



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Implementación de Lean Manufacturing y la mejora de la productividad en  
la línea de mecanizado en la empresa Asper Coating

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

**AUTORES**

Rocca Crevosier, Israel Hernan

ORCID: 0000-0003-2936-5700

Sotomayor Miranda, Juan Jose

ORCID: 0000-0003-1495-1758

**ASESOR**

Quea Vasquez, Juan Antonio

ORCID: 0000-0002-6866-5610

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **Metadatos Complementarios**

### Datos de autores

Rocca Crevosier, Israel Hernán

DNI: 40957431

Sotomayor Miranda, Juan José

DNI: 10275462

### Datos de asesor

Quea Vasquez, Juan Antonio

DNI: 09380924

### Datos del jurado

#### JURADO 1

Oqueliz Martínez, Carlos Alberto

DNI: 08385398

ORCID: 0000-0003-4872-7471

#### JURADO 2

Velásquez Costa, José Antonio

DNI: 09827586

ORCID: 0000-0002-7761-8517

#### JURADO 3

Saito Silva, Carlos Agustín

DNI: 07823525

ORCID: 0000-0002-8328-5157

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 02.11.04

Código del Programa: 722026

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme sabiduría y entendimiento.  
A mis padres Fernando e Isabel por darme la vida y siempre apoyarme en cada momento  
A mis dos amados hijos Arleth y Ameth por ser el impulso a concluir esta meta.

Rocca Crevosier, Israel

A mis padres Rosa y Juan, por su inagotable apoyo, amor y paciencia. A mi esposa Gina y mi hijo Aarón, son mi fuerza, mi guía y el motivo de seguir siempre adelante, los amo.

Sotomayor Miranda, Juan

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra honorable Universidad Ricardo Palma por habernos albergado y nutrido de conocimientos. A nuestros docentes que nos formaron profesionalmente, a los asesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial para el desarrollo de esta tesis.

Rocca Israel.

Sotomayor Juan

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
<b>CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción del problema .....	1
1.2. Formulación del problema.....	9
1.2.1 Problema General .....	9
1.2.2 Problemas Específicos .....	9
1.3. Importancia y Justificación del estudio .....	9
1.4. Delimitación del estudio .....	13
1.5. Objetivos generales y específicos .....	15
1.5.1 Objetivo general.....	15
1.5.2 Objetivos específicos .....	15
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1. Marco histórico .....	16
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema .....	23
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio .....	31
2.4. Definición de términos básicos.....	54
2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis .....	57
2.6. Hipótesis .....	58
2.6.1 Hipótesis general.....	58
2.6.2 Hipótesis específicas.....	58
2.7. Variables .....	58
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>60</b>
3.1. Tipo, método y diseño de la investigación .....	60
3.2. Población y muestra.....	62
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	64
3.4. Descripción de procedimientos de análisis .....	69

<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
4.1. Resultados .....	71
4.2. Análisis de resultados .....	118
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>135</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>138</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>143</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	143
Anexo 2: Matriz de Operacionalización .....	144
Anexo 3: Autorización de consentimiento para realizar la investigación.....	145
Anexo 4: Base de datos.....	146
Anexo 5: Formato de registro de incidentes .....	148
Anexo 6: Modelo de orden de compra.....	149

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ocho pasos en la solución de un problema.....	39
Tabla 2. Cinco Por qué. ....	42
Tabla 3. Propuesta de Alternativa de Solución.....	45
Tabla 4. Desarrollo y ejecución de la Metodología de las 5S.....	45
Tabla 5. Ventajas y desventajas de usar Seiri.....	46
Tabla 6. Ventajas y desventajas de usar Seiton .....	47
Tabla 7. Ventajas y desventajas de usar Seiso.....	48
Tabla 8. Ventajas y desventajas de usar Seiketsu. ....	50
Tabla 9. Ventajas y desventajas de usar Shitsuke.....	51
Tabla 10. Elementos del Trabajo Estandarizado .....	53
Tabla 11. Cuadro resumen de población y muestra por variable.....	64
Tabla 12. Técnicas e instrumentos.....	69
Tabla 13. Matriz de Análisis de datos.....	70
Tabla 14. Registro de Porcentaje de Merma Semanal .....	74
Tabla 15. Registro de Porcentaje de Merma Semanal .....	75
Tabla 16. Problemas Principales de acuerdo a su frecuencia .....	79
Tabla 17. Registro de Porcentaje de Merma Semanal .....	85
Tabla 18. 5W y 1H Problemas Principales hallados / Resumen Plan de Acción .....	85
Tabla 19. Incidentes y Accidentes No Incapacitantes (NI) .....	88
Tabla 20. Detalle de los incidentes reportados en los meses de abril y mayo .....	89
Tabla 21. Detalle de los accidentes no incapacitantes reportados en abril y mayo .....	90
Tabla 22. Registro de Porcentaje de Merma Semanal .....	90
Tabla 23. Programa de actividades para la implementación de las 5S .....	101
Tabla 24. Registro de número de incidentes y accidentes semanal .....	103
Tabla 25. 5W y 1H Problemas Principales hallados / Resumen Plan de Acción .....	104
Tabla 26. Registro de Tiempo de trabajo.....	110
Tabla 27. Registro de tiempo promedio de producción de rolas en la etapa pre test ...	111
Tabla 28. Aplicación de TAKT TIME.....	114
Tabla 29. Registro de tiempo de proceso de mecanizado en la etapa post de rolas .....	116
Tabla 30. 5W y 1H Problemas Principales hallados / Resumen Plan de Acción .....	116
Tabla 31. Muestras Pre-Post para la comprobación de hipótesis específica 01 .....	118
Tabla 32. Resumen de procesamiento de casos Pre-Test hipótesis 01 .....	119

Tabla 33. Resumen de procesamiento de casos Post-Test hipótesis 01.....	119
Tabla 34. Estadísticos descriptivos muestra pre test hipótesis 01 .....	120
Tabla 35. Estadísticos descriptivos muestra post test hipótesis 01 .....	120
Tabla 36. Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra pre test hipótesis 01 .....	121
Tabla 37. Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra post test hipótesis 01.....	121
Tabla 38. Prueba de T Student para muestras de la Hipótesis 01 .....	122
Tabla 39. Muestras Pre-Post para la comprobación de hipótesis específica 01 .....	123
Tabla 40. Resumen de procesamiento de casos Pre-Test hipótesis 02 .....	123
Tabla 41. Resumen de procesamiento de casos Post-Test hipótesis 02.....	124
Tabla 42. Estadísticos descriptivos muestra pre test hipótesis 02 .....	124
Tabla 43. Estadísticos descriptivos muestra post test hipótesis 02.....	125
Tabla 44. Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra pre test hipótesis 02 .....	126
Tabla 45. Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra post test hipótesis 02.....	126
Tabla 46. Prueba de T Student para la muestra de la Hipótesis Especifica 02 .....	127
Tabla 47. Muestras Pre-Post para la comprobación de hipótesis específica 03 .....	128
Tabla 48. Resumen de procesamiento de casos Pre-Test hipótesis 03 .....	128
Tabla 49. Resumen de procesamiento de casos Post-Test hipótesis 03.....	129
Tabla 50. Estadísticos descriptivos muestra pre test hipótesis 03 .....	129
Tabla 51. Estadísticos descriptivos muestra post test hipótesis 03.....	130
Tabla 52. Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra pre test hipótesis 03 .....	131
Tabla 53. Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra post test hipótesis 03.....	131
Tabla 54. Prueba de T Student para muestras relacionadas Hipótesis 03.....	133
Tabla 55. Resumen de resultados .....	134
Tabla 56. Matriz de Consistencia .....	143
Tabla 57. Matriz de Operacionalización.....	144

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mercado mundial de empaque por material (% 2018).....	1
Figura 2. Repuestos elaborados por Asper Coating.....	2
Figura 3. Volumen global de empaques por material .....	3
Figura 4. Componentes (rolas y mandril) para el cerrado de latas de aluminio .....	4
Figura 5. Detalle de las rolas y mandril .....	4
Figura 6. Diagrama de Ishikawa .....	5
Figura 7. Árbol de Causa .....	6
Figura 8. Contenedor con merma de materia prima (acero).....	7
Figura 9. Torno convencional marca Sunlike .....	8
Figura 10. Rola de cierre Angelus 60L.....	8
Figura 11. Rola de cierre.....	10
Figura 12. Imagen de los exteriores de la planta .....	13
Figura 13. Mapa de ubicación.....	14
Figura 14. Línea de tiempo de delimitación temporal del estudio.....	14
Figura 15. Línea de tiempo de la evolución del Lean Manufacturing.....	17
Figura 16. Evolución de los principios del Lean Manufacturing .....	18
Figura 17. Línea de tiempo de los gestores de la productividad.....	19
Figura 18. Ubicación del PHVA en la Línea de tiempo de la filosofía de calidad.....	20
Figura 19. Ubicación de las 5S en la Línea de tiempo de la filosofía de calidad .....	21
Figura 20. Las 5S – origen japonés.....	22
Figura 21. Línea de tiempo del trabajo estandarizado. ....	23
Figura 22. Herramientas del Lean Manufacturing.....	32
Figura 23. Conceptos Clave de Lean Manufacturing .....	33
Figura 24. Esquema herramientas Lean Manufacturing «Casa Toyota».....	34
Figura 25. La Productividad y sus componentes .....	35
Figura 26. Ciclo PDCA.....	40
Figura 27. Diagrama de Flujo .....	41
Figura 28. Diagrama de Ishikawa .....	41
Figura 29. Diagrama de Gantt.....	42
Figura 30. Metodología 5S .....	44
Figura 31. Seiri – Clasificación .....	46
Figura 32. Seiton – Orden.....	47

Figura 33. Seiso _ Limpieza .....	48
Figura 34. Fundamentos teóricos.....	57
Figura 35. Algunos productos principales como rolas/rulinas, .....	71
Figura 36. Servicios .....	72
Figura 37. Organigrama Asper Coating.....	72
Figura 38. Diagrama de flujo del proceso de mecanizado.....	73
Figura 39. Diagrama Ishikawa .....	75
Figura 40. Barras de acero y tubos sin mecanizar (Materia Prima).....	76
Figura 41. Piezas terminadas (Mecanizadas).....	76
Figura 42. Ciclo de Deming.....	77
Figura 43. Merma generada en el proceso de mecanizado .....	78
Figura 44. Diagrama de Pareto – Frecuencia de problemas .....	79
Figura 45. Formulario de Homologación de Proveedores .....	80
Figura 46. Diagrama de Flujo del Procedimiento de entrega y ejecución del plano .....	81
Figura 47. Diagrama de Flujo del Procedimiento de entrega y ejecución del plano .....	82
Figura 48. Diagrama de Flujo del proceso de mecanizado.....	83
Figura 49. Diagrama de Flujo del proceso de homologación de proveedores .....	84
Figura 50. Evolución del Porcentaje de merma generada Pre, Implementación y Post .	87
Figura 51. Comité de las 5S Asper Coating.....	91
Figura 52. Mesa de trabajo con piezas mecanizadas en desorden .....	92
Figura 53. Mesa de trabajo con piezas mecanizadas mejor ubicadas. ....	92
Figura 54. Mesa de trabajo próxima al torno con prensa sin funcionar e inestable.....	93
Figura 55. Mesa de trabajo próxima al torno despejada. ....	93
Figura 56. Torno sucio con un contenedor con líquido. ....	94
Figura 57. El contendor en el torno fue retirado.....	94
Figura 58. Modulo de metal usado como almacén temporal de materia prima.....	95
Figura 59. Modulo de metal usado como almacén temporal de mejorado. ....	95
Figura 60. Torno CNC con piso sucio y material de limpieza observado .....	96
Figura 61. Torno CNC mejorado. ....	96
Figura 62. Zona de la fresadora con el piso sucio, presencia de viruta. ....	97
Figura 63. Zona de la fresadora mejorada. ....	97
Figura 64. Zona entre mecanizado y taller de metalmecánica observada. ....	98
Figura 65. Zona entre mecanizado y taller de metalmecánica mejorada.....	98
Figura 66. Reunión de Capacitación al Comité 5S Asper Coating.....	99

Figura 67. Tarjeta Roja .....	100
Figura 68. Tarjeta Roja aplicada a la zona del torno .....	100
Figura 69. Diagrama de Gantt Programa de Implementación de las 5S .....	102
Figura 70. Evolución del número de eventos reportados por semana .....	105
Figura 71. Piezas terminadas (Mecanizadas).....	106
Figura 72. Flujograma del proceso de mecanizado .....	107
Figura 73. Montaje de rola.....	107
Figura 74. Posicionamiento, preparación del inserto, encendido .....	107
Figura 75. Desbaste interno .....	108
Figura 76. Verificación de medidas internas .....	108
Figura 77. Acabado de la pieza.....	108
Figura 78. Pulido de la pieza .....	109
Figura 79. Verificación de medidas externas.....	109
Figura 80. Pieza terminada .....	109
Figura 81. Tiempo de Proceso de Mecanizado PRE .....	111
Figura 82. Ficha de Tiempo de Mecanizado.....	113
Figura 83. Hoja de Capacidad del Proceso .....	114
Figura 84. Tiempo de Proceso de Mecanizado Post.....	115
Figura 85. Ruptura de tiempo de mecanizado en el ciclo del proyecto. ....	117

## RESUMEN

El presente estudio de tesis es desarrollado con la finalidad de incrementar la productividad del proceso de mecanizado de la empresa Asper Coating, este proceso es considerado una de las líneas de producción más importantes dentro de la empresa, por lo cual se aplicará la metodología Lean Manufacturing con la finalidad de reducir mermas, disminuir el número de los incidentes, así como mejorar el tiempo de las salidas de los productos. La investigación a realizar es cualitativa, perteneciente al método aplicativo debido a que se implementará la metodología Lean Manufacturing lo cual nos permitirá analizar en base a las hipótesis planteadas.

La muestra (Pre Test) está conformada por la data de la empresa de los meses de abril y mayo del 2022, la muestra (Post Test) corresponde a los de agosto y setiembre del 2022, considerándose 8 semanas para el registro de datos. La información es recibida del área del taller de mecanizado, planeamiento de la producción, Diseño, entre otros. Inicialmente se puede conocer los pesos de ingreso de materia prima y registrar el peso final del producto terminado, con lo cual obtenemos información sobre la merma generada. De la misma forma los reportes existentes nos indica los tiempos en que se produce una pieza, permitiéndonos diseñar mejoras en los procesos para poder establecer un trabajo estandarizado. A su vez también nos proporcionaron la información de los incidentes ocurridos dentro del proceso de mecanizado. Todo esto nos llevó a plantear e implementar las herramientas de Lean Manufacturing, como el PDCA para analizar la merma que genera el área de mecanizado, 5S para minimizar los incidentes en el trabajo y Trabajo Estandarizado para mejorarlos tiempos en la producción de piezas.

La aplicación de estas herramientas ayudó a mejorar la productividad del proceso de mecanizado, obteniendo resultados favorables como son, una mejora en la productividad, una reducción en las mermas, la disminución de los incidentes y la mejora de tiempos en la producción de piezas. Los resultados obtenidos se constataron con las hipótesis planteadas mediante la utilización de procedimientos.

**Palabras clave:** PDCA, 5S, Trabajo Estandarizado, Productividad.

## **ABSTRACT**

This thesis study is developed with the purpose of increasing the productivity of the machining area of the Asper Coating company, this area is considered the production area within the company, for which the Lean Manufacturing methodology is applied with the purpose of reduce waste, minimize incidents, as well as improve processes to increase the number of parts produced through standardized work. The research to be carried out is qualitative, belonging to the application method due to the implementation of the Lean Manufacturing methodology that will allow us to analyze according to the hypotheses raised.

The sample (Pre Test) was made up of the company's data for the months of April and May 2022, the sample (Post Test) corresponds to those of August and September 2022, which were taken 8 weeks for data recording. The information is received from the machining area where it allowed us to know the input weights of raw material and the final weight of the finished product that indicated the loss that was produced, likewise in its report it indicated the times in which a piece is produced. which allows us to make process improvements in order to establish a standardized work, as well as providing us with information on their incidents that occurred within the machining area. Lean Manufacturing PDCA tools are applied to analyze the waste generated by the machining area, 5S to minimize incidents at work and Standardized Work to improve the production of parts.

The application of these tools helped to improve the productivity of the machining area, obtaining favorable results, allowing productivity to increase with the reduction of waste, the minimization of incidents and the improvement of times in the production of parts. The results obtained were verified with the hypotheses raised through the use of procedures.

**Keywords:** PDCA, 5S, Standardized Work, Productivity.

## INTRODUCCIÓN

La industria del envasado y principalmente el envasado metálico de alimentos y bebidas, es uno de los sectores más exigentes debido a los altos estándares que el mercado impone a las empresas involucradas en la producción o prestación de servicios de este rubro. Es así que uno de los procesos de gran importancia identificados es el mecanizado de piezas, que independientemente pueden ser con fin comercial o de uso para las actividades propias, este debe mantener una mejora continua de la productividad, impactando de manera positiva en los resultados de la empresa y haciendo una organización competitiva y con presencia en los principales mercados.

Siendo el mecanizado un proceso de gran relevancia, se ha considerado en esta investigación la aplicación de metodologías y herramientas que permitan implementar mejoras con evidencias. Esto nos llevará a cumplir con el objetivo principal propuesto, que es mejorar la productividad en la línea de mecanizado, para lo que debemos de implementar el PDCA para poder disminuir las mermas, ejecutar un las 5S con el fin de reducir el número de incidentes y/o accidentes, adicionalmente la implementación de un trabajo estandarizado que mejore el tiempo de producción.

El tipo de estudio fue cualitativo - cuantitativo, basado en la experiencia y datos proporcionados en la empresa Asper Coating, las muestras del estudio fueron tomadas de dos etapas Pre y Post test de la investigación y ambos resultados fueron comparadas en la aplicación Post de la metodología Lean Manufacturing. También tiene un tipo de investigación aplicada, con un diseño cuasi-experimental el cual se tomaron muestras del estudio pre-test (antes de la investigación) y post-test (después de la investigación) y ambos fueron confrontados aplicando en el post-test para la resolución de los problemas.

Este trabajo de investigación presenta cuatro capítulos que describimos a continuación:

En el capítulo I, se desarrolla el planteamiento del problema, así como la definición del objetivo general y específicos, la delimitación del estudio, su importancia y justificación.

En el capítulo II, se describe el marco teórico que contiene la definición teórica y científicas que sustentan nuestra investigación, así, como también la definición de términos básicos que sustentan la hipótesis general y específica.

En el capítulo III, el Marco Metodológico, desarrolló el tipo, método y diseño de investigación, enfocándose en su población y muestra de cada variable dependiente mediante su técnica e instrumento de recolección de datos.

En el capítulo IV, se evaluará los resultados obtenidos en nuestra investigación para sustentar las mejoras propuestas en la tesis.

Finalmente se presentaron los resultados en función a los tres objetivos de esta investigación llegando a realizar el análisis respectivo con el estadístico IBM SPSS V.25.0 concluyendo significativamente la hipótesis general se demostró que con la implementación de la metodología Lean Manufacturing se permitió mejorar la productividad en la línea de mecanizado en la empresa Asper Coating. Los estadígrafos han permitido demostrar la efectividad que tiene la aplicación de la estrategia de mejora continua PDCA, las 5 S y el trabajo estandarizado, lo cual impactaría de manera directa en la producción. Se reducen las mermas, también se reducen los incidentes y se mejora el tiempo de salidas en la producción.

# CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO

## 1.1. Descripción del problema

El envasado metálico es uno de los segmentos industriales de packing más exigente y dinámico del mundo, su alta complejidad hace que solo unas pocas empresas en el Perú asuman el reto de enlatar alimentos para el mercado de consumo masivo con una alta rentabilidad, pero con altos costos de inversión.

De otro lado se encuentran las empresas que, a pesar de sus esfuerzos por enlatar, no lo consiguen de forma óptima al trabajar con altos costos de operación y mantenimiento, debido al uso de máquinas usadas. El común denominador en ambos casos, es que, en el cierre de latas, siempre aparecen defectos que son observados por el cliente, que impactan en el crecimiento de la compañía y en su sostenibilidad. En los países industrializados esto es mitigado con la presencia de proveedores de repuestos y servicios con un conocimiento técnico del proceso de cierre, que, con la aplicación de mejoras de ingeniería, pueden resolver el problema, evitando pérdidas por lotes o contenedores, que son rechazados.

La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos) (Carro y Gonzales, 2012, p.1).

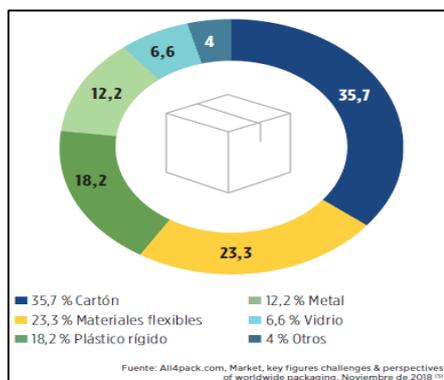


Figura N 1: Mercado mundial de empaque por material (% 2018)

Fuente: All4pack.com, Market, key figures challenges & perspectives of worldwide packaging. Noviembre 2018

En el Perú este soporte es realizado por talleres mecánicos con una limitada capacidad técnica, acostumbrados a recuperar máquinas obsoletas dándoles mantenimiento periódico para ampliar su vida útil. Estos talleres son también los proveedores de los repuestos de cierre, hechos de manera artesanal y que son la principal fuente de defectos de cierre, al ser elaborados con materiales de rápido desgaste y corrosión prematura, generando así una brecha entre operaciones eficientes y operaciones con sobre costos innecesarios.

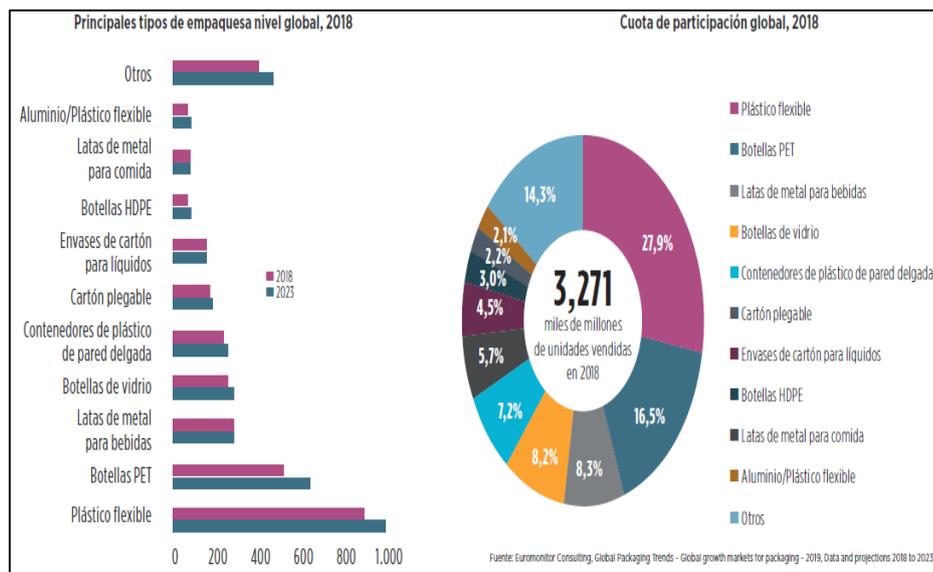
La empresa Asper Coating tiene por objetivo cubrir esta brecha, atacando la raíz del problema, que son los defectos del producto terminado por el uso de repuestos convencionales y artesanales. Los repuestos de Asper Coating son fabricados con materiales de alta calidad y tratamientos con especificaciones técnicas homologadas a los procesos de países líderes en este mercado, de esta manera Asper Coating equivale entre 12 a 36 repuestos artesanales. Estos resultados han permitido formar alianzas estratégicas con empresas como Quality by Vision de Israel e Eagle Vision Systems de Holanda, logrando mejorar su nivel de ingeniería de las soluciones, al monitorear y cuidar el desempeño de los repuestos y de las envasadoras mediante operaciones automatizadas de control de calidad en línea, minimizando los defectos en el producto terminado.



*Figura N 2:* Repuestos elaborados por Asper Coating  
Fuente: Propia (Fotografía tomada en una visita a planta)

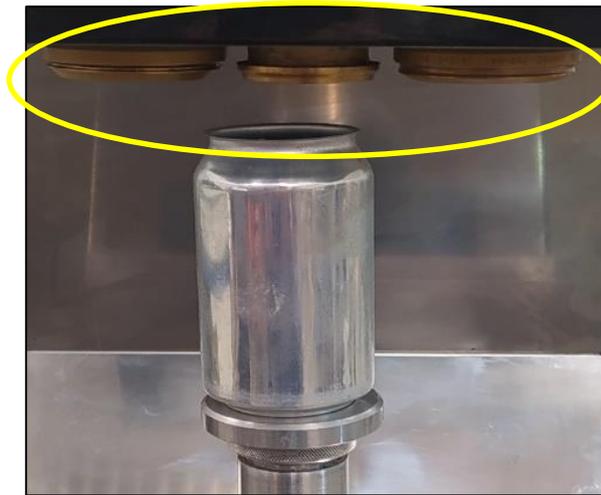
Las necesidades requeridas por empresas tales como Gloria, Esmeralda, Fadesa, Metal Prem, Viru SAC, Damper entre otras que se dedican al envasado de metálico se han captado en reuniones técnicas y visitas a planta, para observar y analizar sus

procesos, llevando así las soluciones directamente a campo. Viendo el incremento de consumo de latas en el rubro de bebidas de consumo masivo y artesanales, es que se observa la demanda de un mayor número de máquinas cerradoras, así como la demanda de componentes de repuesto, por lo que es necesario tener la capacidad de producción de piezas y repuestos componentes de estas máquinas con el fin de garantizar la continuidad de las operaciones de producción.



**Figura N 3:** Volumen global de empaques por material (2018 en mil millones de unidades)  
Fuente: Euromonitor Consulting Global Packaging Trends – Global Growths markets for packaging – 2019 Data and projections 2019 to 2023

El cerrado de envases metálicos requiere de repuestos tales como Rolas, Mandriles y Disco de Elevación, que en promedio poseen una vida útil de un millón y medio de cierres tras lo cual deben ser desechados. Asper Coating busca cubrir la demanda de repuestos y componentes con un mayor tiempo de vida útil; para lo cual debe elevar su productividad, reduciendo mermas, estandarizando procesos, minimizando costos de mano de obra y mejorando los tiempos de salida de productos (componentes). Durante el análisis de sus procesos, hemos encontrado oportunidades de mejora en el proceso de mecanizado donde se debe mejorar la productividad.



*Figura N 4:* Componentes (rolas y mandril) para el cerrado de latas de aluminio  
Fuente: Propia (Fotografía tomada en una visita a planta)



*Figura N 5:* Detalle de las rolas y mandril  
Fuente: Propia (Fotografía tomada en una visita a planta)

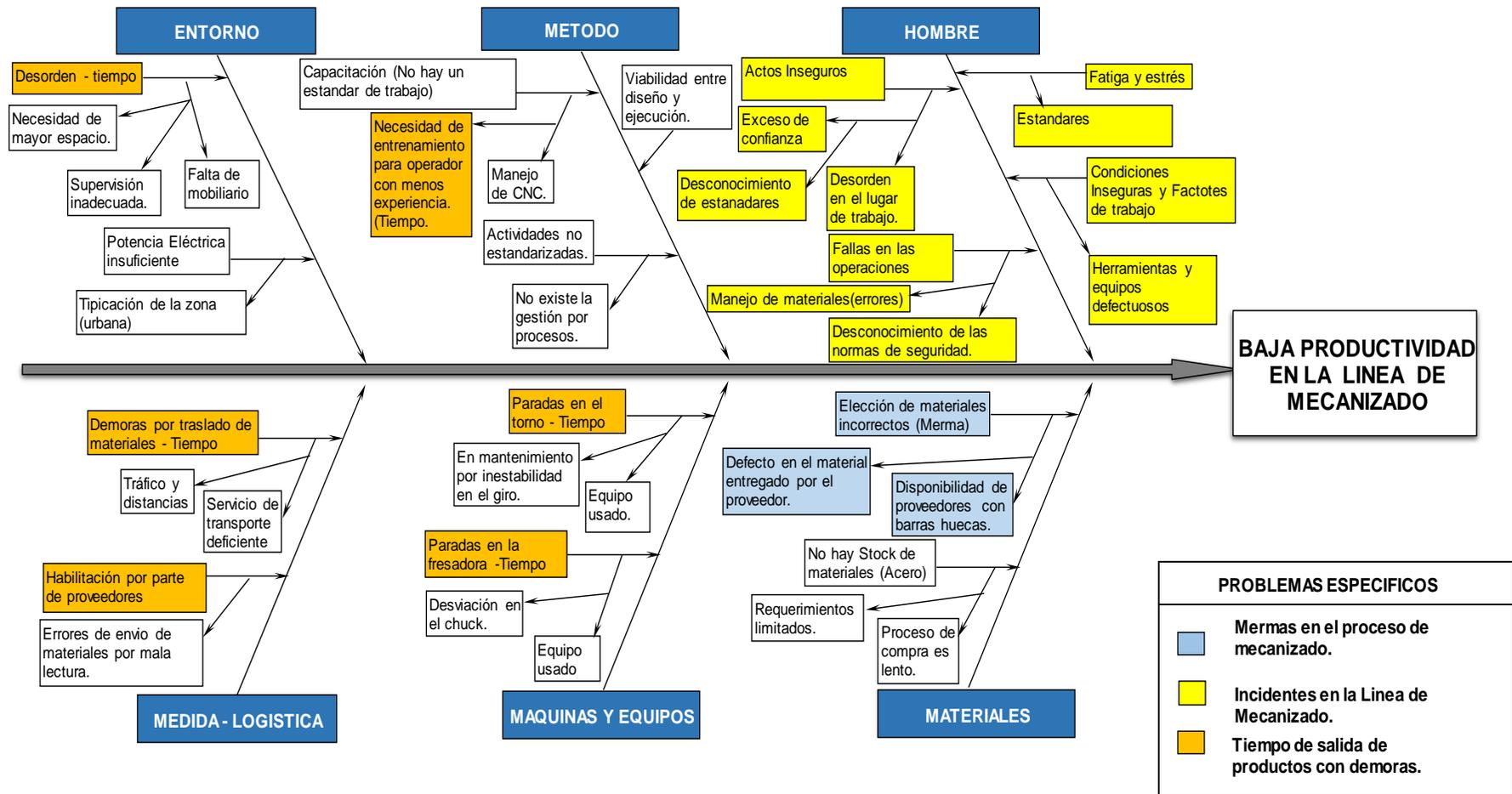


Figura N 6: Diagrama de Ishikawa  
Fuente: Empresa Asper Coating  
Elaboración: Propia

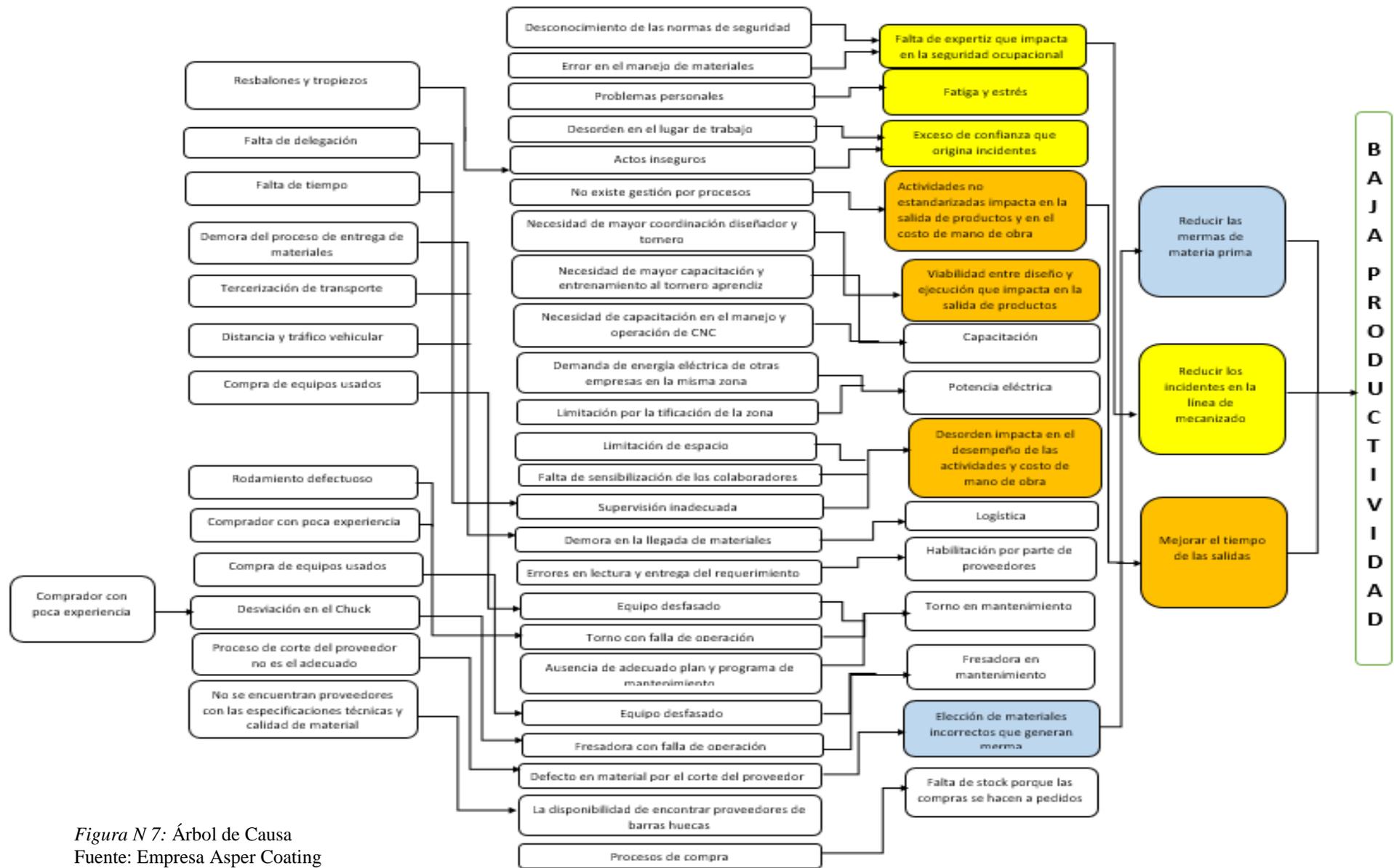


Figura N 7: Árbol de Causa  
Fuente: Empresa Asper Coating  
Elaboración: Propia

Haciendo el análisis en el proceso de mecanizado de componentes, se encontró que el problema general está en mejorar la productividad del proceso de mecanizado de componentes. Se pudo identificar diferentes problemas relacionados a este punto, entre los que se destacan como problemas específicos: la merma de materia prima, el costo de la mano de obra y los tiempos utilizados en la salida de productos mecanizados.

En relación al problema específico de las mermas de materia prima, se observa la ausencia de registros y seguimiento al cálculo de su generación, lo cual es importante gestionar ya que permitiría un uso más eficiente de la materia prima, adicionalmente se tiene las limitaciones de contar con proveedores que brinden la atención necesaria para los requerimientos de material y sus especificaciones.



*Figura N 8:* Contenedor con merma de materia prima (acero)  
Fuente: Propia (Fotografía tomada en una visita a planta)

Sobre el problema específico relacionado al costo de mano de obra en la línea de mecanizado, se determinó la ausencia de procedimientos estandarizados y la mayor necesidad de expertise en los operadores (torno y fresadora). Existe también una oportunidad de mejora en el orden y disposición de las instalaciones; así mismo se halló que la comunicación entre el diseñador y el operador es deficiente, lo que ocasiona fallas en la lectura de los planos y retrasos en las actividades por las rectificaciones necesarias.



Figura N 9: Torno convencional marca Sunlike  
Fuente: Propia (Fotografía tomada en una visita a planta)

Un tercer problema específico está referido a las salidas de los productos que presentan retrasos, esto se debe principalmente a la falta de estandarización de las actividades en el proceso de mecanizado, sumado a los problemas de carácter logístico interno y proveedores.



Figura N 10: Rola de cierre Angelus 60L  
Fuente: Pagina Web - [https://aspercoat.com/project\\_item/angelus-60l/](https://aspercoat.com/project_item/angelus-60l/)

En síntesis, los problemas que se evidencian en el proceso de producción de la línea de mecanizado se encuentra centrados en tres componentes: el exceso de mermas, incidentes registrados y sobre tiempo en minutos que se emplean en las salidas (through). Por lo

tanto, ello impacta en las entregas de las ordenes de pedido, evidentemente con un sobrecosto en los procesos afectando la productividad.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cómo mejorar la productividad en la línea de mecanizado de componentes en la empresa Asper Coating?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- a) ¿Cómo reducir las mermas de materia prima en el proceso de mecanizado?
- b) ¿Cómo reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado?
- c) ¿Cómo mejorar el tiempo de las salidas (through) en la línea de mecanizado?

## **1.3. Importancia y Justificación del estudio**

### **Importancia del estudio**

Las empresas que se dedican al envasado metálico requieren que sus costos de producción se reduzcan.

En la mayoría de casos el envase, que por lo general es aluminio, termina siendo mucho más costoso que el contenido, lo cual genera la interrogante al porque migran al formato metálico y la explicación está principalmente en dos razones de coyuntura, la primera es que hay un déficit para cubrir la demanda de envases de vidrio y la segunda es que hay un mercado cautivo en el formato de aluminio, que termina siendo más exigente y que acepta un mayor precio de venta. Sin embargo, para poder ser competitivo en este segmento, es necesario que los costos se reduzcan, que los procesos con sus actividades estén estandarizados con una mayor productividad para que la disposición de recursos sea más eficiente y los tiempos que se asignan a los procesos, sean menores y libres de errores con un menor volumen de mermas y no conformidades.



*Figura N 11: Rola de cierre*

Fuente: Pagina Web - [https://aspercoat.com/project\\_item/angelus-60l/](https://aspercoat.com/project_item/angelus-60l/)

Este estudio está desarrollado en el área de producción de la empresa Asper Coating, el cual forma parte de los procesos claves de la organización, los desperdicios suelen alterar los costos operativos promedios que afectarían económicamente la rentabilidad y por tanto es ineludible enfrentar todas las restricciones que inciden en las operaciones.

Entre los desperdicios afectados en el presente estudio se encuentran las mermas ocasionadas en los procesos de producción, las mismas que ocasionan que se entregue una menor cantidad de productos terminados a los clientes generando reclamos al momento de despachar las ordenes de pedido. Además, de determinar que otro de los desperdicios que afecta a la organización son las horas adicionales que no son planificadas sobre el total de horas hombres notificadas de manera mensual, y, que superan el 4% de horas extras permitidas como política en Asper Coating.

Los beneficiados con las mejoras del tiempo de ciclo recaen en toda la línea de envasado metálico de las rolas, para esto se ha empleado un análisis de tiempos en los escenarios pre test y post test. De la misma manera la propuesta de las herramientas de calidad y mejora continua, mejorado la programación y planificación en planta. Además, este estudio pueda servir de fuente para el desarrollo de nuevos proyectos en la empresa por ejemplo extrapolar a las demás líneas de producción, mejorar en la disminución de los desperdicios va a beneficiar a la organización a ser más competitiva y al empresario a una mayor rentabilidad.

### **Justificación del estudio**

El estudio tiene como finalidad incrementar la productividad en el proceso de mecanizado, buscando reducir la merma generada en el proceso, reduciendo o eliminando los errores en la producción de componentes y ajustando los tiempos para la preparación de los equipos y sus insumos, así como el trabajo estandarizado en el proceso de mecanizado. La mano de obra es un costo que debe también reducirse ya que constituye una parte significativa en la estructura de costos de producción.

Estas mejoras a partir de la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* beneficiarán el incremento de la productividad en el proceso de mecanizado, además de optimizar el rendimiento de los equipos y del operario, reduciendo los costos, evitando los productos con observaciones y haciendo sostenible el negocio con un trabajo estandarizado.

### **Justificación Teórica**

Méndez Álvarez (1995), indica las razones que argumentan el deseo de verificar, rechazar o apartar aspectos teóricos referidos al objeto de conocimientos. Por lo que en el presente estudio se necesita conocer los fundamentos teóricos de Lean Manufacturing y la Productividad que permitan argumentar el proyecto de tesis.

### **Justificación Metodológica**

Este proyecto se aplica mediante una metodología cualitativa, donde pondremos en práctica las metodologías 5S, PDCA y Trabajo Estandarizado para determinar la mejora de la productividad en el área de la línea de mecanizado. Méndez Álvarez (1995) describe la metodología como razones que argumenten un aporte para la utilización o creación de instrumentos de investigación que sirvan como modelo.

### **Justificación Práctica**

La justificación práctica tiene razones que señalan que la investigación propuesta que ayudará en la solución del problema o en la toma de decisiones (Méndez, 1995). Para ello se visitará la planta de procesos con el fin de visualizar y analizar las operaciones realizadas en la línea de mecanizado y poder plantear las mejoras a implementar.

### **Justificación Económica**

Tamayo (1999), describe que la justificación económica hace alusión a la rentabilidad que se logra obtener de la investigación. Algunas investigaciones tienden a orientar un carácter práctico que permita la derivación de productos que puedan ser comercializados y le permitan obtener ganancia a la empresa.

La implementación de Lean Manufacturing en la empresa Asper Coating nos permitirá mejorar la productividad reduciendo la merma, mejorando la metodología del trabajo que se realiza, permitiendo una disminución en los costes de mano de obra y una mejora de los tiempos de salida todo esto logrando una mejor rentabilidad en sus utilidades.

### **Justificación Social**

Hernández, Fernández, y Baptista (2014), La relevancia social debe responder a una serie de preguntas y situaciones que determina el alcance o proyección social que orienta la investigación.

Aplicando un debido proceso en la línea de mecanizado la empresa Asper Coating, podrá ofrecer productos de calidad a sus clientes, quienes se dedican al rubro de envasado de productos de consumo humano, generando un adecuado cierre de sus envases metálicos y un producto con mayores beneficios al consumidor final.

### **Justificación Legal**

Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (2011), explica en su Artículo 21.

Las medidas de prevención y protección del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo Las medidas de prevención y protección dentro del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo se aplican en el siguiente orden de prioridad: a) Eliminación de los peligros y riesgos. Se debe combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. b) Tratamiento, control o aislamiento de los peligros y riesgos, adoptando medidas técnicas o administrativas. (p.5).

La aplicación del Lean Manufacturing considera entre sus herramientas a las 5S, metodología que implementa el orden y la limpieza, los cuales son elementos básicos para reforzar la prevención de riesgos laborales, responsabilidad de toda empresa en

actividad, además de ser una exigencia legal, de cumplimiento obligatorio y auditable.

### **Justificación Ecológica**

Rodríguez Palop (2018) explica, En las sociedades industriales, los ciclos naturales son alterados por la actividad humana, dado que nuestro sistema productivo y de convivencia consume cada vez más materia prima y energía, generando volúmenes de residuos a un ritmo insostenible.

Mejorando los tiempos de entrega, se reduce el consumo de energía eléctrica, además la disminución de la merma y su adecuada gestión, permitirá tener una mejor gestión de los aspectos ambientales y un impacto favorable al medio ambiente.

## **1.4. Delimitación del estudio**

### **Delimitación espacial**

El estudio se realizará en la Planta de Procesos ubicada en la Av. Daniel Alcides Carrión 247, Santa Clara, Ate – Lima. Específicamente en la línea de mecanizado.



*Figura N 12:* Imagen de los exteriores de la planta

Fuente: Google maps

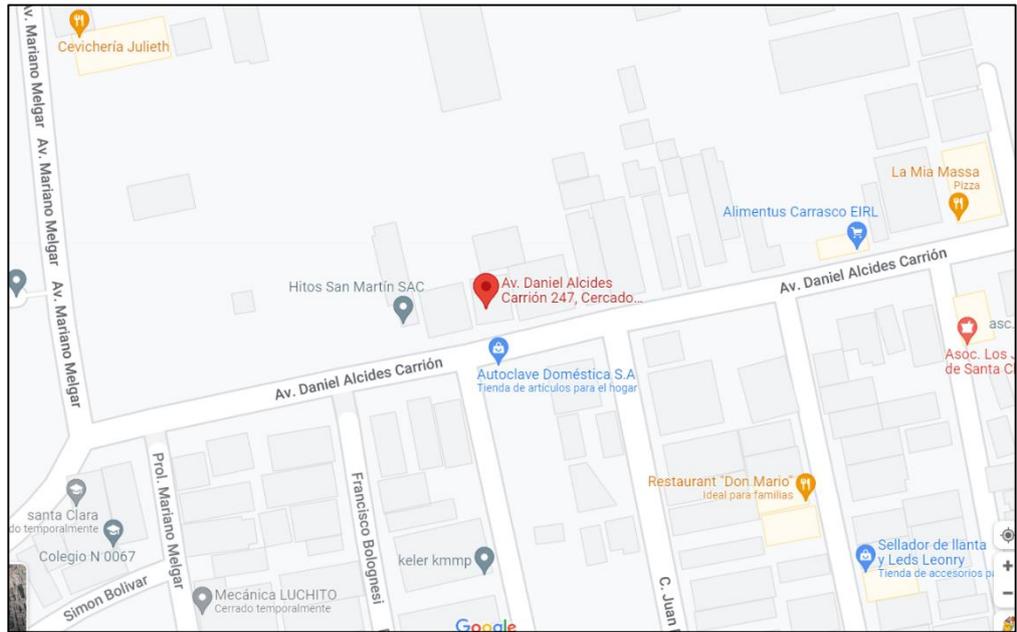


Figura N 13: Mapa de ubicación  
Fuente: Google maps

### Delimitación temporal

El rango de tiempo para el estudio comprende desde abril del 2022 a setiembre del 2022.



Figura N 14: Línea de tiempo de delimitación temporal del estudio  
Fuente: Elaboración Propia

### Delimitación teórica

La investigación estará enfocada en mejorar la productividad en la línea de mecanizado, para lo cual se utilizará la metodología Lean Manufacturing con las herramientas de el PDCA, 5 S y el trabajo estandarizado.

## **1.5. Objetivos generales y específicos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Implementar la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de mecanizado, en la empresa Asper Coating.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- a) Implementar metodología PDCA para reducir las mermas en el proceso de mecanizado.
- b) Implementar 5S para reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado.
- c) Implementar un trabajo estandarizado para mejorar el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado.

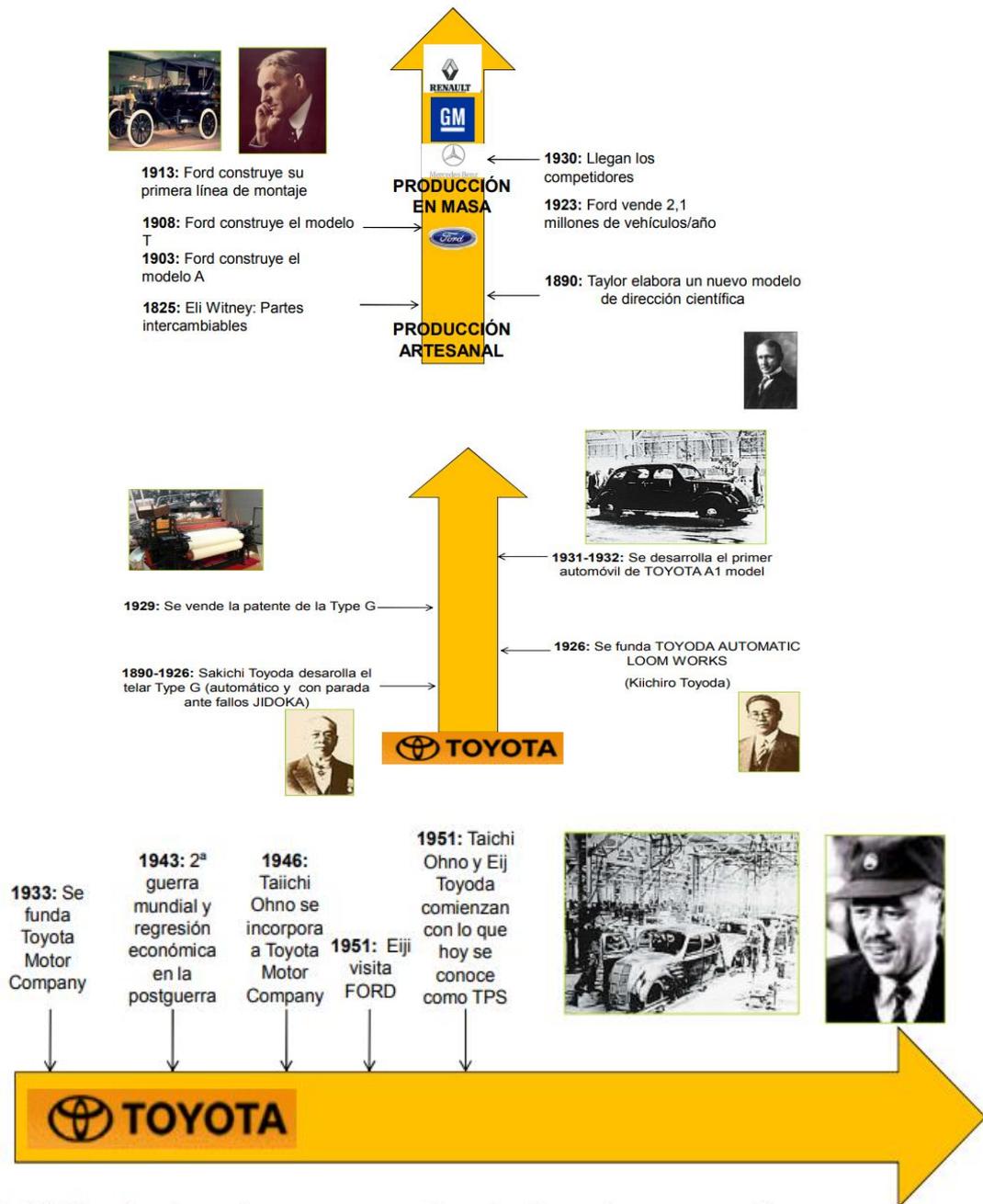
## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco histórico

#### Antecedentes del Lean Manufacturing

Entre los años de 1950 a 1980 en Japón, las empresas del sector automotriz pasaron a fabricar de escasos pedidos a 7 millones de automóviles al año, de esta cifra el 56% lo destinaban a la exportación, y, de este 56%, el 40% se exportaba a los Estados Unidos. El ingeniero John Krafcik, quien conformaba el grupo de investigadores del MIT International Motor Vehicle Program (IMVP), realizó un estudio comparativo de las plantas de montaje de vehículos en 15 países, siendo el primero en utilizar el término “lean production”, que describe nuevos métodos y técnicas de producción más eficientes a las estadounidenses (Ohno & Mito 1988, p.13).

Después de la crisis del petróleo de 1973, se impuso en muchos sectores el nuevo sistema de producción ajustada (Lean Manufacturing), de manera que empezó a transformar la vida económica mundial por la difusión del toyotismo como sustituto del fordismo y del taylorismo. El propósito de la nueva forma de trabajar ha sido eliminar los elementos innecesarios en el área de producción para reducir los costos, cumpliendo los requerimientos de los clientes. Los japoneses se concientizaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial; ya que desprovistos de materia prima energética, solo podían contar con ellos mismos para sobrevivir y desarrollarse. Mientras en la industria automovilística norteamericana se utilizaba un método de reducción de costes al producir automóviles en cantidades constantemente crecientes y en una variedad restringida de modelos, en Toyota se planteó la fabricación, a buen precio, de pequeños volúmenes de muchos modelos diferentes. El reto para los japoneses fue lograr beneficio para la productividad sin aprovechar los recursos de las economías de escala y la estandarización taylorista y fordiana (Rajadell, 2021). En la Figura 15 se pueden apreciar los hitos históricos que corresponden a la evolución del Lean Manufacturing donde destaca en 1890 el Taylorismo como principal teoría de base, también en 1926 se cuenta con el Toyotismo como el principal gestor de la estrategia de mejora continua.



**El TPS se fundamenta en:**

- Just-in-time
- Automatización "con toque humano" (JIDOKA)
- Pull
- Mejora continua

**Esencia, áreas de preocupación:**

- Eliminación de improductividades (7 Mudas)
- Hojas de trabajo estándar
- Trabajo en equipo

Figura N 15: Línea de tiempo de la evolución del Lean Manufacturing

Fuente: Womack & Jones (2020)

El término "lean production" quedó definido en 1990 con la obra *The Machine that Changed the World* (Womack, Jones y Roos, 2020), que dan a conocer el nuevo paradigma de producción en las empresas de Japón. Posteriormente las expresiones "Sistema de Producción Toyota (TPS)", "lean production", "lean manufacturing",

“manufactura esbelta” y “producción ajustada” se vuelven sinónimos. El lean manufacturing pasó a ser un modelo de organización y sistema de manufactura, cuya estructura son personas, materiales, máquinas y métodos, siendo su objetivo mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia siendo su base la eliminación permanente del despilfarro y/o desperdicios. Tal como lo mencionan Womack & Jones (2020) se identifican 5 principios como la razón de éxito del sistema propuesto por los japoneses, en la siguiente figura se puede apreciar las ventajas que tiene este sistema de calidad, donde también se destaca la contribución a la generación de valor.



Figura N 16: Evolución de los principios del Lean Manufacturing  
Fuente: Womack & Jones (2020)

En la década de 1940, Taiichi Ohno, se desempeñó como gerente de ensamble en Toyota y Shigeo Shingo, quien fue consultor, compañero y maestro de Ohno, son artífices de los grandes avances en la transformación de la producción de planta en Japón y en la creación de su estrategia de manufactura, que en nuestros días se conoce como Lean Manufacturing. Shingo concibe las diferencias que existe entre operaciones y procesos, los transformo en el flujo continuo con el menor número de interrupciones, que permitan brindar al cliente solo que necesita, de esta manera se evita producir grandes lotes y tener inventarios innecesarios. Se concluye que Lean

Manufacturing (manufactura esbelta o ágil) es el nombre que recibe el sistema Just In Time en Occidente.

### Antecedentes de la Productividad

Prokopenko (1989), en su libro *Gestión de la Productividad* define a la productividad como, la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, se define como el uso eficiente de recursos, trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios. La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema. La OIT viene promoviendo desde hace muchos años un criterio progresista de la productividad que se basa en la utilización eficaz y eficiente de todos los recursos: el capital, la tierra, los materiales, la energía, la información y el tiempo, además del trabajo. Para impulsar esa idea, es necesario combatir algunos errores comunes acerca de la productividad. En la Figura siguiente se aprecia que la productividad tiene como principales gestores al escocés economista y filósofo Adam Smith en 1776, también a Henry Ford en 1922 y al estadounidense David Allen como contemporáneo.

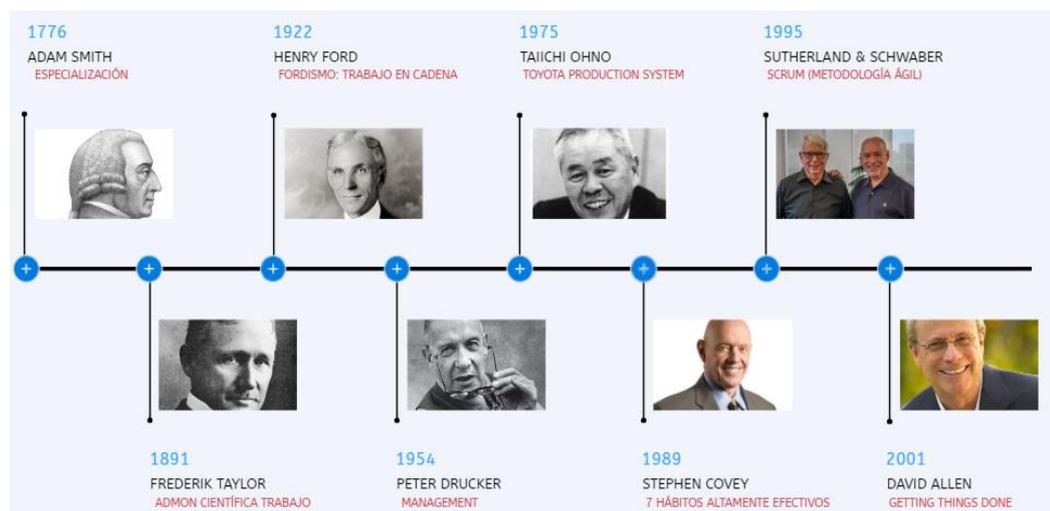


Figura N 17: Línea de tiempo de los gestores de la productividad  
Fuente: Prokopenko (1989)

Se puede concluir que aproximadamente desde los años 1980 a 1990 y hasta la actualidad se percibe una manera global de medir la productividad será mediante la

relación entre las salidas, entendiéndose como producción y las entradas que vendrían a ser los insumos o recursos utilizados.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{SALIDAS}}{\text{ENTRADAS}} = \frac{\text{PRODUCCION}}{\text{INSUMOS}}$$

(M.O, M.P, MAQUINAS)

### Antecedentes del Ciclo PDCA

El ciclo PDCA con sus siglas en idioma inglés Plan, Do, Check y Act es equivalente a decir las siglas PHVA que significa en español Planificar, Hacer, verificar y Actuar. Este ciclo es también conocido como, ciclo de Deming, una herramienta de gestión que tuvo como principal difusor a W. Edwards Deming, quien fue uno de los referentes dentro de la historia de la manufactura en Japón. Evans y Lindsay (2008) exponen, al principio lo llamaron el ciclo Shewhart por Walter Shewhart, quien fue el primero que habló del concepto de ciclo de mejora. Los japoneses tomaron la decisión de cambiar su nombre por el de ciclo Deming como es conocido a nivel mundial.

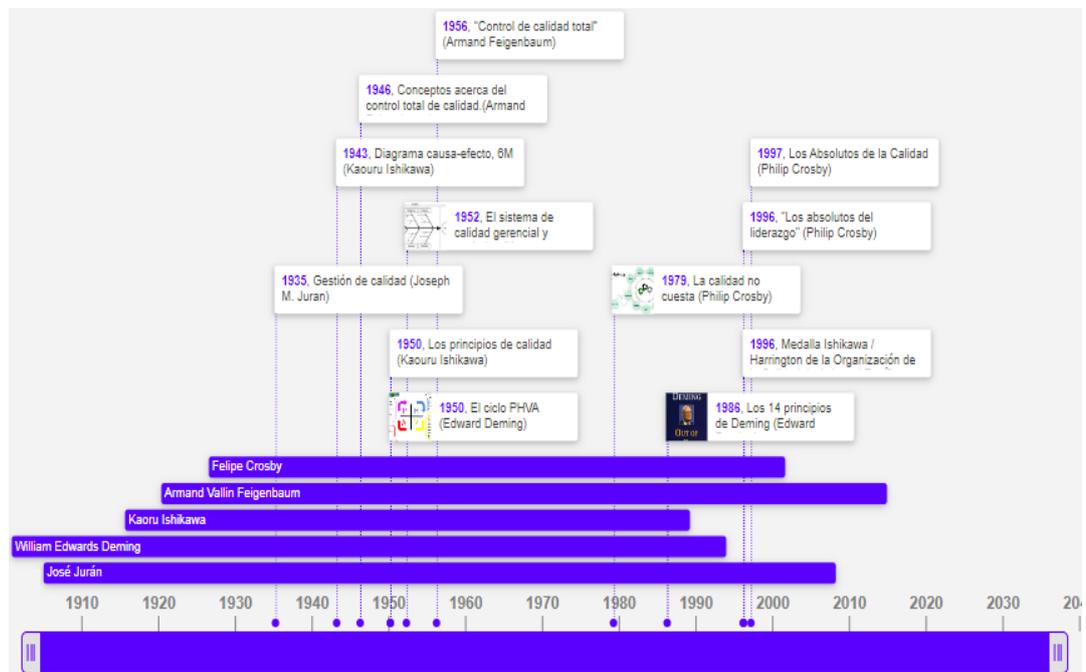


Figura N 18: Ubicación del PHVA en la Línea de tiempo de la filosofía de calidad en 1950.  
Fuente: Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2012)

Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2012) en su libro “Mejora continua de los procesos, exponen que la mejora continua (Kaizen) es una filosofía japonesa que abarca todas las actividades del negocio, se le conceptualiza también como una

estrategia de mejoramiento permanente. La mejora puede referirse a los costos, el cumplimiento de las entregas, la seguridad y la salud ocupacional, el desarrollo de trabajadores, los proveedores, los productos, etcétera”.

“Las etapas genéricas del proceso de mejora continua se basan en el ciclo PDCA o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) creado por Stewart y dado a conocer por Deming a la alta dirección japonesa en la década de 1950” (Bonilla et al., 2010, p. 39).

### **Antecedentes de las 5S**

La metodología 5S se origina desde la Segunda Guerra Mundial, donde la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros crearon un movimiento de mejora de la calidad cuyos objetivos principales eran eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente, esto también obligo a hacer una mejora significativa en la higiene y seguridad durante los procesos productivos. El principio descrito por Shingeo Shingo era “no se puede avanzar en la eliminación del desperdicio, si el lugar de trabajo no está debidamente limpio y ordenado” (Rabago, 2008).

Las 5S es una metodología de origen japonés y que se ejecutó en la empresa de ensamblaje de automotriz Toyota, que permitía ordenar el lugar de trabajo para mantenerlo limpio y organizado. Por consiguiente, cada etapa de la las 5S debe ser debidamente planificada, asignando actividades con sus respectivos responsables entre el personal, de esta manera debe existir un compromiso del mismo para la ejecución correcta y además de la constancia y seguimiento a las desviaciones para así establecer una mejora día a día (Bachón, 2018).



*Figura N 19:* Ubicación de las 5S en la Línea de tiempo de la filosofía de calidad en 1965.  
Fuente: Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2012)

El método de 5s está compuesto por 5 términos en el idioma japonés, que solo los siguientes: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke que en español significa Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantenimiento de la disciplina. Se puede

percibir que cada una de las etapas son muy sencillas y son fáciles de implementarla, sin embargo, se requiere de mucha organización y disciplina para llevarla a cabo.



Figura N 20: Las 5S – origen japonés.  
Fuente: Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2012)

### Antecedentes del Trabajo Estandarizado

A inicios del siglo XXI con un amplio mercado y una capacidad en la manufactura en Europa, el Pacífico Sur y China, las oportunidades y necesidades de competencia técnica crecen de manera drástica. Las compañías estadounidenses advierten la presión de la competencia global y la explosión de la información que las empuja a mejorar su tecnología computarizada velozmente. A partir de entonces y hasta nuestros días todas las industrias, negocios y organizaciones se han ido haciendo más pequeñas, reestructurándose para operar con mayor efectividad y eficiencia, haciendo que sus costos se reduzcan y mejoren la calidad (Niebel, Benjamín, Freivalds, Andris, 2001). En la Figura 21 se puede apreciar que la estandarización del trabajo tiene sus orígenes con el Taylorismo (siglo XIX), continuando con el Fordismo a inicios del Siglo XX y la continuidad con el Toyotismo en la década de los 70 (Siglo XX).



Figura N 21: Línea de tiempo del trabajo estandarizado.

Fuente: Niebel & Freivalds (2001)

“Los estándares son el resultado final del estudio de tiempos y la medición del trabajo. Esta técnica establece un estándar permitido para realizar una tarea dada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de fatiga y retrasos personales e inevitables” (Niebel & Freivalds, 2001, p.7).

Aun hoy persiste el que cada trabajador realice el mismo trabajo a su manera y que cada uno trabaje con una metodología distinta con tal de obtener el mismo resultado, pero esto nos lleva a concluir que todavía no entendemos lo que significa estandarizar el trabajo. Finalmente, la estandarización es buscar los mejores procesos, observar las actividades de cada operario para identificar lo que hace bien y permite mejores resultados para desde ahí definir una metodología de trabajo y así difundir para que todos los colaboradores lo realicen de la misma manera. Esta metodología a seguir con los trabajos estandarizados, ha permitido identificar nuevas mejoras, para incorporarlas en la metodología y se tiene que ir continuamente mejorando los procesos. La estandarización de trabajos es una mejora continua de procesos que debe ser constantemente.

## 2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

Procedemos a continuación a presentar trabajos de investigación relacionados a nuestro estudio de investigación.

Rodríguez (2021), en su tesis para obtener el título de ingeniero industrial, en la investigación denominada IMPLEMENTACION DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE LAMINADO DE LA EMPRESA MUBAPLAST, sustentada en la Universidad Ricardo Palma, en Lima Perú, expone un estudio que permita incrementar la productividad en el área de laminado, aplicando la metodología Lean Manufacturing se buscó reducir la merma, minimizar los errores de fabricación y disminuir los tiempos del set-up, y, en establecer mejoras en la preparación de las maquinas. Al aplicar las herramientas del Lean Manufacturing a través de la estrategia PHVA se evidenció que esta sirve para analizar cuanto de merma genera el área, el Poka Yoke identificó los errores de fabricación y el SMED para minimizar los tiempos de preparación de la máquina y los cambios de bobina (SET-UP). El estudio citado, corrobora que el uso de herramientas de calidad ha permitido obtener resultados favorables, consiguiendo de esta manera que la productividad aumente y se reduzca la merma; mitigando los errores de la fabricación de productos y la reducción de tiempos set-up de la máquina. Este proyecto también contribuye en ampliar el conocimiento y aplicación de Lean Manufacturing en la metodología PDCA que se aplicó en el proyecto para reducir las mermas detectadas en la empresa Asper Coating, por consiguiente, el estudio se hace sostenible y es coherente con la aplicación que se está planteando, toda vez que tiene incidencia en los tres elementos básicos como el control de tiempos, la reducción de mermas y el mejoramiento de la productividad; bajo el establecimiento de modelos que permiten establecer un control donde los desperdicios se pueden reducir.

Guzmán (2019), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial, en su trabajo de investigación denominado IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING PARA REDUCIR LOS PRODUCTOS NO CONFORME EN LAS AREAS DE MONTAJE Y ACABADO EN EL RUBRO DE CALZADO, sustentada en la Universidad Ricardo Palma, en Lima Perú, se basa en implementar la herramienta Lean Manufacturing, en una empresa de fabricación de calzado, esta metodología de mejora contribuyó en la reducción de los productos no conformes, aplicando las 5S en el área de montaje y acabado, siendo estas las últimas del proceso productivo lineal, realizando en el área de montaje el armado del corte y en el área de acabado, propiamente el acabado por tipo de cuero, en dichas áreas mencionadas se eliminan los tiempos muertos del proceso productivo en dichas áreas. En efecto,

en al área de montaje y acabado se encontraban desordenadas, generando tiempos improductivos dentro del proceso, como búsquedas de herramientas, desplazamientos innecesarios y falta de estandarización en el proceso. El objetivo de la aplicación del Lean Manufacturing fue reducir la cantidad y los costos de los productos no conforme para incrementar la productividad de las áreas, obteniendo una mejora en la eficiencia en el flujo del proceso que permitan a la empresa ser más competitivos en el mercado. El proyecto citado contribuye en demostrar que se pueden aplicar estrategias de mejora en los procesos productivos y esto conlleve en mitigar las pérdidas en mermas, estableciendo procesos de trabajos estandarizados. Se demuestra también que la aplicación de la metodología 5s contribuye al desarrollo de mejoras en la productividad, ya que el orden y la limpieza se establecen como tareas que vistas desde una filosofía de calidad y aplicándolas adecuadamente pueden repercutir en el cumplimiento de las ordenes de trabajo.

Guerrero (2016), presenta su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, con un trabajo de investigación cuyo título es REDUCCIÓN DE COSTOS GENERADOS POR NO CONFORMIDADES DE COSTURA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING, presentada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Lima Perú, pretende implementar el Lean Manufacturing como una alternativa para reducir costos, la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicios, definidos como los procesos o actividades cuyo uso de recursos va más allá de los necesarios. La empresa de estudio, denominada como la “Empresa Textil” se ha visto afectada por un escenario donde la industria textil se ha visto afectada por la migración de los grandes pedidos hacia países asiáticos, ante los cuales Perú, como productor de prendas, no puede competir con tan bajos precios que ofertan. por lo cual era necesaria la aplicación de estas herramientas. Este proyecto es un referente adecuado ya que contribuye en demostrar que el Lean Manufacturing en la aplicación del PDCA favorecen a la mejora de los procesos impactando en la productividad. También se explica la importancia de eliminar los residuos de los procesos considerando que se deben eliminar los desperdicios frente a cualquier actividad en el sistema de producción que detenga o prolongue el proceso de producción.

Portillo (2021), elabora su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial., con un trabajo de investigación denominado, IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE ALMACÉN DE LA EMPRESA PERUTEL SOLUCIONES SAC, presentada a la Universidad Cesar Vallejo, en Lima Perú, pretende determinar en qué medida la implementación de Lean Manufacturing puede mejorar la productividad en el área de almacén. La alta demanda de servicios de telecomunicaciones a nivel mundial ha ocasionado que algunas empresas creen o implementen mecanismos costosos para mitigar el desarrollo de las empresas competidoras, ya sea mejorando la calidad de sus productos, brindando un buen servicio con el objetivo de aumentar la productividad de sus almacenes. Estos eligen utilizar soluciones engorrosas y difíciles de implementar, sin darse cuenta, minimizan los factores menos importantes y estos son los mismos que no están implicados en subir el nivel de la productividad de los almacenes. La observación directa y el análisis documental, el instrumento utilizado fue el itinerario Kaizen, la auditoría 5S y la ficha de recolección de datos. La investigación aportará con una implementación para solucionar los problemas de la empresa mediante la metodología Lean Manufacturing con el objetivo de mejorar la productividad del almacén. Con este proyecto se profundiza que las 5S permiten a la empresa en estudio aplicar un control en los procesos para evitar incidentes o accidentes que incurran en el incremento del costo por tiempos perdidos.

Morales (2017), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniería Industrial, en su tesis denominada, PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESO APLICANDO LA METODOLOGIA DE LAS 5S EN LA GESTIN DEL PROCESO DE ALMACEN E LA EMPRESA SAMMA IMPORTACIONES EIRL, sustentada en la Universidad Privada del Norte, en Lima Perú, la cual propone la mejora en la gestión de almacenes de la Empresa Samma Importaciones EIRL, perteneciente al sector de microempresas, esta está dedicada a la comercialización de productos cosméticos, con puntos de ventas distribuidos en los distrito de Lima Norte. Su centro de almacenamiento principal se encuentra en el Km. 34.5 de la Panamericana Norte, en el distrito de Puente Piedra, Lima, se expone la problemática de las empresas consideradas como micro y pequeña empresa en un contexto mundial; donde se da a conocer los problemas por la que atraviesan estas empresas con la influencia de la globalización, debido al bajo nivel de competitividad que muchas de ellas presentan,

situación que les impide poder ofertar sus productos a mercados extranjeros. Bajo este panorama se describe la posición de la empresa Samma Importaciones EIRL, que también evidencia un crecimiento en sus ventas e igualmente la problemática que enfrenta al pertenecer al sector microempresa que crece de manera desordenada. Se exhibe el problema principal que atraviesa la empresa, en su proceso de gestión de almacén donde focaliza dos eje de análisis como son: El control del inventario, que está determinado por la necesidad de combatir contra la ruptura de stock, el alto nivel de inventario y la obsolescencia de los productos por estar acopiados inadecuadamente y otro eje que motiva la investigación es el tiempo de búsqueda, que se genera cuando el área de venta realiza su requerimiento de productos para reponer su stock en exhibición y se produce la demora al identificar y seleccionar en el almacén los productos solicitados. Se presentan estudios realizados como sustento a la metodología empleada. Asimismo, se muestra toda la teoría referente al problema que ha sido identificado en el proceso del almacén de la empresa, y es donde se aplicará la mejora con la metodología de las 5 “S” que permitirá lograr maximizar el control en el nivel de inventario del almacén. Esta tesis contribuye en demostrar que a través del ordenamiento que debe existir en las áreas para poder desarrollar un trabajo con seguridad. En efecto, también se demuestra que la metodología 5S mejora las relaciones interpersonales y ayuda en la gestión de crisis cuando es necesario en las empresas como Asper Coating. Se evidencia también que el método aplicado ha sido pensado para dar orden y sentido a las dinámicas de trabajo, atendiendo situaciones de desorganización y que estas de la mano con la estrategia PDCA se pueden corregir.

Ramírez (2014), expone su tesis para optar el Título de Ingeniero de Ejecución en Mecánica, la investigación recibe el nombre de IMPLEMENTACION DEL METODO DE LAS 5S EN EL TALLER DE FABRICACION DE RECUBRIMIENTO ASTER CHILE LTDA, que se presenta a la Universidad del Bio Bio en Chile. Aster Chile LTDA, es una empresa con más de 20 años de trayectoria en el rubro industrial, realizando procesos de Aislamiento térmico, Arriendo de Andamios y Pintura Industrial. Esta empresa, tiene por objetivo construir bases sólidas, para obtener resultados con estándares de alto nivel en calidad y eficiencia de producción. Para esto es necesario implementar una metodología que sea transversal a lo mencionado anteriormente, y que involucre a todos los

trabajadores como elemento bases para su ejecución. De esta manera aparece el término utilizado en Japón, que se conoce como sistema integral de producción, utilizado por Toyota. En este sistema integral de producción se abordan los requerimientos de eficiencia y calidad de la producción mencionados anteriormente, a través de una metodología de trabajo llamado Lean Manufacturing, cuya finalidad principal es incrementar la eficiencia productiva de los procesos para así obtener una mejora en tiempo de ejecución, aprovechamiento de espacios, disminución de desperdicios, reducción de stock e inventarios, entre otros aspectos. El aporte de esta tesis radica en que los resultados impactan en los costos de los principales procesos, lo cual sirve a Asper Coating como referencia para mejorar los problemas que se tienen en el área de producción. Por lo tanto, con la aplicación de las 5S se pueden mejorar los procedimientos que impactarían en la reducción de costos que son innecesarios; de la misma manera, estas mejoras tienen impacto en la mejora de la productividad.

Gonzales (2007), previamente para optar el Título de Ingeniero Industrial publica un artículo para la revista Panorama Administrativo del Distrito Federal de México, cuyo título es MANUFACTURA ESBELTA (LEAN MANUFACTURING). PRINCIPALES HERRAMIENTAS, donde se expone acerca de los orígenes de la manufactura esbelta y de algunas herramientas que se utilizan para la eliminación de desperdicios. Señala también algunos conceptos básicos dentro de la manufactura esbelta. Dando el alcance del Lean como la identificación, eliminación de desperdicios, mejora en la calidad y la reducción del tiempo y del costo de producción. Dentro del Lean podemos considerar herramientas como, la mejora continua (Kaizen), métodos de solución de problemas como 5 porqués y los sistemas a prueba de errores (Poka Yoke). También sostiene un segundo enfoque donde se considera el “flujo de Producción” a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios. El artículo está enfocado en la manufactura esbelta o lean manufacturing, las herramientas que se mencionan en el estudio son de aplicación para la mayoría de estudios relacionados a la mejora de procesos y como punto principal la eliminación de desperdicios, este último punto es trascendente para poder conseguir resultados en la productividad y que se articulan a sustentar el objetivo de la tesis que se plantea.

Muratalla, Jiménez y Vargas (2018), previo a la obtención del Título de Ingeniero en Ciencias Administrativas publicaron en la revista Ciencias Administrativas del distrito Federal de México, el artículo con el nombre de, SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPETITIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING, donde analizan como repercute la mejora continua y la optimización de los sistemas de producción con la implementación de la metodología del Lean Manufacturing. Se muestra como los cambios que se generan en distintas compañías mediante un instrumento como el Lean Manufacturing; se dan con la inclusión de diferentes métodos y técnicas de investigación, como lo la revisión documental de diferente literatura, el análisis documental y la recolección de datos. Señalan que de los resultados se obtienen tablas y figuras que muestran la eficiencia de esta herramienta, lo cual comprueba su validez mediante casos donde tuvieron éxito por su implementación, lo cual puede tomarse como información relevante para ser considerada y utilizada como base en las organizaciones que no hayan optado aún por su aplicación. La gestión de documentos de registro que genera datos históricos para una posterior evaluación es lo que consideramos un aporte para nuestro estudio, siendo muy importante justificar y tomar como referencia esta metodología de revisión documental, el análisis y posterior generación de data que permita tomar decisiones en la mejora continua de los procesos en la organización.

Vásquez (2013), en su tesis para lograr el grado de Máster de Logística, presenta en la Universidad de Valladolid – España, el trabajo de investigación titulado, INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING EN LA INDUSTRIA, presentando un estudio de Lean Manufacturing y las principales herramientas Lean enfocadas en identificar, corregir y optimizar los procesos de producción. Adicionalmente resalta las ventajas de implantar esta filosofía de trabajo en las empresas. Dentro de sus objetivos principales esta también el dar a conocer la importancia de los indicadores claves de desempeño o KPI's (Key Performance Indicators), para ello se realizará un estudio sobre las características, atributos, tipos de indicadores, formas de cálculo y representación, responsables de medición y gestión. Se buscará también explicar los principales indicadores utilizados en las empresas de manufactura y para comprender con mayor detalle estos indicadores, proporcionando las formas de cálculo y

ejemplos para cada indicador. Se analiza el Cuadro de Mando Integral (CMI) o Balanced Scorecard (BSC) estructurado en torno a sus cuatro perspectivas, que equilibran los objetivos a corto y largo plazo. Finalmente se expresa las conclusiones y futuras líneas de investigación que se pueden tomar como base para el estudio o realización de otros proyectos relacionados. Los KPI son sin duda una herramienta importante para la toma de decisiones, los indicadores deben ser de fácil lectura e interpretación por la Gerencia y responsables de los diferentes procesos. Uno de los principales problemas identificados en la empresa Asper Coating radica en los tiempos de las salidas proyectados presentando retrasos y no existiendo un indicador que permita medir o hacer seguimiento a la gestión del proceso de mecanizado. En tal sentido, el aporte de herramientas como el BSC se articula de manera perfecta a la propuesta recomendada en la investigación.

Tiburcio (2016), da a conocer su publicación para el grado de Máster en Operaciones Logísticas, en la revista Ideas Concyteg de la ciudad de México - Guadalajara, con el nombre de DESARROLLO DE PROTOTIPOS Y MODELOS INNOVADORES PARA FOMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, en la cual expone que los conceptos de manufactura esbelta no son solo aplicables en empresas donde el nivel de tecnología es alto. Toma el caso de estudio que de una empresa en donde el gran porcentaje de las operaciones tienden a ser manuales. Menciona además que existen pocos casos a nivel internacional en donde se haya aplicado manufactura esbelta en empresas de este giro. Este artículo presenta un diagnóstico con enfoque científico mediante cual se identificó el problema de mayor impacto para la organización, sirviendo de punto de inicio para el desarrollo de la metodología propuesta, proponiendo en sus etapas iniciales la estandarización de los procesos. Especial relevancia tiene la capacitación de los mandos intermedios sobre los conceptos y del involucramiento de los directivos en la implementación de las herramientas. Este paper permitió observar la relevancia de la estandarización de los procesos. Siendo Asper Coating una empresa que ha crecido con rapidez, no se puede considerar que este crecimiento sea sostenible, si no hay una gestión enfocada en los procesos, con estándares debidamente implementados y medibles. El trabajo estandarizado cobra especial trascendencia en este punto, donde podemos diseñarlo e implementarlo. En tal sentido, se valida que la estandarización es la herramienta que permite definir un criterio óptimo y único en la ejecución de las operaciones que se desarrollan en la

empresa Asper Coating; de la misma forma el trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional.

### **2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio**

#### Lean Manufacturing

Esta metodología es conocida como: Just in time, manufactura esbelta, manufactura ágil, manufactura de clase mundial, sistema de producción Toyota y otros más. Es una filosofía que están en la persecución constante de la mejora continua en los procesos de la organización, busca eliminar los despilfarros o excesos que se encuentran en las tareas, haciendo que estas no generen un valor al producto final que obtiene el cliente. Concentra un grupo de herramientas que facilita el aprovechamiento de toda la capacidad de la cadena de valor, obtener la calidad competitiva y elevada flexibilidad. Permite minimizar inventarios, minimizar tiempos inoperativos, minimizar costos totales, optimizar espacios de trabajo, perfeccionar la calidad. contribuyendo a que las compañías logren una mayor competitividad, innovadoras y un alto nivel de eficiencia.

Lo fundamental de esta herramienta “Es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los despilfarros” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.6).

El objetivo prioritario de la herramienta es emplear los recursos a hacer solo lo importante y que sumen un valor al cliente “Quiere decir hacer más con menos – menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales, - siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea” (Villaseñor y Galindo, 2007, p. 19).

La metodología se vale de varias herramientas (Kaizen, Kanban, Jidoka, SMED, 5S, TPM, Poka Yoke, PHVA, entre otros.) que se aprecian en la Figura 22, con el propósito de eliminar los desperdicios, obtener la mejora continua y la optimización de los procesos. Cada una de las herramientas tiene una característica y propósitos concretos que permite mejorar algo en específico, no es necesario implementar todas las herramientas. Cada compañía debe elegir aquellas que mejor se adapten a sus procesos, lo mejor de esta filosofía es que se implementa de forma independiente y

de forma gradualmente cada herramienta que la conforma (Rajadell y Sánchez, 2010).



*Figura N 22:* Herramientas del Lean Manufacturing

Fuente: Pagina web Todo Proyectos (2020)

Elaboración: Pagina web Todo Proyectos

### **Conceptos clave del Lean Manufacturing**

Toda empresa que desea implementar Lean Manufacturing debe tener claro el concepto de estrategia empresarial, a la vez desde de comprender los tres aspectos en lo que se basa la filosofía lean:

#### **Efectividad**

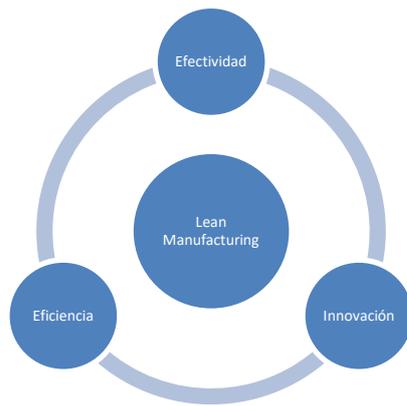
Una empresa que busca desarrollar Lean Manufacturing es una organización que busca que el cliente se sienta satisfecho.

#### **Eficiencia**

Mejorando los procesos para eliminar todo lo que no contribuya en el proceso, permite alcanzar la eficiencia utilizando solo los recursos necesarios.

#### **Innovación**

Cuando se busca una mejora continua, la innovación es una herramienta necesaria de los trabajadores que son capaces de identificar los problemas y solucionarlo.



*Figura N 23: Conceptos Clave de Lean Manufacturing*

Fuente: Elaboración Propia

### Filosofía Lean Manufacturing

Los principios que debe de aplicar una empresa que busca tener la filosofía Lean Manufacturing son los siguientes:

Hacerlo bien a la primera. Se tienen que identificar el problema y solucionarlos desde el principio, buscando no tener defectos.

Excluir actividades que no añaden valor. Se tiene que sacar los procesos que no contribuyen, generan desperdicios y que no agregan valor.

La mejora continua busca mantener la calidad del producto reduciendo costos y aumentando la productividad.

Los procesos pull evitan tener stock en inventario, produciendo solo lo que requieren.

La flexibilidad tiene la capacidad de producir diferentes productos y en cantidades exactas.

Colaborar con los proveedores para generar una estrecha relación que permita compartir riesgos y costos.

El cambio de enfoque de venta con la filosofía Lean Manufacturing, busca ofrecerle al cliente una solución a sus necesidades y no solamente un producto o servicio.

### Sistemas de producción

Las herramientas que se utilizan como estrategia en la filosofía del sistema de producción:

TQM (Total Quality Management)

JIT (Just in time o just a tiempo)

Kaizen

TOC (Teoría de las restricciones o de las limitaciones)

Reingeniería de procesos

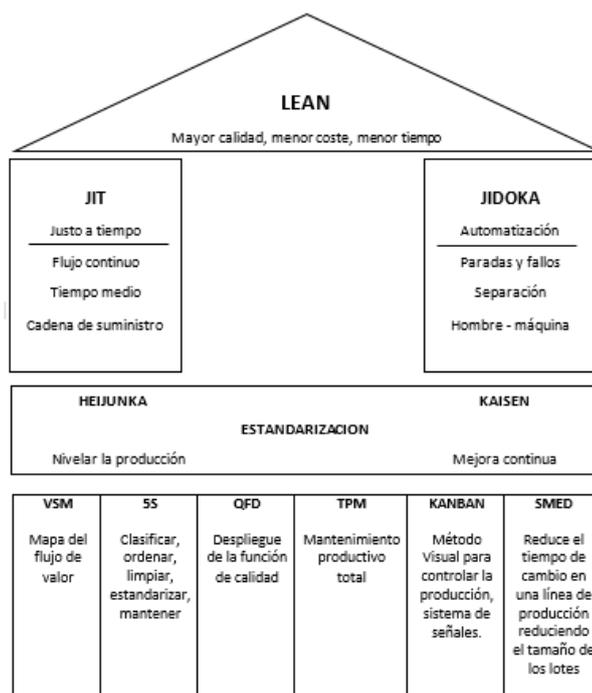


Figura N 24: Esquema herramientas Lean Manufacturing «Casa Toyota»  
Fuente: Libro Calidad

### Beneficios y ventajas del Lean Manufacturing

Si vamos a entender la organización desde la estrategia Lean Manufacturing, afirmaríamos que es una cultura empresarial flexible, que está abierta a la mejora constante, que implica lograr en el tiempo justo aquello que quieres obtener con la cantidad y calidad perfectas, y que implica el mínimo despilfarro.

#### Productividad

Podemos decir que “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados” (Gutiérrez, 2010, p.21).

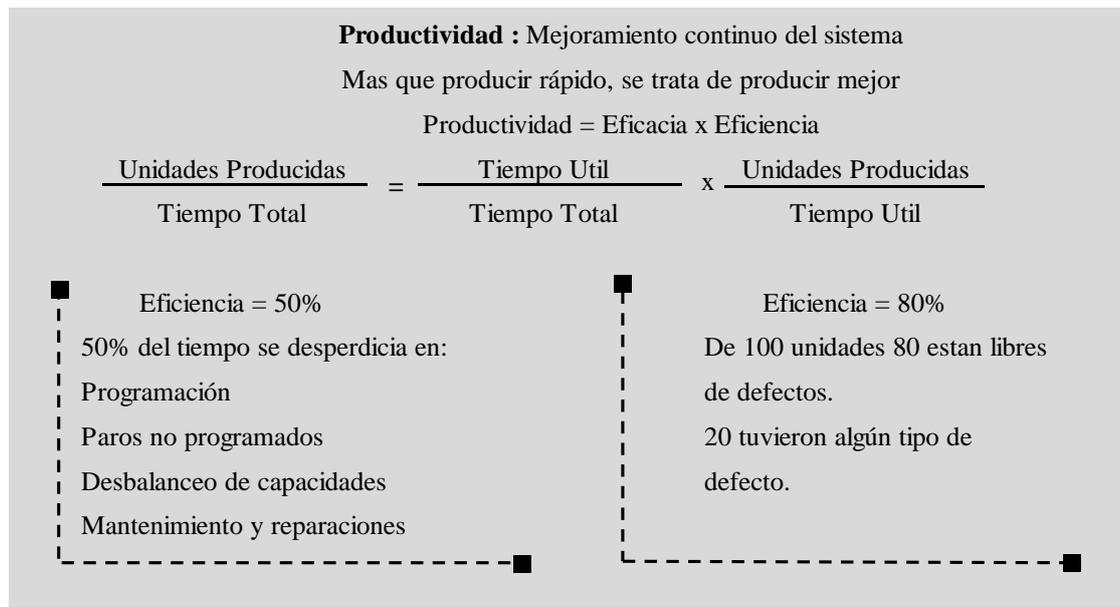


Figura N 25: La Productividad y sus componentes  
 Fuente: Libro Calidad Total y Productividad (2010, p.22)  
 Elaboración: Libro Calidad Total y Productividad

Rodríguez (1993), nos comenta sobre la productividad, En el congreso internacional de calidad total de 1990, el doctor Jackson Grayson, presidente del Centro Americano de Productividad y Calidad, destacó la importancia de que las organizaciones incrementaran la productividad para sobrevivir en las cambiantes condiciones que caracterizan el fin del milenio, y estableció con mucha convicción que el mejor camino para alcanzar la productividad es el logro de la calidad total.

En anhelo tradicional por buena calidad y alta productividad parece haber recuperado la atención empresarial, sin que ello signifique que los problemas de las organizaciones en estas materias hayan sido superados. Desde una perspectiva amplia, la productividad ha ocupado un lugar prominente para apreciar el avance económico, tanto de las organizaciones como de las naciones. En la concepción general, la productividad es una medida de la eficiencia económica que resulta de la relación entre los recursos utilizados y la cantidad de productos o servicios elaborados. Puede representarse así:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCTOS OBTENIDOS}}{\text{PRODUCTOS INVERTIDOS}}$$

En este sentido, algunos de los indicadores utilizados tradicionalmente para medir la productividad, como productos por hora-hombre o por hora-maquina, relación

producto-capital, producto interno per cápita y otros semejantes, han alimentado y reforzado un deseo permanente de <<hacer más con menos>>, propiciando intencional o accidentalmente la confusión en el concepto de productividad y su posterior asimilación al término <<explotación>>, tal vez con base en experiencias reales.

Alfaro & Alfaro (1999), indica, No cabe la menor duda que a la empresa le interesa mucho considerar no solo la cantidad de trabajo realizado, que hemos llamado producción, sino también los factores de producción empleados en conseguirla, porque el coste de estos factores en funcionamiento con utilidad industrial interviene, de forma considerable, en los gastos de producción y, por lo tanto, en la competitividad de los productos. En efecto, cuando los costes de estos factores se reducen, se consigue un menor coste final del producto, sin que esto tenga que suponer necesariamente una disminución de la calidad exigida; si así fuera, se aumentaría la competitividad en los precios de mercado y se disminuiría la que también debe ofrecerse por la calidad que buscan los consumidores.

El concepto de productividad debe de entenderse como el resultado de la relación existente entre el valor de la producción obtenida, medida en unidades físicas o de tiempo asignado a esa producción y la influencia que hayan tenido los costes de los factores empleados en su consecución, medida también es influencia en las mismas unidades contempladas en el valor de la producción.

Siempre que se calcule la productividad, es necesario indicar el factor considerado para el cálculo y en función del cual se desee expresar el resultado.

Fernández - Ríos y Sánchez (1997, p.68) refiere a la productividad, A pesar de que este término aparece frecuentemente la literatura de psicología organizacional/industrial, su significado es vago y frecuentemente se equipara con producción o rendimiento.

Tres son las perspectivas que podemos encontrar en este intento por clarificar la distinción entre eficacia y productividad:

- La productividad es una dimensión de la efectividad.
- La productividad es un concepto más amplio que comprende tanto eficiencia y efectividad.
- La productividad y la efectividad son conceptos independientes pero relacionados.

## Metodología PDCA

Gutiérrez (2009) señala en su libro, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, que para que mejore la calidad y se pueda dar solución a problemas que se presentan regularmente, se requiere de la aplicación de una metodología adecuada con el propósito de poder llegar a las causas de los problemas más importantes o de fondo, sin estancarse en resolver el impacto de estos problemas o en sus indicios. Es por ello que un gran número de metodología de solución es el ciclo de la calidad o el ciclo PDCA (Plan, Do, Check y Act / Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), donde se elabora un plan (planificar); a escala se prueba o ensaya (hacer); se observa si se dieron los resultados esperados (verificar) y su medida o magnitud; luego en base a ello se procede a actuar conforme a lo estructurado de manera general en el plan (actuar). Si los resultados que se dieron, fueron los esperados, entonces se generaliza la manera de proceder o se reestructura lo planificado si los resultados no fueron los esperados, para nuevamente iniciar el ciclo.

Vilar (1997) indica en su libro, El ciclo PDCA (Plan, planificar; Do, realizar; Check, comprobar; Act. Actuar) es una libre adaptación japonesa del “ciclo o rueda Deming”. Mientras esta segunda resalta la importancia de la interacción entre las actividades relativas al estudio de mercados, planificación, fabricación y ventas, el Ciclo PDCA afirma implícitamente que se puede mejorar cualquier proceso, tanto de gestión como de fabricación. (p.121)

Gutiérrez (2009), nos describe que el ciclo PDCA se puede dividir para su ejecución en ocho pasos, que se detallan de la siguiente manera:

### **Seleccionar y caracterizar el problema.**

Se selecciona un problema importante, se delimita y se define en términos de su magnitud e importancia. Para establecer la magnitud es necesario recurrir a datos estadísticos para que sea clara la frecuencia en la que ocurre el problema. Además, es necesario conocer cómo afecta al cliente (interno o externo) y el costo anual estimado de dicho problema. Con base en lo anterior se establece el objetivo del proyecto de mejora y se forma el equipo de personas que abordará dicho problema.

### **Buscar todas las posibles causas.**

En esta etapa se trata de buscar todas las posibles causas del problema, sin discutir las. Para ello se recomienda aplicar una sesión de “lluvia de ideas”, con especial atención

en los hechos generales y no en los particulares (por ejemplo, si el problema es lotes rechazados por mala calidad, no preguntar por qué se rechazó un lote en particular; mejor preguntar por qué se rechazan los lotes).

### **Investigar las causas más importantes.**

El objetivo de este tercer paso es elegir de la lista de posibles causas detectadas en el punto anterior, las más importantes. Siempre que sea posible, para esta elección se debe recurrir a análisis estadísticos (análisis de Pareto, estratificación, etc.). De lo contrario la elección de las causas más importantes se puede hacer por consenso o por votación. Al final de esta actividad se deberán tener las causas sobre las que se actuará para resolver el problema.

### **Considerar las medidas remedio.**

En este paso se deciden las medidas remedio para cada una de las causas sobre las que se ha decidido actuar. Se recomienda buscar que estas medidas lleguen al fondo de la causa, que modifiquen la estructura de la problemática; es decir, no adoptar medidas superficiales que dejen intactas las causas. Para acordar las soluciones para cada causa, se parte de los análisis hechos en el paso previo y/o de una sesión de lluvia de ideas. Para cada causa se debe completar la siguiente información sobre las soluciones: objetivo, dónde se aplicará, quién, cómo (plan detallado), cuánto costará, cuándo se implantará, cómo se va a verificar si fue efectiva y efectos secundarios esperados.

### **Implementar las medidas remedio.**

En este paso se deben ejecutar las medidas remedio, acordadas antes, iniciando a pequeña escala sobre una base de ensayo. Además, se recomienda seguir al pie de la letra el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados, explicándoles los objetivos que se persiguen. Si hay necesidad de hacer algún cambio al plan previsto, esto debe ser acordado por el equipo responsable del proyecto.

### **Revisar los resultados obtenidos.**

Aquí, es necesario verificar con datos estadísticos si las medidas remedio dieron resultado. Una forma práctica es comparar estadísticamente la magnitud del problema antes con su magnitud después de las medidas. En caso de encontrar

resultados positivos, éstos deben cuantificarse en términos monetarios (si esto es posible).

### **Prevenir recurrencia del mismo problema.**

Si las soluciones no dieron resultado se debe repasar todo lo hecho, aprender de ello, reflexionar, obtener conclusiones y con base en esto empezar de nuevo. En cambio, si las soluciones dieron resultado, entonces se debe generalizar y estandarizar la aplicación de las medidas remedio; y acordar acciones para prevenir la recurrencia del problema. Por ejemplo, estandarizar la nueva forma de operar el proceso, documentar el procedimiento y establecer el sistema de control o monitoreo del proceso.

### **Conclusión.**

En este último paso se revisa y documenta todo lo hecho, cuantificando los logros del proyecto (medibles y no medibles). Además, se señalan las causas y/o problemas que persisten y señalar algunas indicaciones de lo que puede hacerse para resolverlos. Finalmente, elaborar una lista de los beneficios indirectos e intangibles que se logró con el plan de mejora.

Tabla N° 1:

Ocho pasos en la solución de un problema

ETAPA	PASO	NOMBRE Y BREVE DESCRIPCION DEL PASO
<b>Planear</b>	1	<b>Seleccionar y caracterizar un problema:</b> Elegir un problema realmente importante, delimitarlo y describirlo, estudiar antecedente e importancia, y cuantificar su magnitud actual
	2	<b>Buscar todas las posibles causas:</b> Lluvia de ideas, Diagrama de Ishikawa. Participan los involucrados
	3	<b>Investigar cuáles de las causas son las mas importantes:</b> recurrir a datos, análisis y conocimiento del problema.
	4	<b>Elaborar un plan de medidas enfocado a remediar las causas más importantes:</b> para cada acción, detallar en que consiste, su objetivo y como implementarla; responsables, fechas y costos.
<b>Hacer</b>	5	<b>Ejecutar las medidas remedio:</b> seguir el plan y empezar a pequeña escala.
<b>Verificar</b>	6	<b>Revisar los resultados obtenidos:</b> comparar el problema antes y después.
<b>Actuar</b>	7	<b>Prevenir la recurrencia:</b> si las acciones dieron resultado, éstas deben generalizarse y estandarizar su aplicación. Establecer medidas para evitar recurrencia.
	8	<b>Conclusión y evaluación de lo hecho:</b> evaluar todo lo hecho anteriormente y documentarlo.

Fuente: Libro Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma – Gutiérrez (2009, p.14)

Elaboración: Propia

El ciclo PDCA Prat y Tort-Martorell (2004), transmitió a los ejecutivos e ingenieros japoneses que asistían a sus sesiones de consulta la importancia transcendental de la interacción constante entre I + D, diseño, fabricación y servicio postventa. Esta idea se generalizo en o que diversos autores Imai (1986), Ishikawa (1985) han llamado el

volante de Deming, también conocido por el ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action). La versión de Ishikawa del ciclo PDCA se encuentra en la figura.



Figura N 26: Ciclo PDCA  
Fuente: Prat y Tort-Martorell (2004)

El ciclo es útil para las actividades diversas como la planificación estratégica de una empresa o la mejora de proceso de distribución.

### **Propuesta de ejecución al problema específico encontrado sobre las mermas en el proceso de mecanizado, mediante la metodología PDCA**

#### 1. Planear (Plan)

Se definen los lineamientos a seguir para establecer un plan de acción, producto de la identificación de errores en referencia a un estándar, la secuencia será la siguiente:

- 1) Identificar el problema
- 2) Entender el problema y registrar su situación actual
- 3) Señalar las causas posibles del problema, con el fin de proyectar una mejora del proceso.
- 4) Establecer acciones correctivas y objetivos dentro de un plazo definido.

Esta primera etapa nos permite entender el identificar el problema, entenderlo, determinar sus causas raíz para luego construir un plan de trabajo que al ejecutarlo pueda solucionar el problema. Es necesario para todo esto recursos en cuanto a personas, tiempo, compromiso para su ejecución y una permanente coordinación con la Gerencia para monitorear los avances en cuanto a la ejecución del Plan. Las herramientas que se usarán serán: Diagrama de Flujo, diagrama de Ishikawa, diagrama causa efecto y los cinco Por qué.

- Diagrama de Flujo

Herramienta que permite generar una representación una secuencia de pasos que se pueden desempeñar para producir cierto resultado. Considera símbolos predefinidos que representan un flujo de actividades/operaciones, con sus relaciones. En la figura 27 podemos observar su representación.

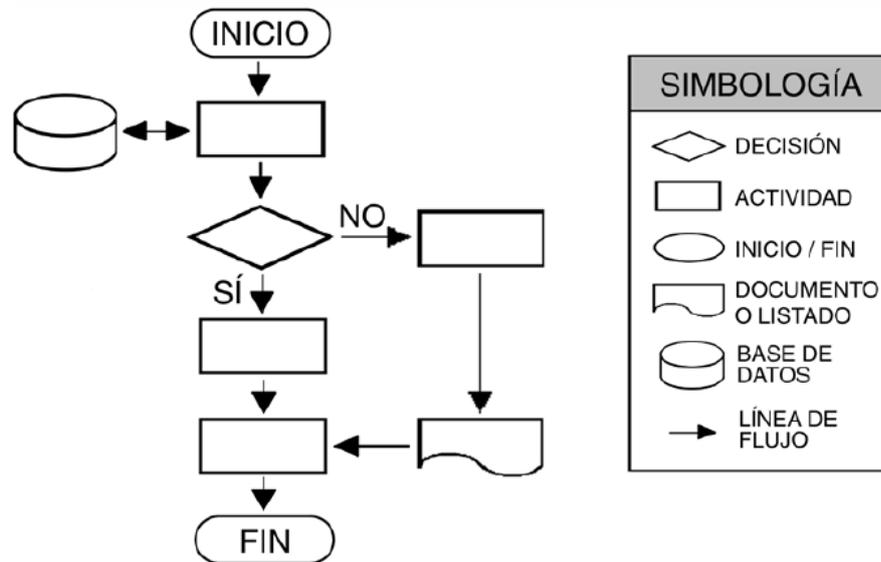


Figura N 27: Diagrama de Flujo

Fuente: Libro Gestión Integral de la Calidad – Cuatrecasas (2005, p.182)

Elaboración: Libro Gestión Integral de la Calidad

- Diagrama de Ishikawa o Causa Efecto

Esta herramienta permite identificar las causas principales o causa raíz del problema general. La conexión entre los posibles factores de casualidad debe tener una representación clara, las relaciones que generan entre los factores es por lo general cualitativo.

Podemos observar su representación en la figura 28

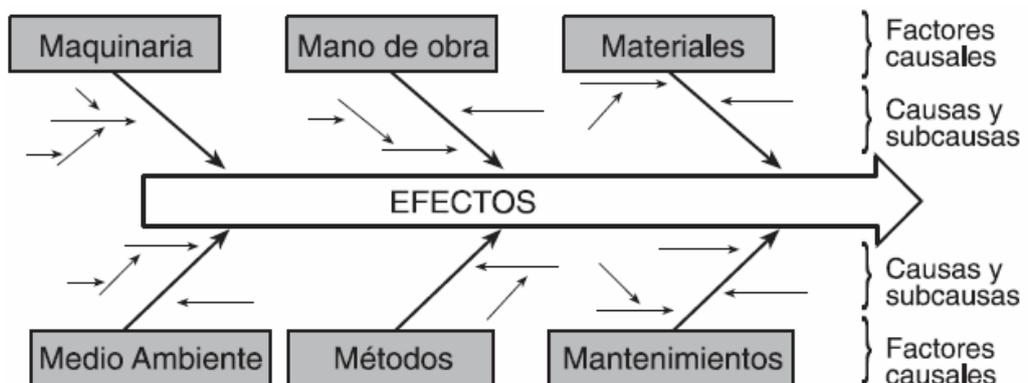


Figura N 28: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Libro Gestión Integral de la Calidad – Cuatrecasas (2005, p.66)

Elaboración: Libro Gestión Integral de la Calidad – Cuatrecasas

- Los cinco ¿Por qué?

Esta herramienta explora un problema basándose en el diagrama de causa-efecto o Ishikawa, repitiendo cinco veces la pregunta: ¿Por qué? Con ello se podrá tener más claro la causa raíz de los problemas. Se puede observar en la figura 28 su representación.

Tabla N° 2

Cinco Por qué.

5 POR QUE	NIVEL DE PROBLEMA
¿ Por qué ?	Falla en ejecución de planos
¿ Por qué ?	Error en la lectura de los planos
¿ Por qué ?	Error en la elaboración de los planos
¿ Por qué ?	Mala interpretación del diseñador
¿ Por qué ?	Mala comunicación de los requerimientos

Fuente: Elaboración Propia

## 2. Hacer (Do)

Esta etapa abarca la ejecución de las acciones planificadas en la etapa anterior. Principalmente se realiza el plan de trabajo estructurado determinando algún mecanismo de seguimiento para poder garantizar el cumplimiento del programa. Guajardo (1996), expone lo siguiente, “Para llevar el control de la implementación, existen herramientas como la Gráfica de Gantt o la Lista de verificación de tareas realizadas, que permiten observar claramente el avance del proceso”

- Diagrama de Gantt Es una herramienta gráfica cuyo objetivo que muestra el tiempo de dedicación previsto para una serie de actividades planificadas en un tiempo estimado o determinado. Con ello se podrá fijar el inicio, fin y por lo tanto la duración de cada actividad.

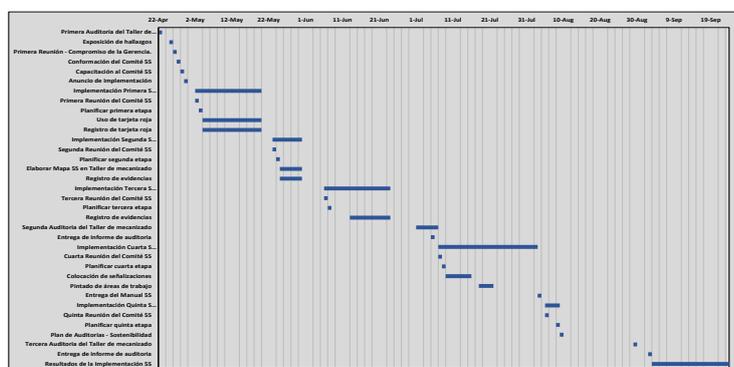


Figura N 29: Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración Propia

### 3. Verificar (Check)

Esta etapa compara los resultados obtenidos con los planificados, verificando a la vez si las tareas fueron ejecutadas correctamente en base a lo planificado y definido por objetivo al inicio. Esto nos permite analizar las causas de las desviaciones o errores si es que se produjeran. Las herramientas que acompañaran este nivel son: hoja de control, registros de tiempos, registros de producción y recorrido (documentos a implementarse).

### 4. Actuar (Act)

Esta es la última etapa del PDCA, donde posteriormente a contrastar lo planificado con los resultados obtenidos, considerando han sido positivos, se deberá documentar e internalizar este proceso nuevo en todos los niveles de la organización. Si los resultados fuesen desfavorables, se tomarán las medidas necesarias para retomar el proceso nuevo, evitando los errores y determinando las causas.

Es importante mencionar que se necesita el compromiso de la alta Gerencia para la sostenibilidad y se puedan cumplir los nuevos métodos de trabajo.

### Metodología 5S

La ejecución del Lean Manufacturing y sus beneficios no pueden darse si el lugar de trabajo está sucio y desordenado, por ello Taiichi Ohno, Sakichi y Kiichiro Toyota inventaron esta metodología que permite desarrollar un plan para mantener: clasificación, orden y limpieza del lugar de trabajo. Esta metodología surge en 1950 tratando de encontrar una solución alterna al método de la cadena de Ford o montaje basado en el aumento de problemas operativos. La metodología de las 5S mantiene las áreas limpias y organizadas, lo que contribuye a la ejecución de las actividades mejorando la productividad, creando una cultura de orden, limpieza y organización, al margen de si son empresas que elaboran productos o dan servicios, sin importar el sector industrial, comercial y también independientemente de si es una organización pública o privada.

Jimeno Bernal (2013), indica que “La metodología se centra en estudiar qué consumos de materiales y tiempos se pueden reducir, como simplificar las actividades de los operarios para evitar errores, reducir riesgos, asegurar la calidad

y, en definitiva, aumentar la eficiencia de los procesos reduciendo costes al mismo tiempo”.

Se denomina 5S por las iniciales en japonés de las 5 letras que la componen Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (disciplina).



Figura N 30: Metodología 5S

Fuente: Fustier 2016

De acuerdo la norma nacional (D.S No 005-2012-TR) la definición de incidente, es suceso acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo, en el que la persona afectada no sufre lesiones corporales, o en el que éstas solo requieren cuidados de primeros auxilios, mientras que los accidentes son, todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.

Propuesta de solución al problema específico encontrado sobre el número incidentes reportados, mediante la metodología de las 5 S

En consideración a lo analizado en el Diagrama Ishikawa y Diagrama de Causa Raíz de la empresa, se identificaron tres problemas específicos de los cuales, se observa un factor importante como es el reporte de incidentes debido a varios factores relacionados. Este problema se puede mejorar con la aplicación de esta metodología. Se propone 5 puntos a establecerse para poder implementar las mejoras y son los siguientes:

Diseño y ejecución de un programa de capacitación permanente a los trabajadores en todos los niveles sobre los puntos en cada una de las 5S.

Implementación de la Metodología de las 5S.

Elaboración de instructivos, procedimientos, formatos y registros para evaluar el desempeño.

Tabla N° 3.

Propuesta de Alternativa de Solución

<b>Causas Raiz Identificadas</b>	<b>Problema Específico</b>	<b>Propuesta de Solución</b>
Actos Inseguros	¿Cómo reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado?	Elaboración de Procedimientos Capacitación a los operarios. Implementación de la metodología 5S.
Condiciones Inseguras y Factores de Trabajo	¿Cómo reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado?	Elaboración de Procedimientos Capacitación a los operarios. Implementación de la metodología 5S.
Fallas en las operaciones	¿Cómo reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado?	Elaboración de Procedimientos Capacitación a los operarios. Implementación de la metodología 5S.
Fatiga y Estrés.	¿Cómo reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado?	Elaboración de Procedimientos Capacitación a los operarios. Implementación de la metodología 5S.

Elaboración propia.

La implementación de la Metodología de las 5S, tendrá tres etapas y en cada etapa se establecerán las responsabilidades para su ejecución. A continuación, se detalla las etapas de la implementación de la metodología:

Tabla N° 4

Desarrollo y ejecución de la Metodología de las 5S

<b>IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S</b>
<p>Etapa No 1: Preparación. Se compone de los siguientes puntos: Compromiso de la Gerencia. Instalación de un Comité de las 5S. Difusión y lanzamiento de las 5S. Planificar actividades. Desarrollar la capacitación de las 5S</p>
<p>Etapa No 2: Desarrollo y ejecución. Se compone de siguientes puntos: Ejecutar Seiri Ejecutar Seiton Ejecutar Seiso Ejecutar Seiketsu Ejecutar Shitsuke</p>
<p>Etapa No 3: Evaluación de resultados, seguimiento. Se compone de los siguientes puntos: Elaboración del Plan de Seguimiento. Evaluaciones del desempeño. Levantamiento de observaciones y mejora continua.</p>

Elaboración propia.

## Detalles sobre las 5S

### Primera S: Seiri (Clasificación)



Figura N 31: Seiri – Clasificación

Fuente: In 5S 2016

Seiri significa separar los materiales identificados en necesarios de lo innecesario. Bortolotti (2014) dice que “Esta acción tiene por objetivo eliminar los elementos innecesarios e identificar aquellos importantes para los procesos de trabajo”

La correcta aplicación de Seiri debe considerar lo siguiente:

- Definir el criterio para clasificar objetos, señalándolos para poder diferenciarlos.
- Todos los elementos innecesarios deben ser alojados en lugares específicos hasta que se decida su disposición.
- Los objetos necesarios deben clasificarse de acuerdo a la importancia y frecuencia de uso.

Tabla N° 5

Ventajas y desventajas de usar Seiri

<b>Ventajas de aplicar Seiri</b>
Reducción de necesidad de mayor espacio, transporte, pólizas, etc.
Reducción de compra de materiales innecesarios.
Reducir la fatiga en los trabajadores y el aumento de su desempeño.

<b>Desventajas de no aplicar Seiri</b>
Tendencia al desorden y dificultad en el trabajo.
Pérdida de tiempo, al tener que buscar materiales, herramientas y piezas.
Sobrecosto por excesos de stock de consumibles o productos terminados.

Fuente: Elaboración propia

## Segunda S: Seiton (Orden)



Figura N 32: Seiton – Orden

Fuente: 5s Corner 2007

Implementar Seiton nos permitirá ordenar los elementos clasificados por Seiri. Una técnica extendida en Seiton es el uso de las señalizaciones con pintura o carteles en diferentes zonas, recordando a los colaboradores procedimientos, normas, políticas, entre otros.

Tabla N° 6

Ventajas y desventajas de usar Seiton

<b>Ventajas de aplicar Seiton</b>
Mejora el ambiente de trabajo, sensación de mayor confort.
Mejora el desempeño de las personas, ahorra tiempo.
Mejora la productividad de los equipos y maquinas.
Reduce el cansancio en los colaboradores.
Facilita el cumplimiento de los estándares de trabajo.
<b>Desventajas de no aplicar Seiton</b>
El desorden no permite controlar visualmente los materiales e insumos, ni el stock.
Pérdida de tiempo al tener que buscar e identificar los materiales, insumos y otros elementos necesarios.
La falta orden genera lugares inseguros o zonas del equipo de alto riesgo se puede producir accidentes y en desenfoco de los colaboradores.
El desorden nos permite la mejora de procesos y la implementación de estándares de trabajo.
Repetición de actividades, lo cual genera sobrecostos en la mano de obra.

Fuente: Elaboración propia

### Tercera S: Seiso (Limpieza)



Figura N 33: Seiso \_ Limpieza  
Fuente: Sánchez 2014

Esta “S” nos permite mantener el área de desarrollo de actividades limpia, así mismo la inspección e identificación de equipos, lugares o áreas en las cuales podrían ocurrir averías, fallos o que puedan presentar problemas de suciedad o polvo y atente contra la salud de los colaboradores. Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que los puestos de trabajo se encuentren siempre en óptimas condiciones de modo que cuando alguien lo requiera este libre para ser utilizado.

#### Tabla N° 7

##### Ventajas y desventajas de usar Seiso

<b>Ventajas de aplicar Seiso</b>
Evita el deterioro y daño a los equipos, materiales e insumos.
Mejora la productividad de las personas.
Mejora la productividad de los equipos y máquinas.
Previene la ocurrencia de incidentes / accidentes.
Aumenta la vida útil de equipos y herramientas,

<b>Desventajas de no aplicar Seiso</b>
Dificulta la identificación de errores, averías y defectos.
Incrementa el riesgo de incidentes / accidentes.
Aumenta la necesidad de mantenimiento correctivo (Sobrecostos).
Aumenta la posibilidad de errores y defectos en los productos y servicios.
Repetición de actividades, lo cual genera sobrecostos en la mano de obra.

Fuente: Elaboración propia

#### **Cuarta S: Seiketsu (Estandarizar)**

“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” (Pro Optim, 2017)

“¿Cómo aplicar seiketsu? (Mantener o estandarizar)

En esta etapa se emprenderán acciones de estandarización de las tres (3) primeras S, a fin de conservar y mejorar los resultados ya logrados. Para esto se sugieren las siguientes actividades:

- a) Auditorías de 5 S por parte del equipo designado para tal propósito; eventualmente participarán integrantes de la alta gerencia.
- b) Reuniones breves para discutir aspectos relacionados con el proceso.
- c) Competencias inter-departamentales e inter-empresariales de 5 S.
- d) Premiaciones por desempeño sobresaliente.
- e) Asignar un encargado o responsable a cada máquina.
- f) Ejecutar labor de seiso de 5 a 10 minutos diarios.
- g) Programar por lo menos dos (2) jornadas de limpieza profunda por año.
- h) Promover condiciones que contribuyan a controlar lo que ocurre en su área de trabajo de manera visual.
- i) Si la empresa tiene algún boletín, en éste se reseñarán los aspectos más relevantes del proceso, al tiempo que se publicarán reconocimientos, instrucciones e informaciones en general.

La estandarización plantea un modo consistente de realización de tareas y procedimientos que coadyuvan al mantenimiento del estado limpio y ordenado.

La organización y control visual en las áreas de trabajo son elementos fundamentales de los procesos de estandarización” (Infotep, 2010, p.33)

Tabla N° 8

Ventajas y desventajas de usar Seiketsu.

<b>Ventajas de aplicar Seiketsu</b>
Permite estandarizar los procesos y sus actividades.
Mejora la eficiencia en el uso de recursos.
Refuerza la mejora continua.
Mejora la gestión de la prevención de riesgos laborales.

<b>Desventajas de no aplicar Seiketsu</b>
Ausencia de normas y procedimientos.
Sobrecostos y desperdicios.
Hace insostenible la aplicación de las otras S.
No se da el compromiso en todos los niveles.

Fuente: Elaboración propia

### **Quinta S: Shitsuke (Mantener la Disciplina)**

En esta etapa se deberá establecer un hábito en la aplicación de las 4 S anteriores para la mejora continua del lugar de trabajo “Estamos desarrollando una nueva disciplina de trabajo que consiste en aplicar coherente y sistemáticamente las actividades anteriores” (Pro Optim, 2017)

Principios de disciplina (Shitsuke) basados en INFOTEP (2010)

- a) Los estándares y normas constituyen la base de sustentación de la disciplina.
- b) Se debe fomentar la autodisciplina, es decir, el hábito de operar con apego a procedimientos estándares y controles previamente establecidos.
- c) El control visual ayuda a mejorar la disciplina y el trabajo en equipo.
- d) Procurar que las buenas practica de las 5S se conviertan de algo constante.
- e) Shitsuke = disciplina = respeto a normas y acuerdos.

¿Cómo promover la autodisciplina?

- 1) Coloque papeles, desperdicios, chatarra, etc., en lugares destinados para tales fines.
- 2) Coloque siempre en el lugar de origen, los materiales, herramientas y equipos, después de cada uso.
- 3) Después de realizar alguna actividad, deje limpias las áreas de uso común.
- 4) Establezca las bases para que cada colaborador cumpla con las normas de su área.
- 5) Respete las normas en otras áreas.

- 6) Considere en reuniones breves, casos de incumplimientos de normas y acuerdos, aun cuando el infractor no pertenezca al área. (p.34)

Tabla N° 9

Ventajas y desventajas de usar Shitsuke

<b>Ventajas de aplicar Shitsuke</b>
Fomenta una cultura de cuidados de los recursos de la empresa.
Sensibiliza a los trabajadores y los orienta hacia un sentido de pertenencia.
Aumenta la satisfacción en el cliente interno y externo.
Le da sostenibilidad a las etapas anteriores.

<b>Desventajas de no aplicar Shitsuke</b>
Inobservancia hacia los objetivos y las metas.
Resultados negativos y cuellos de botella sin resolver.
Conflicto entre las diferentes áreas.

Fuente: Elaboración propia

### **Trabajo Estandarizado**

El trabajo estandarizado contribuye a su pensamiento y prácticas Lean, desde el punto de vista de las Tres P de Propósito, Proceso y Personas que guía el proceso del trabajo estandarizados.

#### Propósito

1. Establece una línea de base para la mejora.
2. Crea un medio para lograr los objetivos organizacionales en la primera línea, donde se lleva a cabo el trabajo real de la organización.
3. Sirve como un medio para involucrar a las personas que hacen el trabajo, permitiéndole fomentar el nivel deseado de compromiso requerido del trabajador. (En pocas palabras, recuerda por qué quieres establecer un trabajo estandarizado):
  - Compromiso, no cumplimiento
  - Mejora, no estado estacionario
  - Creatividad, innovación, resolución de problemas, mejora del trabajo estandarizado
  - Iniciativa, no simplemente seguir órdenes

## Proceso

1. Construye a partir de estándares de trabajo.
2. Garantiza seguridad, calidad, rendimiento.
3. Posibilita la observación y el estudio de procesos.
4. Incluye tres Elementos Básicos de Trabajo Estandarizados:
  - Takt Time y tiempo de ciclo (TT frente a C/T): en otras palabras, tiempo: el tiempo exigido por su cliente y las limitaciones de tiempo de su capacidad de procesamiento
  - Secuencia de actividades (incluido el diseño y la combinación hombre-máquina con hojas de capacidad de proceso y tabla de combinación de trabajo estandarizada): En otras palabras, determinar el orden óptimo para producir el producto o servicio: primero haga A, luego B, luego C.
  - Inventario Estandarizado / S-WIP: En otras palabras, la cantidad de “cosas” en proceso que se requiere, ni más ni menos. Ese material puede ser material, partes o información.

## Personas

1. Ofrece un medio de compromiso, participación, propiedad
2. Ve a cada trabajador como un empresario
3. Control de Calidad y Six Sigma
4. Forma la base para el entrenamiento
  - TWI – Capacitación dentro de la industria
  - Si no conoce este programa, infórmese al respecto.
  - Instrucción de Trabajo (IT), Métodos de Trabajo (MT), Relaciones de Trabajo (RT).
  - En el caso de Toyota, el trabajo estandarizado y la capacitación Kaizen han reemplazado a MT, pero las empresas harían bien en considerarse comenzar con MT, luego considere el trabajo estandarizado al estilo de Toyota más adelante).
  - Matriz de habilidades.
  - Práctica.
5. Incluye trabajo estandarizado para trabajo no estandarizado
  - Tres niveles de trabajo estandarizado
  - Nivel 1: hacer trabajo de producción repetitivo Nivel 2: apoyar el trabajo repetitivo



La herramienta que se implementará para esta etapa es el “Registro de Capacidad de Producción”, formato que contiene las metas que debe alcanzar el sistema productivo por operación diariamente para satisfacer la demanda del cliente.

### **Etapa 2. Cálculo del Tiempo del Ciclo**

Es el tiempo que considera a los miembros del equipo o máquinas en completar la secuencia del trabajo. Incluye elementos que agregan valor (trabajar) y que no agregan valor (caminar, esperar, considerando que esta espera es inevitable dentro del ciclo).

### **Etapa 3. Establecer la Secuencia de Actividades**

En esta etapa se definen los pasos correctos a seguir por el operario, estableciendo un orden de acuerdo al flujo de proceso. Las herramientas a implementar en esta etapa son:

- El formato de “Hoja de Descripción del Trabajo”, el cual detalla el paso a paso de cómo realizar las actividades y el sustento para que el trabajador complete la secuencia.
- El “Cuadro de Trabajo Estandarizado”, que determina la secuencia de ejecución del trabajo y el tiempo que debe tomarse el colaborador para realizar cada actividad con el fin de establecer el tiempo de ciclo total de la operación.

### **Etapa 4. Inventario Estandarizado**

Este inventario estándar está vinculado al stock que debe tener cada estación de trabajo para cumplir con la orden de trabajo programada para el día. La herramienta a implementar en esta etapa es el “Check List de Materiales e Insumos”, formato que ayudara al operario a verificar si se tiene todos los recursos necesarios para ejecutar lo programado.

## **2.4. Definición de términos básicos**

### **Definición de Accidente**

Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte (Rodríguez, 2020, p.26).

### **Definición de Defectos**

Rodríguez (2020), manifiesta que es la “falta o ausencia de algo esencial para la integridad o perfección complete de las uniones soldadas. Los defectos podrán ser permisible o no, de acuerdo al tipo, tamaño y distribución de los mismos, y también al tipo de trabajo para el cual este solicitada la pieza” (p.12).

### **Definición de Eficiencia**

Lusthaus (2002) conceptualiza que es la “proporción que refleja una comparación entre los resultados logrados y los costos sufragados para el cumplimiento de metas” (p.123).

### **Definición de Estandarización**

Un proceso que mantiene las mismas condiciones y produce los mismos resultados. Por tanto, si se desea obtener los resultados esperados consistentemente, es necesario estandarizar las condiciones, incluyendo materiales, maquinaria y equipo, métodos, procedimientos y el conocimiento y habilidad de la gente (Rodríguez, 2005, p. 88).

### **Definición de Especificación Técnica**

Cortez (2018), manifiesta, consultar con los trabajadores o sus representantes sobre los equipos que pueden ser más recomendables para su aceptación, de entre los existentes en el mercado, que cumpla con las especificaciones técnicas. Adquirir los equipos seleccionados, controlando que los mismos vengán acompañado de las especificaciones técnicas exigidas. Informar a los usuarios de los riesgos para los que se recomiendan los equipos, elaborar una normativa de uso y mantenimiento, y facilitar la formación necesaria para su correcta utilización.

### **Definición de Incidente**

Cortez (2018, p. 41) explica que es el suceso acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo, en el que la persona afectada no sufre lesiones corporales, o en el que éstas solo requieren cuidados de primeros auxilios.

### **Definición de Mecanizado**

“Términos como velocidad de corte, avance y profundidad de pasada. Estos parámetros determinan las condiciones en las que se realizara el mecanizado. Es por tanto muy importante saber calcularlos para poder mecanizar correctamente” (Martínez, 2015, p.138).

**Definición de Procesos**

Los procesos para Groover (1997), se constituyen en una “operación de proceso transforma un material de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado para el producto” (p. 12).

**Definición de Productividad**

Jiménez y Espinoza (2007), indican que es el “resultado de dividir las actividades o procesos de salidas entre las entradas, o sea, el valor de todos los productos fabricados entre el valor de todos los insumos utilizado para ello” (p.529).

## 2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis

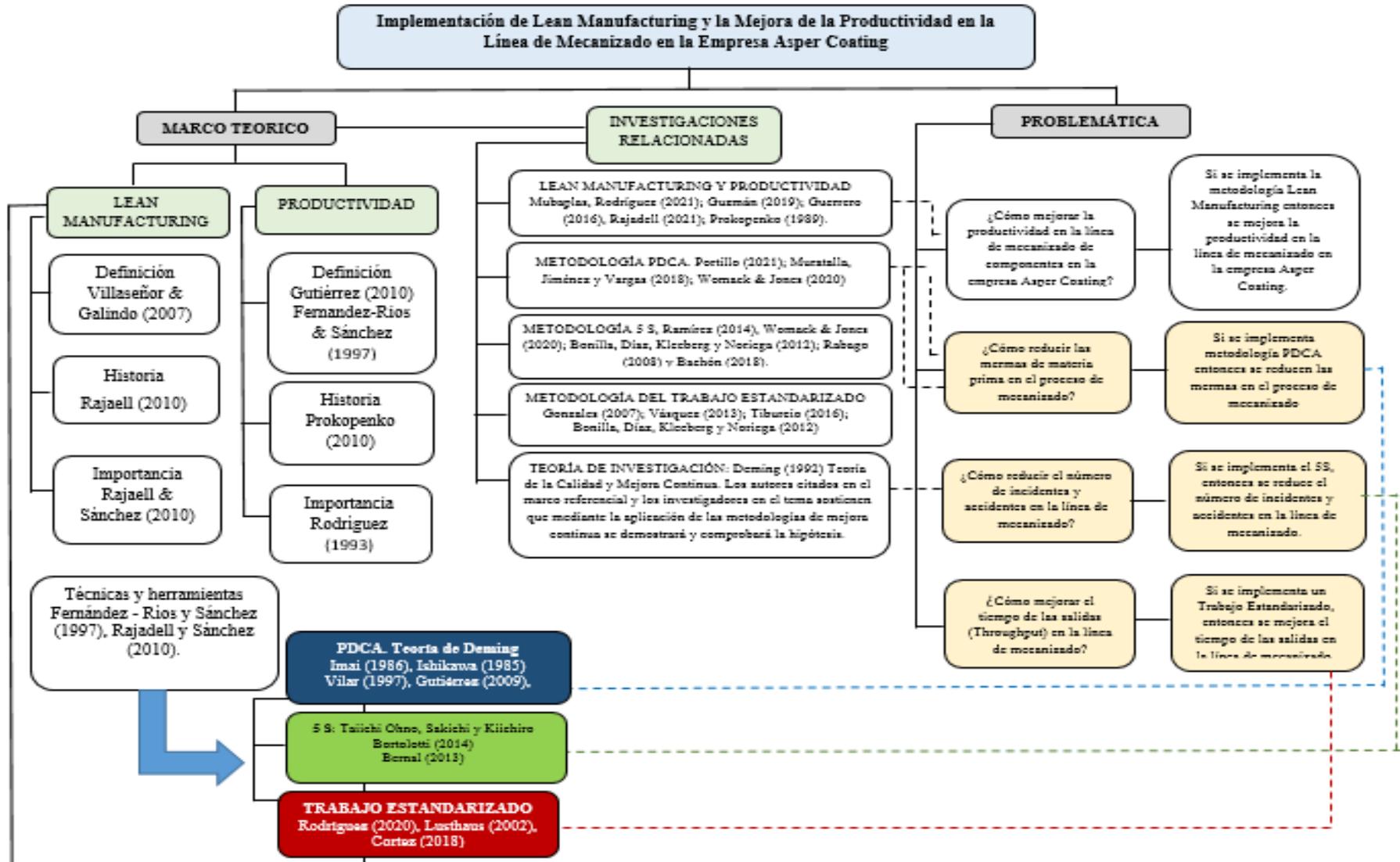


Figura N 34: Fundamentos teóricos

Elaboración propia

En la Figura 34 se aprecia el modelo de fundamentos teóricos; el estudio se fundamenta en el conocimiento básico de procesos en la industria que participa la empresa Asper Coating, hasta lograr un conocimiento específico de las herramientas como el PDCA, las 5S, y, el Trabajo Estandarizado para lograr disminuir los diferentes desperdicios, tiempos y cumplimiento de las ordenes de pedido.

## **2.6. Hipótesis**

### **2.6.1 Hipótesis general**

Si se implementa la metodología Lean Manufacturing entonces se mejora la productividad en la línea de mecanizado en la empresa Asper Coating.

### **2.6.2 Hipótesis específicas**

- a. Si se implementa la metodología PDCA entonces se reducen las mermas en el proceso de mecanizado.
- b. Si se implementa el 5S, entonces se reduce el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado.
- c. Si se implementa un Trabajo Estandarizado, entonces se mejora el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado.

## **2.7. Variables**

Independiente

- PDCA
- 5 S
- Trabajo Estandarizado

Dependiente

- Merma
- Incidentes
- Piezas Producidas

### Indicadores

- Porcentaje de merma (semanal)
- Número de Incidentes (semanal)
- Promedio de piezas producidas (semanal)

### **Matriz de Operacionalización**

Las variables independientes como las variables dependientes i sus indicadores, presentadas anteriormente permitieron trasladar el marco metodológico en un plan de acción, donde se pudo determinar en detalle el método a través del cual cada una de las variables serán medidas y analizadas.

En el anexo 04 se muestra la matriz de operacionalización utilizada para el estudio de la investigación.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo, método y diseño de la investigación

#### **Enfoque**

#### **Nivel / Enfoque de la investigación (opcional)**

En el enfoque cualitativo, Gómez (2006) considera que la investigación “se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, sin conteo. Utiliza la descripción y las observaciones” (p.60).

De acuerdo a lo citado esta investigación presentará un enfoque cualitativo. Siendo el objetivo el de implementar como solución la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de mecanizado de componentes, para ello se ha recopilado información con datos e indicadores de la empresa, con el fin de poder verificar si se ajustan a la realidad de la empresa. De esta manera podremos analizar los problemas y plantear las mejoras necesarias que nos lleve a lograr mejores resultados en cuanto a la productividad de la empresa donde el proceso de mecanizado es un elemento clave.

#### ▪ **Tipo de la investigación**

Según Namakforoosh (2000) “La característica básica en la investigación aplicada es el énfasis en resolver problemas”.

Rodríguez (2005) define a la investigación aplicada de la siguiente manera, “se le denomina también activa o dinámica y se encuentra íntimamente ligada a la anterior ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Aquí se aplica la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a una utilización inmediata y no al desarrollo de teorías”.

Podemos concluir entonces que la presente investigación es de tipo aplicada, ya que estará en función a la aplicación de la metodología Lean Manufacturing y sus herramientas, con el fin de resolver los problemas específicos identificados, como son las mermas, la necesidad de reducir los costos de mano obra y mejorar el tiempo de las salidas de los productos.

- **Método de la investigación**

Bernal (2016) sobre la investigación descriptiva señala “En tales estudios se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, se realizan, diagnósticos, perfiles, o se diseñan productos, modelos, prototipos, guías, etc., pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos, etcétera”. (p.143).

También podemos señalar a Ackerman y Com (2013), que expresa sobre la investigación explicativa lo siguiente, “En estas investigaciones se busca dar cuenta de las relaciones causales entre los fenómenos estudiados. Se trata de encontrar las causas o las condiciones en las que se producen” (p.38).

Por lo tanto, esta investigación tiene un método descriptivo y explicativo, debido a que con la aplicación del Lean Manufacturing y sus herramientas, podremos hacer un diagnóstico de la empresa e implementar soluciones, además de conocer las causas que originan los problemas señalados en la presente investigación.

- **Diseño de la investigación**

Sampieri, Fernández y Baptista (2010) dicen “En los diseños cuasi experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento)” (p.148).

El diseño de la investigación es cuasi experimental. La población objeto del estudio no se selecciona o determina aleatoriamente, las poblaciones se encuentran ya definidas, así como establecidos los grupos o elementos que las conforman, es por eso que no se tiene un control sobre estos. Este tipo de diseño está enfocado en resolver el modo en el que se va a relacionar una variable independiente respecto a la variable dependiente, además de observar cuáles son los resultados y los efectos de esta relación de variables.

En el análisis de los datos se identifica la influencia de las variables independientes hacia las variables dependientes y los efectos que se suscitan entre los elementos que los componen.

Podemos concluir que el presente trabajo tiene un diseño cuasi experimental, en función a que no se asignan los elementos aleatoriamente a los grupos, sino que ya están establecidos. Las medidas a implementarse se podrán percibir mediante la comparación de situaciones respecto a un antes y un después.

### **3.2. Población y muestra**

#### **Población General**

Gutiérrez y Vladimirovna (2014), exponen que se llama población al “conjunto de todos los elementos de un tipo de partículas cuyo conocimiento es de nuestro interés” (p. 289). La población de estudio y universo está determinada en 52 semanas de producción de rolas que realiza la empresa.

#### **Muestra General**

Gutiérrez y Vladimirovna (2014), afirmaron que la muestra es “cualquier subconjunto de la población en realidad en este texto nos interesan los subconjuntos no vacíos y finitos” (p. 289). Según lo mencionado por Hernández y Mendoza (2018), expresa que “si la población es menor a cincuenta individuos, la muestra debe ser igual a la población” (p.69), de esta manera la muestra es por conveniencia y se ha tomado parte de la población para efectos de la validación estadística. La muestra de estudio estuvo determinada en 16 semanas de producción de rolas que realiza la empresa, evidenciándose el pre test en 8 semanas y el pos test en 8 semanas.

Entre abril del 2022 hasta mayo del 2022 que está representado por 8 semanas de producción documentados en el anexo 4 Estudio Pre- test. Y el total de unidades de producción entre julio 2022 - hasta setiembre de 2022 en el Estudio Post- test. Justificándose en el procedimiento de la Prueba T para muestras independientes compara las medias de dos variables de un solo grupo. El procedimiento calcula las diferencias entre los valores de las dos variables de cada caso y contrasta si la media difiere de 0. A continuación, se presenta la población y la muestra que se emplearán por cada una de las Variables Dependientes planteadas en esta investigación.

## **Variable Dependiente 01 - Indicador Porcentaje de Merma**

### **Población**

- Población Pre. – Del periodo que involucra desde el 04 de abril al 28 de mayo del 2022. La población Pre representa 39 piezas.
- Población Post. - del periodo que involucra desde el 18 de julio al 09 de setiembre del 2022. La población Post representa 39 piezas.

### **Muestra**

- Muestra Pre. - Del periodo que involucra desde el 04 de abril al 28 de mayo del 2022.
- Muestra Post. - Del periodo que involucra desde el 18 de julio al 09 de setiembre del 2022.

## **Variable Dependiente 02 – Indicador Número de Incidentes**

### **Población**

- Población Pre. - Del periodo que involucra desde el 04 de abril al 28 de mayo del 2022. La población asciende a 12 incidentes reportados
- Población Post. - Del periodo que involucra desde el 18 de julio al 09 de setiembre del 2022.

### **Muestra**

- Muestra Pre. – Del periodo que involucra desde el 04 de abril al 28 de mayo del 2022.
- Muestra Post. - Del periodo que involucra desde el 18 de julio al 09 de setiembre del 2022.

## **Variable Dependiente 03 – Indicador Promedio de piezas producidas**

### **Población**

- Población Pre. - Del periodo que involucra desde el 04 de abril al 28 de mayo del 2022. La población en el periodo Pre asciende a 39 piezas producidas.
- Población Post. - Del periodo que involucra desde el 18 de julio al 09 de setiembre del 2022.

## Muestra

- Muestra Pre. – Del periodo que involucra desde el 04 de abril al 28 de mayo del 2022.
- Muestra Post. – Del periodo que involucra del 18 de julio al 09 de setiembre del 2022.

Tabla N° 11

Cuadro resumen de población y muestra por variable

	Variable Dependiente	Indicador	Unidad de análisis y periodos	Muestra PRE	Muestra POST
1	Merma	Porcentaje de Merma (%)	Porcentaje de merma en la semana 14 a la semana 21	Registros de porcentaje de merma en la semana 14 a la semana 21	Registros de porcentaje de merma en la semana 29 a la semana 36
2	Incidentes	Número de Incidentes	Número de Incidentes en la semana 14 a la semana 21	Registro de Incidentes en la semana 14 a la semana 21	Registro de Incidente en la semana 29 a la semana 36
3	Tiempo de Producción	Promedio de tiempo de producción de las piezas	Promedio de piezas producidas en la semana 14 a la semana 21	Registro de promedio de piezas producidas en la semana 14 a la semana 21	Registro de promedio de piezas producidas en la semana 29 a la semana 36

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Es la etapa donde se buscó elegir el instrumento, que sea confiable, donde se garanticen los datos que se fueron recabando y han permitido interpretar la realidad (Pino, 2013).

En el estudio de investigación la elaboración del diseño como planteamiento teórico, no tendría efecto si no se efectúa la elaboración y aplicación del instrumento. Para ello se parte de un método estratégico que sirve de guía a través la encuesta y/o observación. La técnica utilizada es el conjunto de reglas y de procedimientos que permitió al investigador a establecer la relación con el objeto o sujeto de la investigación. El instrumento es el mecanismo que se utilizó para recolectar y registrar la información. (Pino, 2013).

Fidias (2012), expone que la observación es una “técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho,

fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p.69).

Geraldo, Santos y Tito (2022), afirmaron sobre el procesamiento de la información: Una vez obtenida la información a través de las técnicas utilizadas, es necesario ordenarlas a través de un proceso sistemático, que permita transmitir los resultados de manera clara, precisa y a la vez sencilla. Los procedimientos aplicados dependerán del tipo de estudio o investigación y también del tipo de datos recolectados (p.86).

En el presente trabajo se utilizó la observación como técnica de investigación. El uso de la observación servirá para evaluar el desempeño de las actividades y uso de los recursos, que intervienen en el proceso de mecanizado de componentes, con el fin de mejorar la productividad mediante la implementación de la metodología antes mencionada. Cabe indicar que se tuvo que recurrir a los datos que registran en la data mediante la hoja de cálculo en Excel, donde se encuentran todos sus procesos y registro de trabajo históricos.

## **Variable Dependiente 01 – Indicador Porcentaje de Merma**

### **a. Técnicas e instrumentos**

#### **Técnicas**

Se parte de la entrega de los registros de compra de materiales (Área de Compras) donde se detalla los pesos de las barras de acero en bruto y los registros de los pesos de los materiales que ingresan al torno y fresadora para su mecanizado. Se analiza la diferencia para establecer el porcentaje de merma generada.

#### **Instrumentos**

La información que ha sido procesada se encuentra en una data elaborada en la hoja de cálculo en Excel y que ingresan al sistema de la empresa para su registro y seguimiento.

Para el presente estudio se utilizaron:

### **Análisis documental**

Se hace la extracción científico-informativo que es un reflejo objetivo, que son los documentos oficiales de producción, donde se encuentran todos los registros de tiempos, la conciliación de los materiales y el registro de mermas o desperdicios, el registro de las horas hombre y horas máquina del personal, las áreas donde se ha fabricado y realizado todas las actividades de las diferentes operaciones.

### **Lista de verificación**

Se utilizó esta técnica de recolección de dato para recopilar información de los movimientos y desplazamientos de los operadores, equipos y los materiales durante el desarrollo de todas las actividades durante el proceso de producción, con la finalidad de controlar y evaluar detalladamente todas las actividades en la producción del producto terminado. Todo esto con la finalidad de registrar desplazamientos, transporte, movimientos y compararlos en % de variación tanto en los estudios pre-test versus el estudio pos-test.

### **Data en hoja de cálculo en Excel**

Marqués (2022), indica que una data en excel se configura como una “recopilación organizada de información o datos estructurados, que normalmente se almacena de forma electrónica en un sistema informático” (p. 14). En el caso de estudio, en el Anexo 4 se presenta la data organizada por celdas vinculada al registro de producción de rolas por semanas, cantidad de unidades de producción, y tiempo de proceso de mecanizado expresado en minutos.

### **Registro de compras**

Se recurrió a hojas electrónicas que fueron proporcionadas por la empresa para efectos de determinar datos relacionados con los productos que se adquieren para efectos de la producción.

### **Registro de incidentes**

El reporte de incidencias, es un documento en el que se registran y detallan los acontecimientos ocurridos durante cierto periodo y que repercuten en el

pago de la nómina. En el anexo 5 se presenta el registro de incidencias que se reportaron en la presente investigación.

### **Validez**

La validez hace referencia al uso de los resultados obtenidos a través del test, también se refiere al grado en que una prueba proporciona información que es apropiada a la decisión que se toma (López De Ipiña, 2018).

### **Confiabilidad**

Hace referencia a los errores cometidos en las mediciones realizadas por medio de algún estadístico o instrumento de investigación. Mediante la confiabilidad se da entender el nivel de precisión y evidencia de los instrumentos utilizados, que derivarán en conclusiones coherentes en el estudio (López De Ipiña, 2018).

#### **b. Criterio de validez del instrumento**

La empresa genera un registro de trazabilidad que contiene los requerimientos de compra de los materiales para el proceso de mecanizado. Esta información es revisada y validada por la Jefatura de Operaciones y posteriormente auditada por su área de calidad.

#### **c. Criterio de confiabilidad de instrumento**

La información proporcionada por la empresa no requiere un criterio de confiabilidad.

### **Variable Dependiente 02 – Indicador Incidentes**

#### **a. Técnicas e instrumentos**

##### **- Técnicas**

Se inicia con la revisión de los informes mensuales de producción. En estos documentos incluyen información relacionada a fallas de operación de equipos, lesiones leves con el manejo de herramientas manuales, actos inseguros, condiciones inseguras, derrames de productos usados durante las actividades, entre otros.

- **Instrumentos**

Se implementará un registro de incidencias (formato) donde los trabajadores reporten de manera inmediata cualquier incidencia o accidentes ocurridos durante las labores, así como las posibles causas que originaron el incidente o accidente. Mediante la ejecución de instrumentos como las 5S (Orden, Limpieza y estandarización de actividades), se podrá mejorar la gestión preventiva en seguridad y salud en el trabajo.

**b. Criterio de validez del instrumento**

Los registros a implementarse tienen la aprobación y conformidad de la Gerencia de Operaciones y la Gerencia General. Estos instrumentos acompañarán y reforzarán los actuales informes mensuales de producción con el fin de tener mayor información que permita ejecutar correctivos en las actividades para el control de riesgos y peligros.

**c. Criterio de confiabilidad de instrumento**

La información proporcionada por la empresa no requiere un criterio de confiabilidad.

**Variable Dependiente 03 – Indicador Promedio de piezas producidas**

**a. Técnicas e instrumentos**

- Técnicas

Existe un formato *que* expresa las ordenes de producción y un formato de entrega de piezas terminadas. El número de piezas está previamente planificado. Lo que se analizó es el tiempo del mecanizado de las piezas, que presenta cuellos de botella y demoras.

- Instrumentos

Se analiza el parte diario de producción, donde se observa que el trabajo no está estandarizado, por lo cual se elaboró procedimientos de trabajo que estandaricen la operación de mecanizado. Con ello se podrá observar y comparar los resultados.

### b. Criterio de validez del instrumento

El registro del parte diario de producción es un documento que se utiliza para controlar el avance de la producción. Los procedimientos a elaborarse se implementarán con el aval de la Gerencia y con el seguimiento periódico de la Jefatura de Operaciones.

### c. Criterio de confiabilidad del instrumento

La información proporcionada por la empresa no requiere un criterio de confiabilidad ya que se ha realizado bajo la información proporcionada por la empresa para efectos de la investigación.

En la Tabla 12 se muestran las técnicas a emplear en el presente estudio; así como, los instrumentos a utilizar para cada una de ellas.

Tabla N° 12

Técnicas e instrumentos

Variable Dependiente	Indicador	Técnicas a emplear	Instrumentos a utilizar
Merma	Porcentaje de Merma (%)	Hoja de datos, Lista de verificación y análisis	Hoja de información para el registro de compra de materiales. Orden de compra.
Incidentes	Número de Incidentes	Hoja de datos, Lista de verificación y análisis	Registro de Incidentes
Tiempo de producción	Promedio de tiempo de producción	Hoja de datos. Lista de verificación y análisis	Registro de órdenes de producción y Registro de entrega de piezas terminadas

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Descripción de procedimientos de análisis

Esta etapa se caracteriza por la puesta en marcha de las capacidades del investigador, de razonamiento, de deducción, sistematización, combinación, contrastación entre los elementos efectuados en la investigación y en información recolectada. Los datos se presentan en resúmenes, cuadros, escalas, gráficas y esquemas (Geraldo et al.,2022, p.91.)

En conclusión, las variables y sus indicadores desarrollados nos permitieron medir, analizar y verificar los datos. De esta manera se pudo obtener información necesaria

para el análisis de los resultados. En la Tabla 13 se observa la información con la cual se trabajó el análisis descriptivo e inferencial para comprobar las hipótesis planteadas.

Tabla N° 13

Matriz de Análisis de datos

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Estadísticos descriptivos</b>	<b>Análisis inferencial</b>
<b>Merma</b>	Porcentaje de Merma (%)	Escala de razón /nominal/ordinal	Medidas de tendencia central: Media, mediana, varianza y desviación estándar.	Prueba paramétrica T Student.
<b>Incidentes</b>	Número de Incidentes	Escala de razón /nominal/ordinal	Medidas de tendencia central: Media, mediana, varianza y desviación estándar.	Prueba No paramétrica Wilcoxon
<b>Piezas producidas</b>	Promedio de piezas producidas (Unidades)	Escala de razón /nominal/ordinal	Medidas de tendencia central: Media, mediana, varianza y desviación estándar.	Prueba paramétrica T Student.

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados

#### Generalidades

Razón Social: Asper Coating del Perú S.A.C

RUC: 20600462173

Nombre comercial: Asper

Página web: <https://aspercoat.com>

Ubicación: Av. Daniel Alcides Carrión 247, Santa Clara, Ate – Lima.

Actividades: La empresa ofrece una amplia gama de productos y servicios, una de las principales son las soluciones de ingeniería conservera y soft-drinks, análisis de fallas mediante modernos laboratorios de calidad para envasado y envase desarrollo de proyectos llave en mano donde se considera la instalación, calibración y puesta en marcha de líneas de envasado metálico, vidrio-twist off y PET, fabricación de repuestos para máquinas cerradoras y llenadores, así como el diseño y fabricación de máquinas cerradoras para la venta e instalación. Entre sus clientes podemos mencionar al Grupo Gloria, Sociedad Agrícola Virú, Danper Trujillo y Arequipa, Gandules Inc, Green Perú y Metalpren entre otros.

#### Productos



*Figura N 35:* Algunos productos principales como rolas/rulinas, Chuck, rodamientos, estrellas y demás repuestos o piezas de máquinas cerradoras y llenadores  
Fuente: Asper Coating

## Servicios



Figura N 36: Servicios

Dentro de los servicios principales esta, llave en mano, donde se considera la instalación, calibración y puesta en marcha de líneas de envasado metálico como, vidrio-twist off y PET, fabricación de repuestos para maquinas cerradoras y llenadores

Fuente: Asper Coating

## Misión

Asper Coating ofrece productos y soluciones bajo un enfoque basado en el cliente, supervisando y velando por los criterios de calidad en cada una de las etapas de sus procesos, permitiendo lograr soluciones eficientes de ingeniería y productos con una larga vida útil.

## Visión

Ser una marca referencial en América Latina en cuanto a precisión de soluciones de ingeniería conservera y líder a nivel nacional en la fabricación de componentes en acero de aleaciones especiales.

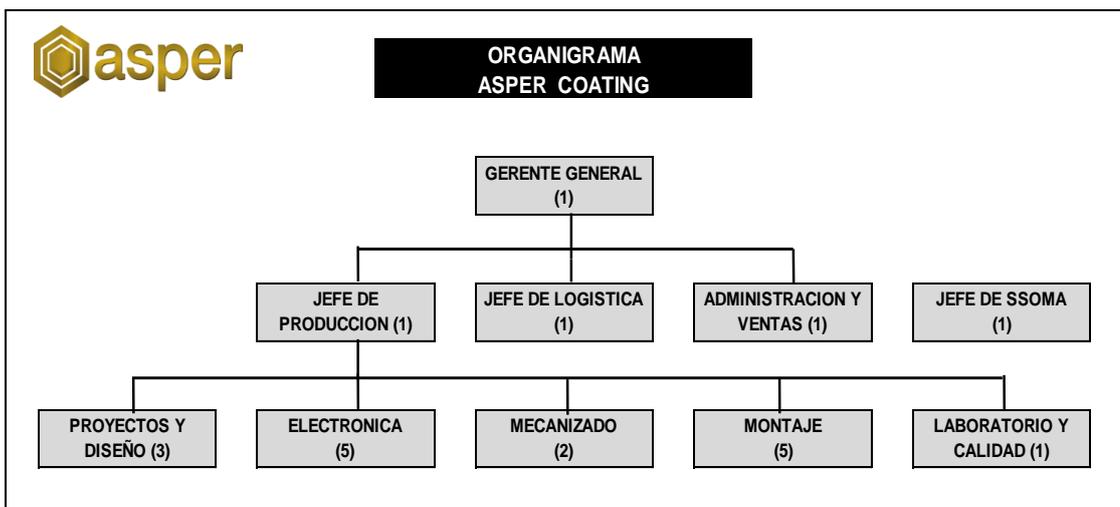
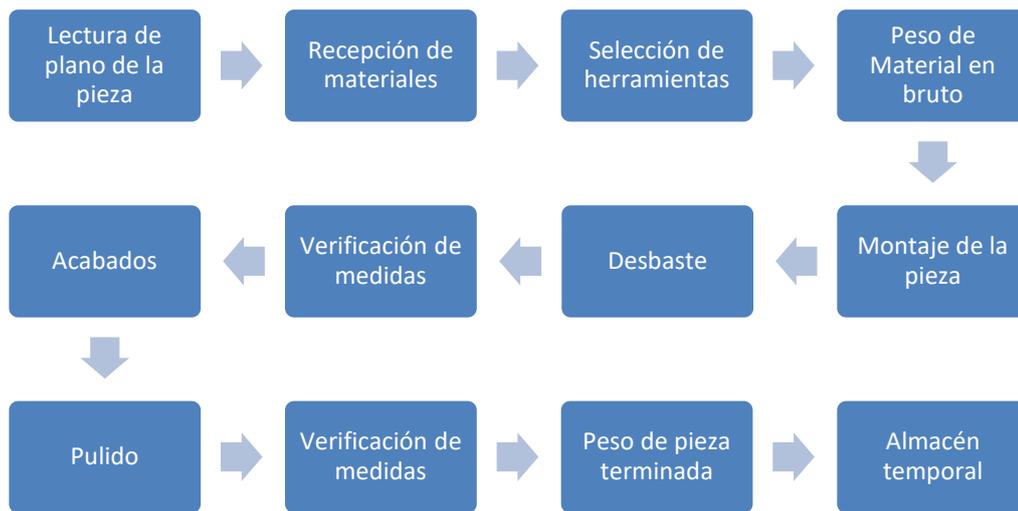


Figura N 37: Organigrama Asper Coating

Fuente: Asper Coating



*Figura N 38:* Diagrama de flujo del proceso de mecanizado  
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 14, se presenta a la variable dependiente 1, el objetivo 1 y la Hipótesis 1. Para este primer objetivo, se identificaron las causas primordiales de la variable dependiente.

**Objetivo específico 01: Implementar metodología PDCA para reducir las mermas en el proceso de mecanizado.**

#### **Situación Antes (Pre Test)**

Uno de los problemas específicos identificados de acuerdo al análisis realizado es el exceso de merma, la cual se genera en las actividades con el torno y la fresadora en la producción de piezas de repuesto para maquinas cerradoras o componentes de las mismas. Esta merma no llevaba un registro de control, debido a que esta actividad como otras no estaba debidamente estandarizada. El registro y seguimiento se inicia a partir del mes abril, fecha en la que se inicia el presente estudio. El registro se inicia llevando un control del peso en gramos de las piezas mecanizadas, observándose en el mes de abril un peso total de 8319.04 gramos de merma generada y en el mes de mayo un total de merma generada de 4778.15 gramos. Se puede apreciar en la tabla 14 el detalle del registro de la merma que se genera entre las semanas 14 y 21 que corresponden a los meses de abril y mayo. En la tabla 14 se evidencia registros desde un mínimo del 27.50 % y un máximo de 86.10% en merma, lo cual nos indica que es un proceso ineficiente, donde existe un sobrecosto y retrasos en los tiempos de entrega esperados. Es necesario precisar que el número de piezas a mecanizar esta

previamente programado antes del inicio del mes, pudiendo agregarse piezas adicionales en la primera y segunda semana de cada mes, no siendo significativo el incremento de piezas, aun así, los porcentajes de merma generada de manera semanal son bastante altos por lo que se tiene que establecer mejoras que permitan reducir este porcentaje de merma generada.

Tabla N° 14:

Registro de Porcentaje de Merma Semanal

<b>N° Semana</b>	<b>Mes</b>	<b>Merma (gr)</b>	<b>Porcentaje (%) Merma Semanal</b>
14	Abril	5339.60	70.90
14	Abril	1600.00	61.73
15	Abril	548.41	34.35
16	Abril	51.93	61.87
16	Abril	172.35	85.17
16	Abril	187.81	77.03
17	Abril	216.28	81.84
17	Abril	187.34	39.41
17	Abril	15.32	71.85
18	Mayo	2535.31	69.82
18	Mayo	26.63	62.47
19	Mayo	1072.41	67.18
19	Mayo	220.00	27.50
20	Mayo	524.00	51.37
20	Mayo	106.04	81.54
20	Mayo	92.92	86.10
20	Mayo	97.20	77.64
21	Mayo	96.36	40.09
21	Mayo	7.28	70.81

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar las causas de la merma de materia prima en proceso de mecanizado se elaboró un Diagrama de Ishikawa donde se analizó el problema, pudiendo detectar tal como se muestra en la Figura 39 que las causas están asociadas a procesos de compra no estandarizados, elección de materiales inadecuados, interpretación incorrecta de parte del trabajador que opera los equipos (torno y fresadora) y en algunos casos también la viabilidad entre el diseño y la ejecución, cuyo impacto fue el de elaborar piezas que finalmente fueron rechazadas en control de calidad al entregar la pieza terminada o durante el proceso de elaboración, generando merma.

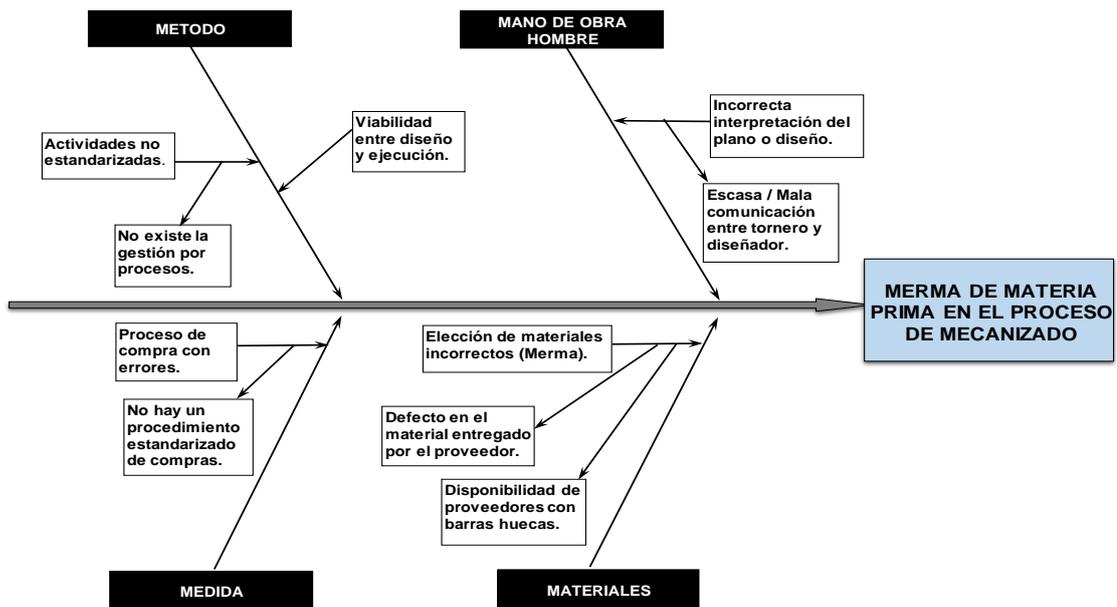


Figura N 39: Diagrama Ishikawa – Merma de Materia Prima en el proceso de mecanizado  
Fuente: Elaboración propia

### Muestra Antes (Pre Test)

Tabla N° 15

Registro de Porcentaje de Merma Semanal

N° SEMANA	MERMA %
14	66.32
15	34.35
16	74.69
17	64.37
18	66.15
19	47.34
20	74.16
21	55.45

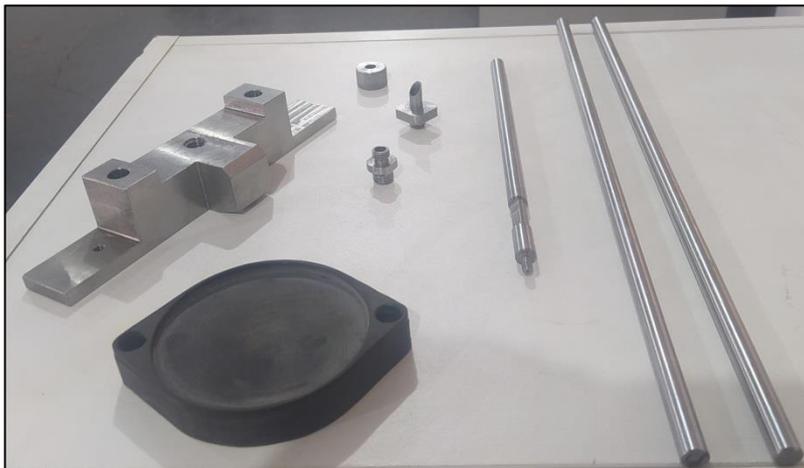
Fuente: Elaboración propia

Se tomaron datos por día en 8 semanas considerando las cantidades de piezas producidas, sus pesos brutos, pesos de pieza terminada y el promedio de porcentaje de merma semanal.



*Figura N 40:* Barras de acero y tubos sin mecanizar (Materia Prima)  
Fuente: Asper Coating

En la Figura 40 se aprecia las barras y cilindros de acero que ingresan a la empresa en el proceso de compra, las dimensiones varían de acuerdo al requerimiento y también varía de proveedor a proveedor. En esta etapa del estudio se observó que las compras no consideran un control adecuado en las medidas y pesos de lo que se compra.

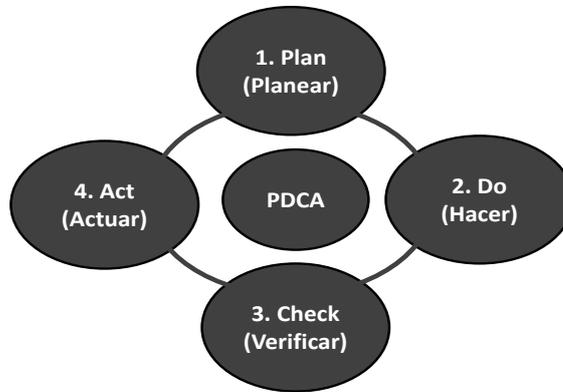


*Figura N 41:* Piezas terminadas (Mecanizadas)  
Fuente: Asper Coating

En la Figura 41 se puede observar las piezas terminadas (mecanizadas). Visualmente se encontró una diferencia considerable entre las dimensiones de la materia prima ingresada y las piezas de salida (Entregadas).

## Aplicación de la teoría

Para poder solucionar los problemas encontrados se propone aplicar el PCDA con el objetivo de reducir la merma generada en el proceso de mecanizado. Su aplicación se llevará de acuerdo a la secuencia indicada en la Figura 42.



*Figura N 42:* Ciclo de Deming  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten en la empresa establecer una mejora integral de los procesos, de los productos y servicios, mejorando de forma continua la calidad, reduciendo costos, optimizando productividad, reduciendo precios, incrementando la participación del mercado e incrementando la rentabilidad. A continuación, se presenta la implementación por fases.

### **FASE PLANIFICAR.**

Se tomaron en cuenta los objetivos del proceso de mejora, estableciendo los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con las políticas de la empresa en cuanto al control de la producción. También se identificaron y abordaron los riesgos y las oportunidades. Es necesario planificarse teniendo en cuenta el contexto de la empresa, las necesidades y las expectativas de las partes interesadas, así como todos los requisitos del cliente.

Esta es la fase de diseño de calidad, como el alcance, la identificación y la definición de los procesos, etc.

En la Fase de Planear, se identificó que uno de los problemas principales es el alto porcentaje de merma, lo cual impacta en la productividad. Es por ello que el objetivo se enfoca en reducir el alto porcentaje de merma en el proceso de mecanizado.



*Figura N 43:* Merma generada en el proceso de mecanizado  
Fuente: Asper Coating

Paras entender el problema y registrar su situación actual se hizo un diagnóstico de la situación al inicio y se registró detalles del proceso, desde el ingreso de la materia prima hasta la entrega del producto o pieza terminada.

Posteriormente se señaló las causas posibles del problema, con el objetivo de proyectar una mejora en el proceso.

Se elabora un diagrama de Ishikawa (Figura 43), logrando determinar los principales problemas que generan los altos porcentajes de merma en el proceso de mecanizado. Seguidamente se extraen 10 problemas de mayor frecuencia, los cuales se ordenan de mayor a menor incidencia, con sus respectivos porcentajes acumulados, como se observa en la tabla 16. De esta manera luego se elabora el diagrama de Pareto, donde se puede apreciar los problemas más relevantes que hacen que se genere un volumen considerable de merma el cual impacta a la productividad. Se observa entonces que la incorrecta interpretación de los planos, la mala comunicación entre el diseñador y el operario ejecutor (torno y fresa), las actividades no estandarizadas, la falta de gestión por procesos, la necesidad de materia prima más adecuada a la forma y requerimientos del diseño, además con un proceso de compras sin un estándar, constituyen el 80% de los problemas donde deberán enfocarse las soluciones.

Tabla N° 16

Problemas Principales de acuerdo a su frecuencia

N°	Problemas Principales	Frecuencia Mensual	Porcentaje %	Acumulado	% Acumulado
1	Incorrecta interpretación	10	16.67%	10	16.67%
2	Mala comunicación	9	15.00%	19	31.67%
3	Actividades no estandarizadas	8	13.33%	27	45.00%
4	No existe gestión por procesos	8	13.33%	35	58.33%
5	Necesidad de tubos huecos	7	11.67%	42	70.00%
6	Proceso de compras sin estandar	7	11.67%	49	81.67%
7	Proceso de compras con errores	4	6.67%	53	88.33%
8	Material entregado con defectos	3	5.00%	56	93.33%
9	Discrepancia diseño y ejecución	2	3.33%	58	96.67%
10	Fallas de ejecución en mecanizado	2	3.33%	60	100.00%
Total		60	100.00%		

Fuente: Elaboración propia

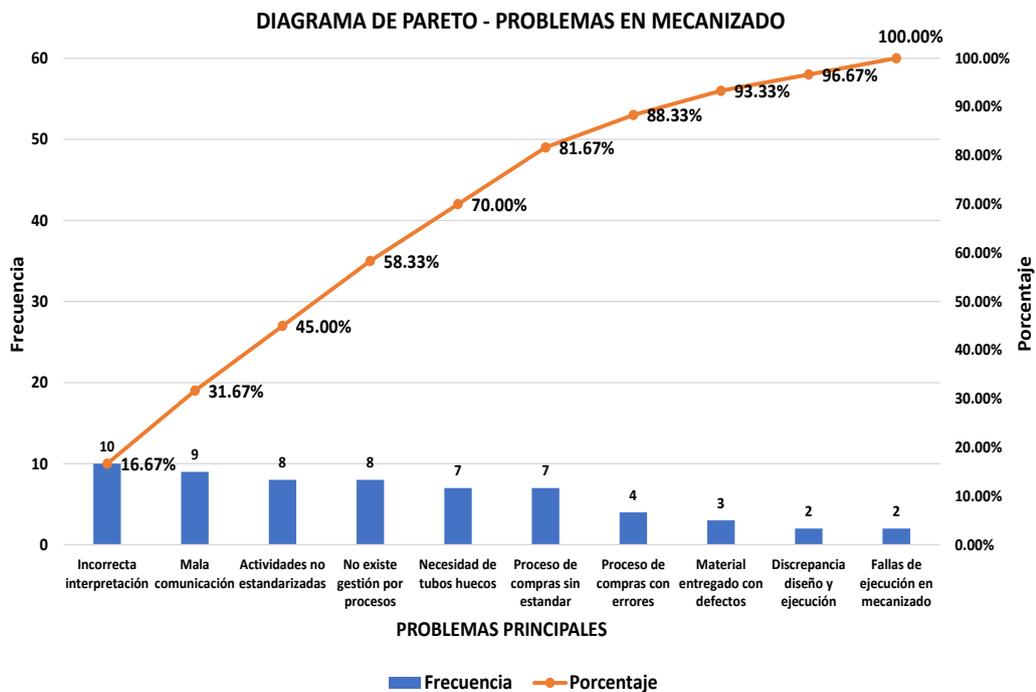


Figura N° 44: Diagrama de Pareto – Frecuencia de problemas

Fuente: Elaboración propia

### FASE HACER:

La empresa tiene que determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, la implementación, el mantenimiento y la mejora continua que se busca en cuanto a la calidad. En esta fase se ha considerado lo siguiente:

- Las capacidades y limitaciones de los recursos internos existentes.
- Tener mapeado los proveedores externos.

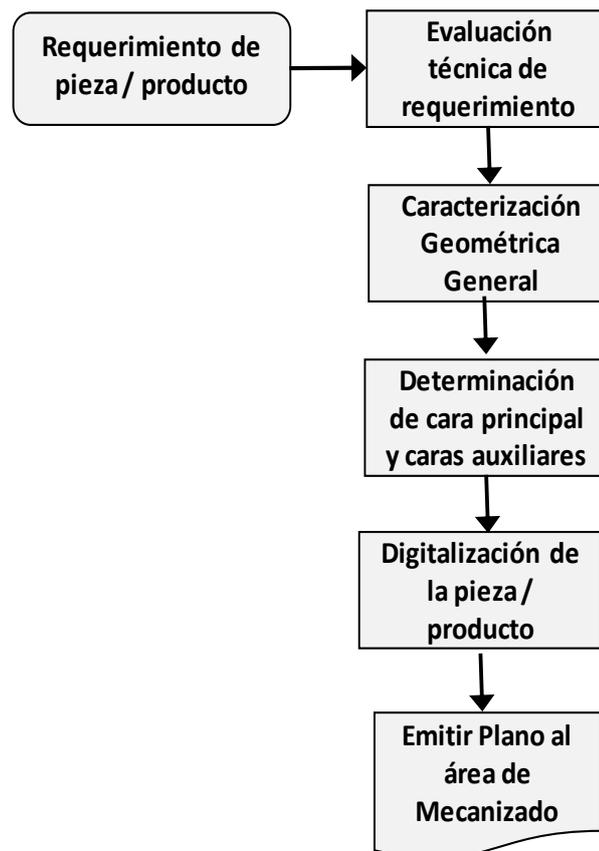
No podemos planificar y dedicarnos a ver pasar el tiempo, tenemos que asegurarnos de que todo va bien. Con recursos nos referimos a personas, infraestructura, conocimientos.

 <b>HOMOLOGACION DE PROVEEDORES ASPER COATING</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>				
(*) Datos Obligatorios				
Razón Social *	<input type="text"/>			
Dirección *	<input type="text"/>			
Teléfono *	<input type="text"/>			
RUC *	<input type="text"/>			
Contacto de su representada encargado del proceso de Homologación *	<input type="text"/>			
Email de su encargado**	<input type="text"/>			
<b>Datos Empresa Proveedor ( Empresa Evaluada).</b>				
Tipo de Persona ( Marcar con x):				
Natural *	<input type="checkbox"/>	Jurídica*	<input type="checkbox"/>	
Código CIU *	<input type="text"/>			
Actividad según su registro de SUNAT*	<input type="text"/>			
Nombre Comercial	<input type="text"/>			
Fecha de inicio de actividades *	<input type="text"/>			
Rubro	<input type="text"/>			
Agente de Retención del IGV	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Actividad económica *	<input type="text"/>			

Figura N 45: Formulario de Homologación de Proveedores  
Fuente: Elaboración propia

Deberá establecerse acciones que permitan el logro de objetivos dentro de un plazo definido. Para ello aplicamos la metodología 5W-1H (5 porque y como), donde se definen las acciones a realizar que corresponden a la etapa del HACER (Do), basándose en los problemas identificados en el diagrama de Pareto. Esta metodología expone la manera en cómo se tratarán los problemas, por qué se tomará acción, quien o quienes serán responsables de la ejecución, además el dónde y cómo se tomarán las acciones para resolver estos problemas.

Este proceso de homologación permitió identificar proveedores que podían vender materia prima que se ajustaba más a las dimensiones del diseño de acuerdo al plano emitido al área de mecanizado. Un resultado inmediato es que se ganó tiempo en las operaciones de mecanizado, debido a que los ajustes iniciales previos al desbaste de acuerdo al diseño tienen un menor tiempo y la merma generada es menor, traduciéndose también en un menor costo en la compra.



*Figura N 46:* Diagrama de Flujo del Procedimiento de entrega y ejecución del plan original  
Fuente: Elaboración propia

Desarrollo del procedimiento de entrega y ejecución del plano. Uno de los problemas relacionados a la merma es la ausencia de un procedimiento que involucre a las áreas de diseño y mecanizado, por lo que se realizó un mapeo de procesos, teniendo como punto de partida el análisis de las actividades en el diseño de piezas. En la figura 46 se describe el proceso de diseño de plano encontrado al inicio del estudio, en donde la emisión del plano al área de mecanizado no contempla ninguna coordinación previa, lo cual originaba observaciones posteriores en la ejecución o errores en la etapa de control de calidad, que derivaban en el rechazo de la pieza o producto. La consecuencia de lo descrito nos lleva a la generación de merma y pérdida de tiempo. La implementación de las reuniones de coordinación previas a la entrega del plano de la pieza o producto se llevan a cabo luego de la digitalización, tal como se observa en la figura 47, donde claramente se puede apreciar que cambia el proceso.

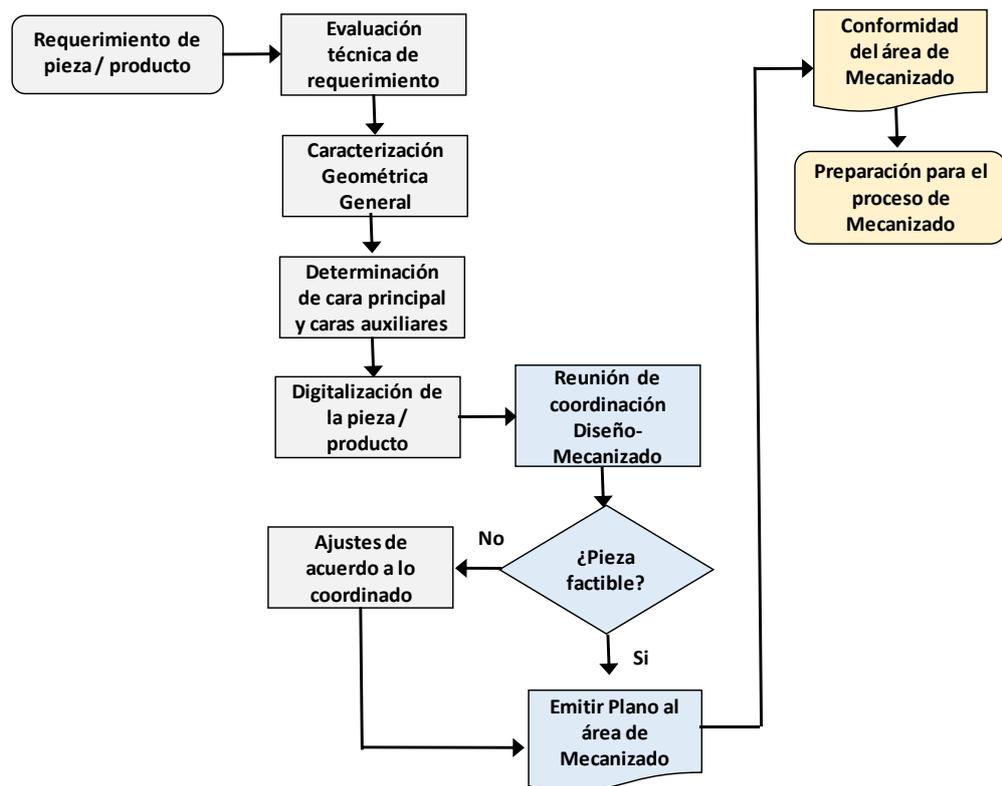


Figura N 47: Diagrama de Flujo del Procedimiento de entrega y ejecución del plano  
Fuente: Elaboración propia

Con esta mejora se agiliza el proceso de mecanizado, reduciéndose los errores en la ejecución del plano, se evitan observaciones en la etapa de control de calidad y se reduce la generación de merma.

La estandarización de actividades en el proceso de mecanizado y su secuencia de actividades debe estar definida considerando pasos repetitivos que estarán debidamente ejecutados y verificados mediante controles que permitan obtener salidas con la conformidad esperada. Estas actividades se venían dando de manera empírica y no documentada. En la figura 48 se detalla el flujograma del proceso de mecanizado estandarizado.

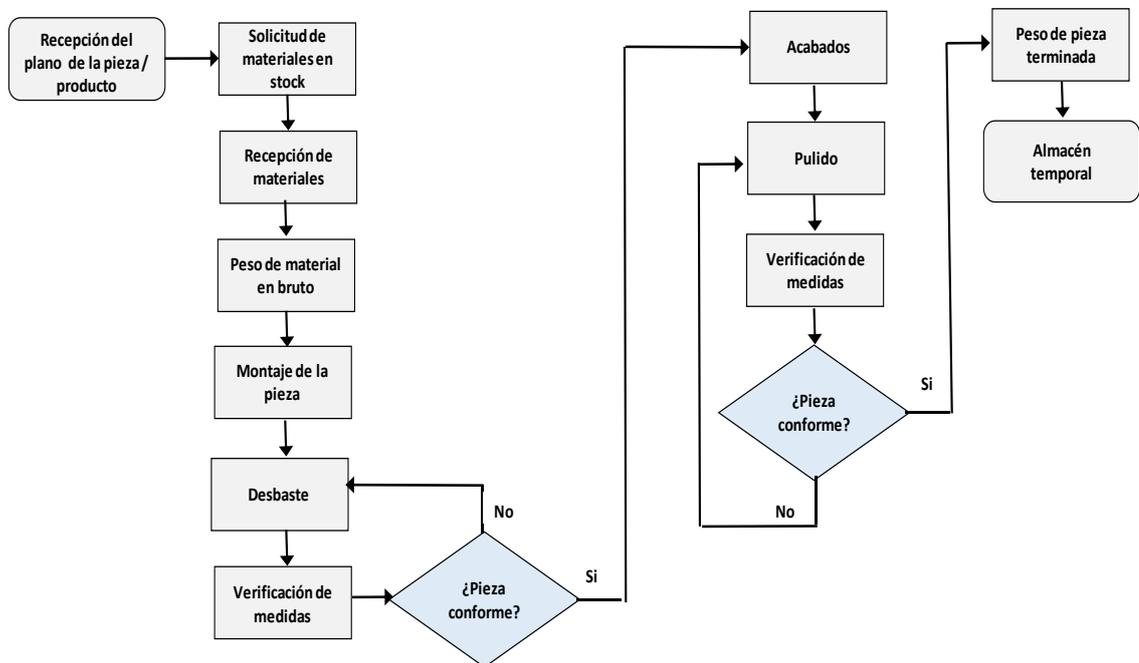


Figura N 48: Diagrama de Flujo del proceso de mecanizado

Fuente: Elaboración propia

### FASE VERIFICAR:

Es necesario realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas e informar sobre los resultados. La solución relevante que se plantea es la identificación y homologación de proveedores de materia prima. Se pudo detectar que las barras de acero adquiridas en el proceso de compra de materiales a diferentes proveedores no estaban considerando una homologación. La homologación es una evaluación y análisis que se realiza con el objetivo de determinar cuál o cuáles son los proveedores más adecuados para adquisición de materia prima de acuerdo a

las características y requisitos de la organización. Esto permite un ahorro de tiempo y favorece la calidad en la adquisición de materia prima considerando siempre mejoras en el precio.

El proceso de homologación de los proveedores se explica en la figura 48, donde se inicia con el listado y entrega de la evaluación incluyendo los criterios emitidos por el área de compras. La evaluación se entrega a través de un documento denominado “Formulario de Homologación” (Figura 49), el cual deberá ser llenado por cada uno de los potenciales proveedores en lista. Luego se obtiene un resultado de la evaluación, el cual discrimina a los proveedores que no califican con el perfil esperado. Los proveedores que cumplen con el perfil son visitados e internamente se elabora un informe a la Gerencia con los resultados de la evaluación. Inmediatamente se incluye a estos proveedores que cumplen con el perfil en una base de datos. Solo se procederá a comprar a los proveedores homologados.

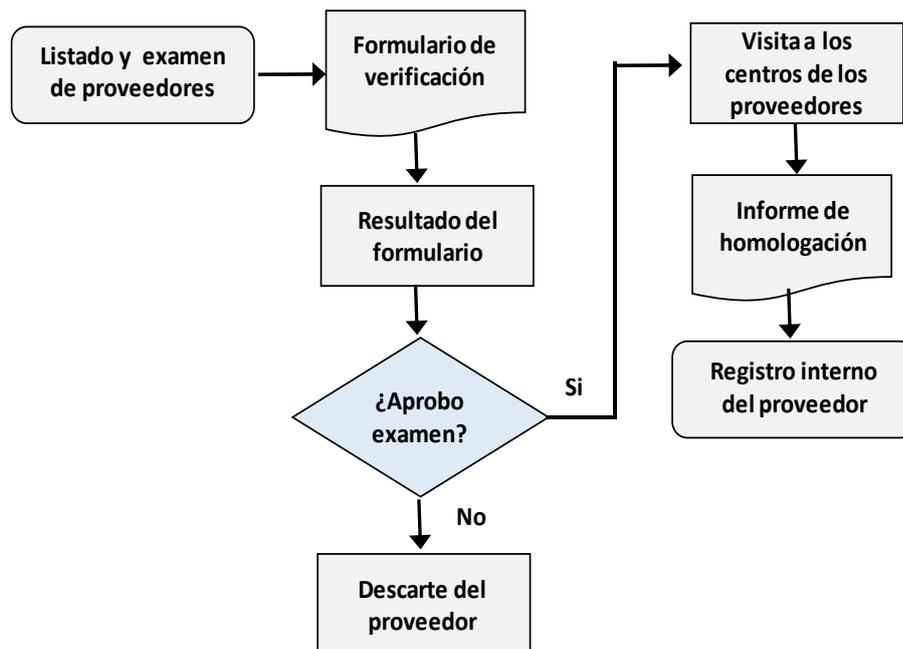


Figura N 49: Diagrama de Flujo del proceso de homologación de proveedores de materia prima  
Fuente: Elaboración propia

## FASE ACTUAR.

Es necesario tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario, en la situación de Post Test se evidencian las mejoras y el control.

## Situación Post (Post – Test)

A continuación, se muestran los datos de las ocho semanas dentro de la etapa post test correspondientes a los meses de julio, agosto y setiembre.

Tabla N° 17

Registro de Porcentaje de Merma Semanal

N° SEMANA	MERMA %
29	35.08
30	36.07
31	38.07
32	39.85
33	37.92
34	36.98
35	37.8
36	35.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18

5W y 1H de los Problemas Principales hallados / Resumen Plan de Acción

Problema	What? ¿Qué?	Why? ¿Por qué?	Who? ¿Quién?	When? ¿Cuándo?	Where? ¿Dónde?	How? ¿Cómo?
Incorrecta interpretación del plano o diseño	Desarrollar un procedimiento de entrega y ejecución de plano	Evitar errores de interpretación del plano por el ejecutor. Reduce la merma.	Jefe de Producción/ Diseñador / Tornero	El procedimiento empieza luego de acabar el diseño (15 de Junio)	Area de Proyectos y Diseño. Area de Mecanizado	Implementando el procedimiento de entrega y ejecución del plano
Mala comunicación entre tornero y diseñador	Establecer como actividad dentro del estandar de diseño y mecanizado, reuniones de coordinación	Se puede evitar errores tanto en el diseño como en la ejecución. Reduce la merma	Diseñador	Previo al inicio del diseño de un componente (15 de Junio)	Area de Proyectos y Diseño. Area de Mecanizado	Ejecutar la actividad (reuniones de coordinación entre el Diseñador y el Tornero)
Actividades no estandarizadas	Estandarizar todas actividades en el proceso de mecanizado	No hay registros, ni formatos para documentar y analizar data. No hay un estandar documentado, posibles errores de ejecución que genera merma	Jefe de Producción y Tornero	20 de Junio	Area de Mecanizado	Mapeo de actividades, elaboración de procedimientos, registros y formatos en el proceso de mecanizado
No existe gestión por procesos	Realizar un mapa de procesos, enfocarse en el proceso de mecanizado	Se dificulta hallar errores en la ejecución, no se planifica. No se puede medir resultados	Jefe de Producción y Tornero	30 de Junio	Area de Mecanizado	Implementar Gestión por Procesos en el proceso de mecanizado
Necesidad de tubos huecos	Identificar proveedores con los requerimientos mas exactos	Los tubos de materia prima no huecos generan exceso de merma y un mayor tiempo de mecanizado	Jefe de Logística	15 de Junio	Area de Logística	Homologar proveedores de materia prima
Proceso de compras no estandarizado	Estandarizar todas actividades en el proceso de compras	Se evita errores en la compra de materia prima, lo que genera retrasos en el proceso de mecanizado	Jefe de Logística	1 de Junio	Area de Logística	Mapeo de actividades, elaboración de procedimientos, registros y formatos en el proceso de compras

Fuente: Elaboración propia

En la segunda etapa del PDCA se pondrá en ejecución las medidas adoptadas en la tabla 19, con el objetivo de impactar de manera positiva en la productividad del proceso de mecanizado y darse la mejora.

Se observa la evolución del porcentaje de merma semanal durante la semana 29 a la semana 36, obteniéndose un promedio del 37.15% en comparación al periodo Pre Test donde la media es de 60.35%. La mejora obtenida es de 23.20 %, lo cual constituye una reducción significativa en el porcentaje de merma generado en el proceso de mecanizado.

La información que se ha podido recoger y procesar en las mejoras deberá tomarse en consideración en los procedimientos del área de mecanizado con el fin de la sostenibilidad de las mejoras ejecutadas.

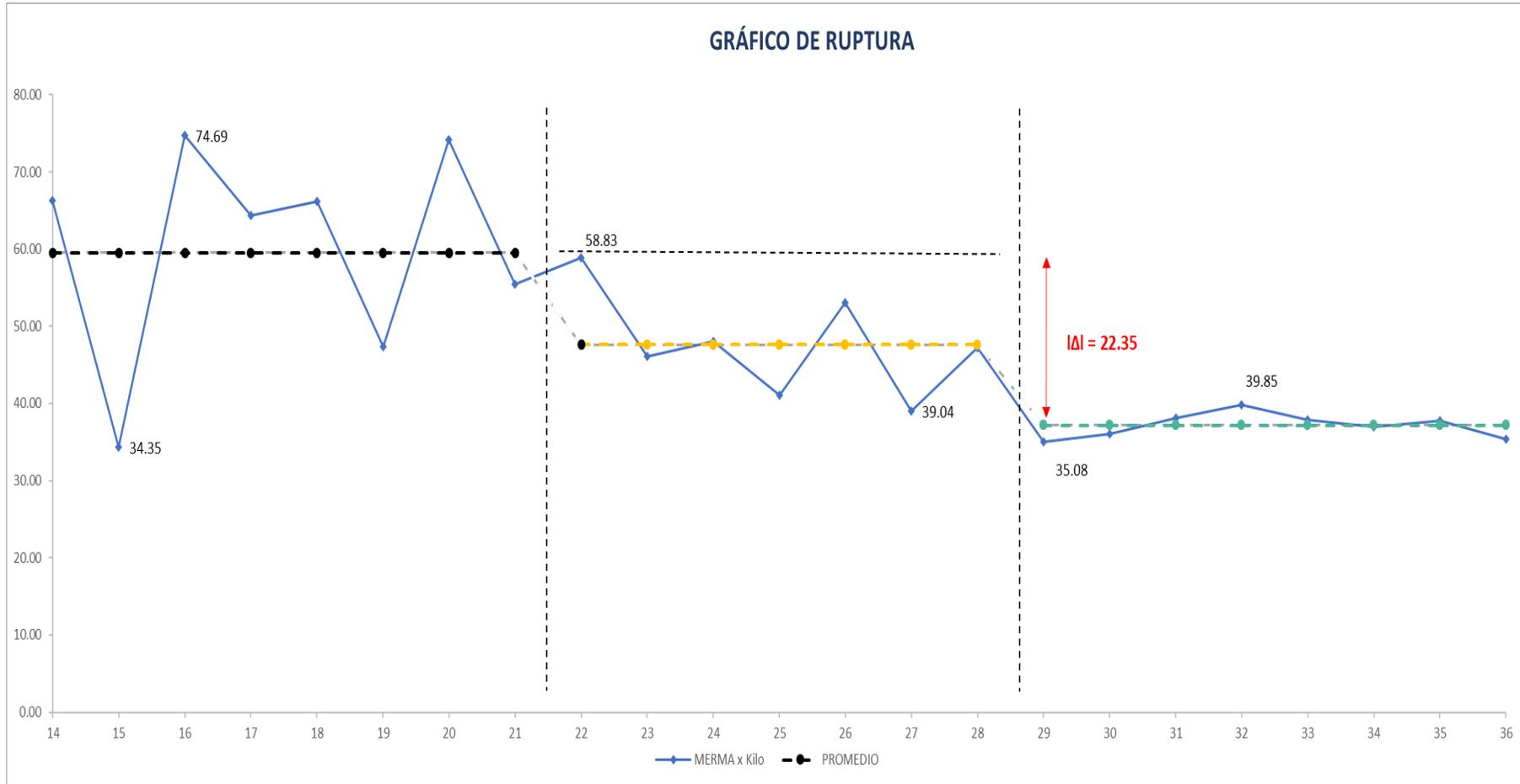


Figura N 50: Evolución del Porcentaje de merma generada por semana en los periodos Pre, Implementación y Post  
 Fuente: Elaboración propia

**Objetivo específico 02: Implementar 5S para reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado.**

**Situación Antes (Pre Test)**

Al iniciar las visitas a la planta de la empresa Asper Coating, se evidenció como oportunidad de mejora, un mayor orden y limpieza, principalmente en las zonas de mecanizado y montaje, donde se pudo también constatar que hubo eventos no deseados como incidentes y accidentes leves (no incapacitantes), lo cuales no tienen un registro documentado, adecuado a la normativa vigente (Ley No 29783 y su reglamento). Entendiendo las definiciones de incidente y accidente proporcionadas con anterioridad se presentan los siguientes hallazgos expuestos en las tablas a continuación.

Se observa en la Tabla 19 el detalle de los accidentes no incapacitantes (NI) e incidentes ocurridos en el periodo que corresponde a los meses de abril y mayo. El número total de eventos es de 15, siendo 11 los incidentes ocurridos y 4 los accidentes no incapacitantes. Es necesario explicar que los accidentes no incapacitantes fueron atendidos de manera inmediata en la empresa con el uso de un botiquín, donde luego de atender la lesión leve el trabajador se reincorpora a su puesto de trabajo.

Tabla N° 19

**Incidentes y Accidentes No Incapacitantes (NI)**

<b>N° Semana</b>	<b>Mes</b>	<b>Periodo de Estudio</b>	<b>No Incidentes</b>	<b>No Accidentes NI</b>
14	Abril	Pre	2	2
15	Abril	Pre	1	0
16	Abril	Pre	1	0
17	Abril	Pre	0	1
18	Mayo	Pre	3	0
19	Mayo	Pre	1	1
20	Mayo	Pre	1	0
21	Mayo	Pre	2	0
Sub Total			11	4
Total				15

Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar en la tabla 19 el análisis de los 11 incidentes ocurridos en los meses de abril y mayo, los cuales están relacionados a pérdidas de herramientas, derrames de sustancias, corte de suministro de luz por tiempo prolongado, deterioro de insumos (herramientas de desbaste), caídas de objetos a desnivel y paradas de operación por

descarte de material o a falta de este. De los 11 incidentes registrados se observa una mayor incidencia en el mes de mayo con un total de 7 incidentes que impactaron en la operación principalmente con retrasos en la actividad programada y sobre costos debido a deterioro y rotura de materiales durante las operaciones de torno y fresa. Importante mencionar que los otros incidentes expuestos pudieron derivar en accidentes con consecuencias significativas y daños al patrimonio graves.

Tabla N° 20

Detalle de los incidentes reportados en los meses de abril y mayo

N° Semana	Mes	No Incidentes	Area / Ubicación	Descripción	Impacto / Consecuencia
14	Abril	2	Mecanizado Taller	- Perdida de inserto (cuchilla de des - baste interior). - Deterioro de inserto (cuchilla de acabado) y falta de stock de reemplazo.	- Retraso en la actividad programada. - Retraso en la actividad programada.
15	Abril	1	Mecanizado Taller	- Derrame de solvente sobre la mesa de trabajo de mecanizado.	- Paralización temporal de actividades. Retraso en la actividad programada.
16	Abril	1	Mecanizado Taller	- Derrame de pintura (esmalte) durante labores de mantenimiento.	- Paralización temporal de actividades. Retraso en la actividad programada.
17	Abril	0	-	-	-
18	Mayo	3	Mecanizado Taller	- Perdida temporal de materia prima (barra de acero), debido al desorden. - Perdida temporal de materia prima (tubo), debido al desorden. - Corte de suministro de luz por falla eléctrica.	- Retraso en la actividad programada. - Retraso en la actividad programada. - Día perdido en el área de mecanizado. Retraso en el avance y entrega de piezas.
19	Mayo	1	Mecanizado Taller	- Rotura de broca de la fresadora.	- Retraso en la actividad programada. Sobrecostos.
20	Mayo	1	Mecanizado Taller	- Deterioro de inserto en plena operación.	- Retraso en la actividad programada. Sobrecostos
21	Mayo	2	Mecanizado Taller	- Caída de balón de gas propano (45 Kg) y deterioro del mismo. - Perdida del medidor de diámetros (pie de rey).	- Sobrecosto para su reemplazo. Riesgo de accidente incapacitante. - Retraso en la actividad programada. Sobrecosto para su reemplazo.
Total		11			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 se observa con mayor detalle la información de los accidentes de los cuales un evento fue una caída a nivel por tropiezo con objeto mal ubicado (obstaculizando pasillos de alto tránsito) y el otro corresponde a un resbalón por contacto con una superficie con derrame de aceite. También se aprecia un evento por golpe con martillo y otro por corte de dedo con una broca.

Tabla N° 21

Detalle de los accidentes no incapacitantes reportados en los meses de abril y mayo

N° Semana	Mes	No Accidentes	Area / Ubicación	Descripción	Impacto / Consecuencia
14	Abril	2	Mecanizado Taller	- Caída por tropiezo con una caja de herramientas. - Caída al resbalarse en una superficie con derrame de aceite.	- Contusión leve. Retraso en la actividad programada. - Contusión leve. Retraso en la actividad programada.
15	Abril	0	-	-	-
16	Abril	0	-	-	-
17	Abril	1	Mecanizado Taller	- Corte de dedo por contacto con el filo de una broca.	- Herida superficial. Retraso en la actividad programada.
18	Mayo	0			
19	Mayo	1	Montaje	- Golpe de dedo con martillo.	- Contusión leve. Retraso en la actividad programada.
20	Mayo	0	-	-	-
21	Mayo	0	-	-	-
Total		4			

Fuente: Elaboración propia

La ocurrencia de estos eventos finalmente generó pérdida de tiempo y paradas temporales en los procesos de mecanizado y montaje, impactando en la productividad por los retrasos generados.

### Muestra Antes (Pre Test)

Tabla N° 22

Registro de Porcentaje de Merma Semanal

N° SEMANA	INC Y ACC OCURRIDOS
14	4
15	1
16	1
17	1
18	3
19	2
20	1
21	2

Fuente: Elaboración propia

Se tomaron datos dentro de las 8 semanas de los meses de abril y mayo considerando el número de incidentes y accidentes producidas, tomándose como número final por semana, la suma de los eventos (incidentes y accidentes), reportándose un total de 15 en este periodo.

## Aplicación de la metodología de las 5S

Todos estos eventos (incidentes y accidentes no incapacitantes), tienen en su origen relación con la falta de orden en las zonas de trabajo, ya que se pudo verificar la ausencia de muebles o cajas de herramientas debidamente organizadas. Se detectó que la zona del torno y la fresadora tiene una limpieza irregular y es proclive a la pérdida de materiales e insumos por la inadecuada ubicación y una clasificación general de todos los componentes y elementos que intervienen en este proceso carente de orden y criterios de estándar. Las 5S consideran en su estructura el orden, la limpieza, la estandarización y la disciplina, elementos que han sido desestimados de acuerdo al análisis de la ocurrencia de los incidentes y accidentes. Por lo expuesto se propone implementar un programa de las 5S que tenga aplicación inmediata en el taller de mecanizado y su proceso. Teniendo como objetivo en esta etapa, reducir el número de accidentes e incidentes, se elabora un plan de acción para la ejecución de la metodología detallándose todas las actividades a ejecutarse en diferentes etapas, donde se planifica y se asigna responsables, se verifica la ejecución y se planifica y ejecutan auditorias de cumplimiento con el fin de medir los resultados. Es importante recalcar, que para el efecto esperado, fue determinante el compromiso de la Gerencia y de los líderes que conformaron el Comité de las 5S (cuya estructura se puede apreciar en la figura 50) quienes asumieron un rol de planificación, gestión de tiempo y recursos para el cumplimiento de todas las etapas, lo cual se puede observar en la tabla 22 y en la subsiguiente figura 51, donde se muestra el diagrama de Gantt, que define los diferentes hitos con el inicio, fin y tiempo invertido para la ejecución de cada actividad.

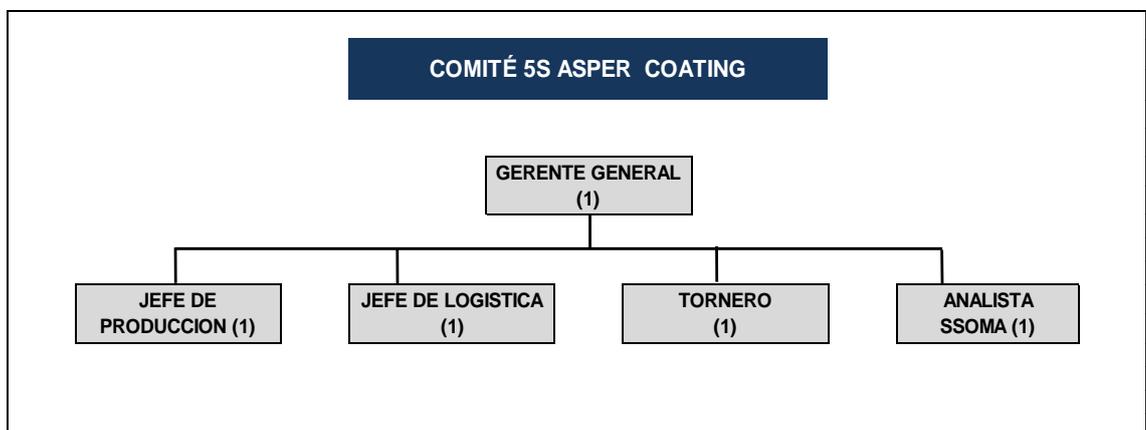


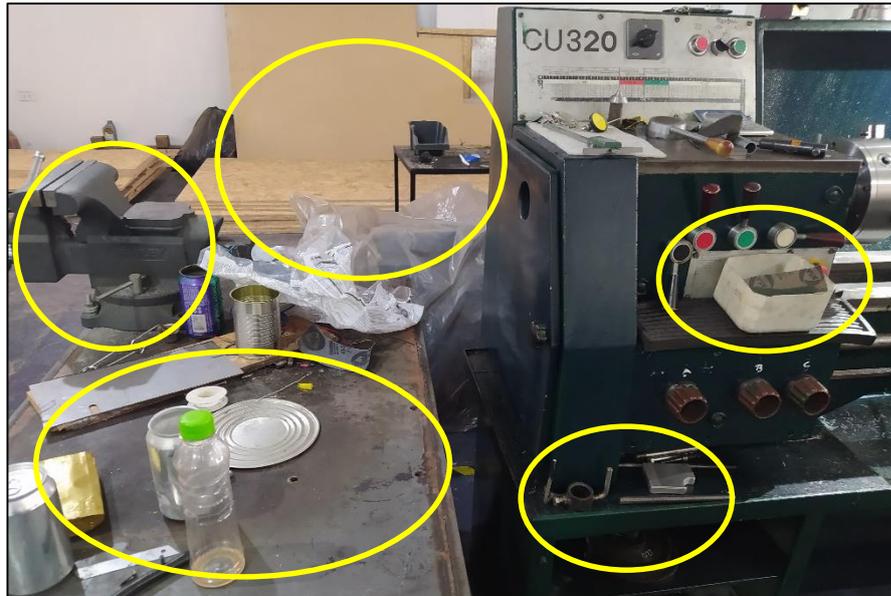
Figura N 51: Comité de las 5S Asper Coating  
Fuente: Elaboración propia



*Figura N 52:* Mesa de trabajo con piezas mecanizadas en desorden, contenedores improvisados, cajas de cartón, piso sucio y cableado eléctrico dispuesto de manera inadecuada. Desorden Generalizado  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 53:* Mesa de trabajo con piezas mecanizadas mejor ubicadas. Los contenedores improvisados, fueron retirados, cajas de cartón retiradas, el cableado fue reacomodado. Mesas despejadas con mayor orden y limpieza.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 54:* Mesa de trabajo próxima al torno con prensa sin funcionar e inestable. Contenedores de bebidas, latas, plásticos y material de desecho en la mesa de trabajo. Tablones y mesa mal ubicados frente a la mesa de trabajo en el piso y a la espalda del torno. En el torno se observa un contenedor con líquido y herramientas de ajuste mal ubicadas. Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 55:* Mesa de trabajo próxima al torno despejada. Contenedores de bebidas, latas, plásticos y material de desecho en la mesa de trabajo fueron retirados. Los tablones en el piso frente a la mesa de trabajo fueron reubicados. El contenedor con líquido y herramientas de ajuste en el torno fueron reubicados. Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 56:* Torno sucio con un contenedor con líquido, sucio y con restos de viruta. Mesa de trabajo próxima, hacinada con papeles, careta facial contenedores plásticos no rotulados y sin tapa. Piso sucio, con cableado mal ubicado. Ausencia de línea de seguridad alrededor del torno. Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 57:* El contenedor en el torno fue retirado. Equipo más limpio y remozado, sin restos de viruta. Mesa de trabajo despejada. Contenedores plásticos, sin rotulado fueron retirados. Piso limpio y se instaló la línea de seguridad alrededor del torno. Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 58:* Modulo de metal multinivel usado como almacén temporal de materia prima, con cajas de cartón vacías, el módulo está ubicado al costado de unos pallets con material empacado. Ausencia de rotulado e identificación de la materia prima (Cilindros y barras de acero y aluminio). Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 59:* Modulo de metal multinivel usado como almacén temporal de materia prima fue reubicado a un ambiente más seguro. Se retiraron cajas de cartón y se rotuló la codificación en cada nivel. Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 60:* Torno CNC con piso sucio y material de limpieza ubicado de la forma observada por varios días. Equipo sin identificación.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 61:* Torno CNC identificado con su letrero. Piso limpio y material de limpieza reubicado.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 62:* Zona de la fresadora con el piso sucio, presencia de viruta. Mesa de trabajo próxima al torno (espaldar) con caja que obstaculiza el tránsito. Ausencia de líneas de seguridad en los equipos.

Mesa de trabajo con objetos fuera de lugar.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 63:* Zona de la fresadora con el piso limpio y con las líneas de seguridad instaladas.

La caja que obstaculizaba, fue retirada. Mesa de trabajo despejada.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 64:* Zona de conexión entre mecanizado y taller de metalmecánica bloqueada de manera permanente con pallets y tablonces de madera. Ausencia de línea de seguridad en el piso.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura N 65:* Zona de conexión entre mecanizado y taller de metalmecánica despejada, se retiraron los pallets y tablonces de madera. Se instaló línea de seguridad en el piso.  
Fuente: Elaboración propia.

Una de las acciones tomadas en la etapa de clasificación (Seiri) fue el uso de la tarjeta roja. Esta actividad fue liderada por los miembros del Comité de las 5S, quienes en base al programa establecido y descrito en la tabla 23, concretaron la identificación y señalización de diferentes situaciones que requerían de atención en base a acciones sugeridas, entre ellas estaban, agrupar en espacios separados, eliminar, reubicar, reparar y reciclar. La aplicación de la tarjeta roja está dirigida a equipos, artículos, herramientas o materiales sobre los cuales existen dudas en su utilización, así los elementos observados, serán reportados al responsable del área para poder decidir sobre la acción sugerida en la tarjeta u otra acción que lleve también a una mejora o mejor disposición de los objetos señalados. En la medida de lo posible todos los artículos observados con las etiquetas rojas deberán agruparse en un área de almacenamiento temporal.



*Figura N 66:* Reunión de Capacitación al Comité 5S Asper Coating  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 67 nos muestra la tarjeta roja implementada y puesta en ejecución, para pasar a la siguiente etapa que vendría a ser la organización para llevar un orden (Seiton), el cual está basado en tres criterios principales, los cuales son: facilidad de ubicación, facilidad de acceso y facilidad de retorno del artículo a la ubicación de origen.

N°

### TARJETA ROJA

Fecha \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Area \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_

Cantidad \_\_\_\_\_

ACCION SUGERIDA

Agrupar en espacio separado

Eliminar

Reubicar

Reparar

Reciclar

Comentario \_\_\_\_\_

Fecha p/concluir acción \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Figura N 67: Tarjeta Roja  
Fuente: Elaboración Propia

N°

### TARJETA ROJA

Fecha 05 / 05 / 2022

Area TORNO

Item Barras en muelles sin uso (Resaca)

Cantidad 2 Barras, 1 tacho, 1 Cilindro, 1 inserto

ACCION SUGERIDA

Agr par en espacio separado

Eliminar

Reubicar

Reparar

R

Observador: Rafael Urbiloz

Co entario Objetos observados por más de  
48 horas en el lugar observado

Fecha p/concluir acción 07 / 05 / 2022

Figura N 68: Tarjeta Roja aplicada a la zona del torno  
Fuente: Asper Coating

Tabla N° 23

Programa de actividades para la implementación de las 5S

Nombre de la tarea	Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración Días
<b>Primera Auditoria del Taller de mecanizado.</b>	22-Apr	23-Apr	1
Exposición de hallazgos	25-Apr	26-Apr	1
Primera Reunión - Compromiso de la Gerencia.	26-Apr	27-Apr	1
Conformación del Comité 5S	27-Apr	28-Apr	1
Capacitación al Comité 5S	28-Apr	29-Apr	1
Anuncio de implementación	29-Apr	30-Apr	1
<b>Implementación Primera S Clasificar</b>	2-May	20-May	18
Primera Reunión del Comité 5S	2-May	3-May	1
Planificar primera etapa	3-May	4-May	1
Uso de tarjeta roja	4-May	20-May	16
Registro de tarjeta roja	4-May	20-May	16
<b>Implementación Segunda S Ordenar</b>	23-May	31-May	8
Segunda Reunión del Comité 5S	23-May	24-May	1
Planificar segunda etapa	24-May	25-May	1
Elaborar Mapa 5S en Taller de mecanizado	25-May	31-May	6
Registro de evidencias	25-May	31-May	6
<b>Implementación Tercera S Limpiar</b>	6-Jun	24-Jun	18
Tercera Reunión del Comité 5S	6-Jun	7-Jun	1
Planificar tercera etapa	7-Jun	8-Jun	1
Registro de evidencias	13-Jun	24-Jun	11
<b>Segunda Auditoria del Taller de mecanizado</b>	1-Jul	1-Jul	6
Entrega de informe de auditoria	5-Jul	6-Jul	1
<b>Implementación Cuarta S Estandarizar</b>	7-Jul	3-Aug	27
Cuarta Reunión del Comité 5S	7-Jul	8-Jul	1
Planificar cuarta etapa	8-Jul	9-Jul	1
Colocación de señalizaciones	9-Jul	16-Jul	7
Pintado de áreas de trabajo	18-Jul	22-Jul	4
Entrega del Manual 5S	3-Aug	4-Aug	1
<b>Implementación Quinta S Disciplina</b>	5-Aug	9-Aug	4
Quinta Reunión del Comité 5S	5-Aug	6-Aug	1
Planificar quinta etapa	8-Aug	9-Aug	1
Plan de Auditorias - Sostenibilidad	9-Aug	10-Aug	1
<b>Tercera Auditoria del Taller de mecanizado</b>	29-Aug	30-Aug	1
Entrega de informe de auditoria	2-Sep	3-Sep	1
Resultados de la Implementación 5S	3-Sep	24-Sep	21

Fuente: Elaboración propia

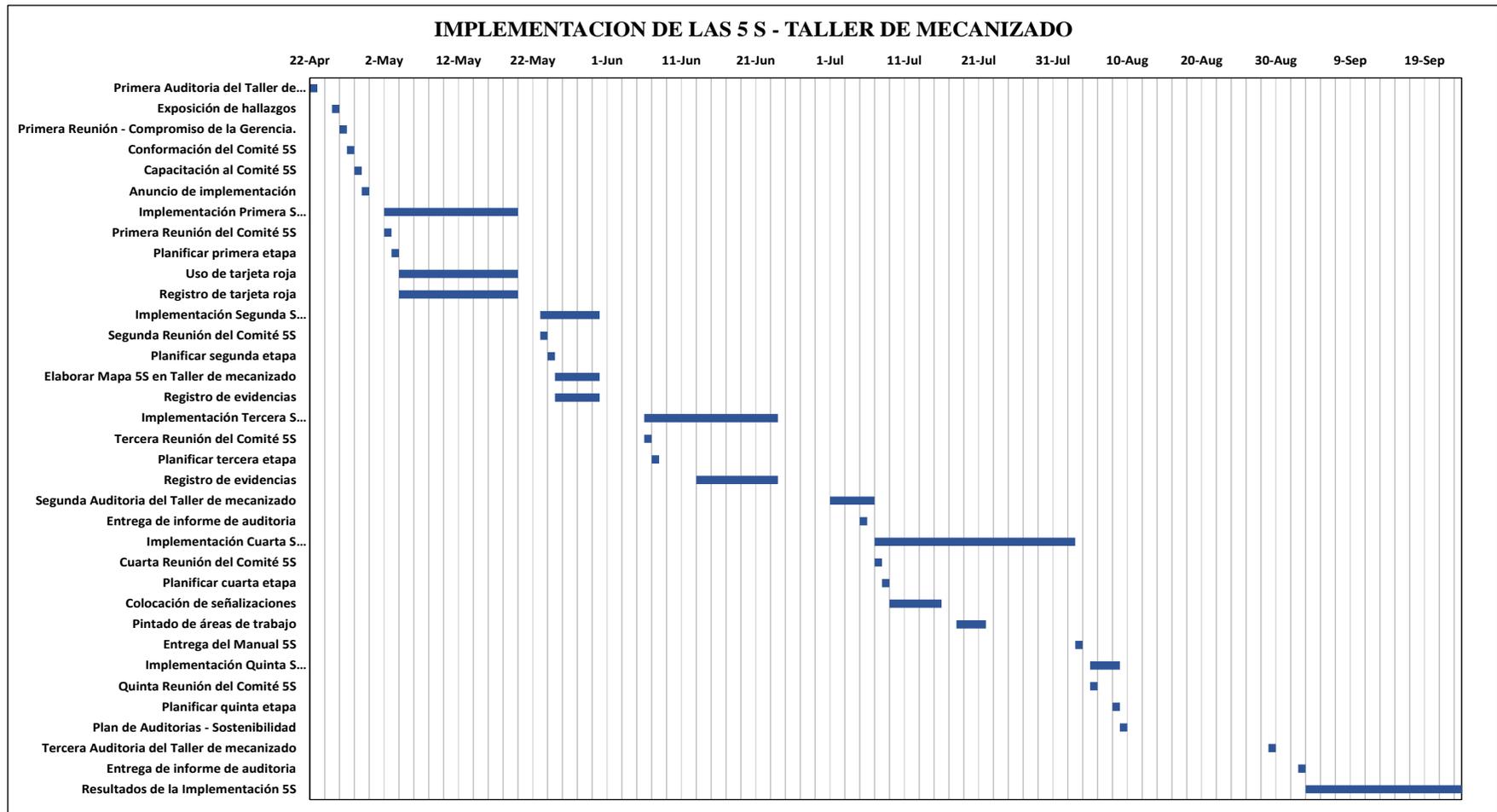


Figura N° 69: Diagrama de Gantt Programa de Implementación de las 5S en el Taller de Mecanizado

Fuente: Elaboración propia

### Situación Post (Post – Test)

A continuación, se muestran los datos de las ocho semanas dentro de la etapa post test correspondientes a los meses de julio, agosto y setiembre.

Tabla N° 24

Registro de número de incidentes y accidentes semanal

N° SEMANA	INC Y ACC OCURRIDOS
29	1
30	1
31	0
32	1
33	0
34	1
35	0
36	0

Fuente: Elaboración propia

Luego de implementar el programa de las 5S, se observa una reducción en la ocurrencia de eventos (incidentes y accidentes), lo que impacta positivamente haciendo que las actividades programadas en el proceso de mecanizado tengan menos retrasos y se puedan prevenir sobre costos por la pérdida de materia prima o insumos y el deterioro de los materiales que intervienen en las operaciones del torno y la fresa.

También se pudo mejorar considerablemente en cuanto a orden y limpieza el área de mecanizado y las zonas próximas de interacción donde se registraron incidentes. El mantenimiento de estos logros puede ser sostenible en la medida que se continúe con los procedimientos implementados y se evalúe periódicamente el desempeño de su ejecución.

En la Tabla 25 podemos apreciar el resumen del plan de acción referido a los principales problemas mapeados, los cuales se propone solucionar con la implementación del programa de las 5S.

Tabla N° 25

5W y 1H de los Problemas Principales hallados / Resumen Plan de Acción

<b>Problema</b>	<b>What? ¿Qué?</b>	<b>Why? ¿Por qué?</b>	<b>Who? ¿Quién?</b>	<b>When? ¿Cuándo?</b>	<b>Where? ¿Dónde?</b>	<b>How? ¿Cómo?</b>
Falta de orden y limpieza en la zona de los equipos de mecanizado.	Implementar Programa 5S (Seiton-Seiso)	Prevenir incidentes y pérdidas de tiempo.	Jefe de Producción/ Tornero	22 de abril al 24 de septiembre	Area de Almacén Area de Mecanizado	Ejecución de actividades del Programa 5S
Ubicación inadecuada de materiales e insumos.	Implementar Programa 5S (SeiriSeiketsu)	Prevenir incidentes y pérdidas de materiales e insumos.	Jefe de Producción/ Tornero	22 de abril al 24 de septiembre	Area de Almacén Area de Mecanizado	Ejecución de actividades del Programa 5S
Materia prima no clasificada en el almacén.	Implementar Programa 5S (Seiri-Seiketsu)	Prevenir incidentes y pérdidas de materiales e insumos.	Jefe de Producción/ Tornero	22 de abril al 24 de septiembre	Area de Almacén Area de Mecanizado	Ejecución de actividades del Programa 5S
Modulos de almacenaje de materia prima, sin rotulación ni código para identificar.	Implementar Programa 5S (Seiri-Seiketsu)	Prevenir incidentes y pérdidas de materiales e insumos.	Jefe de Producción/ Tornero	22 de abril al 24 de septiembre	Area de Almacén Area de Mecanizado	Ejecución de actividades del Programa 5S
Supervisión inadecuada (Ausencia de observaciones)	Implementar Programa 5S (Shitsuke)	Prevenir incidentes y vicios en el trabajo.	Jefe de Producción/ Tornero	22 de abril al 24 de septiembre	Area de Almacén Area de Mecanizado	Ejecución de actividades del Programa 5S

Fuente: Elaboración propia

La figura 70 nos muestra una evolución en la incidencia de eventos de manera semanal, donde se aprecia que entre la semana 29 y 36 el promedio observado de ocurrencias fue de 2 eventos (1.88) relacionados al periodo pre test, pudiendo compararse con los resultados en el post test donde el promedio de ocurrencias es de 1 evento (0.50). La mejora obtenida considerando el número de eventos entre el periodo pre y post corresponde a una reducción de 11 eventos lo cual constituye una mejora de más del cincuenta por ciento sobre la ocurrencia de eventos en el área de mecanizado.

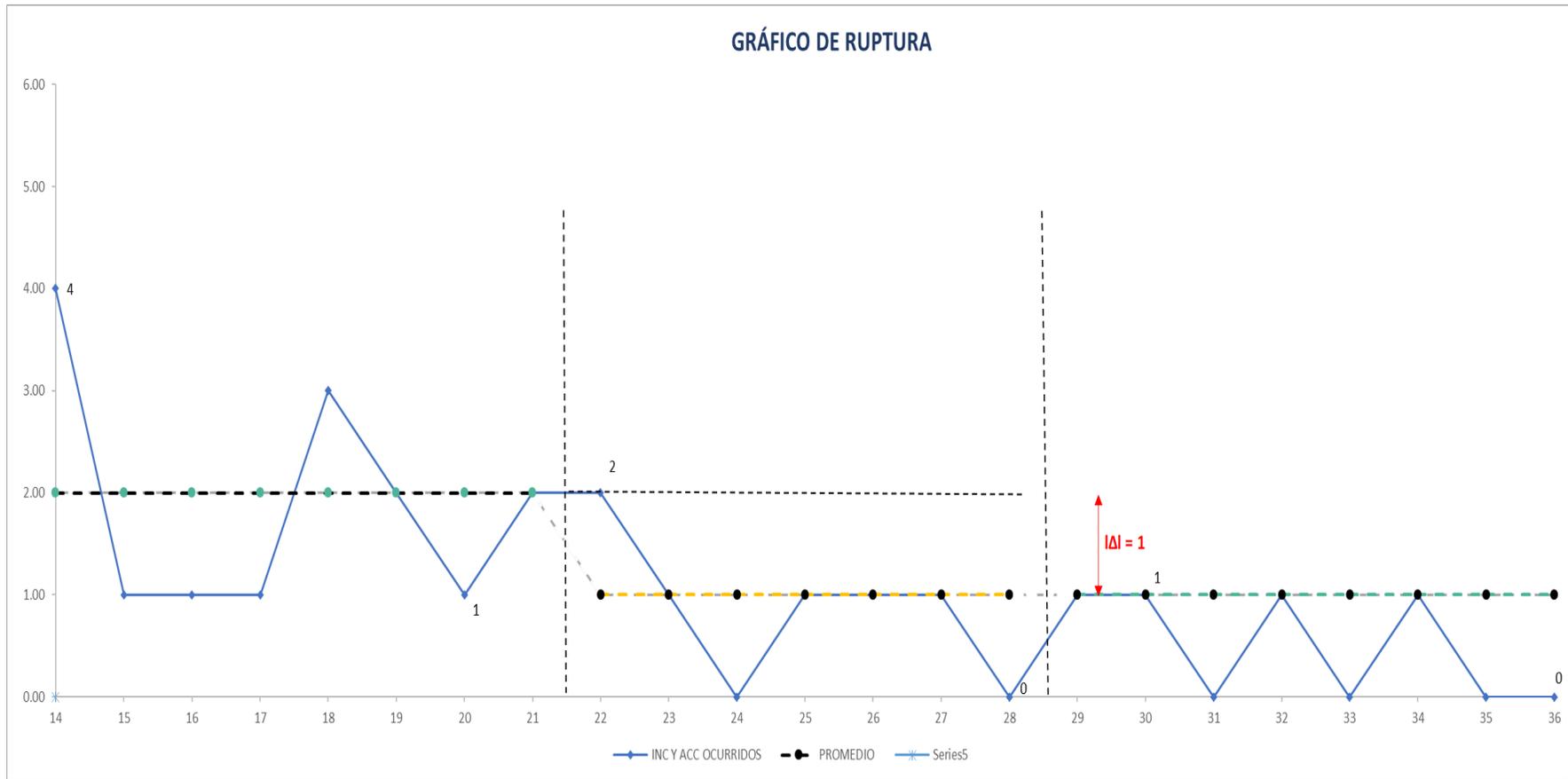


Figura N° 70: Evolución del número de eventos (incidente-accidentes) reportados por semana  
Fuente: Elaboración propia

### **Objetivo específico 03: Implementar un trabajo estandarizado para mejorar el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado.**

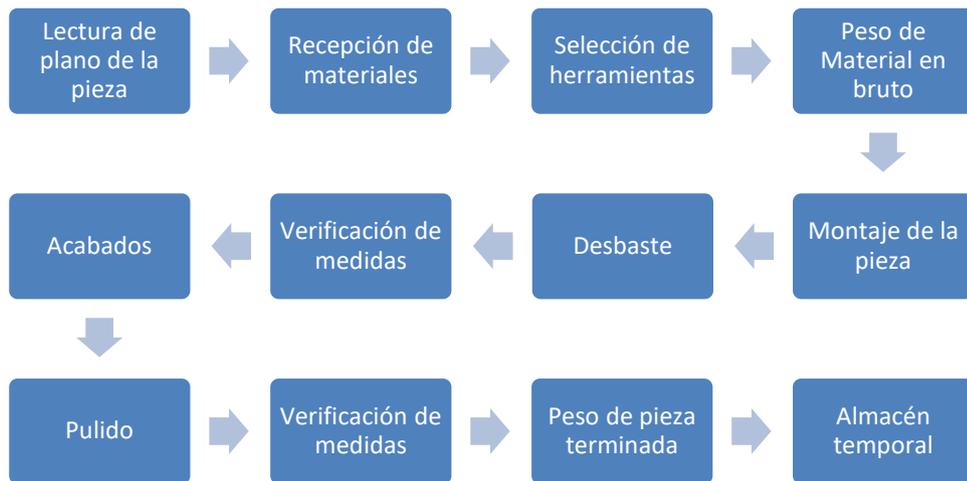
#### **Situación Antes (Pre Test)**

A través de las visitas realizadas a planta se pudo observar que no existe una línea base que permita realizar un trabajo estandarizado, pues cada una de las actividades de los procesos son ejecutadas de manera empírica de acuerdo a la experiencia del operador (tornero), teniendo la opción de poder cumplir estas actividades definidas de manera ordenada y continua. Cabe indicar que dentro de las actividades omiten pasos y en cada inicio no verifican el estado de sus herramientas que luego origina paradas, debido a la necesidad de cambiar herramientas y componentes de mecanizado, por averías o fracturas, lo que origina pérdidas de tiempo en el proceso y el incumplimiento de tiempos comprometidos.

En nuestras visitas se realizaron entrevistas a los responsables de la gestión y ejecución, poniéndose en evidencia la falta de comunicación efectiva entre los diseñadores y los operarios del área de mecanizado, originando tiempos perdidos para el inicio de sus actividades programadas. Luego del análisis de los tiempos en la elaboración de las principales piezas producidas dentro del universo de quipos que se tiene para la fabricación, se determinó como objeto de estudio las rolas, componentes principales que conforman la estructura de las cerradoras, teniendo en cuenta que la producción de estas piezas tiene mayor regularidad (se produce en casi todos los meses), sea para sus propio uso dentro de los procesos de la empresa o como productos de venta como repuestos para terceros, siendo una pieza de mayor trabajo de mecanizado y características de calidad.



*Figura N 71: Piezas terminadas (Mecanizadas)*  
Fuente: Asper Coating



*Figura N 72:* Flujograma del proceso de mecanizado  
 Fuente: Elaboración propia



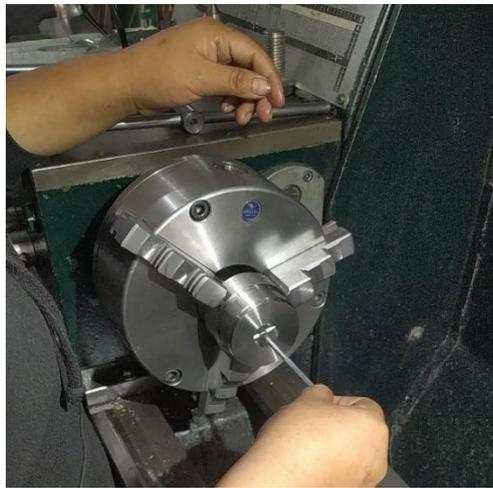
*Figura N 73:* Montaje de rola  
 Fuente: Asper Coating



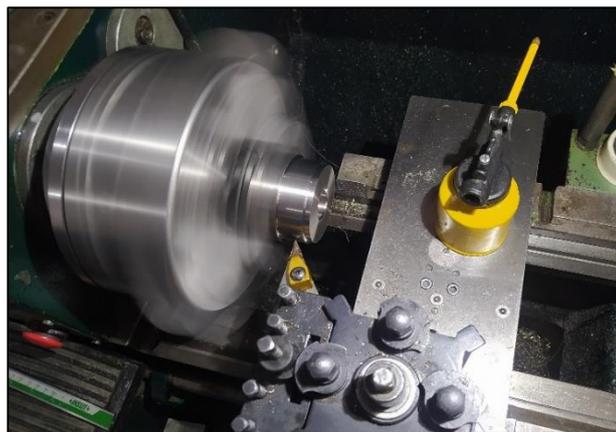
*Figura N 74:* Posicionamiento, preparación del inserto, encendido  
 Fuente: Asper Coating



*Figura N 75: Desbaste interno*  
Fuente: Asper Coating



*Figura N 76: Verificación de medidas internas*  
Fuente: Asper Coating



*Figura N 77: Acabado de la pieza*  
Fuente: Asper Coating



*Figura N 78: Pulido de la pieza*  
Fuente: Asper Coating



*Figura N 79: Verificación de medidas externas*  
Fuente: Asper Coating



*Figura N 80: Pieza terminada*  
Fuente: Asper Coating

La empresa realiza diferentes tipos de mecanizado, por la variedad de componentes y piezas que fabrica como se aprecia en la tabla 26, sin embargo, para efectos de estudio del takt time, nos basamos netamente en los tiempos de las rolas, piezas que tienen una mayor frecuencia de fabricación, de acuerdo a lo explicado con anterioridad.

Tabla N° 26

Registro de Tiempo de trabajo

N° Semana	PARTE	Mes	PERIODO PROY TESIS	Descripción	Cantidad	TIEMPO DE PROCESO DE MECANIZADO				TOTAL DE TIEMPO MIN
						INICIO		FIN		
						FECHA	HORA	FECHA	HORA	
14	MVC001	Abril	PRE	BASE SUPERIOR	1	04-04-22	09:15:00	04-04-22	15:35:00	320
14	RAG01	Abril	PRE	ROLA	1	05-04-22	08:50:00	05-04-22	16:40:00	410
14	RAG01	Abril	PRE	ROLA	1	06-04-22	08:15:00	06-04-22	16:30:00	435
14	RAG01	Abril	PRE	ROLA	1	07-04-22	08:30:00	07-04-22	16:00:00	390
14	RAG01	Abril	PRE	ROLA	1	08-04-22	08:30:00	08-04-22	15:35:00	365
14	MVC001	Abril	PRE	BASE SUPERIOR	1	09-04-22	08:30:00	09-04-22	14:50:00	320
15	MVC004	Abril	PRE	EJE DE DESLIZAMIENTO	1	12-04-22	13:30:00	12-04-22	16:50:00	200
15	MVC004	Abril	PRE	EJE DE DESLIZAMIENTO	1	13-04-22	08:30:00	13-04-22	12:00:00	210
15	MVC004	Abril	PRE	EJE DE DESLIZAMIENTO	1	13-04-22	13:20:00	13-04-22	16:20:00	180
15	MVC004	Abril	PRE	EJE DE DESLIZAMIENTO	1	15-04-22	08:15:00	15-04-22	11:30:00	195
16	MVC002	Abril	PRE	CLIP DE RETENCIÓN	1	18-04-22	08:40:00	18-04-22	10:30:00	110
16	MVC006	Abril	PRE	ACOPLE DE TUERCA	1	18-04-22	11:00:00	18-04-22	14:50:00	170
16	MVC006	Abril	PRE	ACOPLE DE TUERCA	1	19-04-22	08:30:00	19-04-22	12:30:00	240
16	MVC002	Abril	PRE	CLIP DE RETENCIÓN	1	20-04-22	08:30:00	20-04-22	10:50:00	140
16	MVC007	Abril	PRE	TUERCA MOLETEADA	1	21-04-22	13:30:00	21-04-22	15:15:00	105
16	MVC007	Abril	PRE	TUERCA MOLETEADA	1	22-04-22	08:50:00	22-04-22	10:35:00	105
17	MVC005	Abril	PRE	PUNZON-PERFORADOR	1	25-04-22	08:30:00	25-04-22	11:10:00	160
17	MVC005	Abril	PRE	PUNZON-PERFORADOR	1	25-04-22	11:30:00	25-04-22	15:00:00	150
17	MVC008	Abril	PRE	BARRA DE TOPE	1	27-04-22	08:40:00	27-04-22	10:30:00	110
17	MVC009	Abril	PRE	TOPE	1	27-04-22	08:35:00	27-04-22	11:30:00	175
17	MVC008	Abril	PRE	BARRA DE TOPE	1	28-04-22	10:40:00	28-04-22	13:50:00	130
17	MVC009	Abril	PRE	TOPE	1	28-04-22	09:15:00	28-04-22	11:40:00	145
18	MVC001	Mayo	PRE	BASE SUPERIOR	1	03-05-22	08:50:00	03-05-22	14:10:00	260
18	MVC002	Mayo	PRE	CLIP DE RETENCIÓN	1	04-05-22	09:10:00	04-05-22	11:00:00	110
19	MVC004	Mayo	PRE	EJE DE DESLIZAMIENTO	1	09-05-22	13:50:00	09-05-22	16:00:00	130
19	MVC004	Mayo	PRE	EJE DE DESLIZAMIENTO	1	10-05-22	08:30:00	10-05-22	11:50:00	200
19	SD021	Mayo	PRE	BRAZO DE ALUMINIO	1	11-05-22	09:00:00	11-05-22	11:30:00	150
19	SD021	Mayo	PRE	BRAZO DE ALUMINIO	1	13-05-22	09:20:00	13-05-22	11:55:00	155
20	MVC006	Mayo	PRE	ACOPLE DE TUERCA	1	17-05-22	08:30:00	17-05-22	11:50:00	200
20	MVC007	Mayo	PRE	TUERCA MOLETEADA	1	17-05-22	13:30:00	17-05-22	15:15:00	105
20		Mayo	PRE	ROLA	1	18-05-22	08:30:00	18-05-22	15:40:00	370
20	MVC005	Mayo	PRE	PUNZON-PERFORADOR	1	19-05-22	14:00:00	19-05-22	16:30:00	150
20		Mayo	PRE	ROLA	1	20-05-22	08:50:00	20-05-22	16:10:00	380
21	MVC008	Mayo	PRE	BARRA DE TOPE	1	23-05-22	09:10:00	23-05-22	11:00:00	110
21	MVC009	Mayo	PRE	TOPE	1	26-05-22	08:40:00	26-05-22	11:20:00	100

Fuente: Elaboración propia

**Muestra Antes (Pre Test)**

De los datos obtenidos de tiempo de la producción de rolas en el periodo pre, tenemos los siguientes datos que se muestra en la tabla 27.

Tabla N° 27:

Registro de tiempo promedio de producción de rolas en la etapa pre test

N° SEMANA	TIEMPO DE PROCESO (Min)
14	400
15	413
16	417
17	403
18	427
19	410
20	375
21	375

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados se observa que los tiempos mejoran debido a las recomendaciones emitidas con la aplicación de la metodología y el compromiso de la gerencia y personal responsable del proceso, para llegar a obtener un trabajo estandarizado que permita una mayor eficiencia en el trabajo. Esto permitirá cumplir con los tiempos demandados por el área de ensamblé y clientes.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO										
MAQUINA:		Torno		RESUMEN		as per				
OBJETIVO:	Mecanizar Rola	ACTIVIDAD	Operación	Símbolo	●	Total	24			
PROCESO:	Mecanizado de Rola	Operación	Operación	Símbolo	●	Total	24			
METODO:	Actual	Transporte	Transporte	Símbolo	→	Total	2			
LUGAR:	Area de Mecanizado	Erspera	Erspera	Símbolo	■	Total	10			
FECHA:	25/05/2022	Inspeccion	Inspeccion	Símbolo	▼	Total	1			
FICHA:	1	Almacenamiento	Almacenamiento	Símbolo	▼	Total	1			
		(Unidad)	(Metros)	(Minutos)	SIMBOLO					
N°	Actor	Descripción de actividad	Cantidad	Distancia	Tiempo	●	→	■	▼	Observaciones
1	Operador	Selección de materiales y htas	2	5	10					
2	Operador	Traslado de herramientas		5	5					
3	Operador	Montar la pieza			5					Torno
4	Operador	Refrendado			10					Abrir el agujero
5	Operador	Taladrado			10					
6	Operador	Devaste interior			30					Cuchilla R8 se deja 1 mm sobre medida
7	Operador	verifico medida			0.5					
8	Operador	Devaste exterior	2		30					Parte inferior rpm 600
9	Operador	Verifico medida			0.5					
10	Operador	Canalado			10					
11	Operador	Verifico medida			0.5					
12	Operador	Cambio de posicion			1					Lado superior
13	Operador	Colocar el chute			10					
14	Operador	Centrar la pieza			5					Lado superior
15	Operador	Verifico medida			0.5					
16	Operador	Devaste exterior			20					Lado superior
17	Operador	Verifico medida			0.5					
18	Operador	Cilindrado interior			40					Cuchilla R4
19	Operador	Canal interior	2		20					
20	Operador	Verifico medida			0.5					Reloj comparador
21	Operador	Pulido			10					
22	Operador	Ajuste			5					Alisometro
23	Operador	Devaste de acabado exterior			10					Cuchilla R4 rpm 1200
24	Operador	Verifico medida			0.5					
25	Operador	Chafan			10					
26	Operador	Cambio de posicion			3					
27	Operador	Centro			10					
28	Operador	Verifico medida			0.5					Palpador
29	Operador	Cilindrado exterior			10					Cuchilla de forma
30	Operador	Canal			20					
31	Operador	Chafan			10					
32	Operador	Pulido			5					
33	Operador	Ranurado			10					
34	Operador	Verifico medida			0.5					
35	Operador	Pulido			60					Se utiliza crema, caucho
36	Operador	Verifico medida			0.5					
37	Operador	Almacen		1	1					Temporal

Figura N 81: Tiempo de Proceso de Mecanizado PRE

Fuente: Elaboración propia

## **Aplicación de la teoría**

El presente estudio en su aplicación de la teoría de trabajo estandarizado, teniendo como componente fundamental el sistema Lean, que busca un trabajo de producción repetitivo el cual involucra a todos los agentes que intervienen en la producción del mecanizado de las rolas de la empresa Asper Coating. Para esto se aplica la filosofía Lean del trabajo estandarizado con las tres P, esto es el propósito, procesos y personas, que serán involucrado dentro del objetivo de lograr el trabajo estandarizados. La triología de las tres P, nos permitirá conocer las necesidades de cada área, con el fin de integrar todas las actividades en busca de un trabajo eficiente que nos lleve a establecer mejoras en los tiempos a través de los procesos del PDCA (Planificar- Hacer-Verificar-Actuar).

Esta metodología nos permitirá aplicar condicione que nos lleven a la realización de los ciclos estructurados de aprendizaje y mejora, utilizando la siguiente fórmula del *takt time*.

$$\text{Tiempo Ideal de Operación (Tak Time)} = \frac{\text{Tiempo disponible de producción (Min)}}{\text{Demanda del Cliente (Unidades)}}$$

Siendo las rolas las piezas de producción seleccionadas como objeto de estudio y tomando los tiempos hemos podido obtener el resultado de tiempo ideal de operación TAKT TIME, el cual siempre será el mismo con la aplicación del PDCA, lo que nos permite reducir los tiempos de producción en el área de mecanizado.

Un trabajo estandarizado bien estructurado nos permitirá reconocer todos los agentes que intervienen en la producción para obtener de manera repetitiva productos de buena calidad que nos permita satisfacer a los clientes y entregarle sus productos en el tiempo oportuno, para ello debemos tener claro el orden optimo del proceso de producción y los recursos que deben ser utilizados.

La aplicación del trabajo estandarizado debe ser comprendido muy afondo porque su implementación necesita un amplio conocimiento del mismo y además una ardua labor en la disciplina del trabajo. Con el fin de recopilar una información real de los tiempos de los procesos de mecanizado de la muestra, se elaboró la ficha de tiempo de mecanizado.



**FICHA DE TIEMPOS DE MECANIZADO**

CODIGO DE PLANO:				
DESCRIPCION DE PIEZA: 1 <sup>ra</sup> y 2 <sup>da</sup> PHASE SEAMING ROLL				
RESPONSABLE DE MECANIZADO: SEVILLA				

**ESTRATEGIAS DE MECANIZADO:**

DESCRIPCION	INSUMO	CANT.	H. INICIO	H. FINAL
MONTAJE Y		Fecha	13-07-22	13-07-22
DEBOSTROO (0.5MM PARA TEMPLADO)	N.A.	-	11:35	5:30pm

PESO INICIAL DE MATERIAL EN BRUTO (Kg)	PESO FINAL DE PIEZA TERMINADA (Kg)
1.800	0,3 Kg

INICIO DE MECANIZADO		FINAL DE MECANIZADO	
FECHA:	13/07/22	FECHA:	13/07/22
HORA:	11:35 am	HORA:	17:15
Firma:		Firma:	
Ing. Rafael Ubillus Guzmán Supervisor: Jefe de Planta ASPER COATING DEL PERÚ S.A.C.		Ing. Rafael Ubillus Guzmán Supervisor: Jefe de Planta ASPER COATING DEL PERÚ S.A.C.	




Figura N 82: Ficha de Tiempo de Mecanizado  
Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, para poder cumplir con nuestro objetivo de manera eficiente el trabajo estandarizado que se implementa en la empresa Asper coating, se asignaran y aplicaran los siguientes formatos que nos permitan establecer el trabajo estandarizado para conocer los tiempos utilizados en el proceso.

La hoja de estudio del proceso de trabajo estandarizado, define y registra los tiempos de los elementos de trabajo en el proceso de mecanizado.

asper		HOJA DE CAPACIDAD DEL PROCESO					Cod: PRO-MEC-CP-01		
Capacidad del Proceso		Elaborado por: Gonzalo Antich	Firma: <i>[Firma]</i>	Número de pedido: 0189-2022	Solicitud:	Introducido por: Edward	Fecha y hora: 06/09/22 8:20		
		Aprobado por: Papaúl Waller	Firma: <i>[Firma]</i>	Nombre de la pieza: Pala		Numero de piezas: 1	Línea:		
Paso	Nombre del paso	Máquina No / Código	Tiempo Básico			Cambio de Herramienta		Procesado (Capacidad / Cambio)	Observaciones
			Manual	Automatizado	M + A	Cambio	Tiempo		
D	Selección matorzales y herramientas.	Torno	10		10				
D	Rendado	torno	5		5				
D	Taladrado.	torno	5		5				
D	desmonte interno	torno	20		20	Posición 3		Cambio de posición	
D	desmonte externo	torno	15		15				
D	conalado.	Torno	10		10				
D	alindado. ut.	Torno	10		10				
D	caral uterno.	torno	12		12				
A	Pulido.	Torno	10		10				
A	chaffan.	Torno	4		4	Posición 1		Cambio de posición	
A	alundado exteri	Torno	10		10				
A	Pulido.	Torno	5		5				
A	Ranurado.	torno.	8		8				
Total			124	Total	124	Total	4	128	

Nota: Se utiliza para calcular la capacidad de cada máquina (torno y fresadora) para confirmar la capacidad real e identificar y eliminar cuellos de botella.

Figura N 83: Hoja de Capacidad del Proceso  
Fuente: Elaboración propia

Durante la implementación se pudo ir mejorando los tiempos mediante el control adecuado de los recursos utilizados, especialmente los tiempos que fueron llenados en nuestra ficha de tiempo de mecanizado que se ha implementado.

Tabla N° 28:

Aplicación de TAKT TIME

CUADRO DE APLICACIÓN DE TAKT TIME						
DATA	PRE		IMPLEMENT		POST	
	NUMERO	TIEMPO DE	NUMERO	TIEMPO DE	NUMERO	TIEMPO DE
TIEMPO DE MECANIZADO DE LAS PIEZAS (MIN)	1	410	20	360	38	220
	2	435	21	350	39	225
	3	390	22	335	40	220
	4	365	23	325	41	190
	5	425	24	330	42	200
	6	400	25	290	43	200
	7	435	26	305	44	190
	8	415	27	280	45	200
	9	400	28	255	46	190
	10	385	29	260	47	195
	11	420	30	250	48	190
	12	410	31	240	49	200
	13	430	32	220	50	200
	14	440	33	245	51	190
	15	410	34	230	52	200
	16	410	35	225	53	195
	17	370	36	245	54	200
	18	380	37	235	55	180
	19	375			56	185
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>7705</b>	<b>18</b>	<b>4980</b>	<b>19</b>	<b>3770</b>
<b>TAKT TIME</b>	<b>406</b>		<b>277</b>		<b>198</b>	

Fuente: Elaboración propia

Con la aplicación del Takt Time hemos podido ver los resultados de reducir los tiempos de producción en el área de mecanizado.

El trabajo estandarizado desarrollado en la empresa Asper Coating, con la implementación conjunta de los primeros dos objetivos específicos, PDCA y 5S, nos ha permitido desarrollar la implementación del Trabajo Estandarizado en el proceso dentro del área de mecanizado, logrando así una mejora en los tiempos de fabricación de las piezas.

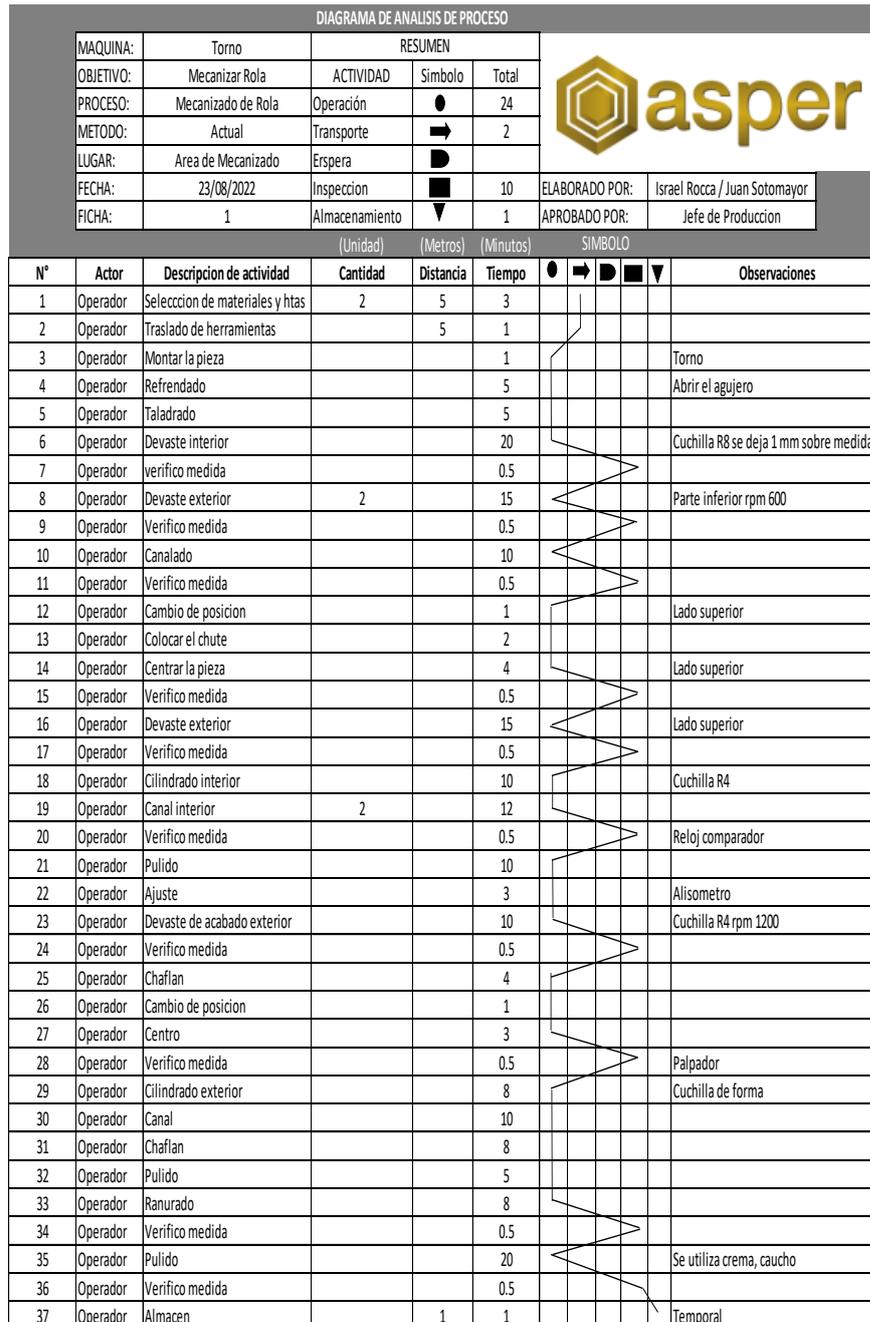


Figura N 84: Tiempo de Proceso de Mecanizado Post  
Fuente: Elaboración propia

### Situación (Post Test)

Luego de haber implementado las herramientas del trabajo estandarizado logramos mejorar los tiempos. Esto se observa en la siguiente tabla 29.

Tabla N° 29

Registro de tiempo de proceso de mecanizado en la etapa post de rolas

N° SEMANA	TIEMPO DE PROCESO (Min)
29	223
30	220
31	195
32	197
33	193
34	195
35	198
36	188

Fuente: Elaboración propia

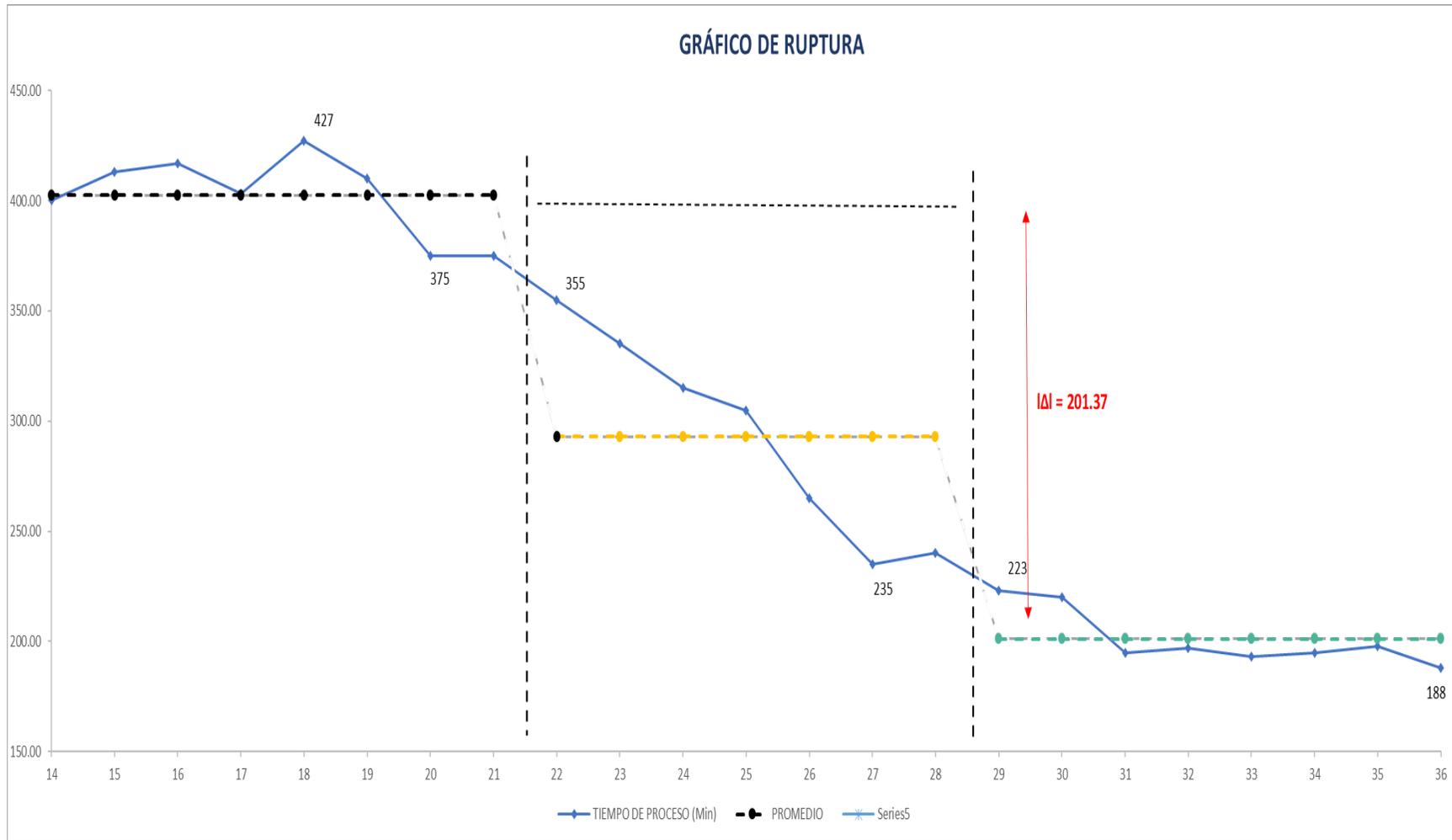
A continuación, se presenta la tabla 30 con el detalle del plan de acción a seguir para poder superar los problemas identificados que impactan en el tiempo de producción de las piezas.

Tabla N° 30

5W y 1H de los Problemas Principales hallados / Resumen Plan de Acción

Problema	What? ¿Qué?	Why? ¿Por qué?	Who? ¿Quién?	When? ¿Cuándo?	Where? ¿Dónde?	How? ¿Cómo?
Actividades no estandarizadas.	Implementar Trabajo Estandarizado	Actividades con un estandar. Mejorar tiempos de salida de productos.	Jefe de Producción/ Tornero	22 de abril al 24 de septiembre	Proceso de mecanizado	Ejecución de metodología
Demoras y tiempos muertos por fallas en equipos.	Implementar Trabajo Estandarizado	Mejorar tiempos de salida de productos.	Jefe de Producción/ Tornero	22 de abril al 24 de septiembre	Proceso de mecanizado	Ejecución de metodología
Demoras por falta de materia prima o insumos.	Implementar Trabajo Estandarizado	Mejorar tiempos de salida de productos.	Jefe de Producción/ Tornero	22 de abril al 24 de septiembre	Proceso de mecanizado	Ejecución de metodología

Fuente: Elaboración propia



*Figura N 85:* Ruptura de tiempo de mecanizado en el ciclo del proyecto.  
 Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Análisis de resultados

Este acápite tiene como propósito establecer la comprobación de hipótesis propuestas en la investigación, donde se estableció el valor del nivel de confianza como 95% y el nivel de significancia ( $\alpha$ ) como  $\alpha = 5\% = 0.05$ , siendo este último el margen de error que se produce al momento de tratar la prueba. Teniendo como hipótesis general “Si se implementa la metodología *Lean Manufacturing* entonces se mejora la productividad en la línea de mecanizado en la empresa Asper Coating”, se divide en 3 hipótesis específicas, en la cual se comprueba cada hipótesis específica y general a través del uso del software estadístico SPSS, la cual permitió realizar el análisis de datos mediante Tablas y Gráficas que representan de manera precisa los resultados obtenidos.

### Hipótesis Específica 01

**H1:** Si se implementa la metodología PDCA se logrará reducir las mermas en el proceso de mecanizado.

Para la hipótesis específica 1 se empleó como muestras pre y post test, las mermas que se han determinado en el proceso de producción, en la Tabla 31 se describen las 8 muestras en ocho semanas, en los escenarios pre y post desarrolladas para la hipótesis específica 01:

Tabla N° 31

Muestras Pre-Post para la comprobación de hipótesis específica 01

Semana Pre Test	DATOS PRE TEST Merma (%)	Semana Post Test	DATOS POST TEST Merma (%)
14	66.32	29	35.08
15	34.35	30	36.07
16	74.69	31	38.07
17	64.37	32	39.85
18	66.15	33	37.92
19	47.34	34	36.98
20	74.16	35	37.80
21	55.45	36	35.40

Fuente: Elaboración propia

## Prueba paramétrica Pre Test y Post Test

### Muestra Pre y Post Test

En la Tabla de resumen de procesamiento de los casos, que se obtuvo mediante el software SPSS, se pudo corroborar que, del total de 08 muestras tratadas en cada caso pre y post test, el 100% han sido validadas, no existió ningún caso perdido, como se puede observar en las Tablas 32 y 33.

Tabla N° 32

Resumen de procesamiento de casos Pre-Test hipótesis 01

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos				Total	
	Válido		Perdidos		N	Porcentaje
N	Porcentaje	N	Porcentaje			
Pre Test	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Software IBM SPSS

Tabla N° 33

Resumen de procesamiento de casos Post-Test hipótesis 01

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos				Total	
	Válido		Perdidos		N	Porcentaje
N	Porcentaje	N	Porcentaje			
Post Test	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

### Estadísticos Descriptivos

En las Tablas 34 y 35, se presentan las medidas de tendencia central de la estadística descriptiva de las muestras Pre y Post Test anteriormente adjuntadas en el nivel porcentual de mermas, en estas tablas se puede observar que hay una variación significativa en mermas obtenidas en las muestras que se realizaron antes y después de la implementación de la estrategia de mejora continua PDCA, y así se puede concluir que la aplicación de la variable independiente generó cambios positivos en la reducción de las mermas en el proceso de mecanizado.

Tabla N° 34

Estadísticos descriptivos muestra pre test hipótesis 01

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
Pre Test	Media		60,3538	4,91184
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	48,7391	
		Límite superior	71,9684	
	Media recortada al 5%		61,0019	
	Mediana		65,2600	
	Varianza		193,009	
	Desv. Desviación		13,89277	

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

Tabla N° 35

Estadísticos descriptivos muestra post test hipótesis 01

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
Post Test	Media		37,1462	,56211
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	35,8171	
		Límite superior	38,4754	
	Media recortada al 5%		37,1108	
	Mediana		37,3900	
	Varianza		2,528	
	Desv. Desviación		1,58990	

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

### Prueba de Normalidad

Para determinar las pruebas de normalidad se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>): La implementación de la metodología PDCA en la empresa Asper Coating NO reduce las mermas en el proceso de mecanizado.

Hipótesis Alternativa (H<sub>1</sub>): La implementación de la metodología PDCA en la empresa Asper Coating reduce significativamente las mermas en el proceso de mecanizado.

Se realizó la prueba de normalidad al indicador, teniendo en cuenta que:

Normalidad Kolmogorov-Smirnov: Muestras grandes >50

Normalidad Shapiro Wilk: Muestras pequeñas <50

#### a) Prueba de normalidad antes de la mejora

En la Tabla 36, se muestra la prueba de normalidad de la situación pre test.

Dado que el número de muestras es inferior a los 50 datos tomamos la prueba de Shapiro-Wilk, donde se observa que el nivel de significancia es

mayor a 0.05 ( $p > 0.05$ ), por lo tanto, los datos de la muestra siguen una distribución normal, entonces se establece el análisis paramétrico tomando la prueba de Shapiro-Wilk.

Tabla N° 36

Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra pre test hipótesis 01

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test	,239	8	,200*	,901	8	,297

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

b) Prueba de normalidad después de la mejora

En la Tabla 37, se muestra la prueba de normalidad de la situación Post Test. Dado que el número de muestras es inferior a los 50 datos tomamos la prueba de Shapiro-Wilk, donde se aprecia que el nivel de significancia es mayor a 0.05 ( $p > 0.05$ ), por lo tanto, los datos de la muestra siguen una distribución normal, entonces se establece el análisis es paramétrico.

Tabla N° 37

Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra post test hipótesis 01

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Post Test	,160	8	,200*	,950	8	,716

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

De acuerdo a la prueba de normalidad se concluye que las variables tanto pre y post siguen una distribución normal y son consideradas variables paramétricas dado que el nivel de significancia es mayor a 5%. ( $p > 0.05$ ).

Por esta razón se contempla la diferencia de medias para lograr verificar que el método de la propuesta PDCA para reducir las mermas propuesto en el objetivo específico 01 ha incidido de manera efectiva.

## Contrastación de Hipótesis Específica 01

Para hallar los resultados de esta prueba se tuvo las siguientes hipótesis nula y alterna:

H0: No existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test de la implementación de la metodología PDCA en la reducción de las mermas en el proceso de mecanizado.

H1: Si existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test de la implementación de la metodología PDCA en la reducción de las mermas en el proceso de mecanizado.

Mediante el uso y aplicación del software estadístico SPSS utilizamos la prueba T Student debido a que la muestra sigue una distribución normal en la Hipótesis 01 como se aprecia en la Tabla 38, una significancia de 0.000, la cual es menor al nivel de significancia de 0.05, ante ello rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis del investigador.

A continuación, se presenta el grado de significancia para determinar si la hipótesis es aceptada:

Tabla N° 38

Prueba de T Student para muestras de la Hipótesis 01

### Prueba T

#### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PRE TEST MERMA	60,3538	8	13,89277	4,91184
	POST TEST MERMA	37,1462	8	1,58990	,56211

#### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PRE TEST MERMA & POST TEST MERMA	8	,414	,308

#### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PRE TEST MERMA - POST TEST MERMA	23,20750	13,31359	4,70706	12,07706	34,33794	4,930	7	,002

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

## Hipótesis Específica 02

**H1:** Si se implementa la metodología 5S entonces se reduce el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado.

Para esta hipótesis se emplearon como muestras pre y post test, el número de incidentes y accidentes, en la Tabla 39 se describe las 8 muestras pre y post desarrolladas para la hipótesis específica 02:

Tabla N° 39

Muestras Pre-Post para la comprobación de hipótesis específica 02

N° de Semana Pre Test	DATOS PRE TEST Incidentes y accidentes (Nro)	N° de Semana Post Test	DATOS POST TEST Incidentes y accidentes (Nro)
14	4	29	1
15	1	30	1
16	1	31	0
17	1	32	1
18	3	33	0
19	2	34	1
20	1	35	0
21	2	36	0

Fuente: Elaboración propia

## Prueba paramétrica Pre Test y Post Test

### Muestra Pre y Post Test

En las Tablas 40 y 41 de resumen de procesamiento de los casos, que se obtuvo mediante el software SPSS, se pudo cotejar que, del total de 08 muestras tratadas en cada caso que son el pre y post test, el 100% han sido validadas, no existió ningún caso perdido:

Tabla N° 40

Resumen de procesamiento de casos Pre-Test hipótesis 02

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Pre Test	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Software IBM SPSS

Tabla N° 41

Resumen de procesamiento de casos Post-Test hipótesis 02

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Post Test	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

### Estadísticos Descriptivos

En las Tablas 42 y 43, se muestran los datos estadísticos descriptivos de las muestras Pre y Post Test de los incidentes y accidentes que se suscitan en planta, en estas tablas se puede observar que hay una variación significativa en incidentes – accidentes obtenidos en las muestras que se realizaron antes y después de la implementación de la metodología 5S, y así se demuestra que la aplicación de la variable independiente generó cambios positivos para la reducción de incidentes y accidentes.

Tabla N° 42

Estadísticos descriptivos muestra pre test hipótesis 02

		Descriptivos	
		Estadístico	Desv. Error
Pre Test	Media	1,8750	,39810
(incidentes - Accidentes)	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9336
		Límite superior	2,8164
	Media recortada al 5%	1,8056	
	Mediana	1,5000	
	Varianza	1,268	
	Desv. Desviación	1,12599	

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

Tabla N° 43

Estadísticos descriptivos muestra post test hipótesis 02

		<b>Descriptivos</b>		
			Estadístico	Desv. Error
Post Test	Media		,5000	,18898
s - Accidente	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,0531	
		Límite superior	,9469	
s)	Media recortada al 5%		,5000	
	Mediana		,5000	
	Varianza		,286	
	Desv. Desviación		,53452	

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

### **Prueba de Normalidad**

Para las pruebas de normalidad se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis Nula (Ho): La implementación de la metodología 5S en la empresa Asper Coating NO reduce los incidentes y accidentes.

Hipótesis Alternativa (H1): La implementación de la metodología 5S en la empresa Asper Coating reduce significativamente los incidentes y accidentes.

Se realizó la prueba de normalidad al indicador, teniendo en cuenta que:

Normalidad Kolmogorov-Smirnov: Muestras grandes >50

Normalidad Shapiro Wilk: Muestras pequeñas <50

#### c) Prueba de normalidad antes de la mejora

En la Tabla 44, se muestra la prueba de normalidad de la situación pre test. Dado que el número de muestras es inferior a los 50 datos tomamos la prueba de Shapiro-Wilk, donde se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05 ( $p < 0.05$ ), por lo tanto, los datos de la muestra no siguen una distribución normal, entonces se establece el análisis no paramétrico.

Tabla N° 44

Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra pre test hipótesis 02

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test	,281	8	,062	,809	8	,036

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

d) Prueba de normalidad después de la mejora

En la Tabla 45, se muestra la prueba de normalidad de la situación post test. Dado que el número de muestras es inferior a los 50 datos se toma la prueba de Shapiro-Wilk, donde se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05 ( $p < 0.05$ ), por lo tanto, los datos de la muestra no siguen una distribución normal, entonces se establece un análisis no paramétrico.

Tabla N° 45

Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra post test hipótesis 02

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Post Test	,325	8	,013	,665	8	,001

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

De acuerdo a la prueba de normalidad se concluye que las variables tanto en el pre test y post test no siguen una distribución normal y no encajan en un modelo capaz de aproximar satisfactoriamente el valor de la variable aleatoria a una situación ideal. En otras palabras, la distribución normal no se adapta a una variable aleatoria a una función que depende de la media y la desviación típica contempladas en el nivel de significancia menor a 5%. ( $p < 0.05$ ).

Por esta razón se contempla la diferencia de medias independientes mediante la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para lograr verificar que la metodología 5S propuesta en la hipótesis específica 02 ha incidido de manera efectiva.

## Contrastación de Hipótesis

Para hallar los resultados de esta prueba se tuvo las siguientes hipótesis nula y alterna:

H0: No existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test de la implementación de la metodología 5s en la reducción de incidentes y accidentes.

H1: Si existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test de la implementación de la metodología 5s en la reducción de incidentes y accidentes.

Mediante el uso y aplicación del software estadístico SPSS utilizamos la prueba de Wilcoxon debido a que la muestra sigue una distribución normal en la Hipótesis 02 como se aprecia en la Tabla 46, una significancia de 0.026, el cual es menor al nivel de significancia 0.05, ante ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

A continuación, en la Tabla 46 se presenta el grado de significancia para determinar si la hipótesis es aceptada.

Tabla N° 46

Prueba de Wilcoxon para la muestra de la Hipótesis Especifica 02

### ➔ Pruebas NPar

#### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
PosTest HE2 - PreTest HE2	Rangos negativos	6 <sup>a</sup>	3,50	21,00
	Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
	Empates	2 <sup>c</sup>		
	Total	8		

a. PosTest HE2 < PreTest HE2

b. PosTest HE2 > PreTest HE2

c. PosTest HE2 = PreTest HE2

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

		PosTest HE2 - PreTest HE2
Z		-2,232 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)		,026

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

### Hipótesis Específica 03

**H1:** Si se implementa un Trabajo Estandarizado, entonces se mejora el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado.

Para esta hipótesis se empleó como muestras pre y post test, los tiempos de salida en la línea de mecanizado, en la Tabla 47 se describe las 8 muestras pre y post desarrolladas para la hipótesis específica 03:

Tabla N° 47:

Muestras Pre-Post para la comprobación de hipótesis específica 03

N° de Semana Pre Test	DATOS PRE TEST Tiempo (Minutos)	N° de Semana Post Test	DATOS POST TEST Tiempo (Minutos)
14	400	29	223
15	413	30	220
16	417	31	195
17	403	32	197
18	427	33	193
19	410	34	195
20	375	35	198
21	375	36	188

Fuente: Elaboración propia

### Prueba paramétrica Pre Test y Post Test

#### Muestra Pre y Post Test

En la Tabla de resumen de procesamiento de los casos, que se obtuvo mediante el software SPSS, se pudo cotejar que, del total de 08 muestras tratadas en cada caso que son el pre y post test, el 100% han sido validadas, no existió ningún caso perdido, como se puede observar en las Tablas 48 y 49:

Tabla N° 48

Resumen de procesamiento de casos Pre-Test hipótesis 03

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Pre Test	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Software IBM SPSS

Tabla N° 49

Resumen de procesamiento de casos Post-Test hipótesis 03

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Post Test	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

### Estadísticos Descriptivos

En las Tablas 50 y 51, se muestran los datos estadísticos descriptivos de las muestras Pre y Post Test anteriormente descritas de los tiempos de salida en la línea de mecanizado, en estas tablas se puede apreciar que existe una variación significativa en tiempos obtenidos en las muestras que se realizaron antes y después de la implementación del trabajo estandarizado, y así podemos concluir que la aplicación de la variable independiente generó cambios positivos en la reducción de tiempos del proceso de estandarizado.

Tabla N° 50

Estadísticos descriptivos muestra pre test hipótesis 03

Descriptivos			
		Estadístico	Desv. Error
Pre Test	Media	402,5000	6,67618
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	386,7133
		Límite superior	418,2867
	Media recortada al 5%	402,6667	
	Mediana	406,5000	
	Varianza	356,571	
	Desv. Desviación	18,88310	

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

Tabla N° 51

Estadísticos descriptivos muestra post test hipótesis 03

<b>Descriptivos</b>			Estadístico	Desv. Error
Post Test	Media		201,1250	6,67618
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	190,2941	
		Límite superior	211,9559	
	Media recortada al 5%		200,6389	
	Mediana		196,0000	
	Varianza		167,839	
	Desv. Desviación		12,95528	

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

### **Prueba de Normalidad**

Para las pruebas de normalidad se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis Nula (Ho): La implementación del Trabajo Estandarizado No mejora el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado

Hipótesis Alterna (H1): La implementación del Trabajo Estandarizado Si mejora el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado

Se realizó la prueba de normalidad al indicador, teniendo en cuenta que:

Normalidad Kolmogorov-Smirnov: Muestras grandes >50

Normalidad Shapiro Wilk: Muestras pequeñas <50

#### e) Prueba de normalidad antes de la mejora

En la Tabla 52, se muestra la prueba de normalidad de la situación pre test. Dado que el número de muestras es inferior a los 50 datos tomamos la prueba de Shapiro-Wilk, donde se observa que el nivel de significancia es mayor a 0.05 ( $p > 0.05$ ), por lo tanto, los datos de la muestra si siguen una distribución normal, entonces se establece un análisis paramétrico.

Tabla N° 52

Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra pre test hipótesis 03

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test	,197	8	,200*	,901	8	,294

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

f) Prueba de normalidad después de la mejora

En la Tabla 53, se muestra la prueba de normalidad de la situación post test. Dado que el número de muestras es inferior a los 50 datos tomamos la prueba de Shapiro-Wilk, donde se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05 ( $p < 0.05$ ), por lo tanto, los datos de la muestra no siguen una distribución normal, entonces se establece un análisis no paramétrico.

Tabla N° 53

Prueba de normalidad Shapiro Wilk muestra post test hipótesis 03

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Post Test	,345	8	,006	,784	8	,019

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

De aquí se puede concluir que la muestra pretest sigue una distribución normal, mientras que la muestra post no. Como la muestra pre sigue una distribución normal, se agregó una muestra diferencial entre los datos pre y post con el propósito de ver si esta nueva muestra sigue una distribución normal, y de ser así, poder realizar la prueba inferencial con la muestra post y la muestra diferencial.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test	,197	8	,200*	,901	8	,294
Post Test	,345	8	,006	,784	8	,019
%_DIFERENCIA	,153	8	0,200	,935	8	,558

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo a las diferencias establecidas se aprecia que se sigue una distribución normal, en tal sentido, se aplicará la prueba de TStudent.

Por esta razón se contempla la diferencia de medias para lograr verificar que el método del trabajo estandarizado propuesto en la hipótesis específica 03 ha incidido de manera efectiva en la reducción de los tiempos.

### Contrastación de Hipótesis

Para hallar los resultados de esta prueba se tuvo las siguientes hipótesis nula y alterna:

H0: No existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test de la implementación del Trabajo Estandarizado para la mejora del tiempo de las salidas en la línea de mecanizado.

H1: Si existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test de la implementación del Trabajo Estandarizado para la mejora del tiempo de las salidas en la línea de mecanizado.

Mediante el uso y aplicación del software estadístico SPSS utilizamos la prueba de T Student debido a que la muestra sigue una distribución normal en la Hipótesis 03 como se aprecia en la Tabla 54, una significancia de 0.000, la cual es menor al nivel de significancia de 0.05, ante ello rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis del investigador. Se debe precisar que el procedimiento Prueba T para muestras relacionadas compara las medias de dos variables de un solo grupo. El procedimiento calcula las diferencias entre los valores de las dos variables de cada caso y contrasta si la media difiere de 0.

A continuación, se presenta el grado de significancia para determinar si la hipótesis es aceptada:

Tabla N° 54

Prueba de T Student para muestras de la Hipótesis 03

	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	t	gl	Significación de dos factores
TIEMPOE_DIFERENCIA vs _PRETEST	201,12	12,95528	4.58038	43.910	7	<.000

Fuente: Software Estadístico IBM SPSS

### Resumen de resultados

Como se observa en la Tabla 55 mostrada la implementación de las 3 variables independientes fueron efectivas, ya que gracias a ellas en las 03 hipótesis específicas pudo haber diferencias de mejora en comparación del pre al post test de los datos adquiridos en la implementación de la metodología *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en la línea de mecanizado en la empresa Asper Coating.

A continuación, en la Tabla 55 se detalla el resumen de resultados obtenidos mediante la implementación de las 3 variables independientes planteadas para el desarrollo del estudio, en el caso de las mermas después de la aplicación del PCDA se reducen en 38.46%; asimismo, en el caso de los incidentes y accidentes se redujeron en un 73.33%, y, en el caso de trabajo estandarizado los tiempos expresado en minutos se redujeron en 50.03%.

Tabla N° 55

Resumen de resultados

<b>Hipótesis Específica</b>	<b>Variables Independiente</b>	<b>Variables Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Pre- Test</b>	<b>Post- Test</b>	<b>Diferencia</b>
Si se implementa la metodología PDCA se logrará reducir las mermas en el proceso de mecanizado.	Metodología PDCA	Merma	Prom. de mermas (%)	60.35	37.14	23.21 38.46%
Si se implementa la metodología 5S entonces se reduce el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado.	5S	Incidentes	Incidentes y accidentes	1.875	0.500	1,375 73.33%
Si se implementa un Trabajo Estandarizado, entonces se mejora el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado..	Trabajo estandarizado	Tiempos (Min)	Promedio de Tiempos (Min)	402,500	201,1250	201,375 50.03%

Elaboración: Propia

## CONCLUSIONES

1. Se demostró que con la implementación de la metodología Lean Manufacturing se permitió mejorar la productividad en la línea de mecanizado en la empresa Asper Coating. Los estadígrafos han permitido demostrar la efectividad que tiene la aplicación de la estrategia de mejora continua PDCA, las 5 S y el trabajo estandarizado, lo cual impactaría de manera directa en la producción. Se reducen las mermas, también se reducen los incidentes y se mejora el tiempo de salidas en la producción.
2. Se comprobó que la implementación de la metodología PDCA permite reducir las mermas de manera significativa en el proceso de mecanizado en la empresa Asper Coating. Los resultados descriptivos han permitido demostrar el efecto que tiene la estrategia de calidad; la media en el escenario del pre test se encontraba en un nivel de 60.35% y para el pos test se redujo en 37.14%, estableciéndose una diferencia de 23.21%; en el caso de la desviación estándar (DE) en el escenario del pre test estuvo determinada en un 13.89% y en el pos test se redujo la dispersión en 1.58%; los resultados descriptivos permitieron demostrar la mejora significativa del indicador analizado y el efecto positivo del PDCA. Mediante el uso y aplicación del software estadístico SPSS se utilizó la prueba T Student debido a que la muestra sigue una distribución normal, una significancia de 0.000, la cual es menor al nivel de significancia de 0.05, ante ello rechazó la hipótesis nula y acepta la hipótesis del investigador. En cuanto al indicador promedio de mermas expresado en (%), en las ocho (8) semanas del muestreo tomado, en la situación pre test, se obtuvo un nivel porcentual de 60.35% de merma, al aplicar la metodología PDCA, la merma se reduzo en 37.14%, obteniendo una reducción de 23.21% de merma.
3. Se evidenció que, con la implementación de las 5S, se reduce el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado, por lo tanto, es necesaria su aplicabilidad para poder tener un mejor orden en las áreas de trabajo y ello permitiría tener un trabajo donde los accidentes e incidentes se reduzcan a una política concatenada con la normatividad de seguridad y salud en el trabajo. La media en el escenario del pre test se encontraba en un nivel de 1.6 accidentes e

incidentes y para el pos test se redujo en 0.5, estableciéndose una diferencia de 1.1 accidente e incidentes; la información descriptiva permite demostrar la mejora del indicador analizado y el efecto positivo de la metodología. A través del uso y aplicación del software estadístico SPSS utilizamos la prueba de Wilcoxon debido a que la muestra sigue una distribución normal en la Hipótesis 02, una significancia de 0.026, el cual es menor al nivel de significancia 0.05, ante ello se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis del investigador. En cuanto al indicador número de incidentes expresado en valores absolutos, en las ocho (8) semanas del muestreo tomado, en la situación pre test, se obtuvo un nivel de 1.8 incidencias semanales, al aplicar la metodología 5S, las incidencias se redujeron en 0.5, obteniendo una reducción de 1.3 incidentes.

4. Con la aplicación del Trabajo Estandarizado se mejoró el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado. La comprobación de hipótesis demostró que aplicando el estadígrafo de Wilcoxon aplicada a al tiempo de trabajo estandarizado respecto a un pre y post aplicación se tuvo como resultado la significancia es de 0.01; por ende, la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis de alterna. Mediante el uso y aplicación del software estadístico SPSS utilizamos la prueba de T Student debido a que la muestra sigue una distribución normal en la Hipótesis 03, una significancia de 0.000, la cual es menor al nivel de significancia de 0.05, ante ello se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis del investigador. Se debe precisar que el procedimiento Prueba T para muestras relacionadas compara las medias de dos variables de un solo grupo. El procedimiento calculó las diferencias entre los valores de las dos variables de cada caso y contrasta si la media difiere de 0. En cuanto al indicador tiempo estandarizado expresado en minutos, en las ocho (8) semanas del muestreo tomado, en la situación pre test, se obtuvo un nivel promedio de 402.5 minutos de sobretiempo en los procesos, al aplicar la metodología de Trabajo Estandarizado, los tiempos de salidas en la línea de mecanizado se redujo en 201.12 minutos, obteniendo una reducción de 201.375 minutos ganados en función a la situación del pre test.
5. Se ha podido comprobar la mejora de la producción en planta de Asper Coating mediante el desarrollo de las metodologías de calidad, estadísticamente en el post test se refleja la reducción de desperdicios que impactarían de manera directa en

los costos de producción y logísticos. En efecto, es notoria la diferencia en cuanto a la aplicación de metodologías tradicionales que se emplean en planta. La secuencia de la programación del Lean Manufacturing articula de manera directa y positiva con las estrategias de mejora continua PDCA, 5s y el trabajo estandarizado.

6. El funcionamiento de los procedimientos actuales en la producción tienen un mejor control con la aplicación de las tres metodologías de calidad planteadas. Los procedimientos mediante el PDCA permitirán determinar que las tareas que se hacen repetitivas en producción deban corregirse de ser el caso, mediante los procedimientos de inspección y control.
7. Finalmente, la implementación de la metodología Lean Manufacturing en la compañía servirá para establecer mejoras en los procesos de identificación y disminución de mermas, reducción de accidentes e incidentes, costos y tiempos en los procesos.

## RECOMENDACIONES

1. Dentro de las mejoras implementadas se consideró la homologación de proveedores, bajo criterios que permitían obtener materia prima adecuada a los requerimientos de las especificaciones del diseño y proceso de mecanizado. Se recomienda a los encargados de logística de la empresa mantener el estándar de homologación y evaluar anualmente a los proveedores y mejorar los criterios de evaluación.
2. Las actividades que conforman el proceso de mecanizado deben de estar enfocados a la mejora continua, para ello se recomienda a los encargados de producción mantener un modelo de gestión con enfoque en los procesos (Gestión por procesos), que deben estar sustentados en procedimientos estructurados y registros que permitan medir el desempeño de las actividades, con el propósito de detectar oportunidades de mejora y diseñar los planes de acción a seguir para superarlos.
3. En relación a la disminución de las incidencias de eventos (incidentes y accidentes) es importante mantener los resultados del programa de las 5S a través de auditorías periódicas entre las diferentes áreas considerando principalmente las áreas que interactúan con el proceso de mecanizado. Las funciones del comité de las 5S deberán mantenerse hasta que se observe un desempeño regular y con tendencia a la mejora de todos los involucrados en los procesos en general.
4. Se debe mantener el registro de los tiempos y recursos utilizados en el proceso de mecanizado a través del formato de tiempo de producción, con el fin de obtener data e históricos para un mayor análisis a futuro que permita diseñar indicadores de gestión en los diferentes procesos.
5. Se recomienda a los encargados de planta de Asper Coating emplear metodologías de calidad como el PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) ya que se puede obtener mejores resultados para cumplir con las ordenes de pedido y de trabajo; para ello, se debe contar con personal capacitado. La aplicación de las metodologías tiene una mayor efectividad para reducir las brechas entre las

actividades de producción y logística. Al comparar los resultados en del pre test y post test es bastante visible su diferencia y permite un mejor avance de la producción.

6. En esta investigación se presentan procedimientos de la ingeniera industrial que son básicas para elaborar procedimientos sencillos a partir de la programación de la producción. Se recomienda considerar herramientas de control de tiempos que se ajusten a la realidad del avance en áreas como producción y operaciones, también tomando los imprevistos que pueden darse cada fase de los procesos de producción, sugiriéndose metodologías como el Last Planner para tener una mejor planificación.
  
7. Evaluar la utilizar herramientas complementarias de la metodología Lean Manufacturing con el fin de seguir mejorando la productividad que permita lograr una mayor satisfacción del cliente, reducir costos y perdidas (materia prima e insumos) y una mejor gestión de stock e inventarios. Así podemos considerar herramientas como el Kanban, KPI, Gestión de datos, Just in time entre otros.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Arias, Fidas. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. (6ª Ed.). Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Editorial Episteme
- Bachon, Rubén., Bachon, Diego. (2018). Proyecto de Tesis “Diseño de Implementación de la Metodología 5s en la importadora Ginatta”. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Bernal, Cesar. (2016). *Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. (4ª Ed.). Colombia: Pearson Editorial.
- Bonilla, Elsie, Díaz Bertha, Kleeberg, Fernando. y Noriega, María Teresa. (2010). *Mejora Continua de los Procesos. Herramientas y Técnicas*. (1ª Ed.). Lima, Perú: Universidad de Lima Fondo Editorial.
- Caignaert, Guy & Kerguignas, Marcel (1980). *Resistencia de Materiales*.
- Carro, Roberto. & Gonzales, Daniel. (2012). *Productividad y Competitividad, El Sistema de Producción y Operaciones*, 2, (2-18). Mar de Plata, Argentina; Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Cortez Díaz, José María (2018). Técnica de Prevención de Riesgos laborales: *Seguridad y Salud en el Trabajo*.
- Cuatrecasas, Luis. (2005). *Gestión Integral de la Calidad: Implantación, Control y Certificación*. (3ª Ed.). Barcelona, España: Editorial Gestión 2000.
- Delers, Antoine (2011). *La Filosofía Del Kaizen*.
- Madariaga Neto, Francisco (2020). *Lean Manufacturing*.
- Fernández García, Ricardo (2012). *Manual de Prevención de Riesgos Laborales para no Iniciados*. España. Editorial Club Universitario
- García, Angel (1997). Concepto de Organización Industrial.
- Gómez, Marcelo M. (2006). Introducción a la Metodología de la Investigación *Científica*. Editorial Brujas
- González Ariza, Ángel León (2006). *Métodos de Compensación Basados en Competencias*.
- Groover, Mikell P. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos y Sistemas*.

- Gutiérrez Gonzales, Eduardo & Vladimirovna Panteleeva, Olga (2014). *Probabilidad y Estadística, Aplicaciones a la Ingeniería y las Ciencias*. México, Grupo Editorial Paria SA.
- Gutiérrez Pulido, Humberto (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. (2ª Ed). México: Editorial McGraw- Hill.
- Hernández Matías, Juan Carlos & Vizán Idoipe, Antonio (2013). *Lean manufacturing* Conceptos, técnicas e implantación. Fundación EOI, Madrid.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (12 de 09 de 2014). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). (M. G. S.A., Ed.) México, México: McGraw Hill.
- Infotep. (2010). Manual para Implementación sostenible de las 5. Santo Domingo, República Dominicana: Editorial Infotep
- Isidro Garcia, José (2004). Fundamento del Diseño Mecánico.
- Jiménez Boulanger, Francisco & Espinoza Gutiérrez, Carlos Luis (2007), *Costos Industriales*. Editorial Tecnología de Costa Rica.
- Lusthaus, Charles (2002). *Evaluación Organizacional: Marco para Mejorar el Desempeño*.
- Locher, Drew (2017). *Lean Office: Metodología Lean en Servicios Generales, Comerciales y Administrativos*.
- Martínez Gonzalez, Mayte (2015). *Mecanizado Básico*.
- Méndez, Carlos A. (1995). Metodología, Guía para Elaborar Diseños de Investigación en Ciencias Económicas, Contables y Administrativas. McGraw-Hill. Bogotá.
- Namakforoosh Mohammad Naghi. (2000). *Metodología de la Investigación*. Limusa Noriega Editores.
- Niebel, Benjamin., Freivalds, Andris. (2001). *Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. (10ª Ed.). México: Alfaomega.
- Noreen Eric, Smith Debra & Mackey, James T (1997). *La Teoría de las Limitaciones y sus Consecuencias para la Contabilidad de Gestión*.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la Investigación*. Colombia, Ediciones de la U.
- Prat Bartés Albert, y Tort-Martorell Llabrés Xavier (2004). *Métodos Estadísticos, Control y Mejora de la calidad*. PT 2ª edición.
- Pro Optim. (25 de julio de 2017). *Las 5s*. Obtenido de Pro-Optim: <http://blog.pro-optim.com/las-5s/las-5s-beneficios-de-la-cuarta-seiketsu-estandarizacion/>

- Pro Optim. (2017 de septiembre de 2017). *Las 5s*. Obtenido de Pro-Optim: <http://blog.pro-optim.com/las-5s/las-5s-beneficios-de-la-quinta-shitsuke-disciplina/>
- Prokopenko, Joseph (1989). *Gestión de la Productividad, Manual Práctico*. OIT.
- Rabago Buitimea, Mariela. (2008). Proyecto de Tesis “Mejora del lugar de trabajo (*Almacén de Refacciones*) por medio de la implementación de la Metodología 5 S”. Sonora, México: Instituto Técnico de Sonora.
- Rajadell Carreras, Manuel & Sánchez García, José Luis (2010). *LEAN MANUFACTURING La Evidencia de una Necesidad*. MADRID, Ediciones Díaz de Santos Albasanz.
- Rajadell Carreras, Manuel (2021). *Lean Manufacturing: Herramientas para Producir Mejor*.
- Rey Sacristán, Francisco (2002). *Mantenimiento Total de la Productividad (TPM): Proceso de Implementación y Desarrollo*.
- Rey Sacristán, Francisco (2005). *Las 5S. Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo*.
- Rodríguez Martínez, Mauricio (2005). *El método MR, Maximización de Resultados*.
- Rodríguez Moguel, Ernesto A. (2005). *Metodología de la Investigación*. Tabasco, México: Edición Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
- Rodríguez Palop, María Eugenia (2018). *La Nueva Generación de Derechos Humanos*.
- Rodríguez Pérez, Osmundo Héctor (2020). *Defecto y Controles de las Uniones Soldaduras en Soldadura Manual*.
- Sampieri, R., Fernández. C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. (5ª Ed). Mexico: McGraw Hill Editorial.
- Smid, Peter (2003). *CNC: Programing Handbook: A Comprehensive Guide To Practical*. Second Edition.
- Tamayo y Tamayo, M. (1999). Serie: Aprendiendo a investigar – Módulo 5 (3ta ed.). Colombia: Instituto colombiano para el fomento de la educación superior.
- Tovar, Arturo (2007). CPIMC Un Modelo de Administración de Proceso.
- Vilar Barrio José Francisco, Gómez Frile Fermin, Tejero Monzon Miguel (1997) *Las Siete Nuevas Herramientas para la Mejora de la Calidad*.
- Womack, Jones y Roos (1990), *The Machine that Changed the World*

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

A continuación, se presenta la Matriz de Consistencia utilizada en la investigación del estudio. (Ver Tabla N° 56).

Tabla N° 56: Matriz de Consistencia

Problemas Principal	Objetivos General	Hipótesis General	Variables Independiente	Indicador r.V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿Cómo mejorar la productividad en la línea de mecanizado de componentes en la empresa Asper Coating?	Implementar la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de mecanizado, en la empresa Asper Coating.	Si se implementa la metodología Lean Manufacturing entonces se mejora la productividad en la línea de mecanizado en la empresa Asper Coating.	Lean Manufacturing		Productividad	
Problemas Especifico	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificas				
PE01. ¿Cómo reducir las mermas de materia prima en el proceso de mecanizado?	Implementar metodología PDCA para reducir las mermas en el proceso de mecanizado	Si se implementa metodología PDCA entonces se reducen las mermas en el proceso de mecanizado	PDCA	Si/No	Merma	Porcentaje de merma (semanal)
PE02. ¿Cómo reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado?	Implementar 5S para reducir el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado.	Si se implementa el 5S, entonces se reduce el número de incidentes y accidentes en la línea de mecanizado.	5 S	Si/No	Incidentes	Número de Incidentes (semanal)
PE03. ¿Cómo mejorar el tiempo de las salidas (Throughput) en la línea de mecanizado?	Implementar un Trabajo Estandarizado para mejorar el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado.	Si se implementa un Trabajo Estandarizado, entonces se mejora el tiempo de las salidas en la línea de mecanizado.	Trabajo Estandarizado	Si/No	Tiempo de Producción	Promedio de tiempo de producción (semanal)

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 2: Matriz de Operacionalización

A continuación, se presenta la Matriz de Operacionalización utilizada en la investigación del estudio. (Ver Tabla N° 57).

Tabla N° 57: Matriz de Operacionalización

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
PDCA	Si / No	Las etapas genéricas del proceso de mejora continua se basan en el ciclo PDCA, creado por Shewart y dado a conocer por Deming (1950). (Bonilla & Diaz, Bertha, 2012)	El PDCA nos permite implementar medidas de control para mejorar la eficiencia en el uso de la materia prima y minimizar mermas.
5 S	Si / No	La implantación de las 5S sigue un proceso establecido en cinco pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. (Rajadell & Sanchez, 2010).	Las 5 S permiten: - Mejorar el ambiente de trabajo y eliminar desperdicios o mermas. - Reducir no conformidades por incumplimiento de especificaciones. - Disminuir costos asociados a la mano de obra por falta de estandarización o incumplimiento del mismo.
Trabajo Estandarizado	Si / No	Un Desafío típico cuando se implementa el trabajo estandarizado es mantener el equilibrio entre un exceso de detalles o que este no sea suficiente. Hay que agrupar pasos específicos y describirlos de forma que recuerden a la gente lo que tienen que hacer sin necesidad de explicar en detalle lo que hay que hacer. (Locher, 2017)	La estandarización permite crear guías e instructivos de las actividades para cumplir con las especificaciones de los productos.
Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Merma	Porcentaje de merma (semanal)	“Pérdida física en el volumen, peso o cantidad de las existencias, ocasionada por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo.” (Ferrer, 2010)	La merma o desperdicio es la materia prima que se pierde debido a errores de los trabajadores en los diferentes procesos de producción. Se puede expresar en el porcentaje de la materia prima útil perdida.
Incidentes	Número de Incidentes (semanal)	“Todo suceso no querido ni deseado, que en un momento determinado irrumpe de forma súbita e inesperada el proceso productivo y es susceptible de producir daños o lesiones, pero las circunstancias concretas de la situación no dan tal resultado.” (Fernández, 2012)	Accidente es todo suceso repentino que sobre venga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca una lesión, invalidez o muerte. Incidente es un suceso acaecido en el curso del trabajo donde la persona no sufre lisiones considerables.
Piezas Producidas	Promedio de piezas producidas (semanal)	“Un producto es todo aquello que se ofrece en el mercado para satisfacer un deseo o una necesidad.” (Kotler, Philip & Lane, Kevin, 2009) “Un producto es un conjunto de atributos fundamentales unidos en una forma identificable. Cada producto se identifica por un nombre descriptivo (o genérico) que el común de la gente entiende.” (Stanton, 2007)	Las piezas producidas por semana en las diferentes líneas de producción se miden por unidades. Estas unidades pueden ser unidades producidas en el proceso de mecanizado.

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3: Autorización de consentimiento para realizar la investigación

A continuación, se muestra el formato de autorización para realizar la investigación.



Lima, 04 de julio del 2022  
CO05-04.07.2022 ACP-JJSM

Por la presente, autorizamos a los señores Bachilleres Israel Hernán Rocca Crevosier y Juan José Sotomayor Miranda, a fin de que puedan utilizar los datos, figuras o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Atentamente,

  
ASPER COATING DEL PERÚ S.A.C.  
RUC: 20500442173  
Diego Francisco Contreras Valle  
Representante Legal  
DIEGO FRANCISCO CONTRERAS VALLE  
GERENTE GENERAL  
ASPER COATING DEL PERÚ S.A.C.

Asper Coating del Perú S.A.C.  
Av. Nicolás Arriola 265 Of. 401, La Victoria, Lima, Perú  
Central: (01) 739-0899 | Móvil: 960607270  
ventas@aspercoat.com

[www.aspercoat.com](http://www.aspercoat.com)

1

## Anexo 4: Base de datos

N° Semana	N° Pieza	Mes	PERIODO PROJ TESIS	Descripción	Cantidad	TIEMPO DE PROCESO DE MECANIZADO				TOTAL DE TIEMPO MIN		
						INICIO		FIN				
						FECHA	HORA	FECHA	HORA			
14	1	Abril	PRE	ROLAS	1	05-04-22	08:50:00 a.m.	05-04-22	04:40:00 p.m.	410		
14	2	Abril	PRE	ROLAS	1	06-04-22	08:15:00 a.m.	06-04-22	04:30:00 p.m.	435		
14	3	Abril	PRE	ROLAS	1	07-04-22	08:30:00 a.m.	07-04-22	04:00:00 p.m.	390	14	400
14	4	Abril	PRE	ROLAS	1	08-04-22	08:30:00 a.m.	08-04-22	03:35:00 p.m.	365		
15	5	Abril	PRE	ROLAS	1	11-04-22	08:15:00 a.m.	11-04-22	04:20:00 p.m.	425		
15	6	Abril	PRE	ROLAS	1	12-04-22	08:30:00 a.m.	12-04-22	04:10:00 p.m.	400	15	413
16	7	Abril	PRE	ROLAS	1	20-04-22	09:00:00 a.m.	20-04-22	05:15:00 p.m.	435		
16	8	Abril	PRE	ROLAS	1	21-04-22	08:15:00 a.m.	21-04-22	04:10:00 p.m.	415	16	417
16	9	Abril	PRE	ROLAS	1	22-04-22	08:10:00 a.m.	22-04-22	03:50:00 p.m.	400		
17	10	Abril	PRE	ROLAS	1	26-04-22	10:15:00 a.m.	26-04-22	05:40:00 p.m.	385		
17	11	Abril	PRE	ROLAS	1	27-04-22	08:10:00 a.m.	27-04-22	04:10:00 p.m.	420	17	403
18	12	Mayo	PRE	ROLAS	1	03-05-22	09:15:00 a.m.	03-05-22	05:05:00 p.m.	410		
18	13	Mayo	PRE	ROLAS	1	04-05-22	08:20:00 a.m.	04-05-22	04:30:00 p.m.	430	18	427
18	14	Mayo	PRE	ROLAS	1	05-05-22	08:20:00 a.m.	05-05-22	04:40:00 p.m.	440		
19	15	Mayo	PRE	ROLAS	1	09-05-22	08:50:00 a.m.	09-05-22	04:40:00 p.m.	410	19	410
19	16	Mayo	PRE	ROLAS	1	10-05-22	08:10:00 a.m.	10-05-22	04:00:00 p.m.	410		
20	17	Mayo	PRE	ROLAS	1	18-05-22	08:30:00 a.m.	18-05-22	03:40:00 p.m.	370	20	375
20	18	Mayo	PRE	ROLAS	1	20-05-22	08:50:00 a.m.	20-05-22	04:10:00 p.m.	380		
21	19	Mayo	PRE	ROLAS	1	25-05-22	08:30:00 a.m.	25-05-22	03:45:00 p.m.	375	21	375
22	20	Mayo	IMPLEM	ROLAS	1	30-05-22	08:10:00 a.m.	30-05-22	03:10:00 p.m.	360		
22	21	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	01-06-22	10:30:00 a.m.	01-06-22	05:20:00 p.m.	350	22	355
23	22	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	07-06-22	09:15:00 a.m.	07-06-22	03:50:00 p.m.	335	23	335
24	23	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	15-06-22	09:30:00 a.m.	15-06-22	03:55:00 p.m.	325		
24	24	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	16-06-22	08:10:00 a.m.	16-06-22	02:40:00 p.m.	330	24	315
24	25	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	17-06-22	08:15:00 a.m.	16-06-22	03:05:00 p.m.	290		
25	26	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	22-06-22	08:30:00 a.m.	22-06-22	02:35:00 p.m.	305	25	305
26	27	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	27-06-22	08:10:00 a.m.	27-06-22	01:50:00 p.m.	280		
26	28	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	30-06-22	02:00:00 p.m.	01-07-22	09:15:00 a.m.	255	26	265
26	29	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	01-07-22	09:50:00 a.m.	01-07-22	03:10:00 p.m.	260		
27	30	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	06-07-22	08:20:00 a.m.	06-07-22	12:30:00 p.m.	250		
27	31	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	06-07-22	01:50:00 p.m.	07-07-22	08:50:00 a.m.	240		
27	32	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	07-07-22	10:00:00 a.m.	07-07-22	02:40:00 p.m.	220	27	235
27	33	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	08-07-22	08:10:00 a.m.	08-07-22	12:15:00 p.m.	245		
27	34	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	08-07-22	01:30:00 p.m.	08-07-22	05:20:00 p.m.	230		
27	35	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	09-07-22	08:20:00 a.m.	09-07-22	12:05:00 p.m.	225		
28	36	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	12-07-22	08:10:00 a.m.	12-07-22	01:55:00 p.m.	245	28	240
28	37	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	13-07-22	08:30:00 a.m.	13-07-22	01:25:00 p.m.	235		
29	38	Julio	POST	ROLAS	1	18-07-22	09:30:00 a.m.	18-07-22	02:10:00 p.m.	220	29	223
29	39	Julio	POST	ROLAS	1	19-07-22	08:20:00 a.m.	19-07-22	12:05:00 p.m.	225		
30	40	Julio	POST	ROLAS	1	26-07-22	08:10:00 a.m.	26-07-22	11:50:00 a.m.	220	30	220
31	41	Agosto	POST	ROLAS	1	02-08-22	08:30:00 a.m.	02-08-22	11:40:00 a.m.	190		
31	42	Agosto	POST	ROLAS	1	04-08-22	01:20:00 p.m.	04-08-22	04:40:00 p.m.	200	31	195
32	43	Agosto	POST	ROLAS	1	08-08-22	08:10:00 a.m.	08-08-22	11:30:00 a.m.	200		
32	44	Agosto	POST	ROLAS	1	08-08-22	11:40:00 a.m.	08-08-22	03:50:00 p.m.	190	32	197
32	45	Agosto	POST	ROLAS	1	09-08-22	01:10:00 p.m.	09-08-22	04:30:00 p.m.	200		
33	46	Agosto	POST	ROLAS	1	17-08-22	08:15:00 a.m.	17-08-22	11:25:00 a.m.	190		
33	47	Agosto	POST	ROLAS	1	18-08-22	08:20:00 a.m.	18-08-22	11:35:00 a.m.	195	33	193
34	48	Agosto	POST	ROLAS	1	23-08-22	08:10:00 a.m.	23-08-22	11:20:00 a.m.	190		
34	49	Agosto	POST	ROLAS	1	23-08-22	11:30:00 a.m.	23-08-22	03:50:00 p.m.	200	34	195
34	50	Agosto	POST	ROLAS	1	23-08-22	04:00:00 p.m.	24-08-22	10:20:00 a.m.	200		
34	51	Agosto	POST	ROLAS	1	24-08-22	11:00:00 a.m.	24-08-22	03:10:00 p.m.	190		
35	52	Agosto	POST	ROLAS	1	29-08-22	08:50:00 a.m.	29-08-22	12:10:00 p.m.	200	35	198
35	53	Agosto	POST	ROLAS	1	29-08-22	01:20:00 p.m.	29-08-22	04:35:00 p.m.	195		
36	54	Setiembre	POST	ROLAS	1	06-09-22	08:20:00 a.m.	06-09-22	11:40:00 a.m.	200		
36	55	Setiembre	POST	ROLAS	1	06-09-22	01:05:00 p.m.	06-09-22	04:05:00 p.m.	180	36	188
36	56	Setiembre	POST	ROLAS	1	08-09-22	09:00:00 a.m.	08-09-22	12:05:00 p.m.	185		

N° Semana	N° Pieza	Mes	PERIODO PROY TESIS	Descripción	Cantidad	TIEMPO DE PROCESO DE MECANIZADO				
						INICIO		FIN		TOTAL DE TIEMPO MIN
						FECHA	HORA	FECHA	HORA	
14	1	Abril	PRE	ROLAS	1	05-04-22	08:50:00 a.m.	05-04-22	04:40:00 p.m.	410
14	2	Abril	PRE	ROLAS	1	06-04-22	08:15:00 a.m.	06-04-22	04:30:00 p.m.	435
14	3	Abril	PRE	ROLAS	1	07-04-22	08:30:00 a.m.	07-04-22	04:00:00 p.m.	390
14	4	Abril	PRE	ROLAS	1	08-04-22	08:30:00 a.m.	08-04-22	03:35:00 p.m.	365
20	5	Mayo	PRE	ROLAS	1	18-05-22	08:30:00 a.m.	18-05-22	03:40:00 p.m.	370
20	6	Mayo	PRE	ROLAS	1	20-05-22	08:50:00 a.m.	20-05-22	04:10:00 p.m.	380
25	7	Junio	IMPLEM	ROLAS	1	22-06-22	08:30:00 a.m.	22-06-22	02:35:00 p.m.	305
27	8	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	04-07-22	08:10:00 a.m.	04-07-22	01:50:00 p.m.	280
27	9	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	04-07-22	02:00:00 p.m.	05-07-22	09:15:00 a.m.	255
27	10	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	05-07-22	09:50:00 a.m.	05-07-22	03:10:00 p.m.	260
27	11	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	06-07-22	08:20:00 a.m.	06-07-22	12:30:00 p.m.	250
27	12	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	06-07-22	01:50:00 p.m.	07-07-22	08:50:00 a.m.	240
27	13	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	07-07-22	10:00:00 a.m.	07-07-22	02:40:00 p.m.	220
27	14	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	08-07-22	08:10:00 a.m.	08-07-22	12:15:00 p.m.	245
27	15	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	08-07-22	01:30:00 p.m.	08-07-22	05:20:00 p.m.	230
27	16	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	09-07-22	08:20:00 a.m.	09-07-22	12:05:00 p.m.	225
28	17	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	12-07-22	08:10:00 a.m.	12-07-22	01:55:00 p.m.	245
28	18	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	13-07-22	08:30:00 a.m.	13-07-22	01:25:00 p.m.	235
29	19	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	18-07-22	09:30:00 a.m.	18-07-22	02:10:00 p.m.	220
29	20	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	19-07-22	08:20:00 a.m.	19-07-22	12:05:00 p.m.	225
29	21	Julio	IMPLEM	ROLAS	1	22-07-22	08:10:00 a.m.	22-07-22	11:50:00 a.m.	220
31	22	Agosto	POST	ROLAS	1	02-08-22	08:30:00 a.m.	02-08-22	11:40:00 a.m.	190
31	23	Agosto	POST	ROLAS	1	04-08-22	01:20:00 p.m.	04-08-22	04:40:00 p.m.	200
32	24	Agosto	POST	ROLAS	1	08-08-22	08:10:00 a.m.	08-08-22	11:30:00 a.m.	200
32	25	Agosto	POST	ROLAS	1	08-08-22	11:40:00 a.m.	08-08-22	03:50:00 p.m.	190
32	26	Agosto	POST	ROLAS	1	09-08-22	01:10:00 p.m.	09-08-22	04:30:00 p.m.	200
33	27	Agosto	POST	ROLAS	1	17-08-22	08:15:00 a.m.	17-08-22	11:25:00 a.m.	190
33	28	Agosto	POST	ROLAS	1	18-08-22	08:20:00 a.m.	18-08-22	11:35:00 a.m.	195
34	29	Agosto	POST	ROLAS	1	23-08-22	08:10:00 a.m.	23-08-22	11:20:00 a.m.	190
34	30	Agosto	POST	ROLAS	1	23-08-22	11:30:00 a.m.	23-08-22	03:50:00 p.m.	200
34	31	Agosto	POST	ROLAS	1	23-08-22	04:00:00 p.m.	24-08-22	10:20:00 a.m.	200
34	32	Agosto	POST	ROLAS	1	24-08-22	11:00:00 a.m.	24-08-22	03:10:00 p.m.	190
35	33	Agosto	POST	ROLAS	1	29-08-22	08:50:00 a.m.	29-08-22	12:10:00 p.m.	200
35	34	Agosto	POST	ROLAS	1	29-08-22	01:20:00 p.m.	29-08-22	04:35:00 p.m.	195
36										



## Anexo 6: Modelo de orden de compra



### Asper Coating del Perú S.A.C

Av. Daniel Alcides Carrión Nro. 247 A.H. las Flores de  
Santa Clara – Ate – Lima - Perú  
Telf.: (51-1) 739-0899  
RUC: 20600462173

### ORDEN DE COMPRA

Nro Orden Compra 4500036448  
Fecha 28.10.2022  
Página 1 / 1

<b>PROVEEDOR:</b> (Cód.: 1300002) Asper Coating del Perú S.A.C RUC: 20600462173 Av. Daniel Alcides Carrión Nro. 247 A.H. las Flores de Santa Clara – Ate Lima - Perú Tel.: Ext: 01- 739-0899	<b>DATOS DE LA ORDEN</b> Moneda: PEN Condición de Pago: Factura a 30 días Solicitud de Pedido: 10026285 Comprador: [REDACTED] Teléfono: [REDACTED] [REDACTED]
Lugar de Entrega: [REDACTED] [REDACTED]	Fecha de entrega: 26.10.2022

Pos	Código	Descripción	Cant.	UM	Prec.Unit.	Total
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

<b>Comentarios :</b> ORDEN: [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]
---

Valor de Venta (PEN) [REDACTED] Impuestos (18.00 %) [REDACTED] Valor Total (PEN) [REDACTED]
---

**PARA RECEPCIÓN DE MERCADERÍA:**  
 ADJUNTAR ORDEN DE COMPRA Y GUÍA DE REMISIÓN.  
 ENVIAR CERTIFICADOS DE CALIDAD AL COMPRADOR.  
 LA RECEPCIÓN DE MERCADERÍA ESTÁ SUJETA A REVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD.

**REQUISITOS - RECEPCIÓN DE FACTURAS FÍSICAS**

**BIENES:**  
 FACTURA (ORIGINAL + COPIA SUNAT + COPIA NEGOCIABLE)  
 ORDEN DE COMPRA (02 COPIAS)  
 GUÍA DE REMISIÓN SELLADA Y FIRMADA POR ALMACÉN  
 IMPRESIÓN DE REGISTRO DE INGRESO DE MERCADERÍA (02 COPIAS)

**SERVICIOS:**  
 FACTURA (ORIGINAL + COPIA SUNAT + COPIA NEGOCIABLE)  
 ORDEN DE SERVICIO (02 COPIAS)  
 ACEPTACIÓN DE SERVICIO (02 COPIAS)  
 TRANSPORTES: GUÍA DE REMISIÓN RECEPCIONADA  
 OBRAS: VALORIZACIÓN APROBADA  
 VALES DE CONTROL DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO (01 COPIA)  
 EQUIPO OPERADO (PARTES DIARIO DE USO)  
 SERVICIOS DIVERSOS: INFORME FINAL  
 HORARIO: LUNES, MARTES Y JUEVES, DE 8:30AM A 12:30PM

**REQUISITOS - RECEPCIÓN DE FACTURAS ELECTRÓNICAS**

**BIENES:**  
 FACTURA (02 COPIAS)  
 ORDEN DE COMPRA (02 COPIAS)  
 GUÍA DE REMISIÓN SELLADA (FÍSICO) Y FIRMADA POR ALMACÉN  
 IMPRESIÓN DE REGISTRO DE INGRESO DE MERCADERÍA (FÍSICO) (02 COPIAS)

**SERVICIOS:**  
 FACTURA (02 COPIAS)  
 ORDEN DE SERVICIO (02 COPIAS)  
 ACEPTACIÓN DE SERVICIO (02 COPIAS)  
 TRANSPORTES: GUÍA DE REMISIÓN RECEPCIONADA (FÍSICO) Y FIRMADA POR ALMACÉN  
 OBRAS: VALORIZACIÓN APROBADA (FÍSICO)  
 CONTRATO POR SERVICIO FIRMADO  
 EQUIPO OPERADO (PARTES DIARIO DE USO)