



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE
MÉXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
GUASAVE**

T E S I S

**Mejoramiento de la capacidad productiva en el área de
manufactura de arneses eléctricos aplicando balanceo de línea
en la empresa Lear Corp. Planta Torres.**

presentada por

Alondra Guadalupe Armenta Avilés

como requisito para la obtención del grado de

Ingeniería Industrial

Director(a) de tesis

MEC. Brenda Guadalupe Delgado Jiménez

Guasave Sinaloa, Enero 2024



	LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA TITULACIÓN INTEGRAL PLAN 2015	Responsable: Jefatura de División de Ciencias
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.1;8.2.1;8.2.2;8.2.3;8.5.1;8.5.2;8.6;8.7.2 Referencia a la Norma ISO 21001:2018 8.1;8.1.1;8.1.2;8.2.1;8.2.2;8.2.3;8.3.3;8.3.4;8.6;8.7;9.1.2	Código: ITSG-SIG-AO-PO-19-03
		Revisión: 4
		Fecha de Emisión: Agosto 2022
	Página 2 de 58	

Guasave, Sinaloa, Fecha: 23 de enero de 2024
ASUNTO: Liberación de proyecto para titulación integral

ING. Laura Beatriz Inzunza Ramírez
Coordinador(a) de Titulación
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado(a):	Alondra Guadalupe Armenta Avilés
Carrera:	Ingeniería industrial
Número de control:	1925010322
Nombre del proyecto:	Mejoramiento de la capacidad productiva en el área de manufactura de arneses eléctricos aplicando balanceo de línea en la empresa Lear Corp. Planta Torres.
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros(as) egresados(as).

ATENTAMENTE

ING. Mónica Velázquez Sánchez
Nombre y firma del (de la) Jefe(a) de División de Ciencias Industriales

M.E.C Brenda Guadalupe Delgado Jimenez MC. Grace Erandy Báez Hernández M.I.I Emilia Estefana Saucedá López
Nombre y firma del Asesor(a) Nombre y firma del Revisor(a) Nombre y firma del Revisor(a)

* solo aplica para el caso de tesis y tesina

C. c. p. Expediente

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar en este espacio mi más sincero agradecimiento a todas las personas que con mucho o poco aportaron a este proyecto de investigación. A Dios por guiar cada paso de esta etapa en mi vida.

Gracias infinitas a mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante han sido la fuerza impulsora detrás de mi éxito académico. A mis padres su fe en mí, su sacrificio y dedicación incluso en los momentos más difíciles, han sido el pilar de este y todos mis logros. Gracias por siempre inculcarme fe, gratitud y seguridad en mí. Ustedes son el reflejo de todos mis valores. Agradezco a mis hermanos por su aliento constante en mí cada uno de ustedes han sido invaluable para alcanzar este logro académico, gracias por compartir este éxito conmigo.

Agradezco de corazón a mi asesora interna, la MEC. Brenda Guadalupe Delgado Jiménez su guía experta, paciencia y dedicación inalcanzable a lo largo de este proceso ha sido fundamental para el desarrollo de esta tesis. Me siento agradecida y afortunada por la oportunidad de aprender y crecer, junto a esta investigación bajo su mentoría. Su apoyo y fe en mí marcaron no solo mi desarrollo académico, también a mi persona.

De igual forma a mi asesor externo el Ing. Ernesto García Larquier su valioso tiempo, conocimientos y orientación fueron fundamentales para el éxito de esta tesis. Su experiencia y perspectiva enriquecieron significativamente mi trabajo. Estoy agradecida por su apoyo constante y el privilegio de haber contado con su asesoría a lo largo de este viaje académico.

Estaré siempre agradecida con mi alma mater el Instituto Tecnológico Superior de Guasave por abrirme sus puertas y acogerme, en esta maravillosa etapa de aprendizaje, por rodearme de maestros pacientes, empáticos y entregados a su labor. Por brindarme los conocimientos y herramientas para enfrentarme al increíble desafío del mundo de la industria.

RESUMEN

La presente investigación examina cómo la asignación equitativa de tareas o actividades, así como la eliminación de desperdicios, pueden optimizar y aumentar la productividad en el contexto de manufactura. Aborda la mejora de eficiencia de la línea de producción regular en la manufactura de arneses eléctricos, a través del balanceo de la línea y aplicación de la metodología Lean Manufacturing con su herramienta 5s.

En esta investigación se encontrará el proceso de diagnóstico interno y valoración de una línea de manufactura de arneses eléctricos, con el objetivo de encontrar la principal razón de deficiencia en esta. Para después realizar un balanceo de línea y buscar propuestas de mejora que puedan impactar positivamente a la eficiencia de esta. Realizando un estudio de tiempos y apoyados de herramientas estadísticas como lo es el tiempo estándar, se evaluó la eficiencia de la línea engine LT6 para comenzar con el proceso de mejora.

Durante el desarrollo de este proyecto se implementan cambios en el diseño de las estaciones de trabajo y el requerimiento del personal de la línea engine LT6, se realizó lo anterior como propuestas de mejora con el propósito de reducir tiempos, optimizar el proceso de producción y aumentar la eficiencia y productividad de esta. De igual forma se implementa la metodología 5s como una herramienta para cumplir con este objetivo, y, por último, se evalúan los cambios implementados calculado la eficiencia de la línea.

En conclusión, se evidencia en este proyecto que la aplicación de un balanceo de línea es una técnica que da como resultado un impacto altamente positivo en la eficiencia y productividad del área de manufactura en una línea de ensamble como fue desarrollado en esta tesis.

Palabras clave: balanceo de línea, estudio de tiempos, tiempos estándar, eficiencia, 5s.

ABSTRACT

This research examines how the equitable allocation of tasks or activities, as well as the elimination of waste, can optimize and increase productivity in the manufacturing context. It addresses the improvement of efficiency of the regular production line in the manufacture of electrical harnesses, through the balancing of the line and application of the Lean Manufacturing methodology with its 5s tool.

In this research you will find the process of internal diagnosis and assessment of a manufacturing line of electrical harnesses, in order to find the main reason for deficiency in this. To then perform a line balancing and seek proposals for improvement that can positively impact the efficiency of this. By performing a time study and supported by statistical tools such as standard time, the efficiency of the engine LT6 line was evaluated to start the improvement process.

During the development of this project, changes in the design of the workstations and the requirement of the personnel of the engine LT6 line were implemented as improvement proposals with the purpose of reducing time, optimizing the production process and increasing its efficiency and productivity. Likewise, the 5s methodology is implemented as a tool to meet this objective, and finally, the implemented changes calculated the efficiency of this one are evaluated.

In conclusion, it is evident in this project that the application of line balancing is a technique that results in a highly positive impact on the efficiency and productivity of the manufacturing area in an assembly line as developed in this thesis.

Key words: line balancing, time study, standard times, efficiency, 5s.

INDICE

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Planteamiento del problema.	11
1.2 Justificación	12
1.3 Hipótesis.....	14
1.4.1 Objetivo general	15
1.4.2 Objetivos específicos.....	15
CAPITULO II. MARCO TEORICO	16
2.1 Marco conceptual.	16
2.1.1 Engine:.....	16
2.1.2 Cadena de suministro:.....	16
2.1.3 Eficiencia:.....	16
2.1.4 Horas estandar:.....	16
2.1.5 Rotación:.....	16
2.1.6 Desperdicio:	17
2.1.7 Sobreproducción:	17
2.1.8 Esperas:	17
2.1.9 Inventario:	17
2.1.10 Transporte:.....	17
2.1.11 Ineficiencias en los procesos:.....	17
2.1.12 Movimientos innecesarios:	18
2.1.13 Productos defectuosos:	18
2.2 Estado del Arte	18
2.2.1 Lean Manufacturing:.....	18
2.2.2 Las 5s:.....	21
2.2.3 Kanban:.....	26
2.2.4 Diagrama de flujo:	27
2.2.5 Diagrama de Ishikawa:	28

2.2.6	Análisis FODA:.....	28
2.2.7	Balaneo de línea:.....	29
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS		30
3.1	Materiales.....	30
3.2	Métodos.....	30
3.2.1	Datos recopilados.....	30
3.2.2	Cálculo de la eficiencia de la línea de producción regular Engine LT6.	31
3.2.3	Balaneo de línea de producción regular engine LT6.....	32
CAPÍTULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		35
4.1	Resultados.....	35
4.1.1	Análisis y diagnóstico interno.	35
4.1.2	Cálculo de eficiencia y balaneo en la línea de producción regular Engine LT6.	37
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		47
5.1	Conclusiones.....	48
5.2	Recomendaciones	49
REFERENCIAS		50
ANEXOS.....		54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 5S	22
Figura 2. Análisis FODA.....	35
Figura 3. Diagrama de Ishikawa	36
Figura 4. Tiempos totales 1	39
Figura 5. Eficiencia toma 1	39
Figura 6. Diagrama de operaciones encinte 1	40
Figura 7. Operadores Teóricos	41
Figura 8. Tack time.....	41
Figura 9. Eficiencia 1	42
Figura 10. Evaluación 5s.....	43
Figura 11. Ayuda visual 5s	44
Figura 12. Tiempos totales 2.....	46
Figura 13.Eficiencia 2.....	46
Figura 14. Comparativa de eficiencia	46
Figura 15. Diagrama de operaciones encinte 2.....	54
Figura 16. Diagrama de operaciones encinte 3.....	54
Figura 17. Diagrama de operaciones encinte 5.....	55
Figura 18. Diagrama de operaciones encinte 4.....	55
Figura 19. Diagrama de operaciones encinte 6.....	56
Figura 20. Eficiencia 2 línea de encinte	56
Figura 21. Línea de encinte rotary	57
Figura 22. Engine LT6.....	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Toma de tiempos 1.....	37
Tabla 2. Toma de tiempos encinte 1	41
Tabla 3. Operadores teóricos por estación.....	42
Tabla 4. 2da toma de tiempos	44

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

“La productividad no lo es todo, pero, en el largo plazo, es casi todo. La habilidad de un país de mejorar su nivel de vida en el tiempo depende, casi exclusivamente, de su habilidad de aumentar su producto por trabajador”
(Bonilla, 2012).

La presente investigación tiene como finalidad el presentar una propuesta de mejora a la empresa Lear Corporación planta Torres, con el objetivo de mejorar su eficiencia y productividad en la línea de producción regular Engine LT6. Este trabajo está dirigido a la industria maquiladora automotriz especializada en la fabricación de arneses eléctricos. En las siguientes páginas se podrán encontrar con diferentes metodologías utilizadas como balanceo de línea, 5's, y estandarización de tiempos para cumplir con los objetivos planteados con los cuales se pretende mejorar la productividad a través de la identificación de oportunidades de mejoramiento de la línea. Está conformado por 10 capítulos que describen cronológicamente el proceso de mejora y balanceo de la línea de producción Engine LT6.

Desde el principio del análisis se observó cómo se utilizaban conocimientos básicos de un ingeniero industrial, siempre buscando la mejora continua en los procesos y metodologías que aplica. Existen dos secciones muy importantes, para el proyecto, la investigación cualitativa donde se desarrolló una recopilación de datos con ayuda de los colaboradores de la empresa realizando investigaciones de campo tanto con directivos como con operadores. La investigación cuantitativa donde se recopilaron los datos para realizar los cálculos de eficiencia y productividad y con base a ellos realizar la propuesta de mejora, por último, pero no menos importante, los resultados donde se observan los resultados de los cálculos antes de implementar la mejora y la evaluación de la mejora ya implementada.

1.1 Planteamiento del problema.

La empresa Lear Corporation donde se realizó este proyecto de investigación, se encuentra sumergida en una crisis en diferentes áreas de la compañía como lo son:

- **Cadena de suministro.**
- **Problemas de eficiencia.**
- **Adherencia a programas de producción.**
- **Rotación y ausentismo.**

En específico se trabajó en la deficiencia de la línea de producción regular de la plataforma de zerv/y2xx Engine LT6 la cual presenta una eficiencia del 83.92%

Con esta eficiencia la empresa no podía cumplir con el requerimiento del cliente, ya que por contrato se debían producir un total de 150 piezas al día más el 15% de tooling, por lo que el requerimiento del cliente final era de 173 piezas diarias y solo se estaban produciendo 142 piezas, por lo que era altamente necesario descubrir qué estaba causando el incumplimiento de la línea o que estaba afectando el proceso de tal manera que la producción que se tenía no satisfacía ni si quiera la producción diaria estipulada en el contrato por el cliente.

De lo anterior surge la siguiente interrogante ¿Con la implementación de un balanceo de línea será posible mejorar la capacidad productiva en el área de manufactura?

1.2 Justificación

Dentro de la integración del proyecto se decidió trabajar en la línea de producción (Engine LT6). Anteriormente se habían realizado proyectos para una parte concreta de dicha área, pero no para mejorar su eficiencia en conjunto.

La filosofía Lean Manufacturing, así como la mejora continua, se está volviendo cada vez más importante en el mundo empresarial e industrial. Gracias a la aplicación de pequeñas mejoras, las empresas son capaces de obtener productos de mayor calidad, aumentando su valor y siendo más eficaces y flexibles frente a los requerimientos de los clientes. Es así como, utilizando recursos limitados, la empresa quiere lograr aumentar su productividad mediante la aplicación de herramientas que permitan eliminar actividades que no generan valor añadido en el producto final.

Es importante contemplar cómo podemos cumplir con los criterios del proyecto en referencia a buscar eliminar los desperdicios u operaciones que están generando una pérdida de eficiencia.

Uno de los enfoques principales del proyecto es entender el estatus actual de la línea y así poder desglosar la recolección de datos en los 3 siguientes puntos que se tomaron como referencia para el análisis:

- Calcular la eficiencia de la línea de producción regular.
- Tomar los tiempos de producción.
- Realizar cálculos y tomar tiempo estándar.

Con respecto a la planeación estratégica de la empresa, este tipo de proyectos ayudan en su mayoría a los métricos de mejora continua para colocarlos como proyectos de ahorro, por tal motivo se puede contemplar que es de alto porcentaje de viabilidad.

El nivel de ingeniería que se necesita para el desarrollo de este es atribución al de un ingeniero estándar referenciado a ingeniería de métodos – industrial, a la par con su contraparte del departamento de ingeniería de producto, manufactura, calidad, mejora continua.

1.3 Hipótesis

Con la implementación de un balanceo de línea en la empresa Lear Corporation planta Torres será posible aumentar la capacidad productiva en el área de manufactura de arneses eléctricos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Mejorar la capacidad productiva en el área de manufactura de arneses eléctricos mediante la aplicación de un balanceo de línea en la empresa Lear Corporation planta Torres.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar diagnóstico de la línea engine LT6 y toma de tiempos por estación.
- Ejecutar un análisis de los datos obtenidos y realizar balanceo en la línea actual de producción de engine LT6.
- Aplicar metodología 5s.
- Evaluar la eficiencia y productividad de la línea después de los cambios implementados.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 Marco conceptual.

2.1.1 Engine:

Arnés eléctrico destinado a la zona del motor del vehículo corvette.

2.1.2 Cadena de suministro:

Al hablar de cadena de suministro se hace referencia al conjunto de actividades y procedimientos necesarios para llevar a cabo un proceso de venta. Es decir, desde la búsqueda de materias primas hasta el momento que llega al consumidor final. (Rodriguez & Perez, 2004).

2.1.3 Eficiencia:

La eficiencia es la capacidad que tiene una persona o un proceso para utilizar adecuadamente las herramientas con el fin de lograr los objetivos marcados; ejecuta solo las acciones necesarias. Por lo tanto, para las empresas es la facultad para mejorar la utilización de recursos para completar sus objetivos de negocio. (Cardenas, 2021).

2.1.4 Horas estandar:

El tiempo estándar es el tiempo requerido por un trabajador calificado y capacitado, que trabaja a una velocidad o ritmo normal para elaborar un producto o proporcionar un servicio en una estación de trabajo según condiciones determinadas por una norma de ejecución preestablecida.

2.1.5 Rotación:

La rotación de personal es un proceso en el que un trabajador deja su puesto y este debe ser ocupado por otro trabajador. Se considera rotación de personal cualquier salida, entrada o cambio de puesto de un empleado.

2.1.6 Desperdicio:

Son aquellas situaciones negativas que hay que tratar de reducir o eliminar en la medida de lo posible debido a que no agregan valor al producto. A los siete desperdicios, es necesario sumarle el octavo desperdicio, para muchos el más importante: la infrautilización de las habilidades y capacidades del personal. (Wood, 2023).

2.1.7 Sobreproducción:

La sobreproducción es la producción de más de lo que se necesita, ya sea en términos de cantidad o de calidad. Esto puede conducir a un exceso de inventario y a una pérdida de tiempo y recursos.

2.1.8 Esperas:

La espera es el tiempo empleado en esperar materiales, información o aprobaciones. Esto puede provocar retrasos en el proceso de producción y dar lugar a una disminución de la productividad.

2.1.9 Inventario:

El inventario se refiere a los materiales o productos que no se utilizan y que sólo ocupan espacio. Puede tratarse de materias primas, productos acabados o incluso trabajos en curso.

2.1.10 Transporte:

El transporte es el esfuerzo desperdiciado de mover materiales o productos que no se están trabajando. En un entorno de fabricación, esto podría referirse al movimiento innecesario de componentes de un punto a otro.

2.1.11 Ineficiencias en los procesos:

El exceso de procesamiento se refiere a la adición innecesaria de pasos o componentes a un producto o servicio de lo que necesita el cliente.

2.1.12 Movimientos innecesarios:

El movimiento es el esfuerzo desperdiciado de los trabajadores que se mueven innecesariamente, como alcanzar, agacharse, estirarse, caminar y levantar. Esto puede deberse a una disposición ineficiente del lugar de trabajo o a herramientas y equipos mal diseñados.

2.1.13 Productos defectuosos:

Los defectos se producen cuando el producto no puede ser utilizado por los clientes. Los productos que no están a la altura de la norma generan un despilfarro en términos de tiempo, materiales y dinero que se gasta en rehacerlos o desecharlos.

2.2 Estado del Arte

2.2.1 Lean Manufacturing:

Quiles Rico, 2013. Analiza el origen de la metodología en su artículo y expresa que la filosofía Lean Manufacturing fue desarrollada por la industria del automóvil japonesa, principalmente Toyota, tras el desafío de reconstruir su economía después de la Segunda Guerra Mundial. Asumieron que, para competir con los gigantes del automóvil de Estados Unidos de Ford, General Motors y Chrysler, tendrían que trabajar más inteligentemente. Henry Ford, en el año 1913, fue el primero en introducir verdaderamente un cambio revolucionario de las prácticas de taller de máquinas de uso general, alineando las líneas de fabricación en secuencia del proceso, utilizando máquinas especiales y medidores de fabricación y ensamblaje de los componentes. Se ejecutaba así un ajuste perfecto directamente en línea.

Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, y otros miembros de la compañía Toyota profundizaron sobre el pensamiento original de Ford después de la Segunda Guerra Mundial, e hicieron una serie de innovaciones simples inventando el Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System,

TPS). Máquinas hechas a medida de Toyota en línea con el volumen real que se necesitaba, la introducción de prueba de errores para asegurar la calidad y un sistema de cambio rápido de proceso para producir pequeños volúmenes de piezas. Todo ello haciendo que cada paso del proceso notificara al paso anterior las necesidades actuales materiales o sistema Kanban. Todo esto hizo posible la obtención de bajo costo, alta variedad, alta calidad, y tiempos de producción muy rápidos para responder a las cambiantes preferencias de los clientes. Haciendo también, la gestión de la información más simple y más exacta.

Muñoz Guevara, Zapata Urquijo, & Medina Varela, 2022. Argumentan en su libro que la metodología de Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicios mediante la utilización de diversas herramientas y metodologías, que se desarrollaron fundamentalmente en Japón en la planta de producción de la fábrica de Toyota. El objetivo principal de la filosofía Lean es generar un aumento en los índices de productividad, eficiencia, competitividad y rentabilidad de las empresas.

Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007. Estos autores razonan en el manual sobre las técnicas de Lean manufacturing y nos dicen que estas técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y metodifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la

simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada.

Meier & K. Liker, 2006. Mientras que los autores estadounidenses creadores del libro *The Toyota Way* definen a la metodología de la siguiente manera la palabra “Lean”, se traduce como flaco, magro, esbelto, ajustado, y podríamos traducir el “Lean Manufacturing” como manufactura magra, esbelta, ajustada, es decir, sin grasa, no obstante, como muchas otras técnicas se ha dejado su nombre en inglés.

También mencionan cual es el objetivo o búsqueda en la aplicación de esta de manera general, los sistemas de producción buscan optimizar su rendimiento minimizando todas las posibles fuentes de desperdicio, es decir, reduciendo tanto como sea posible todo aquello que no añada valor para el cliente. Una fuente de desperdicio clásica son los defectos, los cuales ocasionan o bien un retrabajo para recuperar la pieza del sistema de producción o bien chatarra si esta decisión es más económica que el propio retrabajo o simplemente no somos capaces de subsanar el defecto.

Esta situación conduce a un ambiente de trabajo donde el desafío de nuevos retos es bien recibido, y, por lo tanto, a una organización que aprende (abordando los problemas en lugar de esconderlos) y que cada día es más eficaz en satisfacer a los clientes y más eficiente en realizar su actividad (menos desperdicio). Los operarios aprenden, los directivos estimulan el ensayo y la verificación, se incrementa el compromiso con los clientes y los canales existentes entre los diferentes componentes de la organización incrementan su nivel de competencia, agilidad, eficacia y resultados en lugar de operar solo bajo la premisa de “regulación”. Se

deriva, por tanto, un cambio de actitud en las personas que forman parte de la organización.

2.2.2 Las 5s:

Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017. Explican que esta metodología se desarrolla en 5 pasos y sirve para generar una cultura organizacional de disciplina en cuanto a orden y limpieza de cualquier área dentro de la empresa. Es la base para la implementación de otras herramientas de mejora. Estos 5 pasos son: Eliminar, orden, limpiar, estandarizar, disciplina. Se recomienda se sigan los pasos en orden durante su implementación.

Beneficios de la estrategia de las 5s:

- Facilita el acceso y devolución de piezas, herramientas durante la ejecución del trabajo.
- Evita búsqueda innecesaria de objetos en la realización del trabajo.
- Mantiene las condiciones necesarias para el cuidado de las herramientas, equipo, maquinaria, mobiliario, instalaciones y otros materiales
- Mejora visualmente el ambiente de trabajo
- Creación y mantenimiento de condiciones seguras para realizar el trabajo.
- Reduce las pérdidas de herramientas u objetos necesarios para hacer el trabajo.
- Crea las bases para incorporar nuevas metodologías de mejoramiento continuo.
- Es aplicable en cualquier tipo de trabajo: manufactura o de servicio.
- Participan en equipo.

Linares Contreras, 2018. En su investigación para la mejora de eficientización de una línea de producción en cadena mediante la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing argumenta que la metodología de las 5S, nos permite organizar, limpiar, desarrollar y mantener las condiciones para un ambiente productivo dentro de la organización. La idea consiste en mejorar la calidad de vida del trabajo y se basa en cinco principios, que mediante su implementación sistemática tienen como propósito implementar una mejor calidad, mejor entorno laboral y aumentar la productividad.

La implantación de las 5S se puede desarrollar en todo tipo de empresas de gran a pequeña escala sin importa el rubro de la misma. Además, esta puede aplicarse empresas dedicadas a la producción de bienes o servicios sin distinción.



Figura 1. 5S

➤ **SEIRI** (Clasificación y Descarte)

Significa separar las cosas necesarias y las que no la son manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado.

Ventajas de Clasificación y Descarte:

- ✓ Reducción de necesidades de espacio, stock, almacenamiento, transporte y seguros.
- ✓ Evita la compra de materiales no necesarios y su deterioro.
- ✓ Aumenta la productividad de las máquinas y personas implicadas.
- ✓ Provoca un mayor sentido de la clasificación y la economía, menor cansancio físico y mayor facilidad de operación.

➤ **SEITON** (Organización)

La organización es el estudio de la eficacia. Es una cuestión de cuán rápido uno puede conseguir lo que necesita, y cuán rápido puede devolverla a su sitio nuevo. Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso. Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuado nos llevará a estas ventajas:

- ✓ Menor necesidad de controles de stock y producción.
- ✓ Facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto.
- ✓ Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta.
- ✓ Evita la compra de materiales y componentes innecesarios y también de los daños a los materiales o productos almacenados.
- ✓ Aumenta el retorno de capital.
- ✓ Aumenta la productividad de las máquinas y personas.

- ✓ Provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental, y mejor ambiente.

➤ **SEISO** (Limpieza)

La limpieza la debemos hacer todos. Es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte de la empresa sin asignar. Si las personas no asumen este compromiso la limpieza nunca será real. Toda persona deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirara cualquier tipo de suciedad generada. Beneficios de un ambiente limpio proporciona calidad y seguridad, y, además:

- ✓ Mayor productividad de personas, máquinas y materiales, evitando hacer retrabajo.
- ✓ Facilita la venta del producto.
- ✓ Evita pérdidas y daños materiales y productos.
- ✓ Es fundamental para la imagen interna y externa de la empresa.

➤ **SEIKETSU** (Higiene y Visualización)

Ahora abordamos la cuarta S conocida como seiketsu y cuya traducción podría ser estandarización o simplemente control visual. Consiste básicamente en aplicar, replicar y mantener lo que se ha venido desarrollando hasta ahora. Más que una actividad es una condición o estado permanente. Podemos decir que es la S más creativa de todas. Por lo tanto, el siguiente paso es estandarizar la solución de forma que todo el mundo se pueda beneficiar de estas mejoras y multiplicar así sus efectos. Estandarizar las soluciones para mantener el puesto de trabajo limpio y ordenado, preferiblemente mediante control visual. Establecer elementos

visuales que permitan distinguir fácilmente y de forma inmediata una situación normal de una anormal, como la ausencia o falta de disponibilidad de un determinado material en el lugar establecido.

Algunos de los beneficios que se tienen al implementar la 4ta S son:

- ✓ Resalta la información importante de manera que no pueda ser ignorada.
- ✓ Evita la sobrecarga de información para que los empleados puedan ver sus resultados.
- ✓ Reduce significativamente el tiempo necesario para entender la información.
- ✓ Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- ✓ Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- ✓ Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.

➤ **SHITSUKE** (Compromiso y Disciplina)

Disciplina no significa que habrá unas personas pendientes de nosotros preparados para castigarnos cuando lo consideren oportuno. Disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos. Mediante el entrenamiento y la formación para todos (¿Qué queremos hacer?) y la puesta en práctica de estos conceptos (¡Vamos hacerlo!), es como se consigue romper con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos. En suma, se trata de la mejora alcanzada con las 4 S anteriores se convierta en una rutina, en una práctica más de nuestros quehaceres. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción. Esta 5 S es el mejor

ejemplo de compromiso con la Mejora Continua. Todos debemos asumirlo, porque todos saldremos beneficiados.

Villareal Garza, (2019) Nos dice en su investigación de tesis referencia a la aplicación de Manufactura Esbelta en el aumento de utilización de técnicos en una línea de producción mixta que el enfoque de la metodología 5s es el siguiente: La metodología de las 5S que permite la organización de los lugares de trabajo con el propósito de mantenerlos funcionales, limpios, ordenados y seguros. El enfoque primordial de la metodología se basa en el supuesto que para que exista calidad el producto se requiere orden, limpieza y disciplina. Esta metodología del orden y calidad en las zonas de trabajo es parte de las herramientas que proponen los sistemas Lean para detectar desperdicios, vale la pena recalcar que los cinco pasos de los que habla esta metodología son parte de un sistema cíclico, donde se pretende que la aplicación del método se haga un hábito en las organizaciones lean. El nombre de la metodología proviene de los siguientes términos japoneses:

- ✓ Seiri (seleccionar). Seleccionar lo necesario y eliminar del espacio de trabajo todo lo que no sea de utilidad.
- ✓ Seiton (ordenar). Organizar el espacio de trabajo.
- ✓ Seiso (limpiar). Dar importancia en la limpieza del lugar y de las cosas.
- ✓ Seiketsu (estandarizar). Cómo mantener y controlar las tres primeras “s” y prevenir su reaparición.
- ✓ Shitsuke (disciplina). Crear una cultura de seguir los conceptos anteriores.

2.2.3 Kanban:

M. Gross & R. Mcinnis, 2003. Los autores estadounidenses hacen alusión a la herramienta kanban en su libro Kanban Made Simple y mencionan lo siguiente; la palabra japonesa “Kanban” que en su

traducción al español es “señal”, tiene sus raíces en el sistema de producción Toyota donde Taiichi Onho desarrolló un conjunto de señales que controlaban la producción entre procesos y con esto lograr implementar sistemas justo a tiempo en las plantas de manufactura Toyota en Japón. Al usar esta metodología se logró minimizar el inventario en proceso entre las estaciones y con esto reducir el costo asociado a la retención de inventario. En la forma más tradicional del sistema Kanban, cuando un insumo del proceso de manufactura llega a un nivel bajo, una señal es comunicada al proveedor de este insumo para que este envíe la cantidad de producto adecuada. La tecnología detrás de este sistema puede ser tan simple como utilizar señales físicas hechas de papel o plástico, como también pueden ser de mayor complejidad y estar conectado a un sistema automático de control de planta. Kanban es también conocido como una herramienta de administración del inventario con la meta de eliminar cuanto más inventario sea posible en los procesos de producción.

2.2.4 Diagrama de flujo:

Carreira, 2004. Argumenta en su libro *Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramtically Reducing Waste and Maximizing Profits* que el primer paso para el diseño de un proceso de manufactura Lean es la identificación y documentación de todos los procesos que se deben de realizar para manufacturar un producto, la teoría Lean recomienda la utilización de los diagramas de flujo para obtener una representación gráfica del método de manufactura a seguir. Para comenzar a documentar un proceso por medio de un diagrama de flujo se recomienda seleccionar un producto y comenzar desde la última operación de manufactura e ir hacia atrás en el proceso e ir documentando el proceso conforme se recorre las instalaciones de manufactura, el recorrido termina cuando solo se encuentran materias primas entrando al proceso de manufactura y algún recurso de trabajo

(persona o maquinaria) es utilizada por primera vez. Conecte los procesos identificados con flechas que muestre de donde se obtuvo el material y a que subprocesos se alimenta desde cada una de ellas. El propósito principal de un diagrama de flujo es documentar los procesos donde exista contenido de trabajo tanto de operadores como también de maquinaria durante la manufactura de un producto, por lo que al realizar este documento se ignoran las diferencias entre productos causados por las diversas opcionalidades de materiales, también se excluyen cualquier característica específica de los materiales que entran al sistema, la identificación de estas características es función del equipo de manejo de materiales.

2.2.5 Diagrama de Ishikawa:

Quiles Rico, 2013 Nos dice que el diagrama de causa-efecto es una representación gráfica que muestra la relación cualitativa e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado. Muestra las relaciones entre un efecto y sus posibles causas de forma ordenada, clara, precisa y de un solo golpe de vista. Así como muestra las posibles interrelaciones causa-efecto permitiendo una mejor comprensión del fenómeno del estudio, incluso en situaciones muy complejas. Centra la atención de todos los componentes de grupo en un problema específico de forma estructurada y sistemática.

2.2.6 Análisis FODA:

Prasad, 2018, p.1295-1309. “Análisis enfocado en proveer decisión para el trabajo, contiene objetivos específicos para las industrias, así como factores estratégicos internos y externos que pueden o no ser favorables. El proceso de análisis es usado para darle un valor”.

2.2.7 Balanceo de línea:

Treviño Cubrero, 2002. Define el balanceo de líneas de ensamble en su tesis enfocada al balanceo de líneas de producción como lo siguiente consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que, en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas o no tener cuellos de botella.

CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

Para poder implementar la metodología que permitirá aumentar la capacidad de producción en el área de manufactura de arneses eléctricos en la empresa Lear Corporation planta Torres son los siguientes:

- Equipo de cómputo
- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Canva
- Software XC

Además de algunos softwares propios de la empresa con los que podíamos obtener información o cálculos previamente realizados, en cuanto a tiempos de ciclo de operación, producción.

3.2 Métodos

La metodología de investigación aplicada en este proyecto consistió en un enfoque mixto, combinando técnicas cualitativas donde se desarrolló una recopilación de datos con ayuda de los colaboradores de la empresa realizando investigaciones de campo tanto con directivos como con operadores, y la técnica cuantitativa donde se realizaron los cálculos del tiempo normal, tiempo estándar tack time, así como la eficiencia y productividad de la línea.

3.2.1 Datos recopilados.

Para obtener información relevante sobre las actividades que intervienen en desarrollo de este proyecto de investigación fue necesario realizar lo siguiente:

3.2.1.1 Análisis y diagnóstico interno de la línea de producción.

- **Análisis FODA.**

Se realizó un análisis FODA sobre el área de producción donde básicamente se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de esta área de la empresa, para así tener en cuenta estas características para la realización de las propuestas de mejora para el área analizada.

- **Diagrama de Ishikawa.**

Una vez que se definieron las fortalezas y debilidades, se encontró el problema y el área afectada, llegando a la conclusión de que, realizando una mejora en el área de producción, se lograrían cambios significativos como el aumento de la eficiencia. Para esto se realizó un diagrama de ISHIKAWA con la finalidad de identificar cuáles eran los factores en el área de producción que estuvieron afectando a la eficiencia y así detectar la causa raíz del problema.

3.2.2 Cálculo de la eficiencia de la línea de producción regular Engine LT6.

Se realizó el cálculo de eficiencia para saber qué tan deficiente estaba la línea, para esto se usó la fórmula 1.

1)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas estándar (Tiempo estándar * cantidad de piezas)}}{\text{Horas actuales (Total de personas * tiempo disponible)}}$$

Con ayuda del ingeniero de métodos de la línea se realizó el muestreo de toma de tiempos de cada operación, para así poder saber dónde se

encontraba el mayor problema en el proceso de manufactura del arnés o el cuello de botella, posteriormente se analizó el diagrama de posiciones y operaciones para identificar visualmente la carga de trabajo de la estación en donde se presentaba el cuello de botella una vez identificado se realizó una propuesta de mejora.

Tomando como referencia la toma de tiempos de todo el proceso de ensamble de arnés fácilmente se logró identificar el cuello de botella en la línea de producción regular de Engine LT6. Siendo éste en la línea de encintado, con 6 estaciones bien definidas. Aun identificado el cuello de botella se decidió hacer un balance de toda la línea de producción regular Engine LT6 con el objetivo de en base a los resultados obtenidos en este primer balanceo aplicar los cambios de la propuesta de mejora.

3.2.3 Balanceo de línea de producción regular engine LT6.

Con la toma de tiempos ya ejecutada se procedió a realizar actividades relacionadas al balanceo de una línea de ensamble para identificar qué cambios de mejora podían hacerse, y aplicarlos en las propuestas.

En conjunto con la toma de tiempos se obtuvo un total de 10 muestras del tiempo total del arnés, es decir se tomó el tiempo del proceso de producción durante 10 días, una vez recolectados los tiempos totales se realizaron los cálculos para obtener el tiempo promedio (TP), factor, tiempo normal (TN) y el tiempo estándar (TE).

Posteriormente, ya con los datos de los tiempos establecidos se realizó el cálculo de los operadores teóricos, para saber cuál era el número correcto de operadores que la línea estaba demandando y se llevó a cabo con ayuda de la fórmula 2.

$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

Donde:

TE: Tiempo estándar

IP: Índice de productividad

E: Eficiencia planeada

Luego se calculó el tack time o el tiempo de ciclo requerido con base a la fórmula 3.

3)

$$C = \frac{\text{TIEMPO DE PROD X DIA}}{\text{PROD. DIARIA REQ.}}$$

Por último, se calculó el número de estaciones de trabajo teóricas para satisfacer la limitación de ciclo con ayuda de la fórmula 4.

4)

$$N = \frac{\text{TIEMPOS DE LAS TAREAS}}{\text{TACK TIME}}$$

Con base a los resultados obtenidos en los cálculos anteriores, se analizaron y razonaron las siguientes propuestas de mejora, para aumentar la eficiencia de la línea.

- Añadir un operario más a la línea de encinte, específicamente en la estación de encinte 1 ya que es la que cuenta con mayor carga de trabajo.
- Fusionar las estaciones de inspección visual y amarre, con el propósito de eliminar el tiempo de transporte de una estación a otra.

Además de las propuestas de mejora antes mencionadas, también se decidió llevar a cabo una capacitación sobre las 5s en el área de manufactura, esta metodología de Lean Manufacturing ayudo en la conservación de estaciones limpias, y ahorro de tiempos muertos al dejar limpias las áreas antes de retirarse de la planta, fue muy favorable para comenzar sin problemas o tiempos muertos el arranque de línea cada día.

Por último, se aplicaron las propuestas de mejora y se evaluó de nuevo la eficiencia.

CAPÍTULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis y diagnóstico interno.

Para el análisis interno de la empresa como se comentó anteriormente en la descripción de actividades y procesos se realizó una investigación cualitativa en la cual, se obtuvo un Análisis FODA y un Diagrama de Ishikawa ver en las figuras 2 y 3 respectivamente.

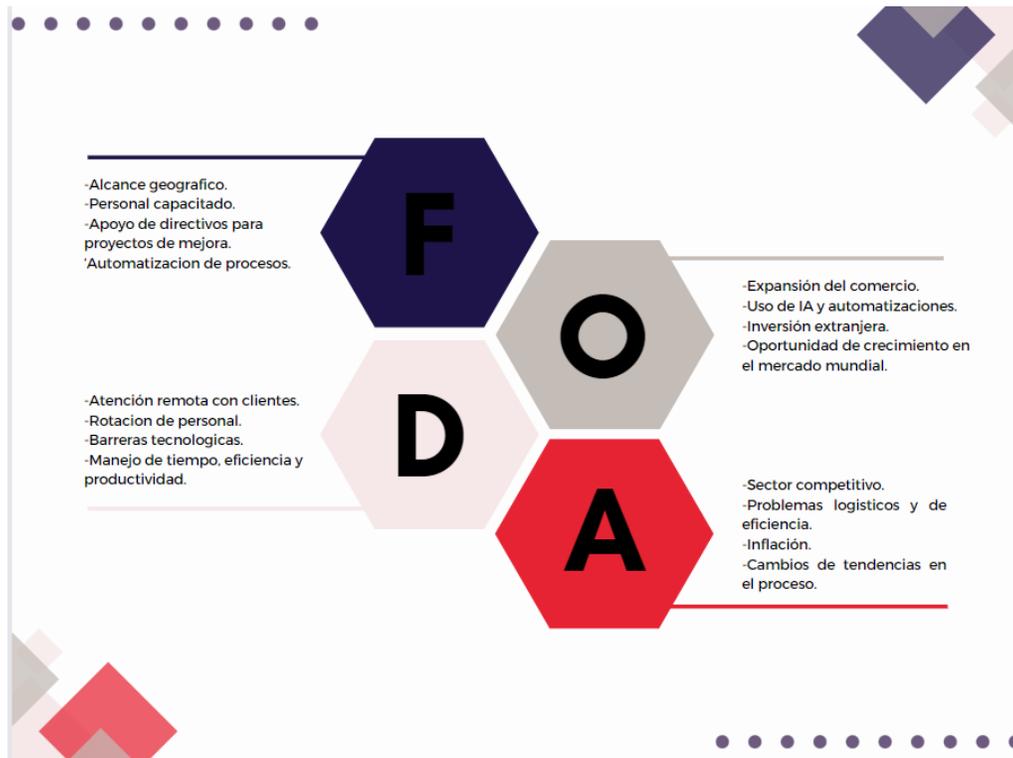


Figura 2. Análisis FODA

En el análisis FODA se observan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa en la que se desarrolló el proyecto. Resultó tal y como se esperaba ya que al ser una organización de talla mundial cuenta con grandes oportunidades de mejora, sin embargo, la crisis que enfrenta la empresa no surge de amenazas externas si no de debilidades internas como: Mal manejo de tiempo,

eficiencia y productividad, Rotación de personal, Barreras Tecnológicas entre otras.



Figura 3. Diagrama de Ishikawa

En el diagrama de Ishikawa se analizaron diferentes variables, considerando las de mayor relevancia para la empresa y siguiendo sus métricos, estas variables fueron las que se encontraron más deficientes, al ser analizadas se determinó que la causa raíz era el *Deterioro en la eficiencia*, principal problema que estaba enfrentando la organización en ese momento (ver figura 3).

4.1.2 Cálculo de eficiencia y balanceo en la línea de producción regular Engine LT6.

Los principales datos recolectados para conocer la eficiencia de la línea fueron los siguientes:

Tiempo Disponible: 8.4 horas

Piezas por contrato: 150 piezas al día.

Tooling: 15%

Requerimiento del cliente: 173 piezas al día.

Operadores: 64

Se realizó un muestreo de tiempo total en el proceso de manufactura del arnés para conocer los tiempos de cada una de las estaciones de trabajo de la línea y así calcular la eficiencia, con la finalidad de analizar con mayor precisión donde se encuentra el problema y saber que mejora aplicar. Observar tabla 1.

Tabla 1. Toma de tiempos 1

TOMA DE TIEMPOS ENGINE LT6										
ESTACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PRE-ENS 1	5.37	5.15	5.48	5.22	5.34	5.19	5.26	5.30	5.33	5.36
PRE-ENS2	5.10	5.18	4.58	5.34	5.4	5.22	5.38	5.49	4.45	4.53
PRE-ENS 3	6.03	5.22	5.45	5.33	5.28	5.47	4.49	4.55	5.39	5.02
PRE-ENS 4	5.23	5.34	5.27	5.31	5.34	4.56	4.58	5.25	5.13	5.31
PRE-ENS 5	4.45	5.36	4.49	4.5	4.53	5.41	5.45	5.30	5.47	4.49
PRE-ENS 6	5.27	5.35	5.3	5.56	5.48	6.00	4.56	5.20	5.31	5.41
PRE-ENS 7	5.15	5.19	5.32	5.25	5.15	5.21	5.15	5.33	5.17	5.49
PRE-ENS 8	5.30	4.52	4.45	5.36	5.25	5.27	5.29	5.12	5.17	5.33
RUTEO 1	5.35	5.27	5.41	5.33	5.28	5.49	5.01	5.18	5.21	5.33
RUTEO 2	6.05	6.01	4.57	5.46	5.01	5.51	5.05	5.57	4.33	4.47
ENSAMBLE 3	5.51	5.56	5.33	5.15	5.12	5.49	5.37	4.23	5.39	5.07

PRE-ENC 1	5.22	5.41	5.09	5.39	5.46	5.3	5.53	5.12	5.21	5.34
PRE-ENC 2	6.01	5.41	5.5	5.42	5.39	5.46	5.55	5.38	5.42	5.39
PRE-ENC 3	5.11	5.4	5.56	5.26	5.29	5.48	5.43	5.36	5.26	5.29
PRE-ENC 4	5.58	5.22	5.41	5.12	4.49	5.33	5.28	5.45	5.28	5.11
PRE-ENC 5	5.41	5.38	5.58	5.41	5.5	5.57	5.34	5.46	5.38	5.4
ENCINTE 1	9.68	9.26	10.38	8.59	9.39	10.2	8.59	9.24	10.32	9.49
ENCINTE 2	5.48	4.55	4.59	5.22	5.41	5.09	5.29	5.37	4.54	5.39
ENCINTE 3	5.10	5.18	4.40	5.48	5.12	5.33	4.51	5.15	5.22	5.36
ENCINTE 4	5.37	5.15	4.48	5.22	5.34	5.19	4.67	5.30	4.53	5.45
ENCINTE 5	5.38	5.18	4.58	5.34	5.4	5.22	5.38	4.49	5.45	5.46
ENCINTE 6	5.03	5.22	5.45	5.4	5.28	5.47	5.49	4.55	5.39	4.56
BAJA ARNES	5.42	5.39	5.46	5.3	5.53	6.01	5.41	5.50	5.57	5.41
CLIPS 1	5.26	5.29	5.48	5.37	5.28	5.11	5.4	5.56	5.44	5.27
CLIPS 2	5.28	5.11	5.29	5.49	5.37	5.58	5.22	5.41	5.09	5.52
DIMENSIONES	4.10	3.49	4.03	4.32	4.1	3.58	4.09	3.45	3.49	3.52
OLTT	4.58	5.36	5.22	5.45	5.13	4.59	5.15	5.26	5.37	5.22
CAN. EST. 1	5.18	5.03	5.1	5.32	5.18	4.57	5.43	5.21	5.12	5.25
CAN. EST. 2	5.23	5.31	5.37	5.33	5.19	5.48	5.42	5.27	5.17	5.18
CAN. EST. 3	6.05	5.4	5.58	5.4	5.59	5.21	5.29	5.25	5.18	5.32
CANAleta ELEC.	5.57	5.47	5.51	5.28	5.52	5.22	5.27	5.10	5.53	5.33
EPC	2.49	2.44	3.3	2.59	3.07	3.18	3.23	3.29	3.1	3.3
INSPECCION VISUAL	3.56	4.24	4.12	4.29	4.3	4.22	4.17	4.35	4.21	4.4
AMARRE	3.18	3.11	3.15	3.29	3.25	3.07	3.15	3.19	3.23	3.09

Basados en estos tiempos se calcularon de igual forma los 10 tiempos totales de la línea de producción, y con estos se obtuvieron los tiempos que son necesarios para calcular el tiempo estándar (TP, FACTOR, TN, TE). Observar la figura 4.

											T.P	FACTOR	T.N	T.E
GENERAL	187.88	186.07	184.09	187.1	186.48	187.93	184.33	184.92	184.97	185.55	185.932	0.91	169.1981	192.8859

Figura 4. Tiempos totales 1

Posteriormente con estos datos se realizó el cálculo de eficiencia de la línea, obteniendo la siguiente información, ver figura 5.

EFICIENCIA DE LINEA			
HORAS ESTANDAR	=	27390.38	83.92%
HORAS ACTUALES		32640	

Figura 5. Eficiencia toma 1

Como se puede observar la eficiencia estaba por debajo del 90%, lo que dio paso a la búsqueda del factor que estaba provocando este porcentaje, se identificó fácilmente mediante el análisis de la 1er toma de tiempos donde se observó un cuello de botella en la estación de encinte 1, se puede notar un aumento significativo en los tiempos que se tienen en esta estación a diferencia de todas las demás.

Por esta razón se decidió analizar los diagramas de operación de las 6 estaciones de encinte, tal cual se esperaba la mayor carga de trabajo se encontraba en la estación de encinte 1 con un total de 32 operaciones y solo 2 operadores para realizarlas, como cada una de las estaciones de esta área. Véase en la figura 6.

#	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES				
		OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA
	SIMBOLOGÍA	○	□	⇄	▽	D
1	Realice inspección visual	○	□	⇄	▽	D
2	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
3		●	□	⇄	▽	D
4	Realice unión de nodo.	●	□	⇄	▽	D
5	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
6	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
7	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
8	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
9	Realice encintado continuo de tape.	●	□	⇄	▽	D
10	Realice unión de nodo.	●	□	⇄	▽	D
11	Realice encintado continuo de tape.	●	□	⇄	▽	D
12		●	□	⇄	▽	D
13		●	□	⇄	▽	D
14	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
15	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
16		●	□	⇄	▽	D
17		●	□	⇄	▽	D
18	Realice encintado continuo de tape.	●	□	⇄	▽	D
19	Realice unión de nodo.	●	□	⇄	▽	D
21	Realice encintado continuo de tape.	●	□	⇄	▽	D
22		●	□	⇄	▽	D
23	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
24	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
25		●	□	⇄	▽	D
26	Realice unión de nodo.	●	□	⇄	▽	D
27	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
28	Realice unión de nodo.	●	□	⇄	▽	D
29	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
30	Realice unión de nodo.	●	□	⇄	▽	D
31	Coloque Burrito y aplique spot tape en extremos con tape de tesa(E00018757)	●	□	⇄	▽	D
32	Realice autoinspección.	●	□	⇄	▽	D

Figura 6. Diagrama de operaciones encinte 1

Para seguir con el análisis fue necesario calcular el número de operadores teóricos de la línea, obteniendo como resultado 66.57 operadores con los que debía contar la línea, sin embargo, ésta solo estaba operando con 64 trabajadores. Los cálculos se muestran en la figura 7.

OPERADORES TEORICOS	
NO	$\frac{TE \times IP}{E}$
NO1	66.57

Figura 7. Operadores Teóricos

Lo siguiente por calcular fue el tack time o tiempo de ciclo, el resultado puede observarse en la figura 8.

TACK TIME	
C	$\frac{\text{TIEMPO DE PROD X DIA}}{\text{PROD. DIARIA REQ.}}$
	= 177.391 SEGUNDOS
	2.9565 MINUTOS

Figura 8. Tack time

Posteriormente se analizaron los tiempos de cada estación, resultando la de mayor tiempo la estación de encinte 1. Véase los tiempos de encinte 1 tabla 2.

Tabla 2. Toma de tiempos encinte 1

OPERACIÓN	TOMA DE TIEMPOS										T.E
	9.68	9.26	10.38	8.59	9.39	10.2	8.59	9.24	10.32	9.49	
ENCINTE 1	5.48	4.55	4.59	5.22	5.41	5.09	5.29	5.37	4.54	5.39	6.94
ENCINTE 2	5.10	5.18	4.40	5.48	5.12	5.33	4.51	5.15	5.22	5.36	5.51
ENCINTE 3	5.37	5.15	4.48	5.22	5.34	5.19	4.67	5.30	4.53	5.45	5.43
ENCINTE 4	5.38	5.18	4.58	5.34	5.4	5.22	5.38	4.49	5.45	5.46	5.50
ENCINTE 5	5.03	5.22	5.45	5.4	5.28	5.47	5.49	4.55	5.39	4.56	5.38
											34.16

Con el tiempo estándar ya obtenido, se calculó el número de operadores teóricos de cada estación de trabajo, obteniendo los siguientes resultados. Ver tabla 3.

OPERACIÓN	TE	NO. TEO	NO. REALES
ENCINTE 1	6.94	2.40	2
ENCINTE 2	5.40	1.87	2
ENCINTE 3	5.51	1.90	2
ENCINTE 4	5.43	1.88	2
ENCINTE 5	5.50	1.90	2
ENCINTE 6	5.38	1.86	2

Tabla 3. Operadores teóricos por estación

Luego se decidió evaluar la eficiencia de la estación de encinte 1 porque se observó que la cantidad de operadores reales no coincidía con los que teóricamente debía tener. Lo que posiblemente indicaría problemas de eficiencia por falta de personal (ver figura 9).

$$\begin{array}{c}
 \text{EFICIENCIA} \\
 \hline
 \frac{\text{MIN. EST. OP}}{\text{MIN. ASIGNADOS X NUM. DE OP}} \times 100 = \frac{34.16}{41.64} \quad 82.03\%
 \end{array}$$

Figura 9. Eficiencia 1

Con la información anterior se observa que la estación de encintado 1 al igual que la línea en general tienen una eficiencia por debajo del 90%.

Debido a esto se decidió continuar con el balanceo de la línea, tomando como referencia el análisis de los tiempos por estación, los diagrama de operación y el número de operadores teóricos anteriormente calculados, se idearon algunas propuestas de mejora, la primera fue: **Añadir un operario más a la línea de encinte, específicamente en la estación de encinte 1 ya que es la que cuenta con mayor carga de trabajo.**

Con esto se pretende disminuir el tiempo de producción y aumentar la eficiencia de la línea.

Para la segunda propuesta se decidió **fusionar las estaciones de inspección visual y amarre**, se optó por esta propuesta ya que las operaciones que se realizaban en ambas no eran tan demandantes en comparación a las de las demás estaciones y eran de fácil práctica, con dicha fusión se buscó reducir el tiempo de producción debido a que se estaría eliminando un transporte de estación a estación.

Como tercera propuesta fue **implementar la metodología de 5s** en el área de manufactura, realizando una pequeña capacitación al personal con una duración de 2 días, donde se acordó incluir una actividad dinámica para estandarizar esta herramienta, la cual se realizaba en dos horarios distintos durante el turno, la pausa consistía en que el personal de la línea de producción paraba sus actividades por 3 minutos para organizar su área de trabajo, mientras esto sucedía se reproducía música del agrado de los colaboradores y al término de ella los empleados debían concluir con la limpieza, el acomodo y/o la selección de piezas en su estación de trabajo.

Después de que se impartió la capacitación a manera de recordatorio y para reforzar los aprendizajes adquiridos se les aplicaron pequeñas evaluaciones diarias en su estación de trabajo, y se incluyó material visual por las áreas más concurridas de la planta con información sobre las 5s, ver figura 10 y 11.



Figura 10. Evaluación 5s



Figura 11. Ayuda visual 5s

Una vez implementadas las propuestas antes mencionadas se realizó una nueva toma de tiempos y se obtuvieron los siguientes datos. Tabla 4.

Tabla 4. 2da toma de tiempos

TOMA DE TIEMPOS ENGINE LT6 (CAMBIOS APLICADOS)										
ESTACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PRE-ENS 1	5.40	5.12	5.48	5.35	5.23	4.79	5.26	5.41	5.38	5.25
PRE-ENS2	5.27	5.35	5.3	5.56	5.48	6.00	4.56	5.20	5.31	5.41
PRE-ENS 3	5.15	5.19	5.32	5.25	5.15	5.21	5.15	5.33	5.17	5.49
PRE-ENS 4	5.30	4.52	4.45	5.36	5.25	5.27	5.29	5.12	5.17	5.33
PRE-ENS 5	4.45	5.36	4.49	4.5	4.53	5.41	5.45	5.30	5.47	4.49
PRE-ENS 6	5.19	5.37	5.2	5.56	5.48	5.58	5.17	5.14	5.28	6.1
PRE-ENS 7	5.33	5.29	5.21	5.49	6.2	5.12	5.23	5.41	5.15	5.39
PRE-ENS 8	4.58	5.01	4.59	5.31	5.25	5.05	5.2	6.10	5.1	5.41
RUTEO 1	5.58	5.45	4.55	5.43	5.15	5.49	5.01	5.50	4.41	4.45
RUTEO 2	5.48	4.57	5.39	5.46	5.01	5.32	4.45	5.21	5.3	5.12
ENSAMBLE 1	5.30	4.4	5.12	5.25	4.51	4.48	5.21	4.49	5.07	5.36
ENSAMBLE 2	5.33	4.58	5.41	5.34	5.21	4.5	5.09	4.57	5.09	5.33
ENSAMBLE 3	5.35	5	4.5	5.15	4.29	5.49	5.18	4.55	5.39	5.07

PRE-ENC 1	5.25	5.19	5.32	5.19	5.39	5.47	5.03	5.12	5.31	5.2
PRE-ENC 2	5.55	5.45	5.4	5.35	5.5	5.28	5.13	5.28	5.45	5.21
PRE-ENC 3	5.58	5.22	5.41	5.12	4.49	5.33	5.28	5.45	5.28	5.11
PRE-ENC 4	5.49	5.12	4.55	5.21	5.15	5.28	5.19	5.40	5.5	5.36
PRE-ENC 5	5.38	5.2	5.45	5.4	5.21	5.47	5.3	5.59	5.14	5.29
ENCINTE 1	9.50	9.26	10.15	8.59	10.09	9.58	8.59	9.44	9.32	9.49
ENCINTE 2	5.37	5.51	4.48	5.33	5.42	5.19	4.57	5.30	5.1	5.45
ENCINTE 3	5.23	5.32	4.58	5.19	5.49	5.02	5.28	5.49	5.45	5.39
ENCINTE 4	5.42	5.26	4.57	5.48	5.12	5.33	4.51	5.39	6.03	5.41
ENCINTE 5	5.48	5.55	4.59	5.22	6.14	5.09	5.29	5.37	5.44	5.39
ENCINTE 6	5.36	5.28	4.58	5.48	5.37	5.19	4.51	6.12	5.55	5.49
BAJA ARNES	5.40	5.22	5.49	5.34	5.43	5.55	5.38	5.47	5.5	5.48
CLIPS 1	5.30	5.21	5.33	5.35	5.3	5.15	5.21	5.45	5.32	5.31
CLIPS 2	5.29	5.21	5.14	5.38	5.34	5.5	5.14	5.50	5.13	5.47
DIMENSIONES	3.58	4.01	3.5	4.23	4.19	4.02	3.52	3.45	4.12	3.49
OLTT	5.13	5.22	4.59	5.3	5.43	4.59	5.12	5.29	5.14	5.18
CAN. EST. 1	5.12	5.21	5.49	5.24	5.07	5.18	4.55	5.19	5.11	5.3
CAN. EST. 2	5.09	5.16	5.28	5.25	5.11	5.4	5.36	5.27	5.12	5.29
CAN. EST. 3	5.40	5.32	5.46	5.22	5.12	5.21	5.39	5.48	5.18	5.19
CANAleta ELEC.	5.36	5.23	5.45	5.1	5.32	5.45	5.2	5.09	5.34	5.5
EPC	3.28	3.09	2.46	3.1	2.57	3.15	3.32	3.19	3.11	3.3
INSPECCION VISUAL Y AMARRE	5.45	5.27	5.36	5.21	4.57	5.22	5.17	5.27	4.58	5.14

La tabla anterior muestra una ligera disminución de tiempos en la estación de encinte 1, así como el cambio en los tiempos de la estación fusionada, en la figura 12 se observan los tiempos totales de las muestras y el tiempo estándar.

												T.E
GENERAL	185.72	181.72	177.64	185.29	183.56	184.36	178.29	185.93	184.51	185.64		204.74

Figura 12. Tiempos totales 2

Los resultados reflejan un ligero cambio en el tiempo estándar, para comprobar la mejora se evaluó la eficiencia de nuevo, pero ahora con los nuevos tiempos para comparar el antes y el después del balanceo (ver figura 13).

$$\begin{array}{c}
 \text{EFICIENCIA DE LINEA} \\
 \hline
 \frac{\text{HORAS ESTANDAR}}{\text{HORAS ACTUALES}} = \frac{29073.08}{32640} \quad 89.07\%
 \end{array}$$

Figura 13.Eficiencia 2

Como se puede observar en el primer cálculo de la eficiencia de la línea se encontraba en un 83.92%, una vez implementadas las propuestas se evaluó nuevamente y se obtuvo un 89.07%. Véase en la figura 15.

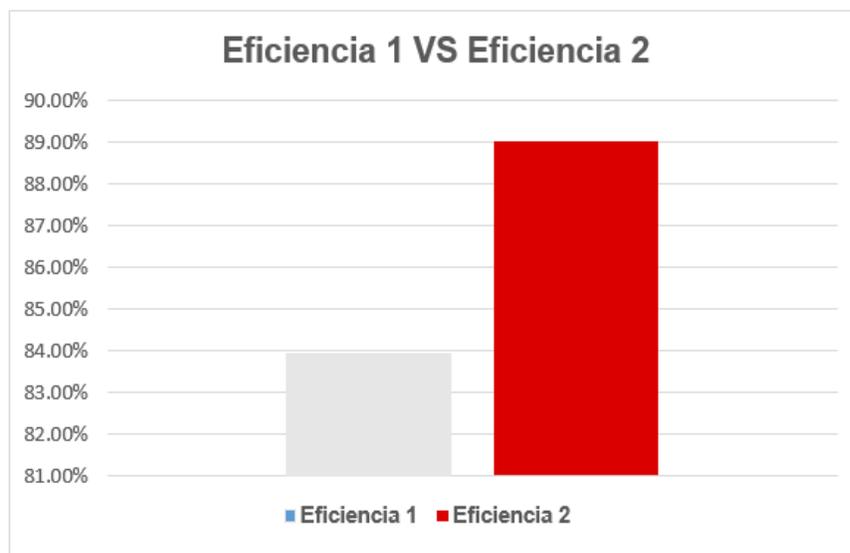


Figura 14. Comparativa de eficiencia

Se concluye con los resultados recalando que gracias a las mejoras implementadas, no solo se logró exitosa mente el aumento de eficiencia si no también se logra cumplir con las piezas por contrato necesarias diarias, la producción aumento a 170 piezas por día, cuando lo anterior que se producía era solamente 142 piezas.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para finalizar este trabajo de investigación es importante analizar los resultados obtenidos de las actividades que se efectuaron para la propuesta de mejora y su realización. A lo largo de esta investigación, se han explorado diferentes estrategias, desde el análisis del flujo de trabajo hasta el estudio de tiempos de producción, con el objetivo de mejorar la eficiencia y el rendimiento de esta.

La productividad en una empresa es la capacidad de desarrollar las tareas en determinado tiempo y con cierta cantidad de recursos asignados que tiene la línea de producción, alineados a los objetivos de este trabajo, se concluye que a través de las actividades del diagnóstico en la línea Engine LT6 se identifican tiempos muertos, carga excesiva de trabajo por estación, requerimiento de personal no satisfactorio e irregularidades del proceso que provocaban que la línea estudiada tuviera una eficiencia del 83.92%.

Dentro de esta línea de producción regular Engine LT6 y con referencia a los resultados obtenidos en el balanceo se diseñaron e implementaron 3 propuestas de mejora, siempre con el propósito de optimizar la producción, una vez estandarizadas se evaluaron mediante un estudio de tiempos y cálculo de eficiencia teniendo como resultado el aumento en la eficiencia de la línea con un 89.02%. Aumentando con esto las piezas producidas diarias antes produciendo 142 sin cumplir con las piezas por contrato y después de las mejoras 170 piezas diarias cumpliendo con las piezas diarias requeridas por contrato.

En conclusión, la aplicación de técnicas de balanceo de línea ha permitido la distribución equitativa de la carga de trabajo, minimizando cuellos de botella y optimizando los recursos disponibles. Además, al integrar los principios de Lean Manufacturing con la metodología de 5s, se promovió la eliminación de

desperdicios, la mejora continua, reducción de costos y procesos de producción.

5.2 Recomendaciones

Después de la implementación de la metodología 5's y el balanceo de la línea es importante realizar las siguientes recomendaciones:

La empresa debe priorizar la mejora continua en sus líneas de producción, ya que, aunque en esta ocasión el plan de acción que se decidió realizar funcionó, los resultados tuvieron mayor impacto si se les diera continuidad a los proyectos.

De igual forma, es importante trabajar en mejorar la comunicación y documentación interna de la empresa asegurarse de que cualquier cambio en la línea sea documentado detalladamente y comunicar claramente a todo el personal involucrado. Esto facilitará la comprensión general y garantizará la consistencia en la implementación.

Para finalizar solo se desea agregar que siempre existe mejora en lo que se quiere mejorar, y que la eficiencia es la clave en cualquier área de la empresa, no importa el rango, ni la actividad, si capacitas a colaboradores eficientes, tendrás procesos eficientes, resultados eficientes.

REFERENCIAS

- Carreira, B. (19 de Noviembre de 2004). *Google books*. Obtenido de <https://industri.fatek.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/Lean-Manufacturing-That-Works-Powerful-Tools-for-Dramatically-Reducing-Waste-and-Maximizing-Prof.pdf>
- Linares Contreras, D. A. (14 de Junio de 2018). *Google Books*. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624049/LI NARES_C_D.pdf?sequence=4
- M. Gross, J., & R. Mcinnis, K. (13 de Mayo de 2003). *Google Books*. Obtenido de <https://www.everand.com/book/375130583/Kanban-Made-Simple-Demystifying-and-Applying-Toyota-s-Legendary-Manufacturing-Process>
- Meier, D., & K. Liker, J. (19 de Junio de 2006). *Google Books*. Obtenido de <https://kalima13.files.wordpress.com/2017/04/book-lss-toyota-way.pdf>
- Muñoz Guevara, J. A., Zapata Urquijo, C. A., & Medina Varela, P. D. (13 de Noviembre de 2022). *Google Books*. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/content>
- Quiles Rico, A. (29 de Agosto de 2013). *Google books*. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/60218/fichero/04.+LEAN+MANUFACTURING.pdf>
- Rojas Jauregui, A. P., & Gisbert Soler, V. (12 de Febrero de 2017). *Google books*. Obtenido de https://3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_14.pdf
- Treviño Cubrero, A. (22 de Agosto de 2002). *Google Books*. Obtenido de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020149199.PDF>
- Villareal Garza, J. H. (6 de Diciembre de 2019). *Google Books*. Obtenido de <https://repositorio.tec.mx/ortec/bitstream/handle/11285/636254/Aplicaci%C3%B3n%20de%20Manufactura%20Esbelta%20en%20el%20aumento%20de%20utilizaci%C3%B3n%20de%20t%C3%A9cnicos%20en%20una%20L3>

%ADnea%20de%20producci%C3%B3n%20mixta_2.pdf?sequence=1&isAllowed=

Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (24 de Enero de 2007). *Google Books*. Obtenido de <https://nilssonvilla.files.wordpress.com/2011/04/manual-lean-manufacturing.pdf>

Acosta, M. L. (7 de Octubre de 2011). *Balanceo de Lineas Lean Manufacturing*. Obtenido de [Google Sites: https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/21.-_balanceo_de_lineas_utilizando_herramientas_de_manufactura_esbelta.pdf](https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no74/21.-_balanceo_de_lineas_utilizando_herramientas_de_manufactura_esbelta.pdf)

Alvarado, A. J. (25 de Enero de 2020). *Google Books*. Obtenido de https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/15580/Alvarado-Garcia_Propuesta-mejora-eficiencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bonilla, E. (2012 de Mayo de 2012). *Google Books*. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/732/1/41584611-2012-2-EF.pdf>

Cardenas, F. (12 de Julio de 2021). *HubSpot*. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/eficiencia-y-eficacia>

Criollo, R. G. (2004). *Estudio del Trabajo Ingenieria de Metodos*. México: MC GRAW HILL.

Escalante, A. (2013). *Ingenieria Industrial*. México: Alfa y Omega.

Fuente, A. d. (21 de Enero de 2019). *Polilibros*. Obtenido de <https://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/terminados/aspii/POLILIBRO/2%20PORTAL/PRACTICA%206/GENERALIDADES6.htm#:~:text=El%20Balanceo%20de%20L%C3%ADneas%20de,de%20esta%20manera%20las%20L%C3%ADneas>

Gisbert, M. M. (2016). *Lean Manufacturing 5s implantation*. España: Merge SL.

- INFOTEP. (12 de Septiembre de 2005). *Google Books*. Obtenido de https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/edit/docref/metodologia_simapro_rep_dom.pdf
- Miguel, J. d. (23 de Julio de 2021). *Ecomercce*. Obtenido de <https://www.doofinder.com/es/blog/dafo-para-ecommerce>
- Muñoz, J. A. (8 de Agosto de 1985). *Google Sites*. Obtenido de Lean Manufacturing: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/content>
- Ortiz, J. (19 de Marzo de 2018). *Google Books*. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/30277/fichero/Anexo+1.+Cuestionario+Herramientas+Lean%252FAnexo+1.+Cuestionario.+Nivel+Implantaci%C3%B3n+Lean+Manufacturing.pdf>
- Peíro, R. (12 de Julio de 2019). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/trabajo-en-equipo.html>
- Rodriguez, F. S., & Perez, A. (2004). *La Cadena de Suministro*. España: ICG Marge SL.
- Sacristan, F. R. (2005). *5s. Orden y Limpieza en el puesto de trabajo*. España: Fundación de Cofemetal.
- Suarez, J. (29 de Enero de 2023). *DKV*. Obtenido de <https://dkvintegrabilia.org/blog/adaptabilidad/>
- Wood, T. (14 de Julio de 2023). *TimWood*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/los-siete-desperdicios/#:~:text=Desarrollado%20por%20los%20expertos%20en,%2C%20Sobreproducci%C3%B3n%2C%20Sobreprocesamiento%20y%20Defectos.>

Yépez, M. P. (21 de Diciembre de 2017). *Google Books*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n83/0120-8160-ean-83-00051.pdf>

ANEXOS

#	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES				
		OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA
	SIMBOLOGÍA					D
1	Realice inspección visual.					D
2	Colocar mallas y aplicar spot a los extremos.					D
3	Colocar mallas y aplicar spot a los extremos.					D
4	Colocar mallas y aplicar spot a los extremos.					D
5	Tome y coloque poliducto.					D
6	Realice encintado continuo.					D
7	Colocar mallas y aplicar spot a los extremos.					D
8	Tome y coloque poliducto.					D
9						D
10	Realice encintado continuo.					D
11	Tome y coloque poliducto.					D
12	Tome y coloque scroll.					D
13	Tome y coloque poliducto.					D
14	Encinte en forma continua.					D
15	Realice union de nodo.					D
16	Relaice auto inspección.					D

Figura 15. Diagrama de operaciones encinte 2

#	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES				
		OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA
	SIMBOLOGÍA					D
1	Realice inspección visual.					D
2	Tome y coloque poliducto					D
3						D
4						D
5						D
6	Realice encintado continuo con tesa.					D
7						D
8						D
9	Realice encintado continuo con tape.					D
10	Realice auto inspección.					D

Figura 16. Diagrama de operaciones encinte 3

#	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES				
		OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA
	SIMBOLOGÍA	○	□	⇒	▽	D
1	Realice inspección visual.	○	□	⇒	▽	D
2	Realice encintado continuo con tape.	●	□	⇒	▽	D
3	Tome y coloque poliducto.	●	□	⇒	▽	D
4	Realice encintado continuo con tape.	●	□	⇒	▽	D
5	Tome y coloque poliducto.	●	□	⇒	▽	D
6		●	□	⇒	▽	D
7		●	□	⇒	▽	D
8		●	□	⇒	▽	D
9		●	□	⇒	▽	D
10		●	□	⇒	▽	D
11		●	□	⇒	▽	D
12		●	□	⇒	▽	D
13		●	□	⇒	▽	D
14		●	□	⇒	▽	D
15		●	□	⇒	▽	D
16		●	□	⇒	▽	D
17		●	□	⇒	▽	D
18		●	□	⇒	▽	D
19	●	□	⇒	▽	D	
21	●	□	⇒	▽	D	
22	●	□	⇒	▽	D	
23	Coloque burrito y aplique spot tape a los extremos.	●	□	⇒	▽	D
24	Realice auto inspección.	○	□	⇒	▽	D

Figura 18. Diagrama de operaciones encinte 4

#	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES				
		OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA
	SIMBOLOGÍA	○	□	⇒	▽	D
1	Realice inspección visual.	○	■	⇒	▽	D
2	Realice encintado continuo.	●	□	⇒	▽	D
3	Tome y coloque poliducto.	●	□	⇒	▽	D
4		●	□	⇒	▽	D
5		●	□	⇒	▽	D
6		●	□	⇒	▽	D
7		●	□	⇒	▽	D
8		●	□	⇒	▽	D
9		●	□	⇒	▽	D
10		●	□	⇒	▽	D
11		●	□	⇒	▽	D
12		●	□	⇒	▽	D
13		●	□	⇒	▽	D
14		●	□	⇒	▽	D
15		●	□	⇒	▽	D
16		Realice encintado continuo con tesa.	●	□	⇒	▽
17	●		□	⇒	▽	D
18	●		□	⇒	▽	D
19	●		□	⇒	▽	D
21	●		□	⇒	▽	D
22	●		□	⇒	▽	D
23	Coloque burrito y aplique spot tape a los extremos.	●	□	⇒	▽	D
24	Realice encintado continuo con tesa.	●	□	⇒	▽	D
25		●	□	⇒	▽	D
26		●	□	⇒	▽	D
27		●	□	⇒	▽	D
28	Realice autoinspección.	○	■	⇒	▽	D
29		○	■	⇒	▽	D

Figura 17. Diagrama de operaciones encinte 5

#	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES				
		OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	DEMORA
	SIMBOLOGÍA	○	□	➡	▽	D
1	Realice inspección visual.	○	■	➡	▽	D
2	Encinte en forma continua con tape de aluminio.	●	□	➡	▽	D
3		●	□	➡	▽	D
4		●	□	➡	▽	D
5		●	□	➡	▽	D
6		●	□	➡	▽	D
7		●	□	➡	▽	D
8		●	□	➡	▽	D
9		●	□	➡	▽	D
10		●	□	➡	▽	D
11		●	□	➡	▽	D
12		●	□	➡	▽	D
13		●	□	➡	▽	D
14		●	□	➡	▽	D
15		●	□	➡	▽	D
16		●	□	➡	▽	D
17		●	□	➡	▽	D
18		●	□	➡	▽	D
19		●	□	➡	▽	D
21		●	□	➡	▽	D
22		●	□	➡	▽	D
23		●	□	➡	▽	D
24		●	□	➡	▽	D
25		●	□	➡	▽	D
26		●	□	➡	▽	D
27		●	□	➡	▽	D
28		Realice union de nodo	●	□	➡	▽
29	Realice autoinspección.	○	■	➡	▽	D

Figura 19. Diagrama de operaciones encinte 6

En la figura 21 se visualiza el aumento de eficiencia que tuvo la línea de encinte después de agregar un operador más a su proceso, observando cambios significativos en la eficiencia y producción de la estación.

$$\begin{array}{r}
 \text{EFICIENCIA} \\
 \hline
 \frac{\text{MIN. EST. OP}}{\text{MIN. ASIGNADOS X NUM. DE OP}} \times 100 = \frac{35.28}{37.18} = 94.88\%
 \end{array}$$

Figura 20. Eficiencia 2 línea de encinte



Figura 21. Línea de encinte rotary

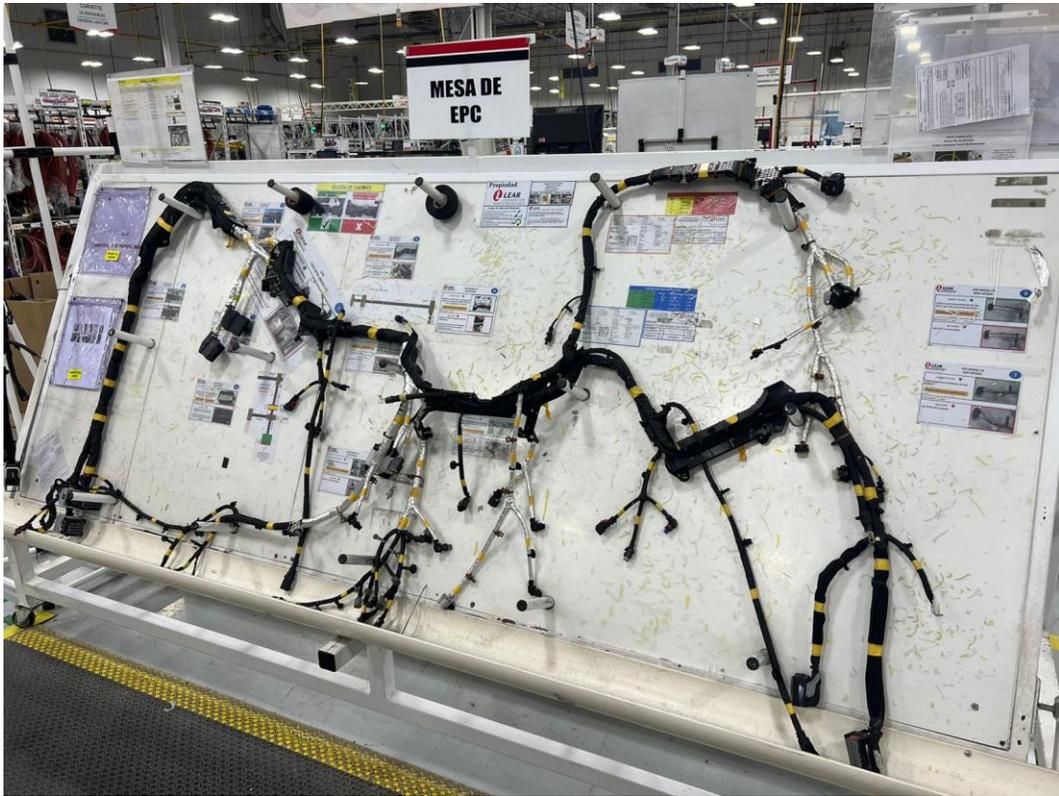


Figura 22. Engine LT6