



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingeniería Industrial

REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA:
FÁTIMA NATALY MARTÍNEZ MURILLO

CARRERA:
INGENIERÍA INDUSTRIAL

“EFICIENTAR EL FLUJO DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA SLIDE P13C”

TF- METAL MÉXICO, S.A. DE C.V.



TF-METAL MEXICO S.A. DE C.V.

Hiram Isaí Hernández Silvestre

Alejandro Puga Vargas

Índice

<i>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</i>	3
<i>Agradecimientos</i>	3
<i>Resumen</i>	5
<i>Lista de Tablas</i>	6
<i>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</i>	8
<i>Introducción</i>	8
<i>Problemas a resolver, priorizándolos</i>	15
<i>Justificación</i>	16
<i>Objetivos</i>	17
<i>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</i>	18
<i>Marco teórico (fundamentos teóricos)</i>	18
<i>Casos de ineficiencia en diferentes empresas</i>	26
<i>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</i>	30
<i>Cronograma de actividades</i>	30
<i>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</i>	57
<i>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</i>	59
<i>Conclusiones del Proyecto</i>	59
<i>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS</i>	60
<i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas</i>	60
<i>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN</i>	61
<i>Fuentes de información</i>	61
<i>CAPÍTULO 9: ANEXOS</i>	62
<i>Carta de aceptación</i>	62

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

Agradecimientos.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, quien me ha dado la vida, la salud y la fortaleza necesarias para superar los desafíos que se han presentado en este camino. Su presencia ha sido mi guía en los momentos de incertidumbre y mi refugio en los días más difíciles. Sin Su bendición, este logro no habría sido posible.

A mi hija Melanie Adylene Garza Martínez, quien es mi mayor motivación y la luz de mi vida, gracias por ser mi fuente de inspiración diaria. Cada esfuerzo y sacrificio que he hecho ha sido pensando en brindarte un mejor futuro. Tu alegría y amor me han dado la energía para seguir adelante, incluso en los momentos más complicados.

A mis padres, Carmen Martínez Robles y María del Refugio Murillo Hernández, quiero expresarles mi profundo agradecimiento por su amor incondicional, su apoyo constante y por inculcarme los valores que me han permitido llegar hasta aquí. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido fundamental en mi vida.

Dedico este logro también a la memoria de mis tres hermanos, quienes partieron demasiado pronto, dos de ellos durante el transcurso de mi carrera. Aunque su ausencia ha sido un dolor profundo, su recuerdo me ha dado la fuerza para continuar y cumplir con este sueño que también hubiera sido de ellos. Este triunfo es, en gran medida, un homenaje a ellos.

A mis hermanos que me acompañan y me apoyan, gracias por estar siempre conmigo, por brindarme ánimo y por ser un pilar en mi vida. Su compañía ha sido una fuente de fuerza y motivación en este recorrido.

A mis compañeros de generación, quienes han compartido conmigo esta etapa de esfuerzo y aprendizaje, gracias por su amistad, por los momentos de apoyo mutuo y por no rendirse. Estoy seguro de que juntos celebraremos este importante logro, el cual es también fruto del esfuerzo colectivo.

A todos mis profesores, mi gratitud eterna por haberme transmitido su conocimiento, por su paciencia y por las enseñanzas que no solo me han formado profesionalmente, sino también como persona. Cada lección aprendida ha sido un paso más hacia la realización de este proyecto.

Por último, agradezco profundamente a TF-METAL, la empresa que me abrió sus puertas y me brindó la oportunidad de realizar mis estadías profesionales. Gracias por confiar en mí y permitirme ser parte de su equipo. Esta experiencia ha sido un pilar en mi desarrollo profesional y una invaluable fuente de aprendizaje.

Este logro no es solo mío, sino de todas las personas que me han apoyado, inspirado y acompañado en este camino. A todos ustedes, gracias por ser parte de esta historia. Este es un sueño hecho realidad.

Resumen.

El proyecto de residencias profesionales se centró en la mejora y perfeccionamiento de la línea de producción P13C en TF-METAL México, S.A. de C.V., una empresa dedicada al diseño, fabricación y ensamblaje de armazones de asientos automotrices para marcas de alto prestigio.

La becaria Fátima Nataly Martínez Murillo, bajo la asesoría externa de Hiram Isaí Hernández Silvestre, desempeñó un rol clave en la identificación de áreas de mejora a través de herramientas como diagramas de Pareto, diagramas de flujo y estudios de tiempos. Durante el proyecto, se llevaron a cabo actividades específicas como:

- Diagnóstico inicial de problemas operativos y recopilación de datos de producción.
- Análisis de tiempos muertos, cuello de botella y falta de balanceo en la línea.
- Propuestas de reconfiguración de operaciones y balanceo de estaciones.
- Implementación de ajustes en los procedimientos de la línea para mejorar tiempos de ciclo.
- Validación de las soluciones mediante mediciones posteriores que evidenciaron avances significativos.

Además, se diseñó un cronograma de actividades que incluyó etapas clave como la recolección de datos inicial, propuestas de mejora, implementación de soluciones y análisis de resultados. Se logró una reducción significativa en los tiempos de ciclo, eliminando tiempos muertos en ciertas estaciones críticas y aumentando la eficiencia de la línea en un porcentaje considerable.

Este proyecto no solo contribuyó al cumplimiento de los objetivos de la empresa, sino que también fortaleció la capacidad de análisis y resolución de problemas de la becaria, quien demostró competencias como el trabajo en equipo, la gestión de recursos y el uso de herramientas avanzadas para la mejora continua. La implementación de este proyecto reafirma el compromiso de TF-METAL México con la calidad, la innovación y la mejora constante de sus procesos productivos.

Lista de Tablas

Tabla 1 Datos no bekido Fuente: TF METAL	41
Tabla 2 Resultados no bekido Fuente: Propia	42
Tabla 3 Toma de tiempos Fuente: Propia	47
Tabla 4 Información por turno Fuente: Propia.....	48
Tabla 5 No bekido por turno Fuente: Propia	48

Lista de Figuras

Ilustración 1 MINDSET Fuente: TF-METAL	11
Ilustración 2 MINDSET Fuente: TF-METAL	11
Ilustración 3 Organigrama ensamble Fuente: Propia	12
Ilustración 4 Ilustración 6 M ´s Fuente (Sconni, 2019, p.34)	18
Ilustración 5 Ciclo PHVA Fuente: Zapata Gómez, 2015, p. 35.....	20
Ilustración 6 Diagramas de Pareto Fuente: Ishikawa, Karou. 1984.....	22
Ilustración 7 Simbología Diagrama de Proceso Fuente: (García Criollo, R, 2005, p. 45)	23
Ilustración 8 Diagrama General Ishikawa. Adaptado de “Justificación de los requisitos de la Norma UNE”	24
Ilustración 9 Diagrama Bimanual Fuente: (García Criollo, R, 2005).....	25
Ilustración 10 Diagrama de PERT Fuente: (García Criollo, 2005,).....	26
Ilustración 11 Cronograma de actividades Fuente: Propia.....	30
Ilustración 12 Diagrama de proceso Fuente: TF Metal	35
Ilustración 13 Layout línea de producción Fuente: TF Meta.....	36
Ilustración 14 Gráfico de producción agosto Fuente: Propia.....	37
Ilustración 15 Gráfico de producción agosto Fuente: Propia.....	37
Ilustración 16 Diagrama Ishikawa Fuente: Propia	40
Ilustración 17 Determinación No Bekido Fuente: Propia.....	42
Ilustración 18 Gráfico de paro de máquina Fuente: Propia	42
Ilustración 19 Causas de paro Mex 244 Fuente: Propia	Ilustración 20
Causas de paro MEX 241 Fuente: Propia.....	43
Ilustración 21 Causa de paro MEX 241 Fuente: Propia	43

Ilustración 22 Pareto de fallas Fuente: Propia.....	44
Ilustración 23 Gráfico producción septiembre Fuente: Propia.....	46
Ilustración 24 Gráfico producción septiembre Fuente: Propia.....	46
Ilustración 25 Propuesta Balanceo de línea Fuente: Propia.....	55
Ilustración 26 Grafico de produccion mes de noviembre Fuente: Propia	56

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

Introducción

El documento "EFICIENTAR EL FLUJO DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA P13C" es un informe final desarrollado para acreditar la residencia profesional en la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. El proyecto, realizado en la empresa TF-METAL México, S.A. de C.V., se centra en mejorar la eficiencia de la línea de producción P13C mediante análisis detallados, propuestas de mejora, e implementación de metodologías enfocadas en la productividad.

Objetivo: Incrementar la productividad reduciendo tiempos muertos y optimizando el balanceo de la línea.

Metodología: Uso de herramientas como diagramas de Pareto, Ishikawa, estudios de tiempos y movimientos, y ciclos PDCA para identificar problemas clave como desbalanceo, falta de mantenimiento preventivo y capacitación.

Resultados:

Incremento de la eficiencia

Reducción de costos operativos y eliminación del pago de horas extra.

Balanceo optimizado con cinco operadores.

Competencias desarrolladas: Planificación, supervisión operativa, gestión de inventarios y mantenimiento preventivo.

Conclusión: El proyecto alcanzó los objetivos planteados, mejorando significativamente la eficiencia de la línea y estableciendo bases sólidas para la mejora continua.

Este trabajo refleja un esfuerzo por integrar conocimientos teóricos y habilidades prácticas para resolver problemas reales en el ámbito industrial, demostrando el impacto positivo de la metodología Lean y la mejora continua en procesos productivos.

Descripción de la empresa

Historia y Evolución de TF-METAL

Fundada en 1944 bajo el nombre de Fuji Weapon Co., Ltd., TF-METAL inició sus operaciones en el sector de fabricación de armamento. Durante los años de la posguerra, la empresa transformó su enfoque hacia la manufactura de maquinaria y herramientas, y en 1954 comenzó a especializarse en la producción de componentes automotrices al establecer relaciones comerciales con Nissan. Posteriormente, en 1965, consolidó una asociación con Ikeda Corporation para el desarrollo de dispositivos reclinables para asientos, iniciando así su incursión en el sector de armazones de asientos, un componente clave en la seguridad y comodidad del automóvil.

A lo largo de las décadas, TF-METAL ha expandido su presencia tanto en Japón como a nivel internacional. La compañía se diversificó geográficamente al establecer filiales en Estados Unidos en el año 2000, y más adelante en China y México, ampliando su capacidad de producción y soporte global. En México, TF-METAL opera como TF-METAL MÉXICO SA DE CV, desde su fundación en 2012, enfocándose en el desarrollo, fabricación, estampado, troquelado y ensamblaje de armazones de asientos para importantes clientes del sector automotriz. En 2017, Fuji Kiko Co., Ltd., empresa matriz de TF-METAL, realizó una reestructuración importante y convirtió a TF-METAL en una subsidiaria de TACHI-S Co., Ltd., empresa líder en sistemas de asientos automotrices.

Visión

Crear sonrisa en la cara de la gente, a través de la convivencia con la gente y con la sociedad, formando continuamente un espacio de vida agradable y enriquecedor

Misión

A través de toda clase de actividades para crear los valores basados en el espíritu de “GOJO KYOCHO” inspiraremos a nuestros clientes de todo el mundo y creceremos junto con la sociedad.

Líneas de Negocio y Especialización

TF-METAL se especializa en el diseño y manufactura de armazones de asientos, componentes que son críticos para la seguridad, confort y calidad percibida en el automóvil. Estos armazones no solo deben cumplir con estándares de seguridad, sino también con exigencias de ergonomía, función de reclinación, y operación silenciosa. La empresa aplica técnicas de estampado, troquelado y ensamblaje de alta precisión para cumplir con estos requisitos, buscando reducir la fatiga de los conductores y pasajeros a través de sus innovadores diseños.

Estructura Global y Alianzas Estratégicas

La expansión internacional de TF-METAL ha sido clave en su éxito. La compañía ha establecido plantas y oficinas en América del Norte, Asia y Europa, operando como proveedor de soluciones globales para diversas marcas automotrices. Con el respaldo de TACHI-S Co., Ltd., la organización ha podido aprovechar sinergias en la producción y el desarrollo de nuevas tecnologías en el área de sistemas de asientos, mejorando su competitividad en el mercado internacional.

El proyecto de residencias profesionales en TF-METAL se alinea con su compromiso de mejora continua y con la metodología PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). La aplicación de herramientas como el Diagrama de Ishikawa, Pareto, y el Análisis de Línea permitirá identificar oportunidades de mejora en sus procesos de producción, optimizar tiempos y movimientos, y lograr un balance en la línea de producción. Este proyecto representa un paso significativo en la consolidación de sus estándares de eficiencia y calidad, contribuyendo al fortalecimiento de TF-METAL como líder en el sector de componentes automotrices a nivel global.



Ilustración 1 MINDSET Fuente: TF-METAL

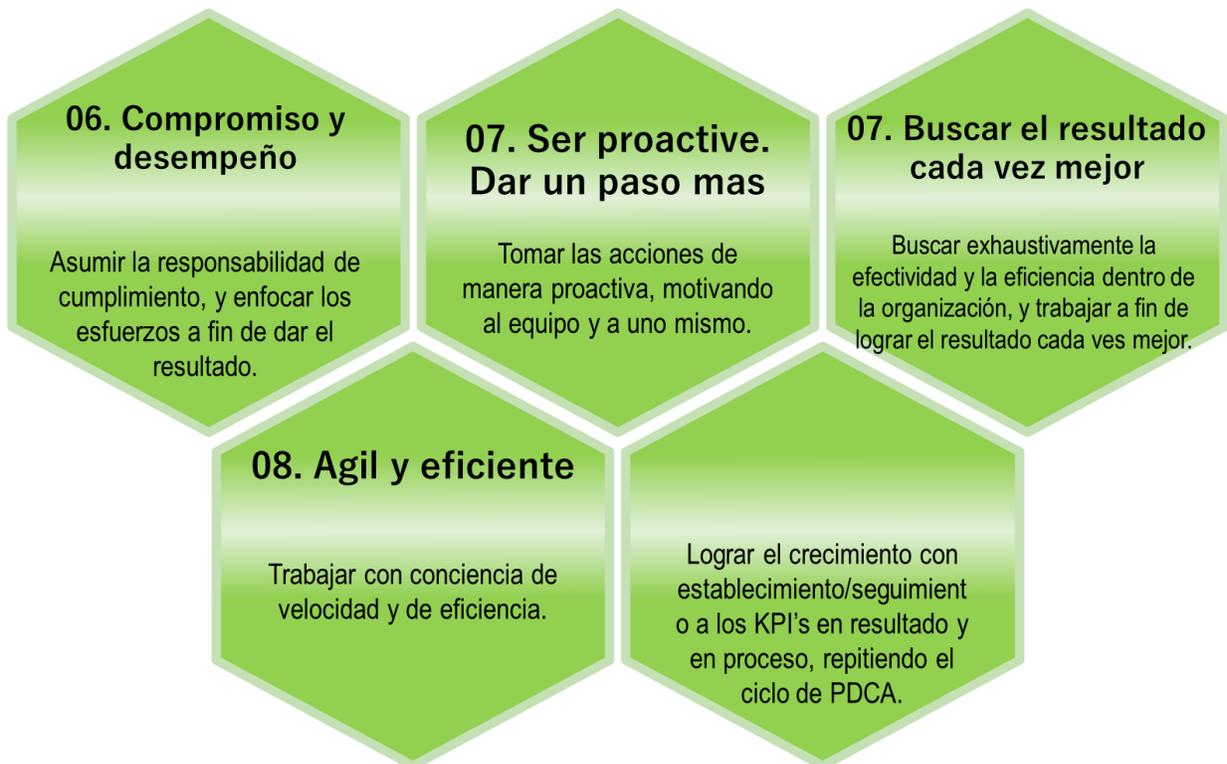


Ilustración 2 MINDSET Fuente: TF-METAL

Organigrama ensamble



Ilustración 3 Organigrama ensamble Fuente: Propia

El organigrama que se muestra corresponde al área de Producción Ensamble, estructurado en diferentes niveles jerárquicos y roles clave para el desarrollo y supervisión de actividades. En la parte superior, se encuentran las posiciones de liderazgo estratégico, encabezadas por Kazuyuki Ogusu como Gerente de Procesos y Sumichan Pumachay como Traductor. Hiram Isaí Hernández figura como jefe de Procesos, directamente bajo la supervisión general de Carolina Reséndiz.

A nivel operativo, la supervisión está distribuida entre cuatro Supervisores de Producción: Oscar Esquivel, Tadeo Rodríguez, Ilse Diosdado, y Beatriz Ramos (en funciones

administrativas y operativas como Staff de Producción). Cada supervisor tiene a su cargo líderes asignados a la línea de producción, quienes coordinan las actividades operativas diarias.

En el nivel de apoyo, se incluye a Verónica Cobos como Capturista y a Fátima Martínez como Becaria Ensamble, quienes colaboran directamente con Beatriz Ramos para garantizar la correcta ejecución de tareas administrativas y operativas.

Este organigrama refleja una estructura organizacional clara y funcional que facilita la gestión y operación eficiente del área de producción.

Señalando como asesor externo a Hiram Isaí Hernández y a Fátima Martínez como Becaria.

Principales funciones Asesor externo: Hiram Isaí Hernández, jefe de producción

- Planificación de la producción: El jefe de producción se encargó de establecer los objetivos a corto, mediano y largo plazo, definiendo cronogramas, asignando recursos y asegurando el cumplimiento de los tiempos establecidos para alcanzar las metas.
- Supervisión del personal: Coordinó y supervisó al equipo de producción, asignando tareas específicas, monitoreando el desempeño de los operadores y asegurándose de que todas las actividades se realizaran conforme a los estándares establecidos.
- Gestión de recursos materiales: Se aseguró de la disponibilidad de insumos y materiales necesarios en cantidad y calidad adecuadas, manteniendo un equilibrio eficiente entre el inventario y las necesidades de la producción.
- Control de calidad: Implementó procesos de inspección y supervisión para garantizar que los productos cumplieran con las especificaciones y estándares de calidad, resolviendo cualquier desviación detectada de manera oportuna.

- Optimización de procesos: Analizó los flujos de trabajo y las operaciones en la línea de producción para identificar áreas de mejora, reducir tiempos muertos, minimizar desperdicios y aumentar la eficiencia general.
- Cumplimiento de normas de seguridad: Fomentó un ambiente de trabajo seguro, asegurándose de que todo el personal cumpliera con las políticas de seguridad e higiene, así como con las normativas legales aplicables.
- Gestión del mantenimiento: Supervisó la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos en máquinas y equipos, asegurándose de que estuvieran en óptimas condiciones para evitar paros inesperados.
- Monitoreo de indicadores de desempeño (KPI): Evaluó métricas clave como eficiencia, tiempos de ciclo, desperdicio y costos de producción para medir el rendimiento de la línea y tomar decisiones informadas basadas en los resultados obtenidos.

Principales funciones becaria ensamble: Fátima Nataly Martínez Murillo

- Apoyo en la planificación de la producción: La becaria colaboró en la elaboración de cronogramas y el seguimiento de los tiempos de producción, asegurándose de que los objetivos establecidos se cumplieran de acuerdo con los plazos definidos.
- Supervisión de actividades operativas: Realizó monitoreos en la línea de producción para verificar que las tareas asignadas a los operadores se ejecutaran correctamente, informando cualquier desviación o problema al jefe de producción.
- Gestión de documentación: Se encargó de actualizar registros de producción, elaborar reportes diarios sobre avances y resultados, y recopilar datos relacionados con indicadores clave de desempeño (KPI).
- Análisis de procesos: Identificó áreas de mejora en los flujos de trabajo mediante la observación y análisis, proponiendo ajustes para optimizar la eficiencia de la línea y reducir tiempos muertos.

- Seguimiento de materiales e insumos: Dio soporte en la gestión del inventario, revisando la disponibilidad de materiales necesarios para la producción y asegurando una correcta rotación de los mismos.
- Mantenimiento preventivo: Participó en la coordinación de actividades de mantenimiento preventivo en equipos, ayudando en la programación y seguimiento de dichas tareas.
- Elaboración de propuestas de mejora: Basándose en la información recopilada, presentó propuestas al jefe de producción para optimizar procesos y aumentar la eficiencia de la línea.

Problemas a resolver, priorizándolos.

- Falta de mantenimiento preventivo: La ausencia de mantenimiento regular provoca paros inesperados debido a fallas en las máquinas, disminuyendo la eficiencia.
- Flujo de materiales inadecuado: La mala organización del transporte y suministro de materiales dentro de la línea puede generar interrupciones y acumulaciones innecesarias.
- Excesivo tiempo de configuración: Cambiar de un producto a otro o ajustar las máquinas toma demasiado tiempo, lo que afecta la continuidad de la producción.
- Uso ineficiente de recursos humanos y materiales: Se presenta cuando los operadores no están asignados de manera óptima o cuando los materiales no se gestionan adecuadamente, lo que genera desperdicios.
- Desbalanceo en las cargas de trabajo: Ocurre cuando algunas estaciones de trabajo tienen más actividades que otras, generando cuellos de botella en unas y subutilización en otras.
- Falta de capacitación del personal: Operadores sin la formación adecuada pueden cometer errores, usar mal las máquinas o no seguir los procedimientos estándar.
- Deficiente monitoreo de indicadores clave de desempeño (KPI): La falta de seguimiento de métricas como tiempos de ciclo, eficiencia global de los equipos (OEE) o porcentaje de defectos dificulta identificar y abordar los problemas.

Justificación

La línea SLIDE P13C enfrenta una problemática crítica de baja productividad que afecta directamente su capacidad para satisfacer la demanda de producción. Este desabastecimiento no solo genera costos adicionales asociados a tiempos muertos y el pago de tiempo extra, sino que también incrementa la presión sobre los recursos humanos, comprometiendo la sostenibilidad operativa de la línea. Resolver este problema es crucial para la empresa, ya que garantizar una operación eficiente es fundamental para mantener su competitividad en el mercado y cumplir con los estándares de calidad esperados por los clientes.

El presente proyecto busca analizar en profundidad el proceso de abastecimiento de subensamble y su impacto en la productividad, con el propósito de implementar soluciones que optimicen la gestión de materiales y mejoren el balanceo de línea. Al lograr un flujo constante de subensamble y reducir la variabilidad en el suministro, se espera una mejora significativa en la eficiencia operativa, la reducción de tiempos improductivos y un uso más racional de los recursos. Esto permitirá no solo alcanzar los niveles de productividad requeridos, sino también generar beneficios tangibles para la empresa en términos de ahorro de costos y mejor aprovechamiento del tiempo de producción.

Además, la realización de este proyecto permitirá al residente desarrollar habilidades clave como el análisis crítico, la identificación de problemas operativos, la implementación de soluciones prácticas, y el uso de herramientas de mejora continua. Estas competencias fortalecerán su formación profesional y le proporcionarán una experiencia valiosa en la gestión y optimización de procesos productivos. A mediano y largo plazo, las soluciones propuestas contribuirán a establecer prácticas sólidas de mejora continua, asegurando que la línea de producción opere de manera eficiente y sostenible, beneficiando tanto a la empresa como a sus clientes.

Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Eficientar la productividad de la línea de producción P13C mediante el análisis y la implementación de metodologías para reducir el porcentaje de improductividad (No Bekido)

OBJETIVO ESPECIFICO

- I. Identificar las principales causas de improductividad en la línea de producción.
- II. Realizar un análisis de tiempos y movimientos para identificar oportunidades de mejora en los procesos de manufactura, con el fin de reducir los tiempos de ciclo y aumentar la productividad.
- III. Desarrollar e implementar un plan de balanceo de línea para mejorar la eficiencia operativa y reducir los cuellos de botella en el proceso.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

Marco teórico (fundamentos teóricos).

LEAN COMPANYY

Lean Company es un sistema que logra grandes resultados siempre que seamos capaces de identificar y eliminar todos los desperdicios en cada proceso de la cadena de valor.

En todo negocio, sea una empresa de transformación o bien de servicios, existe una serie de insumos que se resume en seis grandes grupos básicos: mano de obra, materiales, métodos, maquinaria, medio ambiente y mediciones. Es importante reconocer que son muy diferentes entre ellas, pero existe un factor común: el dinero. Es tan claro que existe un costo involucrado, que en muchas empresas con problemas de liquidez se busca «reducir» costos «ajustando» las 6 M: despidiendo personal, reduciendo la calidad de los materiales o el mantenimiento de la maquinaria, entre otros. Se ha demostrado que estos recortes a las 6 M tienen solo un impacto inmediato. (Soconni, 2019, p.34)

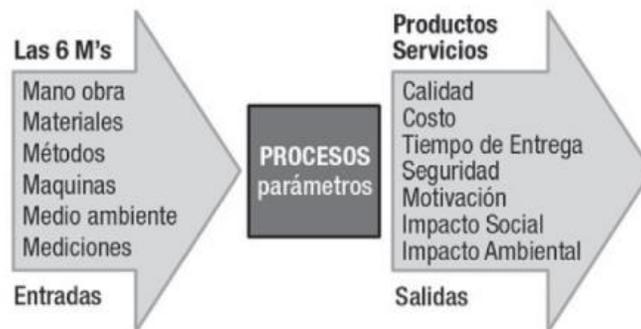


Ilustración 4 Ilustración 6 M 's Fuente (Soconni, 2019, p.34)

La siguiente fuente de reducción de la productividad radica en los desperdicios, por lo que, si somos capaces de reconocerlos y eliminarlos, inmediatamente lograremos mejores niveles de productividad.

MOVIMIENTOS INNECESARIOS

Se refiere al traslado de personas de un punto a otro de su lugar de trabajo o bien, en toda la empresa, más allá de lo indispensable para aportar valor al producto, sin que ese movimiento contribuya a la transformación o beneficio del cliente. Es fácil encontrar este

desperdicio si observamos con cuidado todos los ciclos de un trabajador. Así, descubriremos que muchas veces camina más de lo necesario, pero no estamos acostumbrados a contar sus pasos o seguir sus rutas. Otro ejemplo muy común de este desperdicio son las búsquedas de herramientas, materiales o información. Todos esos movimientos, además de los indispensables para el cliente, toman tiempo y en consecuencia bajan la productividad de los procesos. Ejemplos de movimientos innecesarios son:

Mucho tiempo empleado en localizar materiales, personas, instrucciones o herramientas.

- Movimientos innecesarios al agacharse o caminar.
- Esfuerzos por alcanzar las herramientas o materiales en cada ciclo de trabajo.
- Movimiento de producto a través de la planta

(Socconini, 2019, p.43)

EL CICLO PHVA MODIFICADO Y MEJORADO

El PHVA, también conocido como ciclo de la calidad, círculo de Deming o Espiral de la mejora continua, es una herramienta planteada inicialmente por Walter Shewhart y trabajada por Deming en 1950; se fundamenta en cuatro pasos: planificar (Plan), hacer (Do), verificar (Check) y actuar (Act). En términos generales, el PHVA es un ciclo que contribuye a la ejecución de los procesos de forma organizada y a la comprensión de la necesidad de ofrecer altos estándares de calidad en el producto o servicio; por tanto, puede ser utilizado en las empresas, ya que permite la ejecución eficaz de las actividades.

El ciclo PHVA modificado y mejorado, conserva el propósito original del ciclo, pero incluye los diversos mejoramientos de las otras versiones.

El ciclo PHVA se representa como una rueda y en el modificado cada giro de la rueda representa un ciclo de mejoramiento, que conduce al principio del siguiente ciclo. Cuando se termina un ciclo, hay dos posibilidades que se pueden seguir: controlar el proceso mejorado, o continuar con otro ciclo de mejoramiento

1. Seleccionar el tema o producto:
 - Planear el programa de actividades.
 - Establecer el objetivo.

2. Comprender la situación actual
 - Obtener los datos y revisarlos.
3. Analizar la causa y determinar la acción correctiva.
 - Diagrama causa y efecto.
 - Establecer hipótesis. Verificar las causas más probables.
 - Determinar la acción correctiva. a corto plazo o remediadora. a largo plazo o preventiva
4. Poner en práctica la acción correctiva
 - Emprender una acción correctiva.
 - Proporcionar una capacitación adecuada.
5. Verificar los efectos Comparar los resultados con el objetivo.
 - Continuar con la etapa de planear si no se ha logrado el objetivo.
6. Emprender una acción apropiada.
 - Estandarizar, controlar y documentar.
 - Continuar con la etapa de planear si no se ha logrado el objetivo.
7. Conclusión y planes futuros.
 - Continuar con el mismo aspecto, o seleccionar otro aspecto

(Zapata Gómez, 2015, p.35)

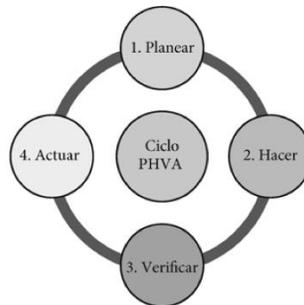


Ilustración 5 Ciclo PHVA Fuente: Zapata Gómez, 2015, p. 35

La planeación dentro del ciclo PHVA es el proceso en el cual se establecen los objetivos y políticas de calidad y se desarrollan los medios para alcanzarlos, se asegura que los bienes, servicios y procesos internos cumplan con las necesidades de los clientes. Es un proceso estructurado para desarrollar productos que garanticen que el resultado final se ajuste a las expectativas del cliente. En el planear se hacen los preparativos para cumplir

con las metas de calidad y cuyo resultado final es un proceso capaz de lograr los objetivos bajo las condiciones de operación.

De manera sencilla, se define el hacer de una empresa como la implementación de los procesos, la identificación de las oportunidades de mejora, el desarrollo del plan piloto y la ejecución de dichas mejoras. Además, se reconoce el proceso como el responsable de transformar los recursos en productos y servicios de calidad, mediante la realización de ciertos pasos en la fabricación. Para Heizer y Render (2006).

Verificar implica la medición y la corrección de las actividades para asegurarse de que se están llevando a cabo los planes para alcanzar los objetivos fijados por la alta gerencia e informar sobre los resultados, “tomando como base los datos recolectados durante la ejecución, se compara el resultado obtenido con la meta planificada”, como lo ha determinado Ishikawa (2000).

A partir de 1950, y en repetidas oportunidades, durante las dos décadas siguientes, Deming (2000) empleó el ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones a la alta dirección de las empresas japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo, que fue desarrollado por Shewhart, ha estimulado el mundo al empresarial, entre otros, como símbolo indiscutido de la mejora continua. A este ciclo, en años posteriores, autores como Harrington (2005), Goldratt (2002) y Falconi (2011) aportan con sus teorías de las mejores prácticas desde los procesos de mejoramiento continuo, trabajando por el mejoramiento continuo y el gerenciamiento de la rutina, respectivamente.

Así, planear determina las metas y objetivos organizacionales y demás mecanismos para alcanzarlos, hacer significa educar al personal de la organización y poner en práctica las acciones que llevan a satisfacer a los clientes, verificar significa examinar permanentemente qué se ha cumplido y qué está pendiente y finalmente actuar lleva a la organización a emprender acciones apropiadas para ejecutar un cambio rumbo al éxito. (Zapata Gómez, A, 2015, p.103.)

HERRAMIENTAS

Cada tipo de mejora requiere que se utilicen las herramientas necesarias, de acuerdo con la complejidad y los elementos necesarios;

- Selección del proyecto

Diagramas de Pareto, que se usan para identificar oportunidades significativas.

Como herramienta de análisis de datos, este diagrama —o más bien histograma— permite visualizar la incidencia de los problemas en porcentaje y por orden decreciente. De esta forma, la prioridad de la acción es más explícita puesto que el responsable sabe a qué elemento tiene que prestar atención. Se trata de un sistema elemental que facilita la visualización de la importancia de un problema. La tabla de eficacia La tabla de eficacia es una gráfica que presenta las diferentes

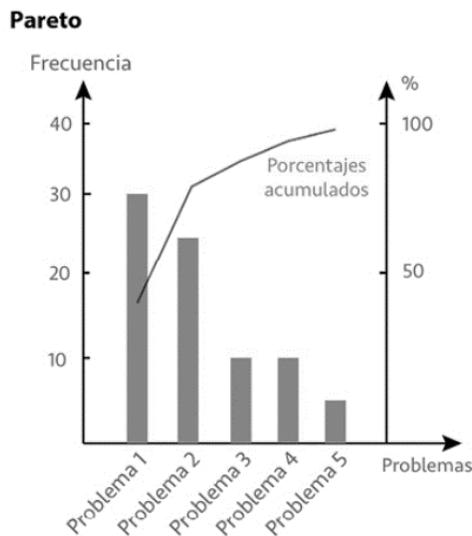


Ilustración 6 Diagramas de Pareto Fuente: Ishikawa, Karou. 1984.

- Definición del proceso

Diagramas de flujo y mapas de proceso para conocer con detalle el proceso y definir el nivel en el que se trabajará el proyecto.

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento. identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda

la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requeridos

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. (García Criollo, R, 2005, p.45)

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación	○	Se produce o efectúa algo.
Transporte	➔	Se cambia de lugar o se mueve.
Inspección	□	Se verifica calidad o cantidad.
Demora	⊔	Se interfiere o retrasa el paso siguiente.
Almacenaje	▽	Se guarda o protege.

Ilustración 7 Simbología Diagrama de Proceso Fuente: (García Criollo, R, 2005, p. 45)

- Definir problemas

Diagrama de causa y efecto Bonals que el nivel de dispersión de una variable es un aspecto que se debería mantener bajo control e intentar minimizar, para evadir el peligro de generar piezas inadecuadas para su uso, por el hecho de que sus dimensiones se alejan de las fronteras de tolerancia especificados, teniendo continuamente en mente los limitantes de mejorar la calidad del producto, para satisfacer mejor las necesidades del cliente. Para formar el Diagrama de Ishikawa se debe partir de cinco variables primordiales conocidas como las "5 M's", siendo estas: - Materias primas - Maquinaria - Métodos de trabajo - Mano de obra - Medio ambiente

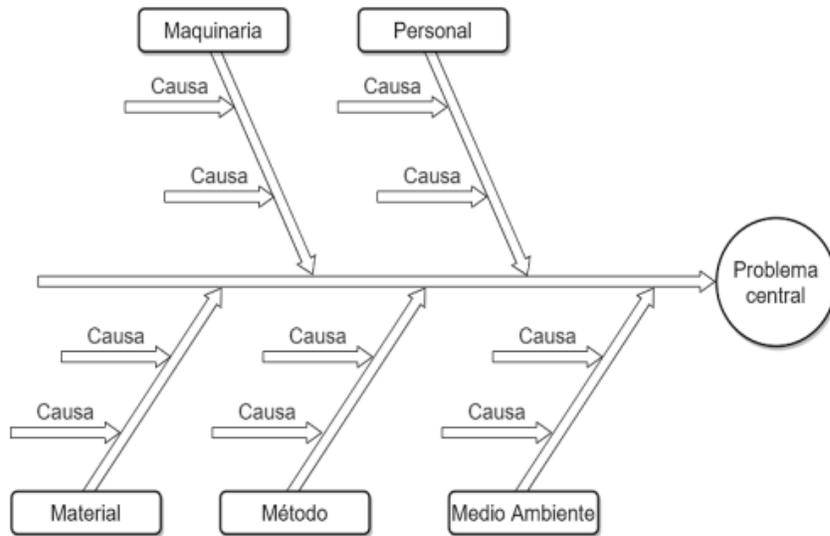


Ilustración 8 Diagrama General Ishikawa. Adaptado de "Justificación de los requisitos de la Norma UNE"

- Análisis de la situación actual

Gráfico de balance

Para determinar dónde se encuentra el cuello de botella y dónde deben enfocarse todos los esfuerzos de los miembros de la cadena.

Velocidad de la demanda. Llamamos takt time a calcular el ritmo al que el cliente está dispuesto a comprar cada unidad. Takt es una palabra alemana que significa compás, como en la música, para determinar el ritmo al que se debe tocar. Así, se obtiene:

$$\text{Takt time} = \text{tiempo disponible} / \text{demanda}$$

Para obtener la capacidad hacemos el cálculo de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad} = \text{tiempo disponible} / \text{tiempo más lento}$$

- Estudio de tiempos y movimientos

El análisis de movimientos es el estudio de todos y cada uno de los movimientos de cualquier parte del cuerpo humano para poder realizar un trabajo en la forma más eficiente.

Para lograr este propósito es preciso dividir un trabajo en todos sus elementos básicos y analizar cada uno de ellos tratando de eliminar o, si esto no es posible, de simplificar sus movimientos. (Soconnini, 2019, p. 74)

Diagrama Bimanual

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que existe entre ellos. El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, en cuyo caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. (García Criollo, R, 2005, p.79)

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
Operación	Se emplea para los actos de <u>asir</u> , sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta-pieza o material.	○
Transporte	Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.	→
Demora	Se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabaja (aunque quizá trabaje la otra).	D
Sostenimiento o almacenamiento	Con los diagramas bimanuales no se emplea el término almacenamiento, y el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.	▽

Ilustración 9 Diagrama Bimanual Fuente: (García Criollo, R, 2005)

- Determinar la acción correctiva

Balance de línea de producción

El balance de línea implica distribuir equitativamente las tareas entre las estaciones de trabajo, de forma que cada una tenga una carga similar de trabajo dentro del tiempo de ciclo necesario para cumplir con la demanda de producción. Al hacer esto, se busca evitar tiempos muertos y asegurar un flujo continuo de operaciones. Los principales objetivos del balance de línea, según Criollo, son:

Minimizar el tiempo ocioso de las estaciones de trabajo: El balance de línea reduce las variaciones en las cargas de trabajo, lo que permite que las estaciones tengan una ocupación pareja y se reduzcan los periodos de inactividad.

Incrementar la productividad: Al optimizar la asignación de tareas, se logra una mayor producción en menos tiempo, aumentando la eficiencia global del proceso.

Reducir los costos operativos: Con una línea balanceada, se necesitan menos recursos para alcanzar los niveles de producción deseados, lo que disminuye los costos asociados a mano de obra y tiempos muertos.

Mejorar la flexibilidad y adaptabilidad de la producción: El balanceo permite una línea más adaptable a cambios en la demanda o en el proceso productivo. (García Criollo, R, 2005, p.419)

$$IP = \frac{\text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}$$
$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

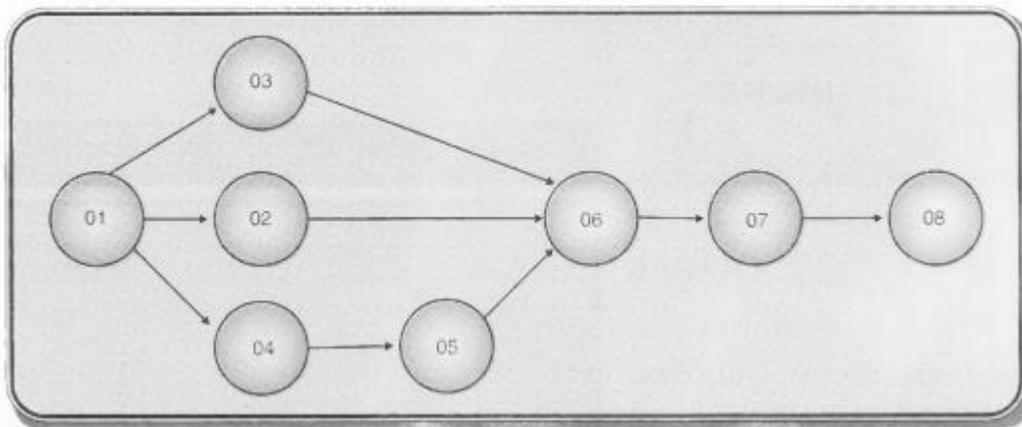


Ilustración 10 Diagrama de PERT Fuente: (García Criollo, 2005,)

Casos de ineficiencia en diferentes empresas

Toyota enfrentaba un problema de exceso de inventarios y tiempos de espera en sus líneas de ensamblaje. Para resolver esta situación, la empresa implementó la filosofía Just-In-Time (JIT) en conjunto con el método Kaizen de mejora continua. Entre las

herramientas que Toyota utilizó para controlar y mejorar el flujo de trabajo se incluyen el Kanban y el análisis de flujo de valor, los cuales permitieron una gestión eficaz del inventario y la reducción de tiempos improductivos. Como resultado de estas iniciativas, Toyota logró reducir sus niveles de inventario en un 50% y mejorar la eficiencia de producción en un 20%, demostrando la efectividad de estos enfoques para minimizar desperdicios y maximizar la productividad.

Ford Motor Company aplicó la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) para resolver los problemas de alta variabilidad en la calidad y en los tiempos de producción que experimentaban sus líneas de ensamblaje de vehículos. Al utilizar herramientas como mapas de flujo de valor (VSM), análisis de causa raíz y la metodología 5S, Ford pudo identificar y eliminar actividades que no aportaban valor, reducir el desperdicio en un 30% y mejorar los tiempos de ciclo en un 15%. Este caso muestra cómo la Manufactura Esbelta permite optimizar los recursos y mejorar la calidad en las operaciones de producción.

General Electric (GE) enfrentaba dificultades para mantener la calidad y los tiempos en la producción de componentes eléctricos. Para abordar estos desafíos, implementaron la metodología Six Sigma, la cual les permitió optimizar procesos mediante el ciclo DMAIC, apoyándose en herramientas como los diagramas de Pareto y el Control Estadístico de Procesos (SPC). A través de esta iniciativa, GE logró reducir en un 60% los defectos en sus procesos de ensamblaje y mejorar en un 25% los tiempos de ciclo, lo que evidenció el potencial de Six Sigma para disminuir la variabilidad y aumentar la eficiencia.

Nissan implementó un enfoque de Manufactura Esbelta para mejorar la sinergia y reducir los tiempos muertos en sus líneas de ensamblaje. En particular, aplicó el balanceo de líneas y herramientas como Heijunka, para nivelación de producción, y SMED (Single Minute Exchange of Dies), para reducir los tiempos de cambio. Gracias a estas mejoras, Nissan logró reducir los tiempos de cambio en un 40% y aumentar la eficiencia de sus líneas de producción en un 15%, destacando el valor del balanceo y la nivelación para lograr una producción continua y sin interrupciones.

Intel optimizó su línea de producción de microchips al implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir las paradas no planificadas y maximizar la disponibilidad de sus equipos. Utilizando análisis de Pareto y el cálculo del OEE (Overall Equipment Effectiveness), Intel logró mejorar la disponibilidad de sus máquinas en un 20% y reducir los tiempos de inactividad, incrementando la productividad y permitiendo una operación más estable y continua en sus procesos de fabricación.

Procter & Gamble (P&G) mejoró el rendimiento de sus líneas de producción de bienes de consumo al adoptar Lean Six Sigma, lo que le permitió reducir defectos y optimizar el flujo de trabajo. Mediante la aplicación de DMAIC, 5S y el análisis de causa raíz, P&G aumentó en un 10% la capacidad de producción y disminuyó los defectos en un 40%, destacando cómo el enfoque de Lean Six Sigma permite abordar problemas de calidad y maximizar la eficiencia operativa en procesos de manufactura.

Samsung Electronics aplicó la metodología Kaizen para reducir los retrasos y defectos en la producción de dispositivos electrónicos. Al utilizar ciclos PDCA (Plan-Do-Check-Act) y gráficos de control, Samsung consiguió disminuir en un 30% el tiempo de ciclo de producción y mejorar la calidad de sus productos. Este caso resalta el valor de la mejora continua y del uso de herramientas visuales para la toma de decisiones en tiempo real y la reducción de variabilidad.

BMW enfrentó problemas de inventarios excesivos y tiempos de espera prolongados en sus líneas de ensamblaje. Para solucionar esta problemática, implementó el enfoque Just-In-Time (JIT) junto con sistemas de producción pull. Mediante el uso de herramientas como Kanban, VSM y 5S, BMW logró reducir sus inventarios en un 50% y disminuir los tiempos de espera en un 20%, evidenciando cómo el JIT y los sistemas pull pueden mejorar la eficiencia y flexibilidad en la producción al minimizar la acumulación de inventario.

Nestlé aplicó la metodología Six Sigma en la producción de productos lácteos para reducir la variabilidad y mejorar la eficiencia. Mediante el uso de FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) y el ciclo DMAIC, la compañía disminuyó los defectos en un 50% y

logró controlar de forma efectiva los procesos críticos, lo cual demuestra la importancia de Six Sigma para garantizar la calidad y consistencia en los productos de consumo masivo.

Coca-Cola enfrentó problemas de paradas de producción debido a mantenimiento reactivo en sus líneas de embotellado. Al implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM), la empresa aumentó la disponibilidad de sus equipos en un 25% y redujo las paradas no planificadas en un 30%, gracias al uso de OEE y el análisis de causa raíz. Este caso evidencia cómo el TPM permite optimizar el mantenimiento y reducir el tiempo de inactividad, asegurando una producción continua y eficiente.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

Cronograma de actividades

LÍNEA DE PRODUCCIÓN P13C

TF-Metal México, S.A. de C.V.
Fátima Nataly Martínez Murillo

Inicio del proyecto:

lun, 8/26/2024

Semana para mostrar:

1

TAREA	ASIGNADO A	PROGRESO	INICIO	FIN
Fase 1: PLAN (Planificar)				
1.1 Presentación del proyecto	Fátima Martínez	0%	26-08-24	29-08-24
1.2 Conocimiento de la situación actual	Fátima Martínez	0%	29-08-24	31-08-24
1.3 Establecer objetivos	Fátima Martínez	0%	01-09-24	10-09-24
1.4 Identificación de las principales causas de ineficiencia	Fátima Martínez	0%	10-09-24	18-09-24
1.5 Diseño del plan de acción de mejora	Fátima Martínez	0%	18-09-24	30-09-24
Fase 2: Do (Hacer)				
2.1 Analisis de tiempos	Fátima Martínez	0%	18-09-24	30-09-24
2.2 Estudio bimanual	Fátima Martínez	0%	01-10-24	11-10-24
2.4 Balanceo de línea	Fátima Martínez	0%	11-10-24	26-10-24
Fase 3: Check (Verificar)				
3.1 Revisión de resultados de área piloto	Fátima Martínez	0%	26-10-24	05-11-24
3.2 Comparación de resultados pre y post implementación	Fátima Martínez	0%	05-11-24	18-11-24
3.3 Realizar ajustes según resultados	Fátima Martínez	0%	18-11-24	30-11-24
Fase 4: Act (Actuar)				
4.1 Estandarizar los nuevos procesos	Fátima Martínez		fecha	fecha
4.2 Capacitar al personal	Fátima Martínez		fecha	fecha
4.3 Implementar la mejora en toda la línea de producción	Fátima Martínez		fecha	fecha
4.4 Revisión continua y seguimiento	Fátima Martínez		fecha	fecha

Ilustración 11 Cronograma de actividades Fuente: Propia

Fase 1: PLANIFICAR

1.1 Presentación del proyecto (26-08-24 al 29-08-24)

En esta etapa inicial, se introduce el proyecto a todas las partes aceptables, explicando sus objetivos, alcance y las metas que se buscan alcanzar.

1.2 Conocimiento de la situación actual (29-08-24 al 31-08-24)

Aquí, se recopilan y analizan datos sobre el estado actual de los procesos para entender las áreas que requieren mejoras.

1.3 Establecer objetivos (01-09-24 al 10-09-24)

Una vez comprendida la situación actual, se definen los objetivos específicos que se desean lograr con las mejoras.

1.4 Identificación de las principales causas de ineficiencia (10-09-24 al 18-09-24)

En esta tarea, se identifican las causas principales de los problemas y desperdicios dentro del proceso, utilizando herramientas de análisis.

1.5 Diseño del plan de acción de mejora (18-09-24 al 30-09-24)

Aquí se elaboran las estrategias y acciones que se implementarán para resolver las ineficiencias identificadas, con un plan detallado.

Fase 2: HACER

2.1 Análisis de tiempos (18-09-24 al 30-09-24)

Se lleva a cabo un análisis detallado del tiempo que toman los diferentes procesos, para identificar cuellos de botella o áreas que consumieron demasiado tiempo.

2.2 Estudio bimanual (01-10-24 al 11-10-24)

Durante esta actividad, se evalúan los procesos manuales involucrados, buscando mejorar su eficiencia y eliminar movimientos innecesarios.

2.4 Balanceo de línea (11-10-24 al 26-10-24)

Se revisa y ajusta el balance de las operaciones en la línea de producción, distribuyendo las tareas de manera equitativa para optimizar los recursos.

Fase 3: CHECK (Verificar)

3.1 Revisión de resultados de área piloto (26-10-24 al 05-11-24)

Se implementan los cambios en un área piloto para verificar si las mejoras propuestas están generando los resultados esperados.

3.2 Comparación de resultados pre y post implementación (05-11-24 al 18-11-24)

En esta fase, se comparan los resultados obtenidos antes y después de la implementación, analizando si se han logrado mejoras significativas.

FASE 4: ACTUAR

4.1 Estandarizar los nuevos procesos

En esta fase se busca estandarizar los procesos en las HMTE

4.2 Capacitar al personal

Dar una capacitación de los nuevos procesos estandarizados

4.3 Implementar la mejora en línea de producción

Incrementar la mejora

4.4 Revisión continua y seguimiento

Buscar posibles mejoras para la estación con mayor tiempo

FASE 1: PLANIFICACIÓN

Conocimiento de la situación actual

La línea de producción SLIDE P13C se encuentra diseñada para la fabricación y ensamblaje de la pieza SLIDE ASSY, siguiendo un proceso estructurado que asegura la calidad del producto final. Dicha línea está organizada en 10 estaciones secuenciales, donde se realizan actividades específicas como ensamblajes, aplicación de materiales, pruebas de calidad y controles críticos.

En la operación actual, la línea funciona con un equipo de 4 personas, quienes desempeñan sus labores de manera estratégica para cubrir cada una de las estaciones. Este proceso se lleva a cabo en dos turnos diarios, lo que permite garantizar la continuidad operativa y cumplir con las metas de producción establecidas.

Si bien la línea cuenta con un diseño orientado a la eficiencia y calidad, se han identificado retos relacionados con la baja productividad y la necesidad de optimizar la asignación de los recursos humanos. Este proyecto tiene como propósito abordar estas problemáticas mediante un análisis detallado y la implementación de mejoras que contribuyan a un desempeño más eficiente y sostenible.

Descripción General del Proceso

Este flujo muestra una secuencia estructurada de pasos, materiales y operaciones necesarias para la fabricación y ensamblaje de la pieza. Incluye las entradas de componentes (como piezas individuales y subensambles), el uso de herramientas y equipos específicos, inspecciones intermedias, y controles críticos del proceso (marcados con "CC").

Elementos Clave del Diagrama

1. Entradas de Materiales:

- Se listan los componentes necesarios para el ensamblaje: LINK, PLATE-LATCH, GRASA, RAIL ASSY-UPR, RIVET, RAIL ASSY-LWR, RETAINER

ASSY-SLIDE, y piezas adicionales como LIGHTER GUARD FR y RR, así como el END-CAP.

- Cada componente está etiquetado con su cantidad (por ejemplo, "1 PCS" o "2 PCS") y se indica si requiere procesos previos, como la aplicación de grasa.

Secuencia de Ensamblaje:

Estación 1. Latch Assembly Process (MEX237): Se inicia el ensamblaje del latch con inspección interna.

Estación 2. Latch Caulking Assembly Process (MEX238): Ensamblaje adicional del latch con control crítico (CC).

Estación 3. Aplicación de grasa y karikanegé (MEX239): Mejora del funcionamiento del sistema mediante la aplicación precisa de lubricante.

Estación 4 y 5. Retainer Press Fitting: Se ensamblan los retainers en ambos lados (frontal y trasero) con inspección interna tras cada operación.

2. Controles Críticos (CC):

- Identificados en pasos clave como los procesos de caulking y medición de resistencia del deslizamiento (Sliding Resistance Measurement).
- Estos puntos aseguran que el ensamblaje cumpla con estándares de calidad y seguridad.

3. Mediciones y Pruebas:

Estación 6. Positioning & Latch Height Measurement (MEX242): Se mide la altura y posición del latch.

Estación 7. Retainer/Stroke Stopper Caulking (MEX243): Ensamblaje adicional con control crítico.

Estación 8. Sliding Resistance Measurement (MEX244): Prueba funcional para garantizar un deslizamiento adecuado.

4. Ensamblaje Final y Empaque:

Estación 9. Fr/Rr Slide Assembly & Positioning (MEX245): Ensamblaje final de los rieles frontal y trasero.

Estación 10. Inspección, Empaque y Embarque (MEX246): Revisión final y preparación para envío.

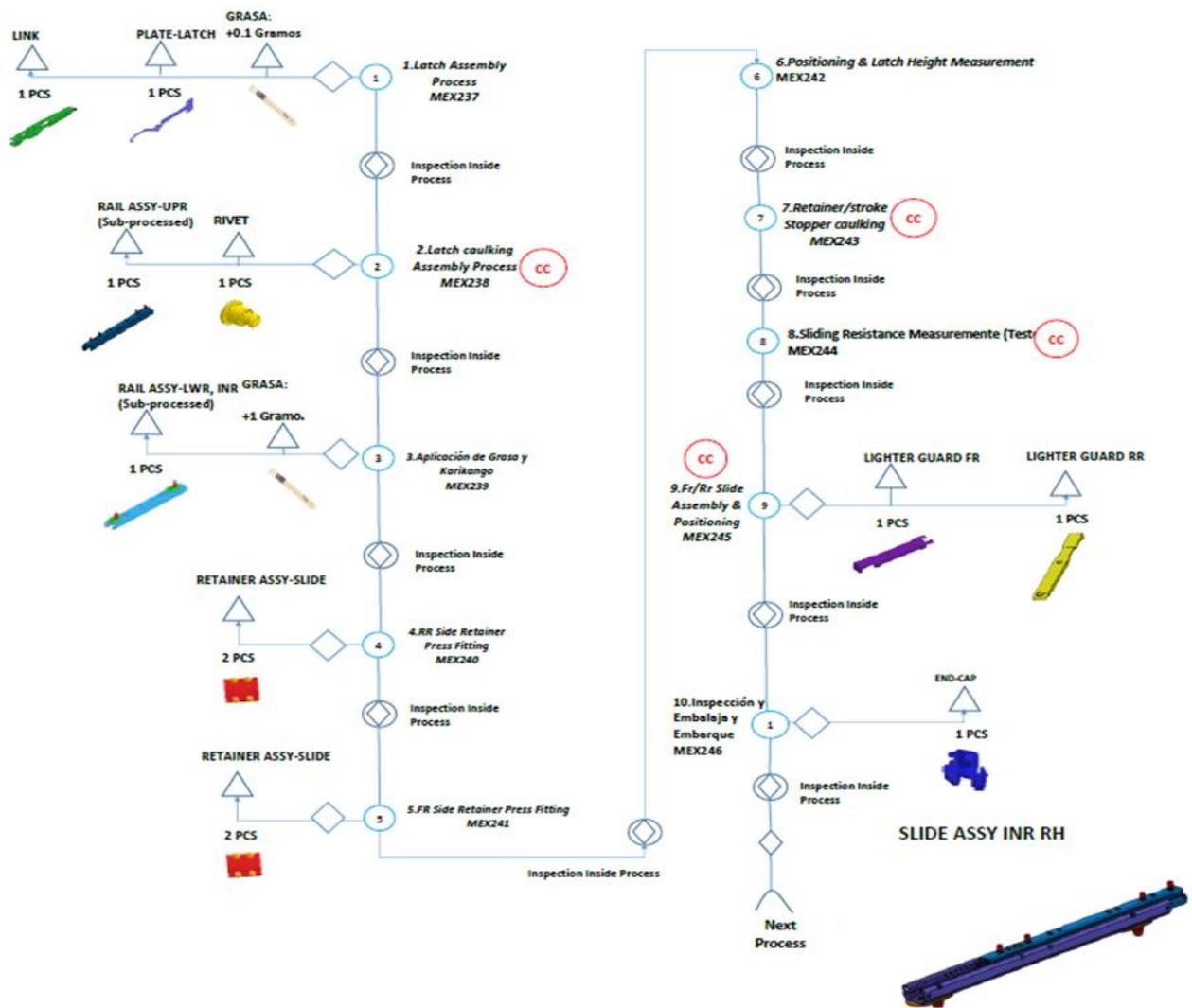


Ilustración 12 Diagrama de proceso Fuente: TF Metal

La línea de producción en el mes de agosto maneja un porcentaje de eficiencia de 50.35%, trabajando dos turnos A Y B, con una plantilla de 4 personas, generando pago de tiempo extra de dos a tres días por semana, generando más gastos y un no cumplimiento de producción.

Estado Actual de la línea

Aplicando la Fórmula

$$\text{Eficiencia de Producción} = (\text{Producción Real} / \text{Producción Estándar}) \times 100$$

Donde:

La producción real es la cantidad real de productos o servicios que se han producido en un periodo de tiempo determinado.

La producción estándar es la cantidad que se espera producir en el mismo periodo de tiempo, basada en estimaciones, estándares previamente establecidos o metas.

Producción real = 29,295 Piezas

Producción estándar = 58, 177 Piezas

Eficiencia de producción = 50.35%

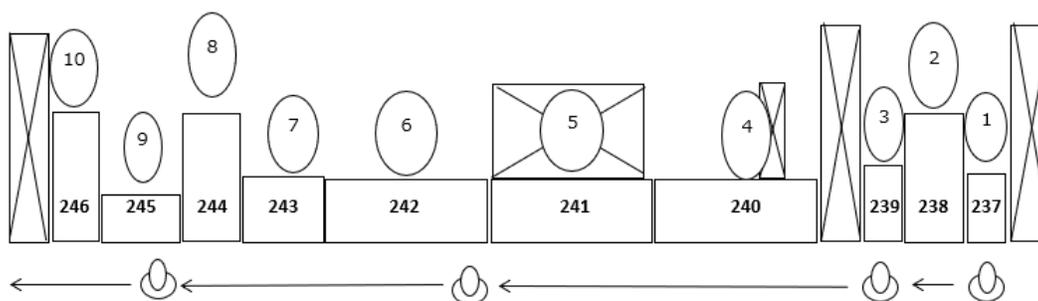


Ilustración 13 Layout línea de producción Fuente: TF Meta

Como se muestra en la ilustración 13 El balanceo de línea en el mes del mes de agosto se encontraba laborando como 4 personas. Dando a notar que algunos operadores tenían a su cargo mas de dos operaciones.

Análisis de producción mes de agosto

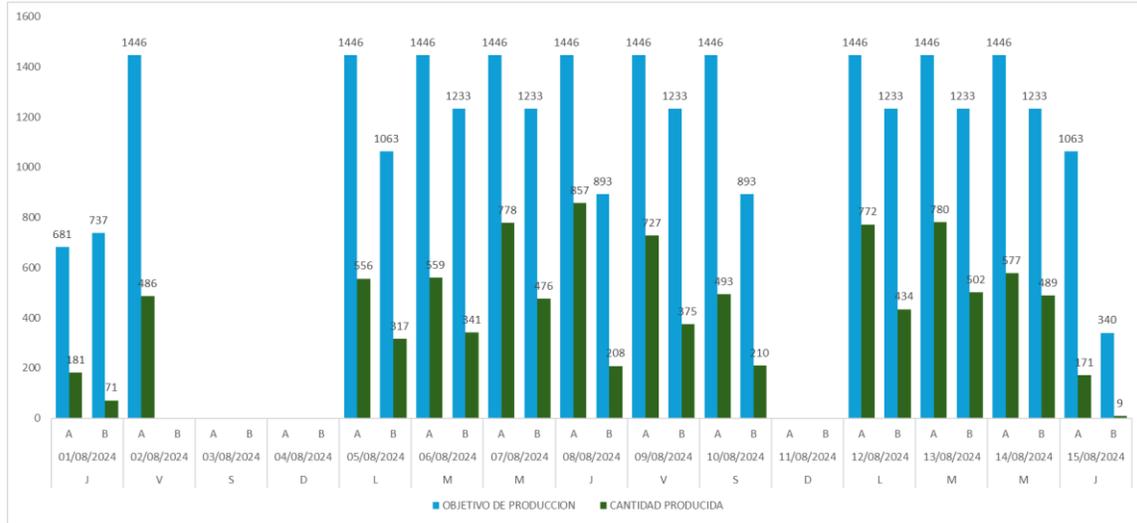


Ilustración 14 Gráfico de producción agosto Fuente: Propia

La ilustración 14 representa la producción de la primer quincena de agosto en donde muestra que ningún día se cumplió con el plan de producción.

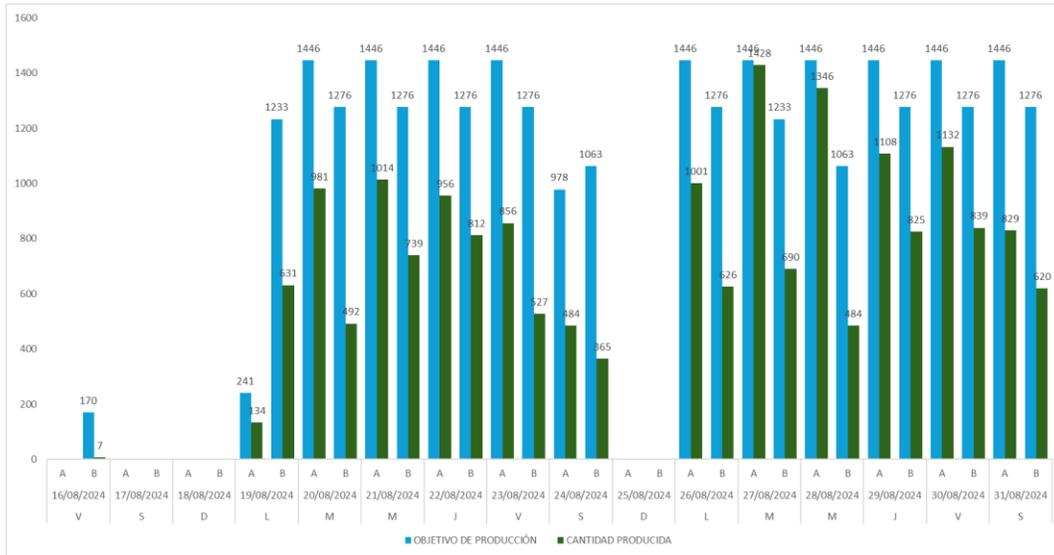


Ilustración 15 Gráfico de producción agosto Fuente: Propia

La ilustración 15 muestra una comparación diaria entre el objetivo de producción (barras azules) y la cantidad realmente producida (barras verdes) para dos turnos (A y B) durante la segunda quincena de agosto de 2024.

Días con menor rendimiento

El 16 y 17 de agosto (viernes y sábado), la producción fue considerablemente baja en comparación con el objetivo establecido. Por ejemplo, en el turno B del 16 de agosto, únicamente se produjeron 7 unidades, mientras que el objetivo era de 170.

El 24 y 25 de agosto (sábado y domingo) también presentaron una notable discrepancia. En el turno B, se produjeron menos de 400 unidades en ambos días, mientras que los objetivos establecidos rondaban las 1,276 unidades.

Días con mayor rendimiento

El 27 de agosto (martes) destacó como uno de los días con mejor rendimiento, logrando una producción de 1,001 unidades en el turno A, acercándose al objetivo establecido de 1,446 unidades.

El 29 y 30 de agosto (jueves y viernes) mostraron una recuperación en comparación con días anteriores. Ambos turnos lograron niveles de producción más cercanos al objetivo, aunque sin llegar a alcanzarlo por completo.

Análisis de posibles causas de inactividad

Como parte del análisis integral del proyecto enfocado en la mejora de la línea de producción SLIDE P13C, se desarrolló un diagrama de causa y efecto con el objetivo de identificar y estructurar las posibles causas que contribuyen a la problemática de baja productividad. Este diagrama, también conocido como diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, es una herramienta fundamental para visualizar de manera clara y sistemática los factores que influyen negativamente en el desempeño de la línea, permitiendo abordar las áreas críticas con mayor precisión.

La construcción del diagrama se fundamentó en la recopilación de datos y la colaboración con el personal involucrado en las operaciones diarias de la línea, lo que permitió analizar aspectos relacionados con materiales, métodos, maquinaria, mano de obra y el entorno de trabajo. Este enfoque no solo facilita la identificación de las causas

raíz del problema, sino que también sirve como base para desarrollar soluciones efectivas y orientadas a resultados, contribuyendo así al éxito del proyecto y a la mejora continua de los procesos productivos.

Diagrama de causa y efecto (Ishikawa) línea P13C

El diagrama presentado corresponde a un diagrama de causa y efecto o Ishikawa, utilizado para identificar las posibles causas que contribuyen a la ineficiencia en la producción de la línea P13C. En este caso, las causas están organizadas en seis categorías principales: Medio ambiente, Material, Máquina, Mediciones, Mano de obra, y Método. A continuación, se analiza cada categoría:

1. Medio ambiente:

- No se identifican causas específicas en esta sección, únicamente se menciona como "N/A" (No aplica). Esto indica que no se consideran factores ambientales significativos que afecten directamente la producción de esta línea.

2. Material:

- **Falta de material:** La carencia de materiales necesarios afecta directamente el flujo de producción.
- **Mal abastecimiento de material:** Una gestión deficiente del suministro genera interrupciones en las operaciones.
- **Variación en el material:** Cambios o inconsistencias en las especificaciones del material impactan la calidad y el ritmo de producción.

3. Máquina:

- **Fallo de máquina:** Problemas técnicos o mecánicos en el equipo generan paros en la línea.
- **Balanceo de línea:** Una asignación desequilibrada de las operaciones contribuye a tiempos muertos y a una utilización ineficiente del equipo.

4. Mediciones:

- Similar al medio ambiente, no se identifican causas específicas en esta categoría, ya que se menciona "N/A". Esto podría implicar que las métricas o herramientas de medición no representan un problema para la línea.

5. Mano de obra:

- **Rotación de personal:** Una alta rotación de empleados dificulta la continuidad y afecta la experiencia acumulada.
- **Falta de capacitación:** Personal insuficientemente capacitado reduce la eficiencia y aumenta los errores en las operaciones.

6. Método:

- **Tiempos y movimientos:** Procesos no optimizados o secuencias de trabajo mal diseñadas generan ineficiencia.
- **Frecuencia en el cambio de modelo:** Cambios constantes en el modelo de producción aumentan los tiempos de preparación y disminuyen la productividad.

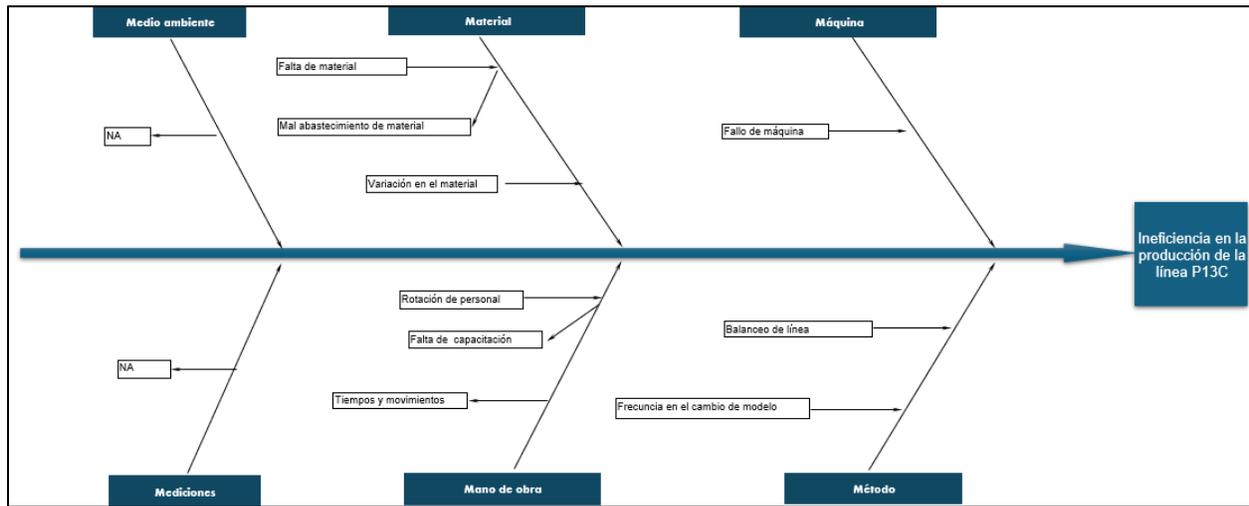


Ilustración 16 Diagrama Ishikawa Fuente: Propia

La ilustración 16 es el diagrama de Ishikawa que evidencia que la ineficiencia en la línea de producción P13C no tiene una sola causa raíz, sino que es resultado de una combinación de factores relacionados con el abastecimiento, el balanceo de línea, la capacitación del personal y la variabilidad en el método de trabajo. Este análisis es clave para priorizar soluciones en las áreas que tienen mayor impacto, como la gestión de

materiales y la capacitación del personal, con el fin de incrementar la productividad y reducir los tiempos muertos en la línea.

Causas de inactividad mes de agosto

A continuación se presenta una lista de registro de inactividad de la línea de producción en donde se hace mención la causa de paro, tiempo y factor que lo causo, así como el número de máquina y el tiempo que duro el paro.

En TF Metal se hace referencia al NO BEKIDO

4'M	MINUTOS DE PARO	MAQUINA	FACTOR
MAQUINARIA	5	MEX 241	MANTTO FALLA DE SENSOR EN PLANTILLA
MAQUINARIA	7	MEX 242	MANTTO FALLA DE SENSOR EN PLANTILLA
MAQUINARIA	20	MEX 239	MANTTO FALLA DE IMPRESORA
MAQUINARIA	17	MEX 240	MANTTO FALLA DE SENSOR DE RETAINER
MAQUINARIA	9	MEX 238	MANTTO FALLE DE SENSOR EN PLANTILLA
MAQUINARIA	8	MEX 238	MANTTO PROCESO A MEDIO CICLO
MAQUINARIA	6	MEX 244	MANTTO NO ESCANEA LA ETIQUETA
MAQUINARIA	40	MEX 241	MANTTO ALARMA DE SENSOR
MAQUINARIA	80	MEX 246	MANTTO FALLA DE SENSOR INTERNA TAPA. SE ALARMA Y SE APAGA LA MÁQUINA
MAQUINARIA	60	MEX 244	PRENSAS FORZANDO EN TODOS LOS MODELOS
MAQUINARIA	100	MEX 246	MTTO PROCESO LENTO POR INSERCCION DE TAPA. SE COLOCA TAPA MANUALMENTE
MAQUINARIA	30	MEX 241	MTTO PARO POR INSERCCION DE RETAINER. NO INSERTA UNA ARITENA
MAQUINARIA	120	MEX 242	AJUSTE DE LATCH CADA CAMBIO DE MODELO
MAQUINARIA	100	MEX 247	MAQUINA NO INSERTA TAPA, SE TIENE QUE INSERTAR MANUAL
MAQUINARIA	180	MEX 241	FALLA EN LA INSERCCION DE RETAINER
MAQUINARIA	35	MEX 244	PROCESO LENTO POR SLIDE FORZADO
MAQUINARIA	80	MEX 246	NO INSERTATAPA, SE INSERTA MANUAL
MAQUINARIA	135	MEX 242	MANTTO ALTURA DE LATCH FUERA DE ESPECIFICACION
MAQUINARIA	65	MEX 241	MANTTO ISERCCION DE ARITENA
MAQUINARIA	180	MEX 236	PRENSAS BRACKET GENERA SOVACION EN EL ENSAMBLE
MAQUINARIA	30	MEX 236	MANTTO NO DE CICLO POR FALSO CONTACTO
MAQUINARIA	80	MEX 242	MANTTO FLUJO LENTO POR ALTURA DE LATCH
MAQUINARIA	60	MEX 241	MANTTO NO INSERTA RETAINER
MAQUINARIA	60	MEX 246	INTERVENSION DE SISTEMAS
MAQUINARIA	120	MEX 242	MANTTO FLUJO LENTO POR ALTURA DE LATCH
MAQUINARIA	60	MEX 244	PRENSAS SLIDE FORZADO
MAQUINARIA	15	MEX 242	MANTTO VARIACION ALTURA DE LATCH
MAQUINARIA	70	MEX 241	MANTTO FALLA NO INSERTA RETAINER
MAQUINARIA	60	MEX 244	MANTTO CAMBIO DE SENSOR
MAQUINARIA	10	MEX 240	MANTTO FALLA DE INSERCCION DE RETAINER
MAQUINARIA	10	MEX 241	MANTTO FALLA DE INSERCCION DE RETAINER
MAQUINARIA	20	MEX 246	MANTTO SE ALARMA A MEDIO PROCESO
MAQUINARIA	25	MEX 244	MANTTO DA FORZADO
MAQUINARIA	45	MEX 240	SE TRABAJA NUEVO MODELO
MAQUINARIA	150	MEX 258	MANTTO DAÑO EN LA FIBRAA OPTICA
MAQUINARIA	60	MEX 244	MANTTO NO DA CICLO POR CABLES SUELTOS
MAQUINARIA	42	MEX 243	PRODUCCION CAMBIO DE PLANTILLA
MAQUINARIA	120	MEX 236	MANTTO AJUSTE POR SOCAVACION EN UPPR
MATERIAL	150	MEX 244	CALIDAD SLIDE FORZADO
MATERIAL	60	MEX 238	PRODUCCION PAROS CONSTANTES POR CAMBIO DE MODELO FALTA DE MATERIAL
MATERIAL	30	MEX 237	PRODUCCION CAMBIO DE MODELO POR ALCANCE A CUSH
MATERIAL	40	MEX 244	PRENSAS FLUJO POR VARIACION DE FORZADO
MATERIAL	150	MEX 242	ALTURA DE LATCH FUERA DE ESPECIFICACION EN TODOS LOS MODELOS
MATERIAL	20	MEX 239	FALTA DE LWR
MATERIAL	27	MEX 239	ABASTO FALTA DE LWR
MATERIAL	60	MEX 237	CAMBIO DE MODELO POR FALTA DE MATERIAL
MATERIAL	100	MEX 244	MATERIAL FORZADO SE PARA LINEA PARA EVITAR ACUMULAMIENTO DE MATERIAL
MATERIAL	40	MEX243	PRENSAS FORZANDO EN TODOS LOS MODELOS
MATERIAL	25	MEX 245	VARIACION DE ALTURA DE LATCH

Tabla 1 Datos no bekido Fuente: TF METAL

Resultados No Bekido

4 'M	
MATERIAL	11
MAQUINARIA	38
MANO DE OBRA	0
METODO	0

Tabla 2 Resultados no bekido Fuente: Propia

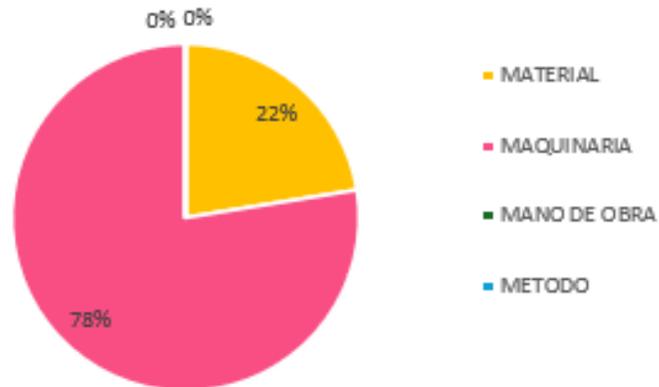


Ilustración 17 Determinación No Bekido Fuente: Propia

Según los datos registrados en la tabla y al hacer el análisis y gráfica, el principal factor de afectación total es causado por la maquinaria con el **78%**, **seguido por el material en un 22%** Representado en la ilustración 17.

Equipos con más afectación %

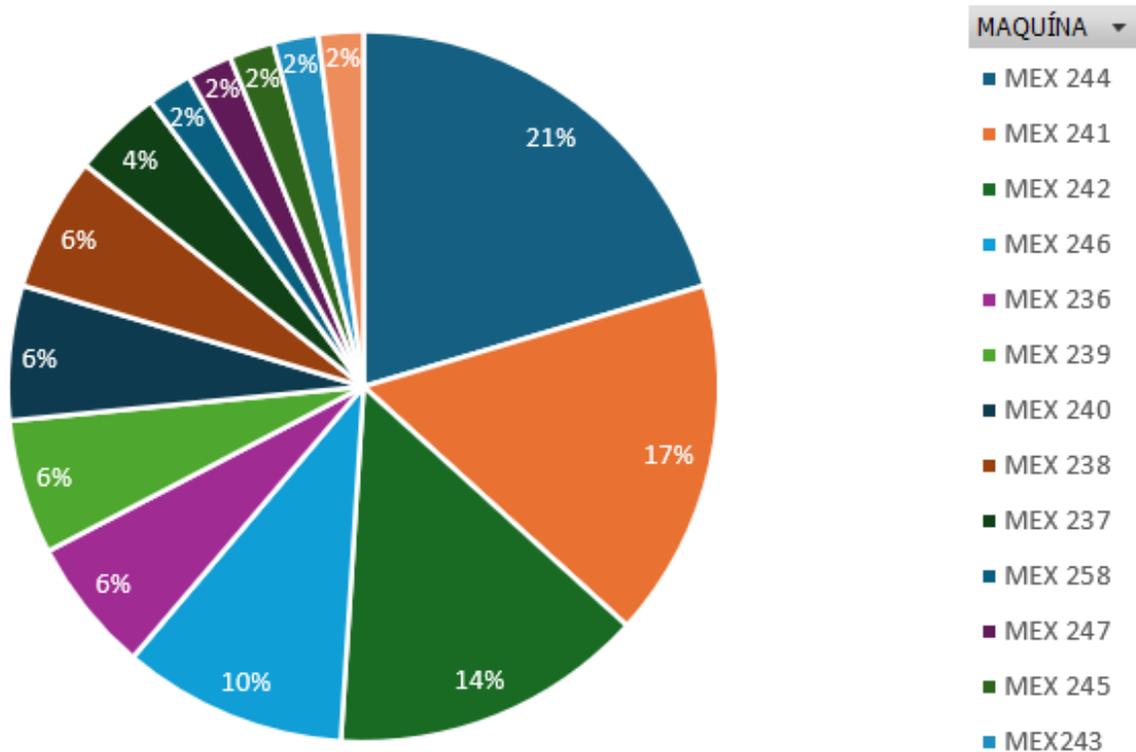


Ilustración 18 Gráfico de paro de máquina Fuente: Propia

La ilustración 18 representa las Mex con mayor % de afectación dando a notar la Mex 244 con un 21%, la Mex 241 con 17% y la Mex 242 con un 14%.

Las primeras causas de afectación en la Mex 244 son a causa de material forzado, siguiendo con un % igual el cambio de sensor, cables flojos y afectación en el escáner, todo esto a cargo del departamento de mantenimiento. (ilustración 19)

Mientras que en la MEX 241 las principales afectaciones fueron causadas por mala inserción de aritena y falla de sensor en plantilla, representado en la ilustración 20.

En la MEX 242 se determino que las principales causas de falla fueron la variación en la altura de latch con un 78% y falla de sensor en plantilla con un 22% representado en la ilustración 21.

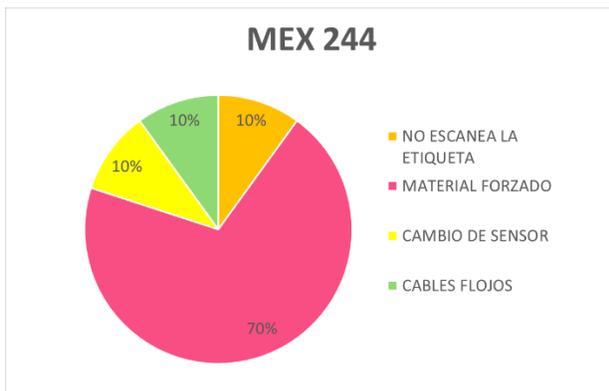


Ilustración 19 Causas de paro Mex 244 Fuente: Propia

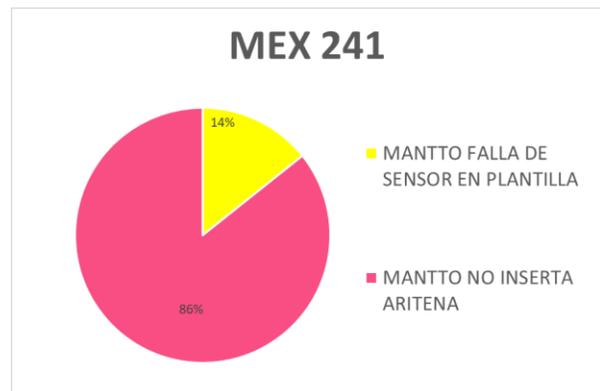


Ilustración 20 Causas de paro MEX 241 Fuente: Propia

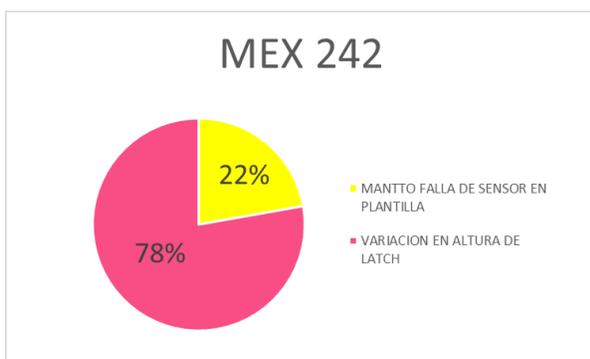


Ilustración 21 Causa de paro MEX 241 Fuente: Propia

PARETO DE FALLAS

El análisis de Pareto es una herramienta fundamental en la gestión de calidad y mejora continua, utilizada para identificar y priorizar los problemas más significativos que afectan un proceso. Basado en el principio de Pareto o la regla del 80/20, este análisis permite visualizar cómo una pequeña cantidad de causas puede generar la mayoría de los efectos o problemas. En el contexto del presente proyecto, esta técnica se aplicó con el objetivo de identificar las principales fallas que impactan negativamente en la productividad de la línea P13C.

La implementación del análisis de Pareto resulta clave para focalizar los esfuerzos de mejora en las causas más críticas, optimizando los recursos disponibles y logrando un impacto significativo en los resultados. Este enfoque no solo facilita la toma de decisiones basadas en datos concretos, sino que también promueve la implementación de soluciones que aseguren una operación más eficiente y confiable. A través de este análisis, se busca establecer un punto de partida sólido para priorizar acciones correctivas y preventivas que permitan mejorar el desempeño de la línea y garantizar un cumplimiento más efectivo con las metas de producción establecidas.

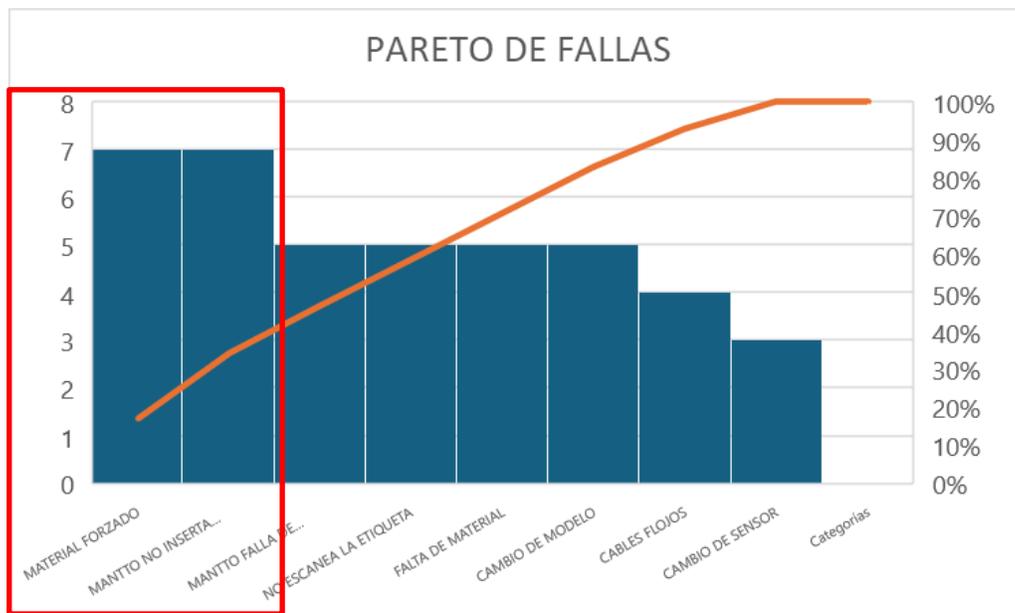


Ilustración 22 Pareto de fallas Fuente: Propia

Las principales causas de afectación de los equipos fueron causadas por material forzado y no insertaba aritena. (Ilustración 22)

Análisis después de la mejora aplicada en la maquinaria

Se aplicaron mejoras por parte del área de mantenimiento atacando las primeras fallas que fueron material forzado e inserción de aritena.

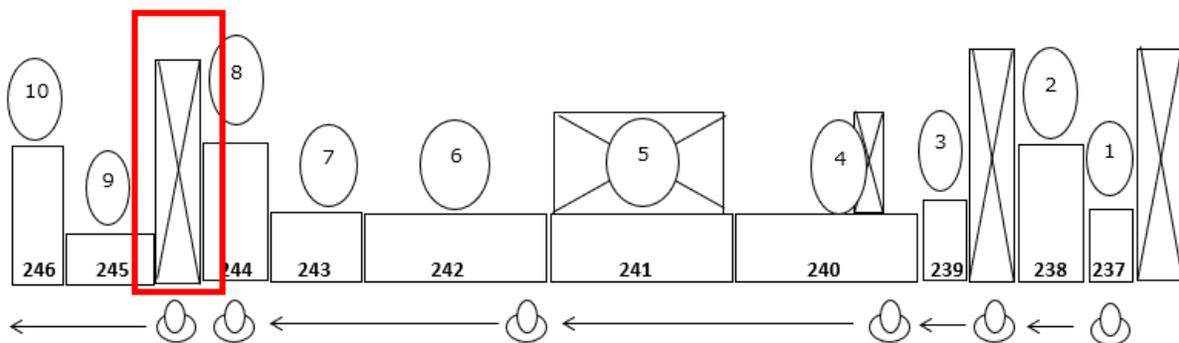
Se colocó un rack entre la MEX 244 y MEX 245, esto con la intención de que el primer parte de la línea no parara, también se incorporaron dos personas más, teniendo un balanceo con 6 personas.

Se logra aumentar el porcentaje de eficiencia a un 78%

Producción real = 49,737 Piezas

Producción estándar = 63, 681 Piezas

Eficiencia de producción = 78.10%



Como se muestra en la Ilustración el nuevo balanceo de la línea es con 6 personas

La primera persona cubre la estación uno y dos (237, 238)

La segunda persona cubre la estación 3 (239)

La Tercer persona cubre la estación 4 y 5 (240, 241)

La cuarta persona cubre la estación 6 y 7 (242,243)

La quinta persona cubre la estación 8 (244)

Y la última persona cubre la estación 9 y 10 (245, 246)

Los datos anteriormente mencionados fueron tomados de las gráficas de producción diaria y por turno. Como se muestra en la imagen

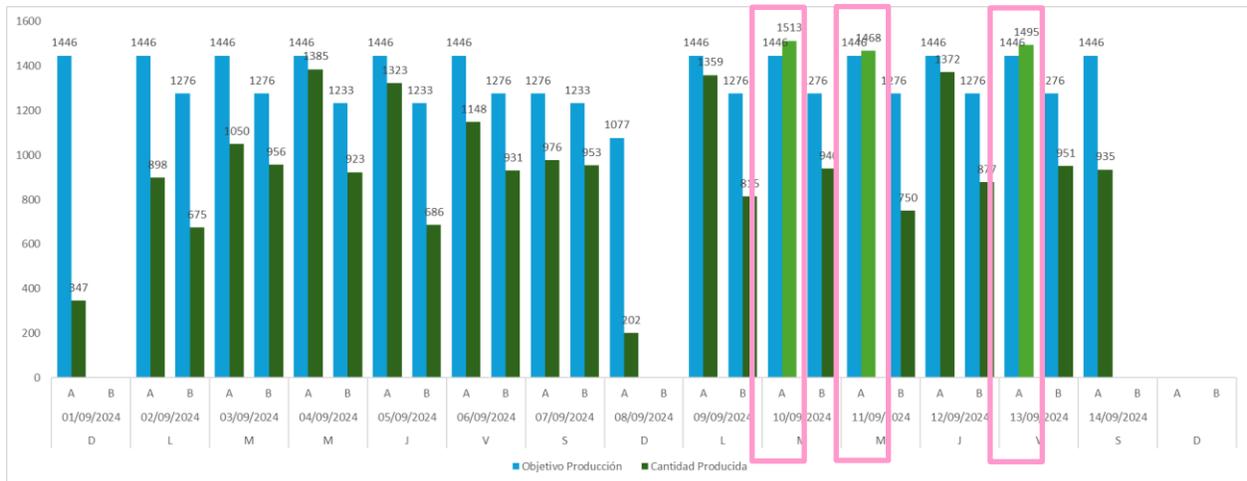


Ilustración 23 Gráfico producción septiembre Fuente: Propia

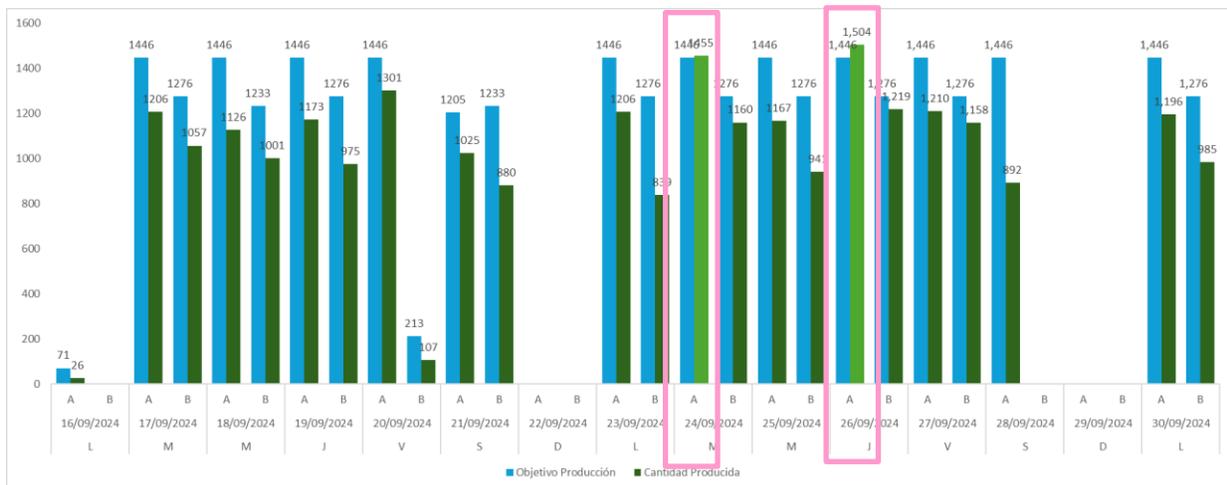


Ilustración 24 Gráfico producción septiembre Fuente: Propia

Después de haber colocado el rack se logró superar el plan de producción en 6 ocasiones, todas ellas con el grupo A. El día 9 de septiembre fue el día donde se produjeron más piezas a favor con una cantidad de 67 piezas. (Ilustración 23, 24)

Aumentando la eficiencia de 50.35% a 78.10%.

FASE 2: HACER

En la fase Hacer del proyecto, el objetivo principal fue realizar un análisis detallado de los tiempos y movimientos, y a partir de esta información, llevar a cabo el balanceo de la línea con el equipo de 6 personas. Esta fase se centró en mejorar la eficiencia de la línea de producción P13C, optimizando la distribución de tareas y maximizando el rendimiento de cada estación de trabajo.

Toma de tiempos con el balance de 6 personas

Se hizo una toma de tiempos para evaluar si la línea tiene la capacidad para producir las piezas requeridas.

MEX 237	MEX 238	MEX 239	MEX 240	MEX 241	MEX 242	MEX 243	MEX 244	MEX 245	MEX 246
3.93	8.7	13.9	7.97	7.97	14.78	9.8	9.7	6.44	4.7
3.84	13.22	16.51	7.17	7.17	14.08	6.84	6.84	5	7.56
6.9	10.75	16.34	5.95	5.95	13.8	6.66	6.66	6.53	6.09
7.05	6.89	12.76	6.92	6.92	14.28	6.7	6.7	8.62	8.2
6.19	10.94	13.7	7.13	7.13	13.32	5.78	5.78	5.46	7.78
5.16	13.69	15.21	7.35	7.35	13.56	5.77	5.77	6.32	10.09
4.39	14.17	14.21	6.37	6.37	13.89	5.89	5.89	10.03	8.38
5.02	13.65	13.12	6.62	6.62	15.38	6.38	6.38	5	8.66
4.9	20.09	14.71	13.89	13.89	14	6.15	6.15	10.65	8.15
4.88	11.38	13.39	8.62	8.62	17.14	5.82	5.82	5.71	7.09
3.56	16.69	14.52	6.83	6.83	13.37	5.65	5.65	7.58	9.14
6.08	14.09	15.08	7.78	7.78	13.94	6.03	6.03	5.27	5.7
4.7	13.65	13.48	7.11	7.11	13.49	5.82	5.82	7.03	8
5.56	15.14	12.84	6.79	6.79	15.47	8.64	8.64	10	7.45
6.77	16.56	14.75	7.3	7.3	14.14	6.11	6.11	6.41	9.5
5.59	16.46	14.95	8.38	8.38	15.02	7.13	7.13	7.27	16.9
6.16	17.09	12.03	6.4	6.4	13.24	6.64	6.64	6.63	14.5
4.41	18.64	13.88	8.19	8.19	13.97	5.74	5.74	7.2	13

PROMEDIO	5.28	13.99	14.19	7.60	7.60	14.27	6.53	6.53	7.06	8.94
-----------------	------	-------	-------	------	------	-------	------	------	------	------

Tabla 3 Toma de tiempos Fuente: Propia

Una vez tomados los tiempos con el balance de 6 personas se realizó el análisis de capacidad, para descartar cuellos de botella y verificar que la línea pudiera con la capacidad requerida.

Se aplicaron las siguientes formulas.

$$\text{Takt time} = \text{tiempo disponible} / \text{demanda}$$

Para obtener la capacidad hacemos el cálculo de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad} = \text{tiempo disponible} / \text{tiempo más lento}$$

Tomando los siguientes datos como parámetros

	Tiempo Horas	Tiempo Minutos			
Turno A	8.5	510	Demanda diaria	A	1446
Turno B	7.5	450		B	1276

Tabla 4 Información por turno Fuente: Propia

Inactividad	Tiempo (minutos)
Arranque	10
Break	15
Comedor	30
Limpieza	5
	60

Tabla 5 No bekido por turno Fuente: Propia

$$\text{Tiempo dispoble} = (510(8.5 \text{ hrs}) - 60(\text{Inactividad})) = 450 * 60 = 27,000 \text{ segundos}$$

$$\text{Demanda diairia } 1446$$

$$\text{Takt Time} = \frac{27,000 \text{ segundos}}{1446 \text{ piezas}} = 19 \text{seg/piez}$$

Según los tiempos tomados por estación ninguno está por encima de Takt Time

PROMEDIO	5.28	13.99	14.19	7.60	7.60	14.27	6.53	6.53	7.06	8.94
----------	------	-------	-------	------	------	-------	------	------	------	------

Por lo que en ninguna estación tendría que generarse cuello de botella.

Capacidad de la línea

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo más lento}}$$

$$Capacidad = \frac{27\,000}{14.27} = 1892 \text{ piezas por turno A}$$

La demanda diaria del turno A en el plan de producción es de 1446 piezas, por lo que el plan tendría que salir sin ningún problema.

Se decide hacer un estudio de tiempos y movimientos para evaluar las posibles causas de perdida de tiempo, movimientos inadecuados, movimientos repetitivos, para poder modificar los movimientos y ahorrar tiempo.

Estudio diagrama bimanual

El estudio del diagrama bimanual se implementó con el objetivo de analizar y optimizar los movimientos realizados por ambas manos durante la ejecución de tareas específicas. A través de este análisis, se identificaron ineficiencias como movimientos innecesarios, tiempos muertos y desequilibrios en el uso de las manos. Asimismo, se buscó equilibrar la carga de trabajo entre ambas extremidades, reduciendo el tiempo ocioso de una mano mientras la otra operaba.

MEX 237

Diagrama Bimanual MEX 237										
Diagrama Num. 1		Hoja Num. 1 de 1		Simbología		IZQUIERDA		DERECHA		
Resumen						Ope		Tie		
Operación:		ENSAMBLE MODELO P13C/L21C		Operación		4		4 5 5		
Lugar: TF-METAL MÉXICO				Transporte		0		0 0 0		
Metodo: Actual / Propuesto				Espera		0		0 0 0		
Operario (s) : 1		Ficha Num. 1		Sostener		1		1 0 0		
				Totales		5		5 5 5		
Compuesto por: Fátima Mtz		Fecha: 13/11/2024								
Aprobado por:		Fecha:		Simbolo		Simbolo		Simbolo		
Descripción de Movimientos Mano Izquierda				● → D ▼		● → D ▼		Descripción de Movimientos Mano Derecha		
1	Tomar link			0.500	●	●	●	0.500	Tomar latch	1
2	Colocar link en la plantilla de colocación de grasa			1.000	●	●	●	1.000	Colocar latch en la plantilla de colocación de grasa	2
3	Retirar link de la plantilla			0.500	●	●	●	0.500	Retirar latch de la plantilla	3
4	Sostener Link			1.000	●	●	●	1.000	Insertar Latch en el link	4
5	Colocar ensamble de latch y link (Latch assy) en la mesa			0.500	●	●	●	0.500	Colocar ensamble de latch y link (Latch assy) en la mesa	5
Total Segundos				3.500				3.500	Total Segundos	
Total Minutos				0.058				0.058	Total minutos	
Tiempo Máquina				4.400						

Tiempo total: 4.400 segundos

MEX 238

Diagrama Bimanual MEX 238										
Diagrama Num. 1 Hoja Num. 1 de 1		Simbología		IZQUIERDA		DERECHA		Pieza		
Resumen		Operación		Ope	Tie	Ope	Tie			
Operación: ENSAMBLE MODELO P13C/L21C		Operación		4	4	6	10			
Lugar: TF-METAL MÉXICO		Transporte		0	0	0	0			
Metodo: Actual / Propuesto		Espera		0	0	0	0			
Operario (s) : 1		Ficha Num. 2		Sostener		3	6	2	1	
Compuesto por: Fátima Mtz		Fecha: 07/10/2024		Totales		7	10	8	11	
Número	Aprobado por:	Fecha:	Tiempo Seg.	Simbolo		Simbolo		Tiempo Seg.	Número	
	Descripción de Movimientos Mano Izquierda			●	→	●	→	Descripción de Movimientos Mano Derecha		
1	Tomar upper rail			●		●		1.000	1	Tomar un latch assy
2	Sostener upper rail			●		●		2.000	2	Ensamblar latch assy en upper rail de manera manual
3	Sostener upper rail			●		●		0.500	3	Tomar un rivet
4	Sostener upper rail			●		●		3.000	4	Ensamblar rivet en latch
5	Retirar pieza procesada de la máquina			●		●		0.500	5	Sostener upper rail
6	Colocar pieza procesada en el rack del siguiente proceso			●		●		0.500	6	Sostener upper rail
7	Colocar upper rail en la plantilla de la máquina			●		●		1.000	7	Colocar upper rail en la plantilla de la máquina
								0.500	8	Dar ciclo a la máquina
									9	
	Total Segundos							8.50		Total Segundos
	Total Minutos							0.142		Total minutos
	Tiempo Máquina							4.000		Segundos
								13.000		

Tiempo total: 13.0 Segundos

MEX 239

Diagrama Bimanual MEX 239										
Diagrama Num. 1 Hoja Num. 1 de 1		Simbología		IZQUIERDA		DERECHA		Pieza		
Resumen		Operación		Ope	Tie	Ope	Tie			
Operación: ENSAMBLE MODELO P13C/L21C		Operación		6	4.35	9	13.20			
Lugar: TF-METAL MÉXICO		Transporte		0	0	0	0			
Metodo: Actual / Propuesto		Espera		5	8.85	0	0			
Operario (s) : 1		Ficha Num. 1		Sostener		0	0	0	0	
Compuesto por: Fátima Mtz		Fecha:		Totales		11	13.20	9	13.2	
Número	Aprobado por:	Fecha:	Tiempo Seg.	Simbolo		Simbolo		Tiempo Seg.	Número	
	Descripción de Movimientos Mano Izquierda			●	→	●	→	Descripción de Movimientos Mano Derecha		
1	Tomar upper del proceso anterior			●		●		1.000	1	Tomar upper del proceso anterior
2	Colocar upper en la plantilla			●		●		1.000	2	Colocar upper en la plantilla
3	Precionar bimanual izquierdo para dar ciclo			●		●		1.000	3	Precionar bimanual derecho para dar ciclo
4								2.000	4	Tomar brocha con grasa
5								4.000	5	Aplicar grasa en rail upr en la superficie de deslizamiento
6								3.000	6	Tomar el lwr del estante de materiales
7	Intoducir lower en upr			●		●		1.000	7	Introducir lower en upr
8	Retirar etiqueta			●		●		0.500	8	Retirar etiqueta
9								0.500	9	Pegar etiqueta en lower
10								1.000	10	Retirar slide assy de la plantilla
11	Colocarlo en el rack del proceso siguiente			●		●		1.000	11	Colocarlo en el rack del proceso siguiente
	Total Segundos							5.00		Total Segundos
	Total Minutos							0.083		Total minutos
	Tiempo Máquina							0.000		Segundos
								16.000		

Tiempo total: 16 segundos

MEX 242

Diagrama Bimanual MEX 242												
Diagrama Num.	1		Hoja Num.	1 de 1		Simbología		IZQUIERDA	DERECHA	Pieza:		
Resumen						Operación	2	2.00	4		3.50	
Operación: ENSAMBLE MODELO P13C/L21C						Transporte	0	0	0		0	
Lugar: TF-METAL MÉXICO						Espera	1	0.50	0		0	
Metodo: Actual / Propuesto						Sostener	2	2	1		1	
Operario (s): 1						Totales		5	4.50		5	4.5
Compuesto por: Fátima Mtz						Fecha:						
Número	Aprobado por:		Fecha:		Tiempo Seg.	Simbolo		Simbolo		Tiempo Seg.	Número	
Descripción de Movimientos Mano Izquierda						Descripción de Movimientos Mano Derecha						
1					0.500	●	→	●	→	0.500	Tomar slider del rack del proceso anterior	1
2	Retirar pieza procesada de la máquina				0.500	●	→	●	→	1.000	Sostener slider	2
3	Sostener slider				1.000	●	→	●	→	1.000	Escanear etiqueta	3
4	Sostener slider				1.000	●	→	●	→	1.000	Colocar slider en los pines de localización de la máquina	4
5	Colocar slider en la rack del proceso siguiente				0.500	●	→	●	→	0.500	Dar ciclo	5
6												6
7												7
8												8
9												9
10												10
11												11
12												12
13												13
Total Segundos					3.50						4.00	Total Segundos
Total Minutos					0.058						0.067	Total minutos
Tiempo Máquina					8.700	Segundos						

12.2

Tiempo total: 12.2 segundos

MEX 243

Diagrama Bimanual MEX 243												
Diagrama Num.	1		Hoja Num.	1 de 1		Simbología		IZQUIERDA	DERECHA	Dibujo y Pieza:		
Resumen						Operación	2	2.00	4		3.50	
Operación: ENSAMBLE MODELO P13C/L21C						Transporte	0	0	0		0	
Lugar: TF-METAL MÉXICO						Espera	1	0.50	0		0	
Metodo: Actual / Propuesto						Sostener	2	2	1		1	
Operario (s): 1						Totales		5	4.50		5	4.5
Compuesto por: Fátima Mtz						Fecha:						
Número	Aprobado por:		Fecha:		Tiempo Seg.	Simbolo		Simbolo		Tiempo Seg.	Número	
Descripción de Movimientos Mano Izquierda						Descripción de Movimientos Mano Derecha						
1					0.500	●	→	●	→	0.500	Tomar slider de la base del proceso anterior	1
2	Retirar pieza procesada de la máquina				1.000	●	→	●	→	1.000	Sostener slider	2
3	Sostener slider				1.000	●	→	●	→	1.000	Escanear etiqueta	3
4	Sostener slider				1.000	●	→	●	→	1.000	Colocar slider en los pines de localización de la máquina	4
5	Colocar slider en la base del proceso siguiente				1.000	●	→	●	→	1.000	Dar ciclo	5
6												6
7												7
8												8
9												9
10												10
11												11
12												12
13												13
Total Segundos					4.50						4.50	Total Segundos
Total Minutos					0.075						0.075	Total minutos
Tiempo Máquina					2.900	Segundos						

7.4

Tiempo total: 7.4 Segundos

MEX 244

Diagrama Bimanual MEX 244									
Diagrama Num. 1		Hoja Num. 1 de 1		Simbología		IZQUIERDA		DERECHA	
Resumen									
Operación:		ENSAMBLE MODELO P13C/L21C		Operación		4		3.50	
Lugar: TF-METAL MÉXICO				Transporte		0		0	
Metodo : Actual / Propuesto				Espera		2		1.00	
Operario (s) : 1		Ficha Num. 1		Sostener					
				Totales		6		4.50	
Compuesto por: Fátima Mtz		Fecha:							
Número	Aprobado por:	Fecha:	Tiempo Seg.	Simbolo	Simbolo	Tiempo Seg.		Número	
	Descripción de Movimientos Mano Izquierda			●	➡	●	➡		Descripción de Movimientos Mano Derecha
1				●	➡	●	➡	0.500	1 Tomar slider de la base del proceso anterior
2	Colocar marca de garantía			●	➡	●	➡	1.000	2 Sostener slider
3				●	➡	●	➡	0.500	3 Escanear slider
4	Retirar pieza procesada de la máquina			●	➡	●	➡	1.000	4 Sostener slider
5	Sostener slider			●	➡	●	➡	1.000	5 Colocar slider en los pines de localización de la máquina
6	Colocar slider en la base del proceso siguiente			●	➡	●	➡	0.500	6 Dar ciclo
7									7
8									8
9									9
10									10
11									11
12									12
13									13
Total Segundos			4.50					4.50	Total Segundos
Total Minutos			0.075					0.075	Total minutos
Tiempo Máquina			2.930	Segundos					
			7.430						



Tiempo total: 7.430 segundos

MEX 245

Diagrama Bimanual MEX 245									
Diagrama Num. 1		Hoja Num. 1 de 1		Simbología		IZQUIERDA		DERECHA	
Resumen									
Operación:		ENSAMBLE MODELO P13C/L21C		Operación		8		8.50	
Lugar: TF-METAL MÉXICO				Transporte		0		0	
Metodo : Actual / Propuesto				Espera		1		1.00	
Operario (s) : 1		Ficha Num. 1		Sostener		0		0	
				Totales		9		9.50	
Compuesto por: Fátima Mtz		Fecha:							
Número	Aprobado por:	Fecha:	Tiempo Seg.	Simbolo	Simbolo	Tiempo Seg.		Número	
	Descripción de Movimientos Mano Izquierda			●	➡	●	➡		Descripción de Movimientos Mano Derecha
1	Tomar un lighter guard RR			●	➡	●	➡	0.500	1 Tomar un lighter guard lado FRT
2	Colocar lighter guard RR en la plantilla			●	➡	●	➡	1.000	2 Colocar lighter guard FRT en la plantilla
3				●	➡	●	➡	1.000	3 Tomar slider de la base del proceso anterior
4	Colocar slider en la plantilla RR generando presion			●	➡	●	➡	2.000	4 Colocar slider en la plantilla RR generando presion
5	Tomar slider			●	➡	●	➡	1.000	5 Tomar slider
6	Colocar en la plantilla superior			●	➡	●	➡	1.000	6 Colocar en la plantilla superior
7	Recorrer slider a la derecha			●	➡	●	➡	1.000	7 Recorrer slider a la derecha
8	Tomar slider			●	➡	●	➡	1.000	8 Tomar slider
9	Colocar slider en la plantilla FRT generando presion			●	➡	●	➡	2.000	9 Colocar slider en la plantilla FRT generando presion
10									10 Pasar al proceso siguiente
11									11
12									12
13									13
Total Segundos			9.50					10.50	Total Segundos
Total Minutos			0.158					0.175	Total minutos
			10.50						



Tiempo total: 10.50 segundos.

Balanceo de línea con 5 personas

Se busca estandarizar los movimientos del diagrama bimanual para reducir la distribución de la línea a cinco personas.

Tiempo ciclo = $86.625 / 5 = 17.325$ segundos por estación

Asignación Propuesta:

Persona 1: Máquina 237 (4.4 s) + Máquina 238 (13 s) = 17.4 seg

Persona 2: Máquina 239 (16 s) = 16 s

Persona 3: Máquina 240 (5 s) + Máquina 241 (3.50 s) + Máquina 242 (4.5s) = 13 seg

Persona 4: Máquina 243 (7.4 s) + Máquina 244 (7.4 s) = 14.8 s

Persona 5: Máquina 245 (10.50 s) + Máquina 246 (4.02 s) = 14.52 seg

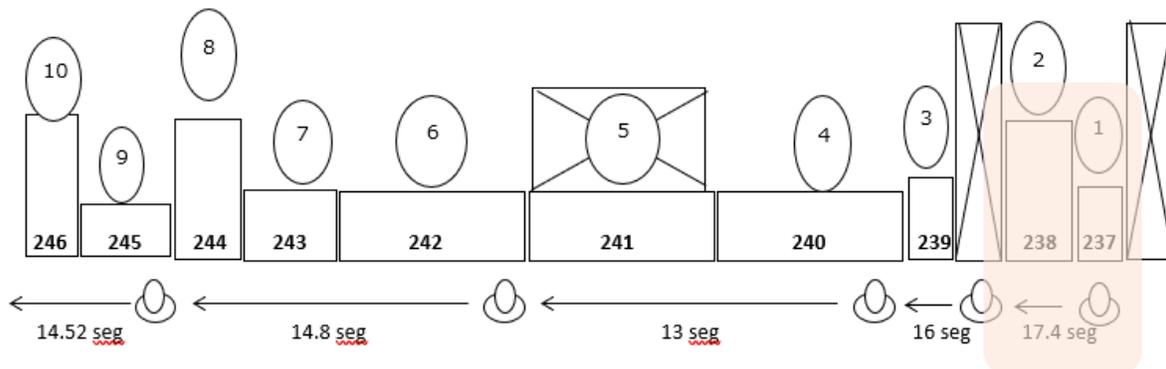


Ilustración 25 Propuesta Balanceo de línea Fuente: Propia

Se logra balancear la línea con cinco personas, disminuyendo tiempos debido a movimientos innecesarios, en el primer balance se detectaba la estación 245 y 246 como las críticas, debido a las mejoras que aplico mantenimiento se logró reducir el tiempo del proceso y de esfuerzo físico.

Ahora las estaciones con tiempo mas alto son la 237 y 238 que se pretende seguir evaluando para posibles mejoras.

FASE 3: VERIFICAR

En la fase Verificar del proyecto, el objetivo principal fue evaluar y validar si las mejoras implementadas durante las fases anteriores (principalmente en la fase Hacer) realmente tuvieron el impacto esperado en la eficiencia de la línea de producción P13C. Durante esta fase, se verificaron los resultados obtenidos a partir del balanceo de la línea con 6 personas y el análisis de tiempos y movimientos, con el fin de confirmar si se lograron los objetivos de optimización y si las modificaciones realizadas tuvieron un impacto positivo en la productividad y eficiencia general de la línea.

Análisis de Resultados de Producción: Para verificar el éxito de las modificaciones, se compararon los resultados de producción antes y después de la implementación del balanceo de línea. Se recopilaron datos sobre la cantidad de producción alcanzada, el tiempo de ciclo por unidad y los tiempos muertos o períodos de inactividad en la línea.

Estado de línea mes de noviembre

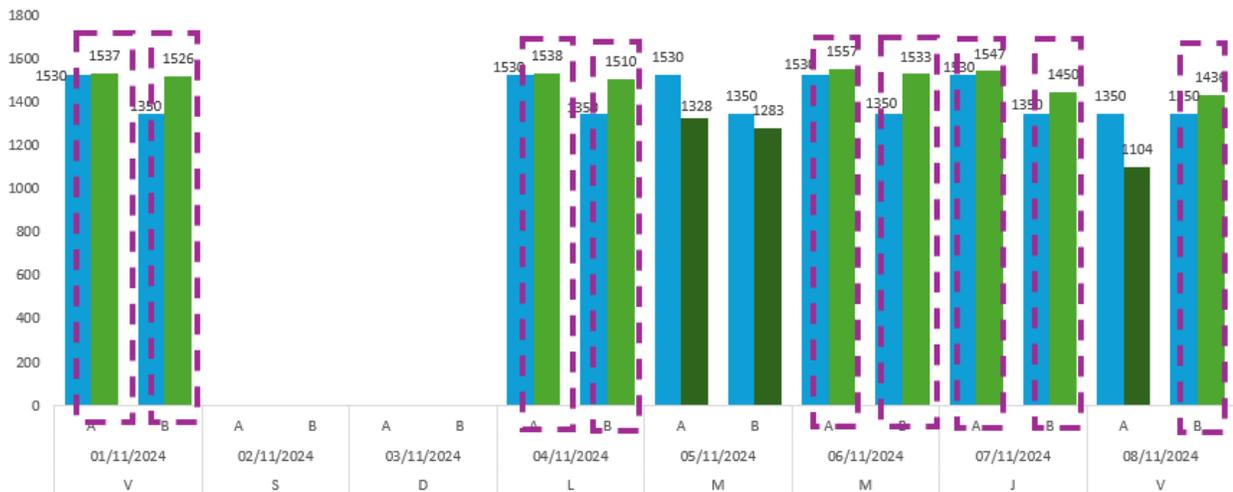


Ilustración 26 Grafico de produccion mes de noviembre Fuente: Propia

La exigencia de producción se elevó a 1530 piezas en el turno de día y a 1260 en el turno de noche, se logra cubrir con la producción en varios turnos y varios días a la semana lo que refleja que el nivel de eficiencia logro aumentar.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

Los resultados del proyecto de mejora en la línea de producción P13C indican que se alcanzaron avances sustanciales en la identificación y resolución de las principales problemáticas que afectaban la productividad de la línea. A través del análisis exhaustivo de la causa raíz utilizando herramientas como el diagrama de causa y efecto, se identificaron factores clave, como el abastecimiento inadecuado de materiales, fallos en la maquinaria, deficiencias en el balanceo de la línea y la falta de capacitación del personal.

Los resultados del proyecto reflejan una mejora significativa en la eficiencia de la línea de producción P13C, especialmente en lo que respecta a la optimización del personal y la reducción de costos asociados al tiempo extra. Inicialmente, la línea operaba con 4 personas, lo que generaba pagos de tiempo extra debido a la incapacidad para cumplir con la demanda de producción en el tiempo estipulado. Esta situación no solo impactaba en los costos operativos, sino que también incrementaba la presión sobre los recursos humanos.

Como parte de la solución, se implementó un proceso de balanceo de la línea, lo que permitió reorganizar las estaciones de trabajo y asignar mejor las tareas. Esto resultó en una optimización del flujo de trabajo, lo que permitió aumentar la eficiencia sin la necesidad de recurrir a pagos adicionales por horas extra. Posteriormente, la línea fue ajustada para operar con 6 personas, lo que contribuyó a mejorar la productividad y reducir los tiempos improductivos. Sin embargo, el verdadero avance se dio cuando se logró balancear la línea con solo 5 personas, eliminando completamente la necesidad de pagar tiempo extra.

Este ajuste no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también permitió ahorros significativos en costos laborales, ya que se logró un uso más racional de los recursos humanos sin comprometer la capacidad de producción. El balanceo de la línea con 5 personas optimizó el rendimiento y permitió cumplir con la demanda de producción en el tiempo previsto, sin recurrir a la sobrecarga de trabajo.

En términos de productividad, este cambio reflejó una mejora significativa en la capacidad operativa, logrando reducción de costos por horas extra y una optimización del recurso humano, lo que contribuyó a una mayor rentabilidad y sostenibilidad

operativa. Así, el proyecto no solo solucionó el problema de los pagos de tiempo extra, sino que también estableció una base sólida para la mejora continua de la línea P13C. Además, se evidenció un incremento del 27.75% en la eficiencia de la línea, pasando de un 50.35% a un 78.10% de productividad. Este aumento refleja un avance significativo en el objetivo de optimizar la producción, reducir tiempos improductivos y mejorar el flujo de trabajo general.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

Conclusiones del Proyecto

El proyecto de mejora en la línea de producción P13C en TF-METAL México permitió abordar la pregunta inicial sobre cómo incrementar la eficiencia operativa a través del análisis y ajuste de tiempos de ciclo y balanceo de operaciones. Los resultados más relevantes incluyen:

- **Reducción de tiempos de ciclo:** Se eliminaron tiempos muertos en estaciones críticas, logrando una mayor fluidez y eficiencia en los procesos.
- **Incremento en la productividad:** El ajuste en el balanceo de las estaciones optimizó la distribución de las cargas de trabajo, mejorando el desempeño general de la línea.
- **Uso eficiente de los recursos humanos:** Se realizaron reasignaciones de tareas que minimizaron la ociosidad de los operadores, promoviendo un mejor aprovechamiento del equipo de trabajo.

Entre las principales limitaciones del proyecto, se identificó el tiempo restringido para la ejecución, lo cual limitó un análisis más exhaustivo de algunas áreas específicas. Asimismo, la ausencia de herramientas tecnológicas avanzadas para el monitoreo en tiempo real representó un desafío adicional.

Aspectos como la implementación de tecnologías de automatización y el análisis del impacto financiero quedaron fuera del alcance del proyecto debido a restricciones presupuestarias y de alcance, pero se consideran áreas de interés para futuras investigaciones.

En conclusión, el proyecto cumplió con los objetivos planteados inicialmente, demostrando que un análisis riguroso y la aplicación de soluciones prácticas pueden mejorar significativamente los procesos productivos, favoreciendo tanto el crecimiento de la empresa como el desarrollo profesional de la becaria involucrada.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Planificación y organización de la producción
Durante mi residencia, desarrollé habilidades para colaborar en la elaboración de cronogramas, gestionar tiempos de producción y coordinar el cumplimiento de objetivos dentro de los plazos establecidos.
2. Supervisión y liderazgo operativo
Fortalecí mis competencias en la supervisión de actividades operativas, verificando el cumplimiento de las tareas asignadas y resolviendo desviaciones, lo que me permitió mejorar la comunicación y el trabajo en equipo.
3. Gestión de información y reportes
Adquirí experiencia en la actualización y elaboración de reportes, manejo de indicadores clave de desempeño (KPI) y organización de registros de producción, lo cual fue fundamental para la toma de decisiones informada.
4. Análisis crítico y solución de problemas
Desarrollé la capacidad de analizar procesos productivos, identificar áreas de mejora y proponer soluciones prácticas para optimizar los flujos de trabajo y reducir tiempos muertos en la línea de producción.
5. Gestión de recursos materiales
Mejoré mis habilidades en la gestión del inventario, asegurando la disponibilidad oportuna de materiales e insumos necesarios para la producción y contribuyendo a una correcta administración de recursos.
6. Colaboración en mantenimiento preventivo
Participé activamente en la programación y seguimiento de actividades de mantenimiento preventivo, lo que me permitió desarrollar habilidades en la planeación y aseguramiento de la funcionalidad de los equipos.
7. Propuestas de mejora continua
Aprendí a fundamentar y presentar propuestas de mejora, basadas en datos y análisis, para optimizar los procesos de producción y aumentar la eficiencia general de la línea.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes de información

Referencias de Internet

Zapata Gómez, A. (2015). Ciclo de la calidad PHVA: (ed.). Bogotá, Editorial Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/parteaga/129837?page=35>.

Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). Lean Company: más allá de la manufactura: (ed.). Barcelona, Marge Books. Recuperado <https://elibro.net/es/ereader/parteaga/117565?page=292>.

Barne,s, M. Ralph, Estudio de tiempo.s y movimiento.s, Aguilar, 3a. ed., Madrid, 1961.Niebel, B. W., Ingeniería indu.strial, estudio de tiempfios y movimientos, Alfaomega, 3a. ed.,

México,1990.OIT, Introducción al estudio del trabajo , 3a. ed., Ginebra. Suiza, 1977.

TF-METAL Co., Ltd. TF-METAL Co., Ltd. Website. Published 2024. Accessed November 12, 2024. <https://www.tf-metal.jp/>

Referencia Libros

García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo: Métodos y medición del trabajo* (2da ed.). Alfaomega.

Zapata Gómez, A. (2015). Ciclo de la calidad PHVA: (ed.). Bogotá, Editorial Universidad Nacional de Colombia.

SOCCONINI PÉREZ GÓMEZ, L. V. Lean Company: más allá de la manufactura. ed. Barcelona: Marge Books, 2019. 391 p.

CAPÍTULO 9: ANEXOS

Carta de aceptación



M.C. ANGIE JOHANNA ZAMORA LÓPEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE VINCULACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA,
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
PRESENTE

Aguascalientes, Ags. a 26 de agosto de 2024.

Por medio de la presente le informo que la alumna Fátima Nataly Martínez Murillo de la carrera de Ingeniería Industrial Mixta, con número de control A201050691 ha sido aceptada como RESIDENTE en nuestra empresa TF-METAL, MÉXICO, S.A. DE C.V. en el departamento de ensamble desarrollando el proyecto de Residencias Profesionales, denominado: "Eficientar el flujo de producción de la línea SLIDE P13C". Con fecha de inicio de agosto del 2024 a diciembre del 2024, con un horario de lunes a viernes de 8:00 a 14:00 hrs., cubriendo un total de 500 horas, siendo su asesor externo el Ingeniero Hiram Isai Hernández Silvestre, quien es el Jefe de producción.

Se extiende la presente para los fines que al interesado le convenga, quedando a sus órdenes para cualquier aclaración.

Atentamente

Lic. Emiliano Cordero Acosta
Gerente de Administración y Recursos Humanos

