

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**MEJORA DE LOS PROCESOS DE UNA EMPRESA DE LA
INDUSTRIA PUBLICITARIA, MEDIANTE LA APLICACIÓN
DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el bachiller:

AUTOR:

Pedro David Liñer Hernández

ASESOR:

Ing. Mariano Orlando Guillén Zénder

Lima, Marzo, 2021

RESUMEN

La presente tesis busca mejorar los procesos de una empresa dedicada a la fabricación y venta de productos publicitarios. Además, comprende la descripción de las herramientas a aplicar, el diagnóstico actual, la implementación de las herramientas *Lean*; y la evaluación económica.

Los problemas más frecuentes son: desorden, incumplimiento de la fecha de entrega y paradas de máquina. A partir de ello, se analizan dichos problemas mediante diagramas de causa y efecto, concluyendo que las causas principales están relacionadas a la ausencia de un programa de limpieza en el área de producción; falta de capacitación del personal en el mantenimiento de máquinas; altos niveles de inventarios de productos en proceso, incumplimiento en las cantidades y plazos para la entrega de materias primas; y operaciones manuales y semiautomáticas sin automatizar. La metodología a desarrollar comprende 5 “S”, Mantenimiento Autónomo, JIT y Kanban, a fin de garantizar la clasificación, orden y limpieza de cada área laboral; salud, seguridad y autodisciplina en cada puesto de trabajo; atención de los pedidos de los clientes y capacitación en mantenimiento de máquinas.

Con la aplicación de las herramientas propuestas de *Lean Manufacturing*, se busca reducir el espacio ocupado en cada área; minimizar los gastos imprevistos por accidentes; reducir los inventarios de tapas y destapadores; incrementar la producción mensual del producto estrella de 3 000 a 5 760 unidades y obtener un indicador OEE de 85 % para todas las máquinas.

Asimismo, a partir de la aplicación de 5 “S”, Mantenimiento Autónomo, JIT y Kanban, se espera reducir el *lead time* del proceso productivo de 34 a 15 días y alcanzar un porcentaje anual de pedidos entregados a tiempo equivalente a 85 % para el producto estrella.

Respecto a la evaluación económica, sobre la base de un horizonte de 3 años para el proyecto, se considera una inversión total para el año 0 equivalente a S/. 216 564,96; y costos anuales de capacitación en herramientas *Lean* equivalentes a S/. 36 781,25. Asimismo, se busca un beneficio económico anual equivalente a S/. 190 916,17.

Finalmente, se obtiene un valor actual neto (VAN) de S/. 153 641,11 y una tasa interna de retorno (TIR) de 50 %. Estos indicadores reflejan que el proyecto es viable económicamente; debido a que el VAN es positivo y la TIR es mayor al COK de 12 %.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| ÍNDICE DE TABLAS | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO..... | 2 |
| 1.1. Procesos | 2 |
| 1.1.1. Definición | 2 |
| 1.1.2. Tipos de procesos..... | 2 |
| 1.1.3. Elementos de un proceso | 3 |
| 1.2. Mejora continua de los procesos..... | 3 |
| 1.2.1. Círculo de Deming..... | 3 |
| 1.3. Herramientas de análisis de procesos | 4 |
| 1.3.1. Diagrama de flujo | 4 |
| 1.3.2. Tormenta de ideas | 4 |
| 1.3.3. Diagrama de Pareto..... | 4 |
| 1.3.4. Diagrama causa y efecto | 4 |
| 1.3.5. Técnica de los 5 porqués..... | 5 |
| 1.4. <i>Lean Manufacturing</i> | 5 |
| 1.4.1. Definición de <i>Lean</i> | 5 |
| 1.4.2. Estrategias de <i>Lean Manufacturing</i> | 6 |
| 1.4.3. Principios de <i>Lean Manufacturing</i> | 7 |
| 1.4.4. Los 7+1 desperdicios | 8 |
| 1.4.5. Casa de <i>Lean Manufacturing</i> | 9 |
| 1.4.6. Diagnóstico <i>Lean</i> | 9 |
| 1.4.7. VSM Mapa de cadena de valor..... | 9 |
| 1.4.8. Gestión de restricciones | 10 |
| 1.4.9. Método de las 5 “S” | 11 |
| 1.4.10. Justo a Tiempo (JIT) | 12 |
| 1.4.11. Kanban | 13 |
| 1.4.12. Mantenimiento Autónomo | 16 |
| 1.4.13. Indicadores <i>Lean</i> | 18 |
| CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA | 23 |
| 2.1. Sector y actividad económica | 23 |
| 2.2. Descripción de la empresa | 23 |

| | |
|--|----|
| 2.3. Perfil organizacional y principios empresariales | 23 |
| 2.4. Organización actual de la empresa | 24 |
| 2.5. Mapa de procesos..... | 24 |
| 2.6. Proveedores, clientes y productos principales | 26 |
| 2.7. Instalaciones y medios operativos | 26 |
| 2.7.1. Planta..... | 26 |
| 2.7.2. Tipo de producción | 29 |
| 2.7.3. Maquinarias y materiales | 29 |
| 2.8. Diagnóstico de la empresa | 30 |
| 2.8.1. Selección del proceso a analizar | 30 |
| 2.8.2. Selección de la familia | 30 |
| 2.8.3. Selección del producto estrella | 32 |
| 2.8.4. VSM actual | 36 |
| 2.8.5. Determinación del <i>takt time</i> | 37 |
| 2.8.6. 7+1 Desperdicios | 39 |
| 2.8.7. Análisis OEE..... | 41 |
| 2.8.8. Listado de problemas | 43 |
| 2.8.9 Determinación de causas principales | 43 |
| 2.8.10. Propuestas de mejora | 59 |
| CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTAS DE MEJORA | 61 |
| 3.1. Evaluación inicial del nivel de impacto de las herramientas para la implementación 61 | |
| 3.2. Plan y cronograma para la implementación de las herramientas de mejora | 62 |
| 3.3. Implementación de las 5 “S”..... | 64 |
| 3.3.1. Primera “S”: Clasificación..... | 66 |
| 3.3.2. Segunda “S”: Orden..... | 70 |
| 3.3.3. Tercera “S”: Limpieza | 75 |
| 3.3.4. Cuarta “S”: Salud y Seguridad..... | 81 |
| 3.3.5. Quinta “S”: Autodisciplina | 86 |
| 3.3.6. Beneficios de la mejora propuesta | 88 |
| 3.4. Implementación del Mantenimiento Autónomo | 90 |
| 3.4.1. Limpieza inicial | 91 |
| 3.4.2. Eliminación de problemas de contaminación en la fuente y áreas inaccesibles 91 | |
| 3.4.3. Creación de estándares de limpieza y lubricación | 91 |
| 3.4.4. Inspección general del equipo..... | 95 |
| 3.4.5. Inspección autónoma de equipos y procesos | 95 |

| | |
|---|-----|
| 3.4.6. Ordenamiento..... | 95 |
| 3.4.7. Mantenimiento autónomo | 95 |
| 3.4.8. Beneficios de la mejora propuesta | 96 |
| 3.5. Implementación de Justo a Tiempo (JIT) | 96 |
| 3.5.1. Capacitación sobre JIT | 96 |
| 3.5.2. Verificación de prerequisites e identificación de restricciones | 97 |
| 3.5.3. Establecimiento del alcance de JIT | 98 |
| 3.5.4. Redacción del objetivo de JIT para los procesos productivos | 98 |
| 3.5.5. Análisis de valor agregado | 99 |
| 3.5.6. Relación cliente - proveedor | 101 |
| 3.5.7. Beneficios de la mejora propuesta | 102 |
| 3.6. Implementación del Sistema Kanban..... | 103 |
| 3.6.1. Capacitación sobre Kanban..... | 103 |
| 3.6.2. Verificación de prerequisites e identificación de restricciones | 104 |
| 3.6.3. Establecimiento del alcance de Kanban..... | 104 |
| 3.6.4. Redacción del objetivo de Kanban para los procesos productivos | 105 |
| 3.6.5. Tareas para el cumplimiento de las seis reglas de Kanban | 106 |
| 3.6.6. Esquematización del funcionamiento de Kanban | 108 |
| 3.6.7. Selección del tipo de Kanban a utilizar en cada etapa del proceso..... | 109 |
| 3.6.8. Diseño de las etiquetas Kanban | 109 |
| 3.6.9. Entrenamiento del personal en el funcionamiento de Kanban..... | 111 |
| 3.6.10. Realización de pruebas piloto de Kanban..... | 111 |
| 3.6.11. Realización de ajustes necesarios en el sistema Kanban | 111 |
| 3.6.12. Puesta en marcha del sistema Kanban | 111 |
| 3.6.13. Beneficios de la mejora propuesta | 117 |
| CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA | 118 |
| 4.1. Costos de preparación de las propuestas de <i>Lean Manufacturing</i> | 118 |
| 4.2. Costos de implementación de las propuestas de <i>Lean Manufacturing</i> | 121 |
| 4.3. Costo total para la inversión del proyecto..... | 124 |
| 4.4. Beneficios económicos de las propuestas de <i>Lean Manufacturing</i> | 125 |
| 4.5. Beneficio económico total del proyecto | 131 |
| 4.6. Evaluación de la factibilidad de las propuestas de <i>Lean Manufacturing</i> | 132 |
| CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 135 |
| 5.1. Conclusiones | 135 |
| 5.2. Recomendaciones | 137 |

BIBLIOGRAFÍA 138
ANEXOS 147



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.1: Cálculo de la calidad a la primera..... | 19 |
| Tabla 1.2: Ejemplo sobre efectividad global del equipo..... | 20 |
| Tabla 1.3: Cálculo de la disponibilidad | 20 |
| Tabla 1.4: Cálculo de la eficiencia..... | 21 |
| Tabla 1.5: Cálculo del índice de calidad..... | 21 |
| Tabla 1.6: Cálculo de la efectividad global del equipo..... | 21 |
| Tabla 1.7: Ejemplo y cálculo de los pedidos entregados a tiempo | 22 |
| Tabla 1.8: Ejemplo y cálculo de la rotación de inventario | 22 |
| Tabla 2.1: Maquinarias y áreas | 29 |
| Tabla 2.2: Material directo y producto terminado | 29 |
| Tabla 2.3: Ventas por familia de productos en el año 2019..... | 31 |
| Tabla 2.4: Ventas por llavero en el año 2019 | 32 |
| Tabla 2.5: Aspectos de cada etapa del proceso productivo | 35 |
| Tabla 2.6: Extracto de la información correspondiente al VSM actual..... | 37 |
| Tabla 2.7: Primera parte del análisis del <i>takt time</i> | 38 |
| Tabla 2.8: Segunda parte del análisis del <i>takt time</i> | 38 |
| Tabla 2.9: Problemas en 7+1 Desperdicios | 40 |
| Tabla 2.10: Paradas de máquinas..... | 41 |
| Tabla 2.11: Datos sobre las máquinas..... | 41 |
| Tabla 2.12: Disponibilidad de todas las máquinas..... | 42 |
| Tabla 2.13: Eficiencia de todas las máquinas | 42 |
| Tabla 2.14: Índice de calidad de todas las máquinas | 42 |
| Tabla 2.15: Efectividad global del equipo de todas las máquinas | 42 |
| Tabla 2.16: Problemas principales | 43 |
| Tabla 2.17: Puntajes de causas planteadas para el desorden | 45 |
| Tabla 2.18: Puntajes y porcentajes de las causas para el desorden..... | 47 |
| Tabla 2.19: Puntajes de causas planteadas para el incumplimiento de la fecha de entrega..... | 50 |
| Tabla 2.20: Puntajes y porcentajes de las causas para el incumplimiento de la fecha de entrega..... | 52 |
| Tabla 2.21: Puntaje de causas planteadas para las paradas de máquina | 55 |
| Tabla 2.22: Puntajes y porcentajes de las causas para las paradas de máquina..... | 57 |
| Tabla 2.23: Propuestas de mejora para las causas principales de los problemas..... | 59 |
| Tabla 2.24: Máquinas a comprar para automatizar los cuellos de botella..... | 60 |
| Tabla 2.25: Orden de aplicación y ventajas de las contramedidas seleccionadas | 60 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 3.1: Evaluación del gerente general acerca del impacto de las herramientas | 61 |
| Tabla 3.2: Plan y cronograma | 63 |
| Tabla 3.3: Comités de las 5 “S” | 64 |
| Tabla 3.4: Funciones de los comités de las 5 “S” | 65 |
| Tabla 3.5: Extracto de la clasificación de artículos por frecuencia de uso | 67 |
| Tabla 3.6: Formato de control de elementos innecesarios identificados | 68 |
| Tabla 3.7: Ficha de auditoría de clasificación | 69 |
| Tabla 3.8: Extracto de la lista de elementos y lugares de colocación..... | 70 |
| Tabla 3.9: Ficha de auditoría de orden..... | 74 |
| Tabla 3.10: Primer extracto de plan de limpieza diaria, semanal y mensual..... | 76 |
| Tabla 3.11: Segundo extracto de plan de limpieza diaria, semanal y mensual..... | 77 |
| Tabla 3.12: Tercer extracto de plan de limpieza diaria, semanal y mensual | 77 |
| Tabla 3.13: Programa de perpetuidad | 79 |
| Tabla 3.14: Formato de conformidad de limpieza en el programa diario..... | 80 |
| Tabla 3.15: Lista de chequeo | 80 |
| Tabla 3.16: Ficha de auditoría de limpieza..... | 81 |
| Tabla 3.17: Extracto de la matriz IPERC..... | 82 |
| Tabla 3.18: Lista de elementos de seguridad por área | 85 |
| Tabla 3.19: Ficha de auditoría de salud y seguridad..... | 86 |
| Tabla 3.20: Ficha de auditoría de autodisciplina | 87 |
| Tabla 3.21: Plan de capacitación de mantenimiento autónomo..... | 90 |
| Tabla 3.22: Extracto de fuentes de contaminación, puntos inaccesibles y acciones a tomar .. | 91 |
| Tabla 3.23: Extracto de cartilla de limpieza correspondiente a la máquina botonera | 92 |
| Tabla 3.24: Extracto de manual del usuario para máquina de galvanizado en zinc | 93 |
| Tabla 3.25: Frecuencia de ajuste para cada máquina..... | 94 |
| Tabla 3.26: Objetivos específicos para los proveedores internos | 98 |
| Tabla 3.27: Objetivos específicos para los proveedores externos | 99 |
| Tabla 3.28: Esquema para análisis de valor agregado | 99 |
| Tabla 3.29: Primera parte de las alternativas de mejora mediante JIT | 100 |
| Tabla 3.30: Segunda parte de las alternativas de mejora mediante JIT | 101 |
| Tabla 3.31: Plan de producción basado en la alianza estratégica con el proveedor externo . | 102 |
| Tabla 3.32: Primera parte de los objetivos específicos para el sistema Kanban..... | 105 |
| Tabla 3.33: Segunda parte de los objetivos específicos para el sistema Kanban | 106 |
| Tabla 3.34: Extracto de la lista de tipos de Kanban entre las operaciones | 109 |
| Tabla 4.1: Costo de importación de maquinarias para la preparación..... | 118 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 4.2: Costo horario del personal para el proyecto | 119 |
| Tabla 4.3: Costo de capacitación en <i>Lean Manufacturing</i> para la preparación..... | 120 |
| Tabla 4.4: Costo de lanzamiento de herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> | 120 |
| Tabla 4.5: Costo de capacitación de las 5 “S” | 121 |
| Tabla 4.6: Costo de insumos y materiales para implementación de las 5 “S”..... | 122 |
| Tabla 4.7: Costo de capacitación en mantenimiento autónomo | 122 |
| Tabla 4.8: Costo de herramientas, insumos y materiales para mantenimiento autónomo..... | 123 |
| Tabla 4.9: Costo de capacitación en Justo a Tiempo (JIT)..... | 123 |
| Tabla 4.10: Costo de herramientas, insumos y materiales para Justo a Tiempo (JIT) | 123 |
| Tabla 4.11: Costo de capacitación en el sistema Kanban | 124 |
| Tabla 4.12: Costo de herramientas, insumos y materiales para el sistema Kanban..... | 124 |
| Tabla 4.13: Inversión en el proyecto..... | 125 |
| Tabla 4.14: Beneficio económico por la reducción de llaveros defectuosos..... | 125 |
| Tabla 4.15: Beneficio económico por la reducción de paradas por fallas imprevistas..... | 126 |
| Tabla 4.16: Beneficio por la previsión de gastos innecesarios en accidentes..... | 126 |
| Tabla 4.17: Beneficio por la previsión de gastos innecesarios en adquisición de bolsas de zinc | 126 |
| Tabla 4.18: Beneficio por la reducción de paradas asociadas a fallas imprevistas..... | 127 |
| Tabla 4.19: Beneficio por la reducción de paradas asociadas a mantenimiento..... | 127 |
| Tabla 4.20: Beneficio por la reducción del tiempo de preparación en el proceso productivo | 128 |
| Tabla 4.21: Beneficio por la reducción del tiempo de preparación y procesamiento del llavero | 129 |
| Tabla 4.22: Beneficio por la reducción de inventario de tapas..... | 129 |
| Tabla 4.23: Beneficio por la reducción de inventario de destapadores | 130 |
| Tabla 4.24: Beneficio por el cumplimiento de llaveros entregados a tiempo..... | 130 |
| Tabla 4.25: Beneficio económico total en los años 1, 2 y 3 del proyecto | 131 |
| Tabla 4.26: Datos para el cálculo del COK | 132 |
| Tabla 4.27: Flujo en el período de evaluación del proyecto | 134 |
| Tabla 4.28: Indicadores de la viabilidad del proyecto | 134 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1: Casa de <i>Lean Manufacturing</i> | 9 |
| Figura 1.2: Cálculo del <i>takt time</i> | 11 |
| Figura 1.3: Método de las 5 “S”..... | 12 |
| Figura 1.4: Ejemplo sobre calidad a la primera | 19 |
| Figura 2.1: Organigrama de la empresa | 24 |
| Figura 2.2: Mapa de procesos | 25 |
| Figura 2.3: <i>Layout</i> de la empresa | 27 |
| Figura 2.4: Línea secuencial de actividades durante el proceso productivo..... | 28 |
| Figura 2.5: Diagrama de barras para las horas máquina al mes de los procesos | 30 |
| Figura 2.6: Diagrama de barras para la selección de la familia de productos más representativa | 31 |
| Figura 2.7: Diagrama de barras para la selección del producto estrella | 33 |
| Figura 2.8: Diagrama de operaciones del proceso productivo..... | 34 |
| Figura 2.9: VSM actual..... | 36 |
| Figura 2.10: Tiempo de ciclo de las operaciones y <i>takt time</i> | 38 |
| Figura 2.11: Diagrama de Ishikawa para el desorden..... | 44 |
| Figura 2.12: Diagrama de barras para las causas del desorden..... | 46 |
| Figura 2.13: Diagrama de Pareto para las causas del desorden | 48 |
| Figura 2.14: Diagrama de Ishikawa para el incumplimiento de la fecha de entrega | 49 |
| Figura 2.15: Diagrama de barras para las causas del incumplimiento de la fecha de entrega..... | 51 |
| Figura 2.16: Diagrama de Pareto para las causas del incumplimiento de la fecha de entrega | 53 |
| Figura 2.17: Diagrama de Ishikawa para las paradas de máquina | 54 |
| Figura 2.18: Diagrama de barras para las causas de las paradas de máquina | 56 |
| Figura 2.19: Diagrama de Pareto para las causas de las paradas de máquina | 58 |
| Figura 3.1: Criterio de clasificación..... | 66 |
| Figura 3.2: Tarjeta roja para objetos innecesarios | 67 |
| Figura 3.3: OPL de clasificación | 69 |
| Figura 3.4: Demarcación de localizaciones, pasillos peatonales y gabinete de herramientas | 71 |
| Figura 3.5: Gabinete de herramientas y tablero de sombra | 72 |
| Figura 3.6: Letreros de cada área..... | 72 |
| Figura 3.7: Etiquetas para los estantes de metal en los almacenes | 72 |
| Figura 3.8: Etiquetas para las maquinarias | 73 |
| Figura 3.9: Extracto del manual de limpieza | 78 |
| Figura 3.10: Simbología utilizada para la construcción del mapa de riesgos..... | 83 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3.11: Mapa de riesgos..... | 84 |
| Figura 3.12: Señalética de advertencia, obligación, prohibición y evacuación..... | 85 |
| Figura 3.13: Extracto de LUP-Estándar de parámetros en máquina de galvanizado en zinc .. | 93 |
| Figura 3.14: Estándar para apriete de pernos..... | 94 |
| Figura 3.15: Torquímetro..... | 94 |
| Figura 3.16: Bosquejo de los flujos de información y material utilizando Kanban | 108 |
| Figura 3.17: Kanban de producción..... | 110 |
| Figura 3.18: Kanban de material..... | 110 |
| Figura 3.19: Flujos de información y materiales del sistema Kanban para el proceso productivo | 112 |
| Figura 3.20: Funcionamiento del sistema Kanban..... | 116 |
| Figura 4.1: Impacto económico de cada herramienta | 131 |



ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1: Ciclo de Deming | 147 |
| Anexo 2: Representación del diagrama de flujo | 148 |
| Anexo 3: Ejemplo del diagrama de Pareto | 149 |
| Anexo 4: Ejemplo de un diagrama de causa y efecto | 150 |
| Anexo 5: Ejemplo de la técnica de los 5 porqués | 151 |
| Anexo 6: Antecedentes de <i>Lean Manufacturing</i> | 152 |
| Anexo 7: VSM | 153 |
| Anexo 8: <i>Takt time</i> y tiempo de ciclo | 156 |
| Anexo 9: Funcionamiento de un sistema Kanban..... | 157 |
| Anexo 10: Información sobre el VSM actual | 158 |
| Anexo 11: Porcentaje de pedidos de llaveros entregados a tiempo en el 2019 | 160 |
| Anexo 12: Indicador FTT del proceso productivo..... | 161 |
| Anexo 13: Detalle de características y costos de máquinas automáticas..... | 162 |
| Anexo 14: Estructura organizativa, comités y funciones para el proyecto 5 “S” | 166 |
| Anexo 15: Programación de actividades para la capacitación de las 5 “S” | 167 |
| Anexo 16: OPL 5 “S” | 168 |
| Anexo 17: Clasificación de artículos por frecuencia de uso..... | 171 |
| Anexo 18: Primera “S”-Aplicación de tarjetas de color rojo..... | 173 |
| Anexo 19: Segunda “S”-Orden en función de la frecuencia de utilización del material | 174 |
| Anexo 20: Lista de elementos y lugares de colocación | 175 |
| Anexo 21: Parámetros de demarcación, identificación y señalización..... | 179 |
| Anexo 22: Plan de limpieza diaria, semanal y mensual..... | 181 |
| Anexo 23: Manual de limpieza | 185 |
| Anexo 24: Cuarta “S”-Definiciones básicas | 188 |
| Anexo 25: Cuarta “S”-Componentes de la matriz IPERC..... | 189 |
| Anexo 26: Matriz IPERC para cada área | 191 |
| Anexo 27: Programa de auditoría semanal en cada “S” | 195 |
| Anexo 28: Quinta “S”-Auditoría para visualizar la situación actual y futura de la organización | 199 |
| Anexo 29: Tipos de anomalías, fuentes de contaminación, puntos inaccesibles y acciones de mejora..... | 200 |
| Anexo 30: Cartilla de limpieza correspondiente a cada máquina..... | 201 |
| Anexo 31: Manuales de usuario para cada máquina..... | 211 |
| Anexo 32: Lecciones de un punto para cada máquina..... | 216 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 33: Formatos para estándar de lubricación..... | 221 |
| Anexo 34: Cálculos de disponibilidad, eficiencia, calidad y OEE | 223 |
| Anexo 35: Lista de verificación con 3 enfoques para crear alternativas de mejora | 225 |
| Anexo 36: Reducción de los tiempos de ciclo de cada operación mediante JIT | 226 |
| Anexo 37: Representación actual de los flujos en el proceso productivo..... | 227 |
| Anexo 38: Lista de tipos de Kanban entre las operaciones | 228 |
| Anexo 39: Tiempos de preparación, procesamiento y ciclo antes y después del sistema Kanban | 232 |



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis analiza una empresa de la industria publicitaria, la cual trabaja de manera desordenada, se demora en entregar los pedidos de los clientes y carece de personal capacitado en el mantenimiento de maquinarias. De esta manera, se evalúa una propuesta de mejora de procesos en esta organización, la cual incluye las metodologías de 5 “S”, Mantenimiento Autónomo, JIT y Kanban.

En el primer capítulo, presenta el marco teórico de las herramientas a emplear en el diagnóstico y desarrollo de las propuestas. De esta forma, se describen los conceptos y metodologías de *Lean Manufacturing*; fomentando las características necesarias para que se apliquen en pro de la organización.

En el segundo capítulo, presenta la descripción general de la empresa (proveedores, clientes, organización, productos y etapas del proceso de producción actual). Además, se realiza el análisis y diagnóstico del proceso de fabricación del producto estrella, con el objetivo de detectar problemas, identificar sus causas, y presentar propuestas de mejora. Por ello, se determinan los problemas principales, y luego, se analizan las causas de mayor efecto, mediante el uso de herramientas como el mapa de cadena de valor (VSM), y el diagrama de *Ishikawa*.

En el tercer capítulo, desarrolla las propuestas de mejora, con su respectiva aplicación, mediante la integración de las herramientas planteadas en el marco teórico, con lo cual se obtendrá la metodología propuesta: 5 “S”, Mantenimiento Autónomo, JIT y Kanban.

En el cuarto capítulo, muestra la evaluación económica del proyecto, el cual comprende el detalle de los costos y beneficios económicos de la implementación de 5 “S”, Mantenimiento Autónomo, JIT y Kanban. Asimismo, se presenta el costo de oportunidad de la empresa, flujo de caja económico y tasa interna de retorno para el proyecto.

En el quinto capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se presentan los conceptos, herramientas y metodologías para el análisis de la situación actual de la empresa de productos publicitarios.

1.1. Procesos

En este acápite, se realiza una definición de los procesos y sus elementos, así como tipos de procesos.

1.1.1. Definición

Según Rau (2020), un proceso es un conjunto de actividades interdependientes realizadas por una organización, a fin de producir un producto o servicio de mayor valor agregado.

1.1.2. Tipos de procesos

Según Rau (2020), los tipos de procesos, según aspectos tecnológicos y de volumen de producción, son los siguientes:

- a. Por proyecto: se caracteriza por la producción de bienes bajo contrato. Generalmente, se realiza un solo proceso a la vez.
- b. Por lotes: permite la realización simultánea de diversas operaciones en cada lote, así como el ahorro en costos de inventarios.
- c. En masa: se distingue por un ahorro de espacios y equipamiento para la producción de grandes volúmenes de productos estandarizados en mercados masivos.
- d. Continuo: se destaca por una alta estandarización e innovación tecnológica en la fabricación de productos consumibles. En este tipo de proceso, el producto presenta una mínima variedad; pero alto volumen.

1.1.3. Elementos de un proceso

- a. Entradas: son aquellos recursos necesarios para la producción de un producto. Las principales entradas son los trabajadores, materiales directos e indirectos de fabricación, instalaciones y medios operativos, etc.
- b. Salidas: son aquellos bienes obtenidos al finalizar el proceso.
- c. Operaciones: son las actividades necesarias en la organización para la combinación de las entradas, a fin de fabricar un producto terminado.
- d. Proveedores: son las empresas encargadas de suministrar las materias primas e insumos requeridos para la producción de un bien.
- e. Clientes: son individuos o empresas que requieren el producto para diversas aplicaciones u operaciones.

1.2. Mejora continua de los procesos

Según Zamora (2018), la mejora continua es un enfoque que busca optimizar e incrementar la calidad de un producto, proceso o servicio. En este subcapítulo, se presenta una técnica que pertenece a este enfoque.

1.2.1. Círculo de Deming

Según Zamora (2018), es una estrategia de mejora continua de la calidad basada en cuatro (04) pasos. El primer paso es planificar, el cual consiste en determinar los procesos a mejorar con el objetivo de evaluar los datos y definir los objetivos. El segundo paso es hacer; es decir, ejecutar los procesos definidos y registrar las acciones efectuadas. El tercer paso es verificar; en otras palabras, analizar y resumir los datos de control para compararlos con los objetivos y especificaciones a fin de evaluar si se ha obtenido la mejora deseada. Finalmente, el último paso es actuar, el cual requiere modificar los procesos para lograr los objetivos en función de las especificaciones establecidas, así como documentar los procesos.

En el anexo 1, se visualiza el detalle del ciclo de Deming.

1.3. Herramientas de análisis de procesos

En este acápite, se presentan las siguientes herramientas de calidad, las cuales se utilizan en el análisis de la situación actual de la empresa.

1.3.1. Diagrama de flujo

Según Zamora (2018), el diagrama de flujo es una herramienta utilizada para la descripción gráfica de la estructura del proceso productivo de un producto; es decir, las operaciones y relaciones entre materias primas, insumos y documentos. Asimismo, permite mostrar una visión precisa y asequible, mediante flechas, para representar el flujo del proceso desde el inicio hasta el fin. En el anexo 2, se muestra la representación del diagrama de flujo.

1.3.2. Tormenta de ideas

Según Zamora (2018), es una técnica que, a partir de la creatividad e innovación de las personas, permite extraer diferentes ideas y puntos de vista acerca de las causas, y las soluciones de los problemas de una empresa. La tormenta de ideas presenta cuatro (04) fases: presentación de la sesión, generación de ideas, mejora de ideas y evaluación del resultado.

1.3.3. Diagrama de Pareto

Según Zamora (2018), esta herramienta ayuda a identificar problemas notables o causas frecuentes de las problemáticas en una empresa (80% de problemas o 20 % de causas principales). En el anexo 3, se presenta un ejemplo del diagrama de Pareto.

1.3.4. Diagrama de causa y efecto

Según Cabrera (2010), el diagrama de causa y efecto permite reconocer las causas y soluciones potenciales de un problema determinado. Además, involucra la separación

de dichas causas en diversas categorías para una mejor clasificación y comprensión. En el anexo 4, se presenta un ejemplo de un diagrama de causa y efecto.

1.3.5. Técnica de los 5 porqués

Según Cabrera (2010), la técnica de los 5 porqués consiste en analizar un problema y realizar la pregunta: “¿Por qué?”. La respuesta al primer “porqué” puede originar otro “porqué”, la respuesta al segundo “porqué” conllevará a otro “porqué” y así consecutivamente hasta llegar al quinto “porqué”. En el anexo 5, se presenta un ejemplo de la técnica de los 5 porqués.

1.4. *Lean Manufacturing*

En este acápite, se describe la metodología *Lean Manufacturing*, sus estrategias, principios y el diagnóstico, que se realizará para la mejora del proceso elegido.

1.4.1. Definición de *Lean*

Según Womack y Jones (1996), *Lean* es una filosofía basada en la eliminación de residuos de no valor añadido a través de un enfoque de mejora continua (mayor calidad en el proceso y reducción de tiempos y costos de fabricación). En el anexo 6, se describen los antecedentes.

Lean Manufacturing se basa en minimizar o eliminar los desperdicios, así como maximizar y emplear aquellas actividades u operaciones que, según el punto de vista del cliente, agregan valor a un producto o servicio. Asimismo, presenta los siguientes objetivos:

- a. Eliminar atributos del producto que no son solicitados por el cliente, evitar el exceso de materias primas y prever los costos relacionados con los defectos y reprocesos.

- b. En todas las etapas de fabricación, disminuir los inventarios de materias primas, productos en proceso y productos terminados con la finalidad de emplear una menor inversión y obtener un menor flujo de dinero.
- c. En función del compromiso de los trabajadores, resultados y participación, incrementar la productividad laboral con el fin de promover la mejora continua.
- d. Aumentar la velocidad de producción, reducir el tiempo de parada de máquina y eliminar los cuellos de botella.
- e. A partir de la capacitación constante y habilidades de los empleados, fabricar productos de mayor cantidad y variedad con el objetivo de reducir los costos de producción.
- f. Lograr resultados en función de la productividad laboral, cuellos de botella, tiempos de utilización de las maquinarias y producción de las instalaciones actuales.

1.4.2. Estrategias de *Lean Manufacturing*

- a. Reconocimiento de desperdicios: a partir de la determinación de las actividades, materiales y atributos que agregan y no agregan valor al producto, identificar y eliminar los desperdicios.
- b. Estandarización de los procesos: lograr un trabajo estandarizado sobre la base de un contenido, serie, cadencia, medición y consecuencia de los actos de los trabajadores.
- c. Flujo continuo: implementar un flujo continuo de producción, el cual debe ser libre de restricciones, intermisiones, desviaciones y retrasos.
- d. Justo a tiempo (JIT): fabricar la producción necesaria cuando sea solicitada.

- e. Calidad en la fuente: a partir de oportunos controles de calidad realizados por los operarios de producción, excluir los defectos de las operaciones que agregan valor al producto.
- f. Mejora continua: a través de la perseverancia y compromiso de los trabajadores, optimizar los procesos, eliminar continuamente los desperdicios, brindar recomendaciones y ejecutar mejoras diariamente.

1.4.3. Principios de *Lean Manufacturing*

- a. Definir el valor desde el punto de vista del cliente: la visión debe estar centrada en satisfacer las necesidades actuales y futuras del cliente, así como superar sus expectativas.
- b. Identificar la cadena de valor: disminuir las tareas, materias primas, instalaciones y medios operativos que no son indispensables para captar valor de los clientes.
- c. Crear flujo: cada operación debe agregar valor desde el inicio hasta el fin del proceso. Asimismo, se debe minimizar el tiempo entre la aceptación del pedido de un cliente y el ingreso del dinero obtenido por la venta del producto.
- d. Producir el “Jale” del cliente: según la promesa realizada al cliente, poseer la capacidad de fabricar diversos productos.
- e. No se debe perder el tiempo explicando y justificando: excluir las normas, procedimientos e ideales que incrementan los tiempos y costos de producción.
- f. Perseguir la perfección: insistir en la búsqueda de la efectividad y mejora continua.

1.4.4. Los 7+1 desperdicios

Según Cabrera (2010), los desperdicios son tareas, procesos, tiempos, áreas, componentes o recursos que no aportan valor a un producto; por ende, pueden ser eliminados. Además, existen ocho (08) categorías de desperdicios:

- a. Sobreproducción: producción por exceso sin considerar la demanda del cliente.
- b. Inventarios: inventarios de materias primas, productos en proceso y productos terminados que sobrepasan los requerimientos del cliente.
- c. Movimientos innecesarios: movimientos redundantes o insignificantes de los trabajadores.
- d. Sobre procesamiento: utilización de las instalaciones, medios operativos, fuentes de energía y empleados para re trabajos o inspecciones que no agregan valor al cliente.
- e. Transporte: movimientos de componentes, medios operativos y documentos que no agregan valor al producto terminado.
- f. Tiempo de espera: demora por el incumplimiento de los procedimientos, utilización ineficiente de los materiales y manejo inadecuado de las maquinarias.
- g. Defectos: los defectos de producción y errores de servicio no agregan valor debido a que pueden provocar insatisfacción en el cliente. Además, generan un gran desperdicio; ya que implican el consumo de material, uso de la mano de obra para el reproceso y atención de quejas.
- h. Talento humano: subutilización de las habilidades blandas y técnicas de los trabajadores.

1.4.5. Casa de *Lean Manufacturing*

A continuación, se presentan los pilares y fundamentos de la casa de *Lean Manufacturing*:

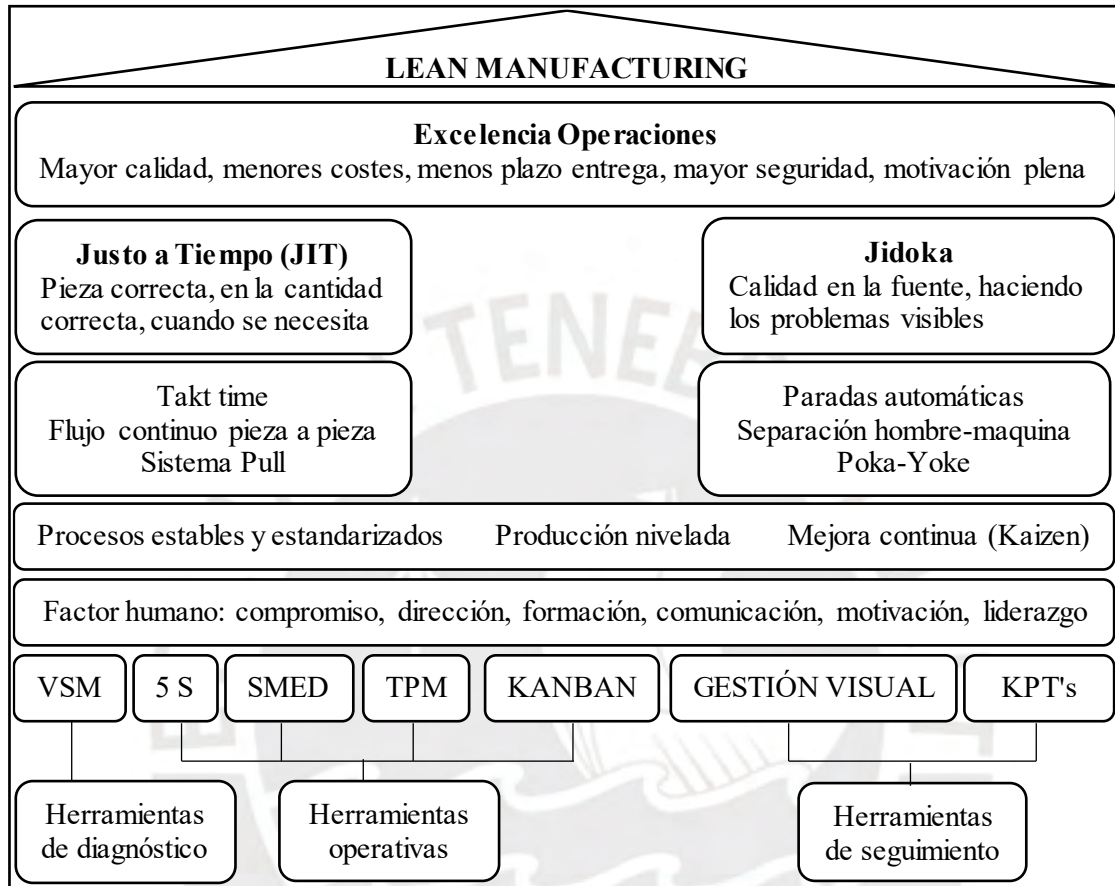


Figura 1.1: Casa de *Lean Manufacturing*
Fuente: Sarria (2017)

1.4.6. Diagnóstico *Lean*

A continuación, se explican las herramientas de análisis y mejora, las cuales se utilizan en el proceso seleccionado.

1.4.7. VSM Mapa de cadena de valor

Según Cabrera (2010), es una herramienta de la manufactura esbelta que permite reconocer y reducir, en cada proceso, el desperdicio en las operaciones que no agregan valor. A partir de un mapa actual de cadena de valor, se puede identificar oportunidades

de mejora, las cuales pueden ser utilizadas en el VSM futuro. El mapa futuro de cadena de valor utiliza las propuestas de mejora para reducir los desperdicios identificados en el flujo del proceso. Además, muestra una visión estratégica acerca de un proceso en el futuro.

Asimismo, esta herramienta ilustra un mapa visual de las actividades que participan en el flujo de materias primas, herramientas, productos en proceso, productos terminados e información de los procesos. En el anexo 7, se muestran los íconos, ejemplos del VSM actual y futuro, y pasos para un plan de mejora.

1.4.8. Gestión de restricciones

Según Cabrera (2010), los cuellos de botella son restricciones relacionadas con los materiales, herramientas, instalaciones, medios operativos, recursos humanos, políticas empresariales, actividades de mantenimiento y operaciones de producción. Para la gestión de restricciones, es necesario analizar las restricciones al inicio del proceso, determinar cómo aprovechar los cuellos de botella, generar una dependencia de dichas restricciones y volver a evaluar los cuellos de botella para iniciar nuevamente el proceso de gestión de restricciones. Además, esta teoría comprende indicadores como *throughput*, inventario y gastos operativos. A continuación, se presenta el detalle de los indicadores de la gestión de restricciones:

- *Throughput* (T): velocidad con que la empresa genera dinero a través de las ventas.
- Inventario (I): dinero almacenado en la organización.
- Gastos operativos (GO): dinero que la empresa gasta, aunque no produzca, para convertir el inventario en *throughput*.

A partir de estos indicadores, se obtienen las siguientes fórmulas:

- Beneficio neto (BN) = *Throughput* – Gastos operativos

- Rendimiento de la inversión (ROI) = $(Throughput - \text{Gastos operativos}) * (1 - \text{Tipo impositivo del impuesto sobre los beneficios}) / \text{Inventario}$
- Productividad = $Throughput / \text{Gastos operativos}$
- Rotación = $Throughput / \text{Inventario}$

Respecto al *takt time*, este concepto está asociado al tiempo requerido para que la tasa de fabricación (diferencia entre el tiempo del turno de trabajo y el tiempo que no se emplea en la producción) sea equivalente a la tasa de demanda. Además, el análisis del *takt time* permite determinar los cuellos de botella del proceso.

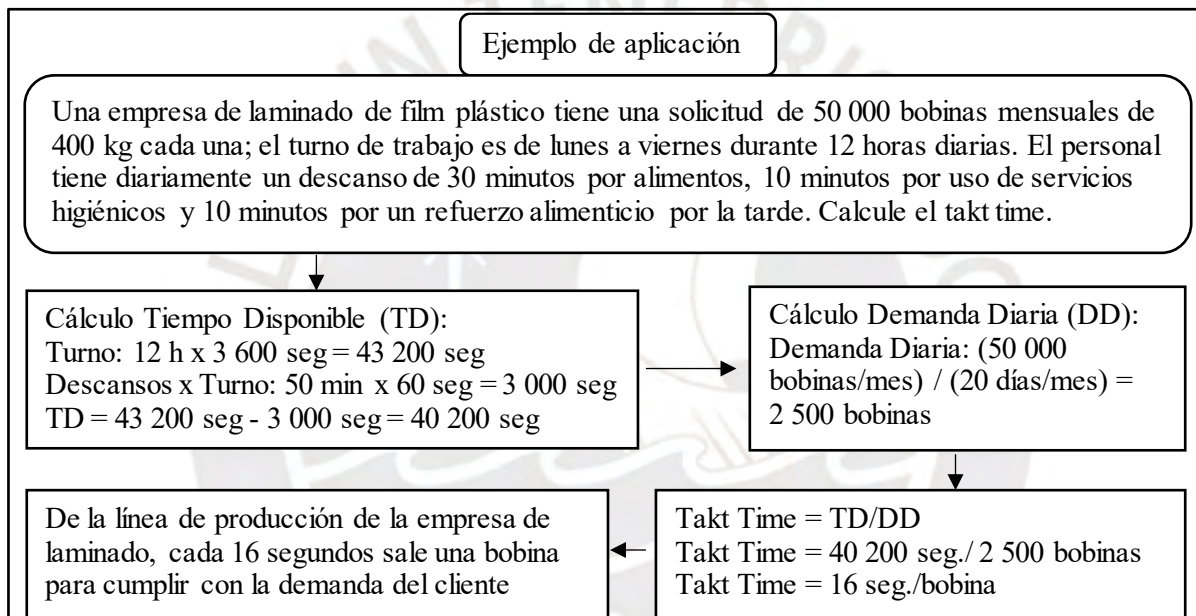


Figura 1.2: Cálculo del *takt time*
Fuente: Guillén (2019)

1.4.9. Método de las 5 “S”

Según Cabrera (2010), permite establecer un área de trabajo ordenada, sistematizada, limpia y de alta productividad. A continuación, se presenta el plan de acción para aplicar las 5 “S”:

- a. Clasificación: Consiste en separar aquellos materiales indispensables de los innecesarios. Para tomar decisiones, es fundamental realizar una lista para clasificar todos los materiales.

- b. Orden: Organizar las herramientas de trabajo e inventarios, con el fin de ubicarlas en sus estantes y almacenes respectivos.
- c. Limpieza: Minimizar o eliminar la suciedad en los puestos de trabajo para prevenir defectos en los materiales y productos, así como cuidar la salud de los trabajadores.
- d. Salud y seguridad: Establecer manuales, procedimientos y controles que contribuyan al desarrollo de costumbres y valores, los cuales son necesarios para mantener la clasificación, orden y limpieza en las áreas de trabajo uniformemente.
- e. Autodisciplina: A través de auditorías periódicas, desarrollar hábitos de eficacia, eficiencia, seguridad y salud, con el objetivo de promover la mejora continua.

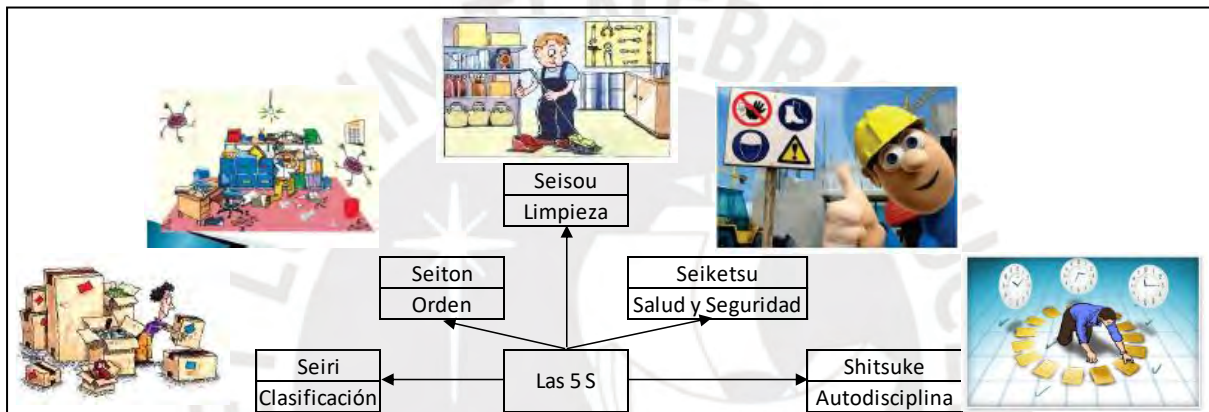


Figura 1.3: Método de las 5 "S"
Fuente: Guillén (2019)

1.4.10. Justo a tiempo (JIT)

Según Cabrera (2010), esta técnica comprende una secuencia de operaciones que permiten incrementar el valor agregado y minimizar el desperdicio en una empresa. Además, implica mantener un nivel bajo de inventarios de materias primas, productos en proceso y productos terminados. Por ello, es necesario reducir la cantidad de proveedores (mantener proveedores que aceptan pedidos de lotes pequeños) y desarrollar relaciones a largo plazo, con la finalidad de disminuir los tiempos de preparación, fabricación e inspección.

1.4.11. Kanban

A continuación, se presenta la definición del sistema Kanban, sus reglas generales de operación y la determinación del número de contenedores.

a. Sistema Kanban:

Según Cabrera (2010), es un dispositivo o tarjeta visual que acompaña a los contenedores y presenta información acerca del inicio de actividades y movimiento de materiales. Además, controla esta información, la cual indica especificaciones sobre el tipo de material, cantidad, medio de transporte, lugar de origen y destino del material.

El sistema Kanban es un sistema de flujo que permite la movilización de materias primas, productos en proceso y productos terminados, en función de una línea de producción y una estrategia pull. Dicha estrategia busca la optimización de los inventarios y flujos del producto, de acuerdo al comportamiento real de la demanda. De esta manera, este sistema logra la integración de los procesos productivos a través del sistema pull, la cual está asociada a la metodología Justo a Tiempo (JIT).

Respecto al control de la producción, Kanban contribuye a organizar el puesto de trabajo; minimizar la sobreproducción; reducir inventarios y disminuir el trabajo en progreso. Asimismo, es una herramienta que permite conocer la demanda en tiempo real y flexibilizar la línea de producción.

Según Krajewski (2013), el sistema Kanban más elemental comprende los siguientes pasos:

- Primero, se coloca una tarjeta en cada contenedor de artículos producidos, el cual almacena un porcentaje determinados de los requerimientos diarios de fabricación de ese artículo.
- Segundo, se vacía el contenedor, se retira la tarjeta del mismo y se coloca en un depósito de recepción.
- Tercero, se lleva el contenedor vacío a un área de almacenamiento, donde se identifica la necesidad de producir más artículos para llenar otro contenedor.

- Cuarto, se llena el contenedor, se coloca la tarjeta en el mismo y se devuelve al área de almacenamiento.
- El ciclo vuelve a empezar cuando se recoge el contenedor con la tarjeta adjunta.

En el anexo 9, se presenta el funcionamiento de un sistema Kanban cuando una célula de fabricación alimenta dos (02) líneas de ensamblaje y se utiliza una tarjeta.

b. Reglas generales de operación:

Según Krajewski (2013), existen seis (06) reglas generales de operación para el sistema Kanban con una sola tarjeta:

- En cada contenedor, se debe emplear una tarjeta.
- La línea de ensamblaje siempre retira las partes o materiales de la célula de fabricación, la cual conoce que, tarde o temprano, se suministrarán las partes que aún no se necesitan para la producción.
- Los contenedores de partes no deben sacarse de un área de almacenamiento sin haber colocado primero una tarjeta Kanban en el depósito de recepción.
- Los contenedores deben comprender la misma cantidad de materiales en buen estado. La utilización de contenedores no estándar o llenados de modo irregular altera el flujo de producción de la línea de ensamblaje.
- Las partes no defectuosas deben trasladarse a la línea de ensamble, para lograr una mayor utilización de los materiales y aprovechar el tiempo de los operarios.
- La producción total no debe superar la cantidad total autorizada en las tarjetas Kanban del sistema.

Asimismo, para el funcionamiento de un sistema de dos (02) tarjetas, se requiere una tarjeta de retiro y una tarjeta de órdenes de producción. La tarjeta de retiro especifica el material, cantidad y lugar de abastecimiento para los usuarios y productores; mientras que la tarjeta de orden de producción detalla el artículo, cantidad a producir, material requerido y lugar de almacenamiento del producto terminado. Además, este sistema establece que los materiales no deben retirarse sin una tarjeta de retiro y la producción no debe comenzar sus operaciones sin una tarjeta de orden de producción. Una vez que las tarjetas se colocan en los contenedores, se inician las actividades de producción.

c. Determinación del número de contenedores:

El número de contenedores determina el nivel de inventario autorizado. Por ello, es necesario establecer la cantidad de unidades de traslado en cada contenedor, y el número de contenedores que realizarán los recorridos desde la estación del proveedor hasta la estación del usuario y viceversa. Asimismo, la cantidad de contenedores repercute directamente en el número de inventarios de trabajos en proceso e inventarios de seguridad. A continuación, se presenta la fórmula para el cálculo del número de contenedores:

$$k = \frac{d * (w + p) * (1 + \alpha)}{c}$$

Donde:

k = número de contenedores para una parte

d = demanda diaria esperada para la parte, en unidades

w = tiempo promedio de espera durante el proceso de producción más el tiempo de manejo de materiales por contenedor, en fracciones por día

p = tiempo promedio de procesamiento por contenedor, en fracciones por día

c = cantidad en un contenedor estándar de las partes

α = variable de política que agrega inventario de seguridad para cubrirse en circunstancias inesperadas

1.4.12. Mantenimiento autónomo

Según Cabrera (2010), es un proceso que involucra al operario en el cuidado de las maquinarias, a partir de la limpieza, lubricación y revisión, con el fin de incrementar la productividad en las operaciones del proceso productivo. A continuación, se presenta el programa de mantenimiento autónomo:

- a. Limpieza inicial: Consiste en limpiar diariamente las máquinas para eliminar polvo, residuos, grasa y suciedad que se adhiere al equipo. De esta manera, se minimizan defectos de calidad, defectos ocultos, pérdidas de velocidad, fallas y potenciales averías. Asimismo, es fundamental realizar actividades como lubricar y apretar; ya que permiten identificar posibles problemas y corregirlos.

- b. Eliminar problemas de contaminación en la fuente y áreas inaccesibles:
- Facilitar la limpieza del equipo.
 - Minimizar la dispersión de suciedad, óxido y polvo.
 - Eliminar la contaminación en la fuente.
 - Minimizar la dispersión de aceite de corte y desechos.
 - Acelerar el flujo de aceite de corte para evitar la acumulación de recortes.
 - Reducir el área a través de la cual fluye el lubricante de corte.
 - Facilitar la inspección del equipo.
 - Instalar ventanas de inspección.
 - Apretar las partes sueltas del equipo.
 - Eliminar la necesidad de bandejas de aceite.
 - Instalar indicadores de aceite y ajustarlos evitando fugas y goteos.
 - Mejorar la localización de las válvulas (entradas) de lubricación.
 - Racionalizar la distribución de cables, establecer código de colores.
 - Mejorar la distribución de tubos.
 - Facilitar el cambio de partes del equipo.
- c. Creación de estándares de limpieza y lubricación: Es importante decidir qué partes del equipo necesitan limpieza diaria especial, qué procedimientos hay que utilizar, cómo inspeccionar la maquinaria, cómo juzgar anomalía, etc. De este modo, se va a establecer estándares que reduzcan el tiempo empleado en actividades diarias como limpieza, lubricación, ajuste y apriete. Asimismo, el personal podrá realizar estas actividades con mayor confianza y habilidad.
- d. Inspección general del equipo:
- Este paso comprende las siguientes tareas:
- Entrenamiento básico e intermedio, realizado por un coordinador y el personal del área de mantenimiento, a los líderes del área de trabajo.
 - Formación práctica de los líderes, con el apoyo de los coordinadores y personal de mantenimiento, para enseñar, corregir y auditar a los operarios.
 - Aplicación de los conocimientos de inspección, como parte del aprendizaje de los operarios, para identificar anomalías.

- Promoción del control visual en el puesto de trabajo.

e. Inspección autónoma de equipos y procesos:

- Revisar el concepto, método y tiempos estándares para limpieza, inspección y lubricación.
- Consultar los puntos de inspección con el departamento de mantenimiento para especificar la asignación de funciones y evitar omisiones o malas interpretaciones.
- Verificar y explicar la ejecución de las tareas de inspección dentro del horario de trabajo. De esta manera, se podrá canalizar los conocimientos a los demás miembros del equipo de trabajo y encontrar mejoras que contribuyan a ahorrar tiempo.
- Promover la capacitación de los operarios en la inspección y ejecutarla cada vez que se presente la oportunidad.
- Realizar auditorías periódicas o imprevistas que contribuyan al aseguramiento de la inspección autónoma.

f. Ordenamiento y pulcritud:

Este paso consiste en la estandarización del control de categorías de las áreas individuales de trabajo. Los estándares deben ser documentados y entendibles para el personal de las áreas de producción y mantenimiento. A continuación, se presenta los principales estándares:

- Estándares de inspección para limpieza y lubricación.
- Estándares de limpieza y lubricación en el área individual de trabajo.
- Estándares para registro de datos.
- Estándares para mantenimiento de partes y herramientas.

g. Mantenimiento autónomo: Consiste en desarrollar una política de empresa y metas para el mantenimiento; incrementar la regularidad de actividades de mejora; reportar los tiempos entre fallas; analizar los resultados y diseñar contramedidas.

1.4.13. Indicadores *Lean*

Un indicador permite medir el comportamiento de un proceso para realizar un seguimiento y evaluación de las operaciones de la empresa; y mejorar la gestión de los resultados. Según Cabrera (2010), un indicador *Lean* contribuye con la productividad laboral, permite anticiparse a los problemas y ayuda a promover el cumplimiento de los objetivos. A continuación, se presentan algunos indicadores *Lean*:

- a. Calidad a la primera (FTT): representa el porcentaje de piezas producidas sin reprocesos ni reparaciones. Asimismo, se puede determinar este indicador a través de las siguientes fórmulas:

$$FTT_{\text{proceso}} = \frac{\text{Número total de piezas producidas} - \text{Rechazos o Reprocesos o reparaciones}}{\text{Número total de piezas producidas}}$$

$$FTT_{\text{total}} = FTT_{\text{proceso1}} * FTT_{\text{proceso2}} * \dots * FTT_{\text{procesoN}}$$

A través del siguiente ejemplo, se puede profundizar en este indicador:





| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|---|
|  20 000 piezas | Estampado |  19 500 piezas | Soldadura |  19 050 piezas | Montaje |  18 000 piezas |
| | Rechazo=500 piezas | | Rechazo=450 piezas | | Rechazo=1 050 piezas | |
| | Reproceso=0 piezas Reparación=500 piezas | | Reproceso=1 000 piezas Reparación=500 piezas | | Reproceso=0 piezas Reparación=1 800 piezas | |

Figura 1.4: Ejemplo sobre calidad a la primera
Fuente: Guillén (2019)

Tabla 1.1: Cálculo de la calidad a la primera

| Estampado | Detalle | Soldadura | Detalle | Montaje | Detalle | Planta |
|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| Número total de piezas producidas | 20 000 | Número total de piezas producidas | 19 500 | Número total de piezas producidas | 19 050 | FTT Total= 73% |
| Rechazos o reprocesos o reparaciones | 1 000 | Rechazos o reprocesos o reparaciones | 1 950 | Rechazos o reprocesos o reparaciones | 2 850 | |
| FTT Estampado | 95% | FTT Soldadura | 90% | FTT Montaje | 85% | |

Fuente: Guillén (2019)

- b. Efectividad global del equipo (OEE): Mide la eficacia de la maquinaria industrial a fin de identificar las pérdidas reales de las maquinarias medidas en el tiempo.

La determinación de este indicador depende de tres (03) indicadores:

- Disponibilidad: mide las pérdidas ocasionadas por las paradas no programadas de máquina. Para hallar la disponibilidad, se requiere la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación real} * 100\%}{\text{Tiempo disponible}}$$

- Eficiencia: mide las pérdidas originadas por el deficiente desempeño de la maquinaria. Con el fin de determinar la eficiencia, se presenta la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo ideal del ciclo} * \text{Cantidad procesada} * 100\%}{\text{Tiempo real de operación}}$$

- Índice de calidad: mide las pérdidas por la fabricación de productos defectuosos. Con el objetivo de hallar el índice de calidad, se detalla la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de calidad} = \frac{(\text{Productos producidos} - \text{Productos defectuosos}) * 100\%}{\text{Productos defectuosos}}$$

A fin de determinar la efectividad global del equipo (OEE), se presenta la siguiente fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Índice de calidad}$$

Asimismo, para comprender detalladamente estos conceptos, se presenta un ejemplo para calcular la efectividad global del equipo:

Tabla 1.2: Ejemplo sobre efectividad global del equipo

| Fábrica de producción de planchas de metal | |
|---|------------|
| Máquina | Guillotina |
| Turnos de trabajo | 2 |
| Horas por turno | 8 |
| Días de trabajo por semana | 6 |
| Semanas al mes | 4 |
| Paradas diarias por mantenimiento (hr. /día) | 1 |
| Paradas mensuales por fallas imprevistas (hr. /mes) | 10 |
| Producción mensual (unid/mes) | 12 000 |
| Planchas rechazadas por incumplimiento de especificaciones (unid/mes) | 500 |
| Ciclo ideal de corte (min/unid) | 1,5 |

Fuente: Guillén (2019)

Tabla 1.3: Cálculo de la disponibilidad

| Fábrica de producción de planchas de metal | |
|--|------------|
| Máquina | Guillotina |
| Paradas programadas al mes (hr. / mes) | 24 |
| Paradas no programadas al mes (hr. / mes) | 10 |
| Horas trabajadas al mes (hr. / mes) | 384 |
| Tiempo de operación real (hr. / mes) | 350 |
| Tiempo disponible (hr. / mes) | 360 |
| Disponibilidad | 97,22 % |

Fuente: Guillén (2019)

Tabla 1.4: Cálculo de la eficiencia

| Fábrica de producción de planchas de metal | |
|--|------------|
| Máquina | Guillotina |
| Tiempo ideal de ciclo (min/unid) | 1,5 |
| Cantidad procesada (unid) | 12 000 |
| Tiempo real de operación (min/mes) | 21 000 |
| Eficiencia | 85,71 % |

Fuente: Guillén (2019)

Tabla 1.5: Cálculo del índice de calidad

| Fábrica de producción de planchas de metal | |
|--|------------|
| Máquina | Guillotina |
| Productos producidos (unid/mes) | 12 000 |
| Productos rechazados (unid/mes) | 500 |
| Índice de calidad | 95,83 % |

Fuente: Guillén (2019)

Tabla 1.6: Cálculo de la efectividad global del equipo

| Fábrica de producción de planchas de metal | |
|--|------------|
| Máquina | Guillotina |
| Disponibilidad | 97,22 % |
| Eficiencia | 85,71 % |
| Índice de calidad | 95,83 % |
| Efectividad Global del Equipo | 79,86 % |

Fuente: Guillén (2019)

Según Guillén (2019), una empresa manufacturera de clase mundial presenta los siguientes indicadores:

- Disponibilidad: más de 90 %.
- Eficiencia: más de 95 %.
- Índice de calidad: más de 99 %.
- Efectividad global del equipo: más de 85 %.

- c. Pedidos entregados a tiempo (OTD): mide el nivel de cumplimiento de la organización para realizar, justo a tiempo, la entrega de los pedidos al cliente.

Con la finalidad de comprender este indicador, se presenta un ejemplo para hallar el porcentaje de pedidos entregados a tiempo:

$$OTD = \frac{\text{Número de pedidos entregados a tiempo}}{\text{Total de pedidos solicitados}} * 100\%$$

Tabla 1.7: Ejemplo y cálculo de los pedidos entregados a tiempo

| Empresa de pinturas | Detalle |
|--|---------|
| Número de pedidos entregados a tiempo (órdenes de compra de pintura) | 115 500 |
| Total de pedidos solicitados (órdenes de compra de pintura) | 150 000 |
| OTD | 77 % |

Fuente: Guillén (2019)

- d. Rotación de inventario (ITO): expresa la cantidad de veces que se ha solicitado la reposición del nivel de inventario durante un período.

Con el objetivo de entender este indicador, se describe la siguiente fórmula:

$$\text{ITO} = \frac{(\text{Costo de los productos vendidos}) * 100\%}{\text{Inventario promedio del periodo}}$$

Asimismo, se presenta un ejemplo para determinar la rotación de inventario:

Tabla 1.8: Ejemplo y cálculo de la rotación de inventario

| Empresa textil | Períodos (días) | | |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | Enero (31 días) | Febrero (28 días) | Marzo (31 días) |
| Costo de inventario(S/.) | 300 000 | 350 000 | 325 000 |
| Inventario promedio del período(S/.) | 325 000 | | |
| Costo de los productos vendidos(S/.) | 1 200 000 | | |
| ITO | 3,7 | | |

Fuente: Guillén (2019)

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En este capítulo, se presenta la descripción de la empresa. Asimismo, se determinan los problemas relacionados al proceso actual de fabricación del llavero destapador metálico. De esta manera, se identifican propuestas de mejora para cada causa relacionada a los problemas del proceso productivo.

2.1. Sector y actividad económica

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), el sector y la actividad a la que pertenece la industria publicitaria le correspondería la codificación del tipo 4719, que hace referencia a otras actividades de venta al por menor en comercios no especializados.

2.2. Descripción de la empresa

La empresa pertenece a la industria publicitaria, y se dedica a la fabricación y venta de productos publicitarios. Además, esta empresa presenta seis (06) familias de productos: llaveros, fotochecks, botones publicitarios, pines, micas y pulseras publicitarias.

En el año 2019, la organización aumentó su participación de mercado (de 20 a 35 %, respecto al año anterior), en el rubro de empresas dedicadas a la fabricación y venta de productos publicitarios, obteniendo el segundo lugar en este rubro.

2.3. Perfil organizacional y principios empresariales

- a. Visión: Ser líderes en artículos publicitarios, otorgando el mayor grado de satisfacción a nuestros clientes a través de una asesoría especializada y ofreciendo la más amplia variedad de productos y precios más competitivos.

- b. Misión: Ser la primera preferencia en la compra de artículos distintivos y publicitarios en el Perú.
- c. Valores organizacionales: responsabilidad, integridad, compromiso, constancia y disciplina.

2.4. Organización actual de la empresa

En este acápite, se muestra el organigrama actual de la empresa:

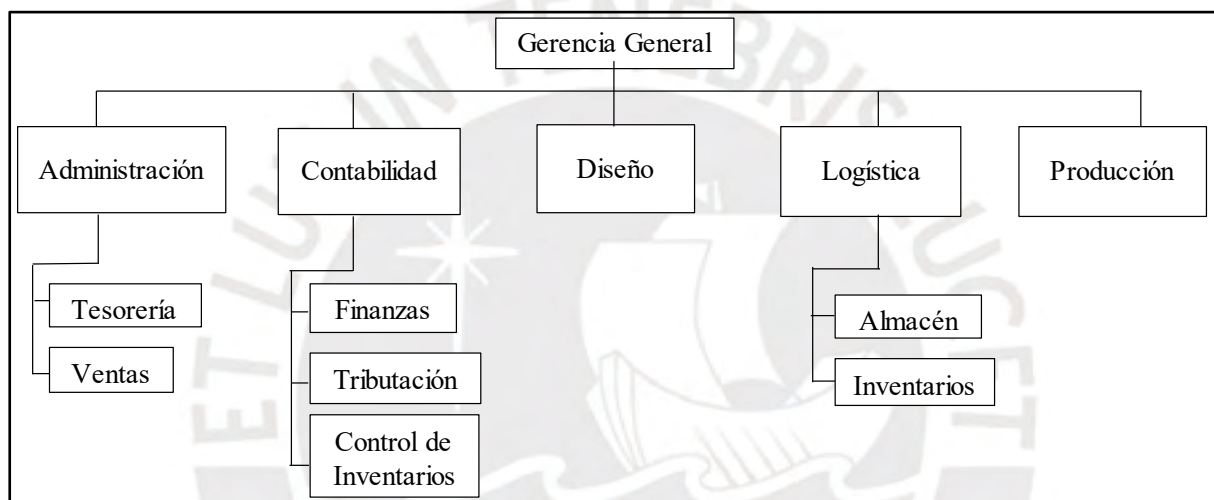


Figura 2.1: Organigrama de la empresa

2.5. Mapa de procesos

En este acápite, se visualizan los procesos estratégicos, operativos y de apoyo correspondientes al mapa de procesos de la organización.

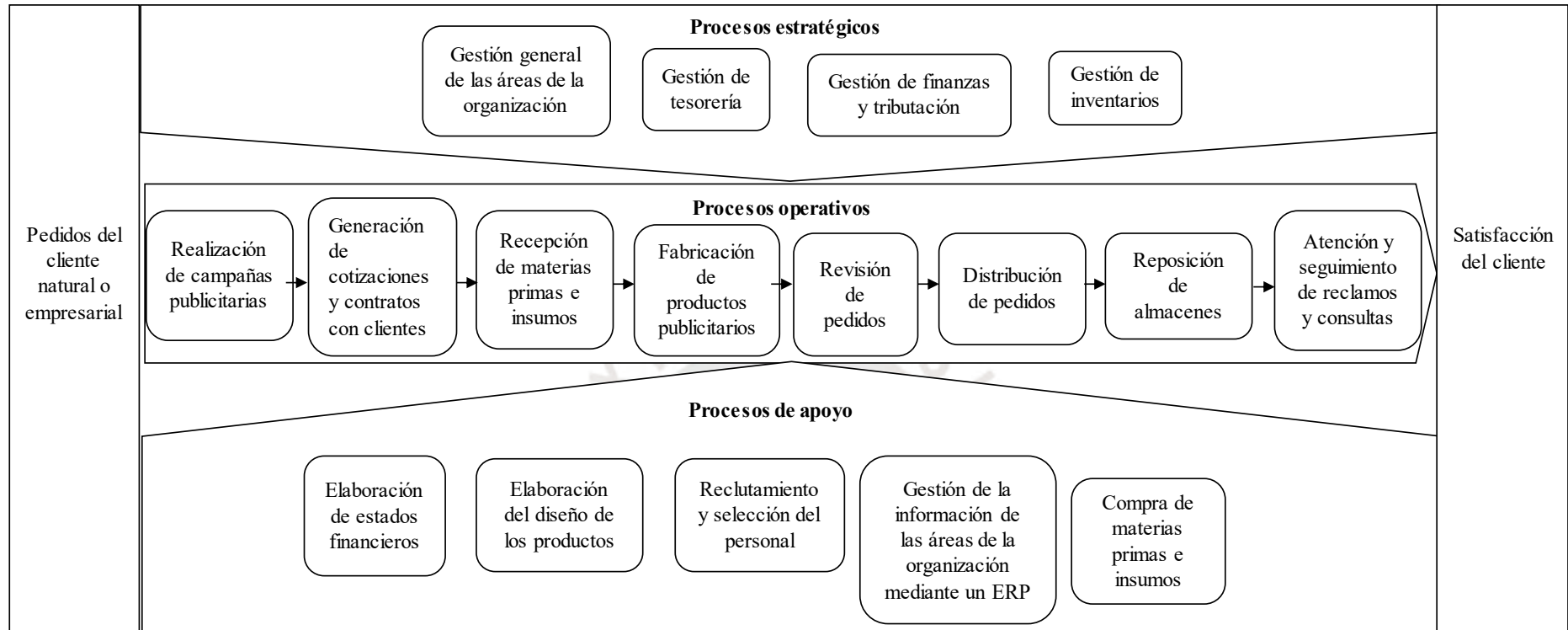


Figura 2.2: Mapa de procesos

2.6. Proveedores, clientes y productos principales

En este acápite, se presentan los proveedores, clientes y el producto principal de la empresa.

- a. Proveedores: La empresa trabaja directamente con un proveedor de insumos, quien le provee quincenalmente planchas de metal, destapadores sin zinc, rollos de mica, rollos de alambre y papel especial A3.
- b. Clientes: En la actualidad, abastece a empresas nacionales como: SKF del Perú, Mi Banco y Caja Huancayo. Además, aprovisiona a empresas extranjeras en Bolivia, Chile y Ecuador.
- c. Producto principal: El producto es el llavero destapador metálico, el cual pertenece a la familia de llaveros. El valor actual del indicador de productividad de este producto es 144 llaveros/día.

2.7. Instalaciones y medios operativos

En este acápite, se realiza una descripción acerca de la planta, el tipo de producción, así como las maquinarias, áreas y recursos informáticos.

2.7.1. Planta

En este acápite, se presenta el *layout* de la empresa.

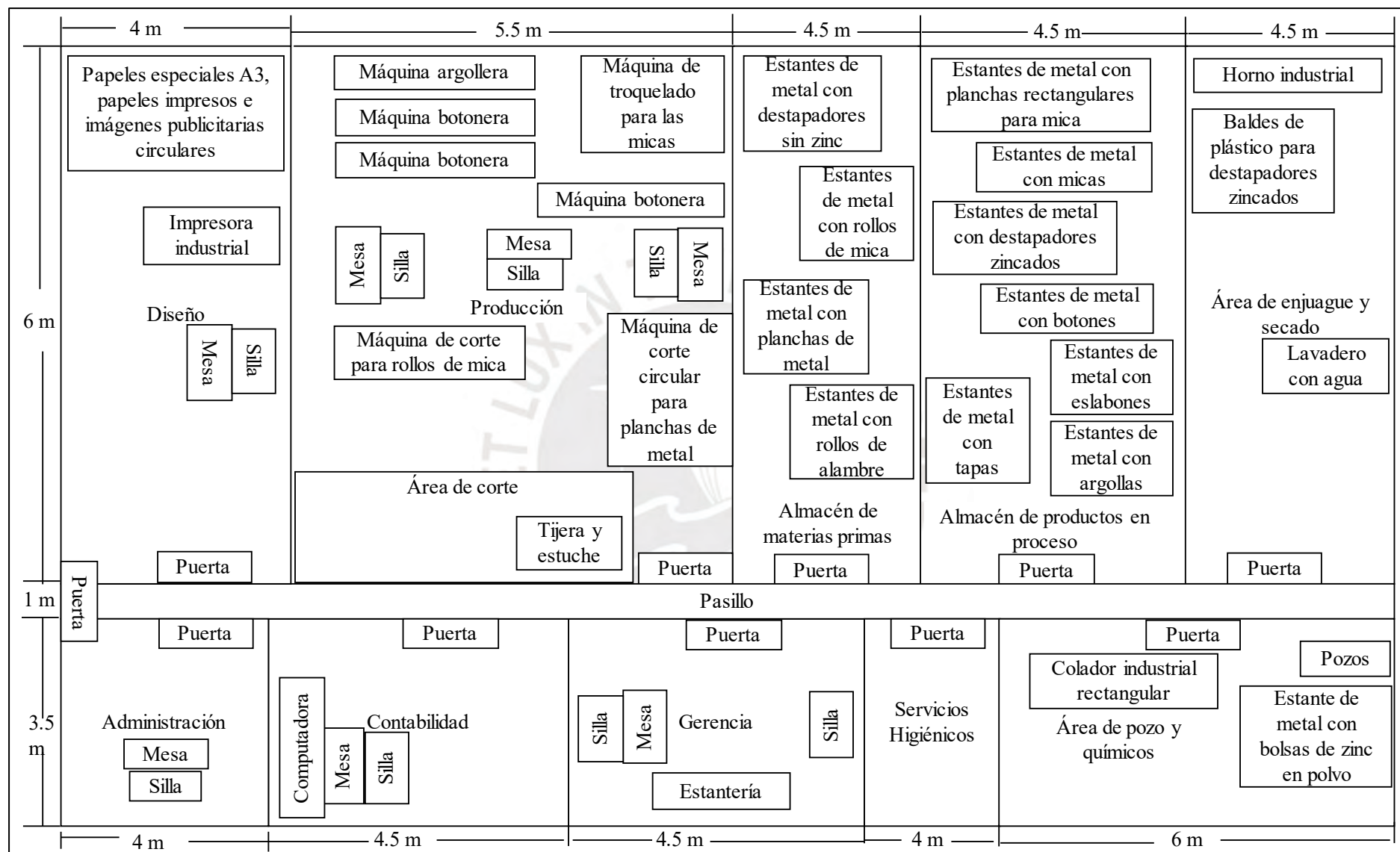


Figura 2.3: Layout de la empresa

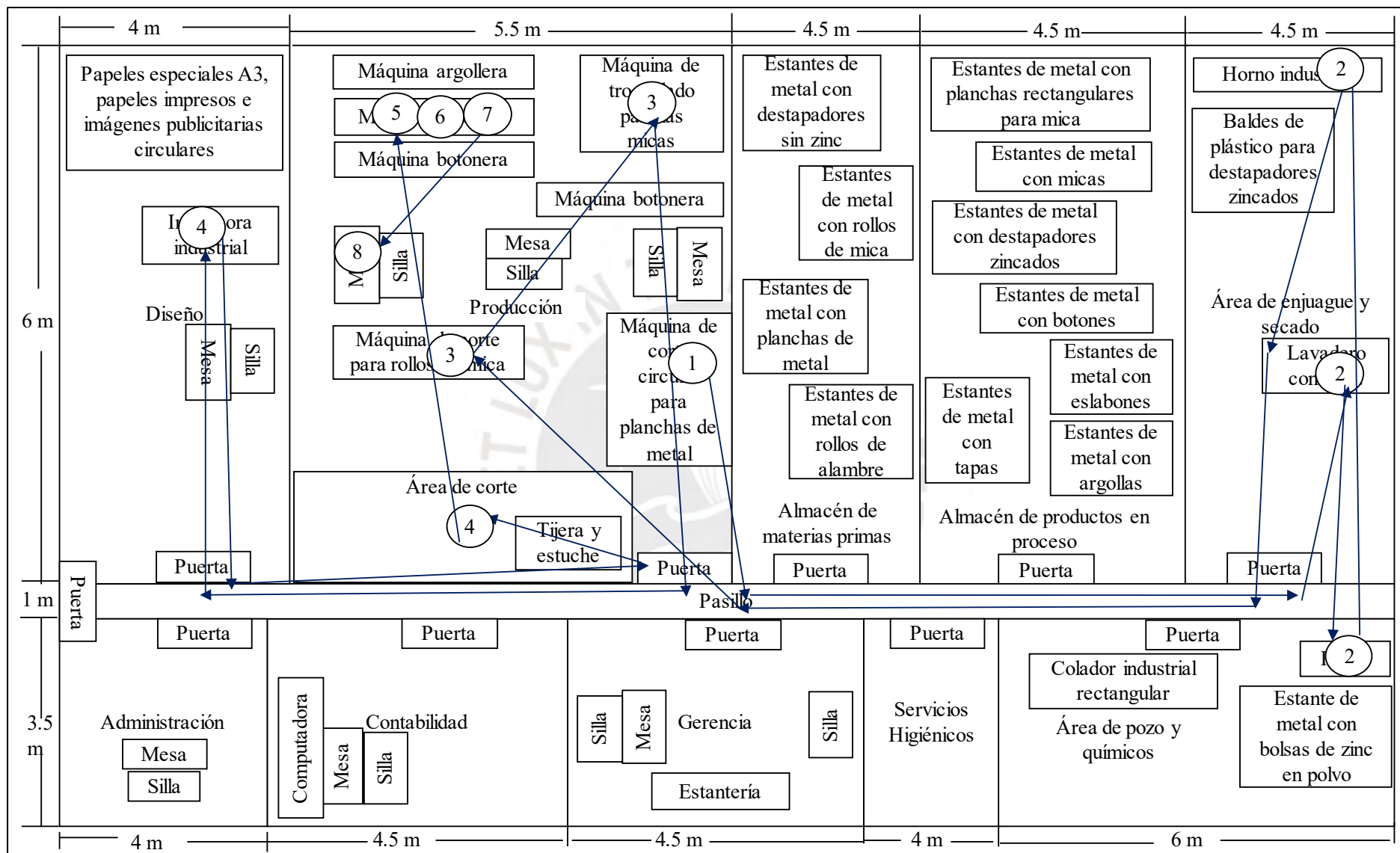


Figura 2.4: Línea secuencial de actividades durante el proceso productivo

2.7.2. Tipo de producción

El tipo de producción actual de la empresa es por proyecto. Generalmente, la producción por proyecto presenta una secuencia de operaciones que inicia cuando un cliente realiza el pedido de una cantidad determinada de productos. La empresa realiza una gran cantidad de actividades manuales; por ello, no presenta un flujo continuo.

2.7.3. Maquinarias y materiales

En este acápite, se describen las maquinarias y materiales.

Tabla 2.1: Maquinarias y áreas

| Código | Descripción | Tipo de recurso |
|--------|--------------------------------------|-----------------|
| MB | Máquina botonera | Máquina |
| MCR | Máquina de corte para rollos de mica | Máquina |
| MDT | Máquina de troquelado | Máquina |
| MCC | Máquina de corte circular | Máquina |
| II | Impresora industrial | Máquina |
| MA | Máquina argollera | Máquina |
| HI | Horno industrial | Máquina |
| PCQ | Pozo y químicos | Área |
| LES | Área de lavado, enjuague y secado | Área |
| ZCMT | Área de corte | Área |

Tabla 2.2: Material directo y producto terminado

| Código | Descripción | Fabricado / Comprado |
|--------|-------------------------------|----------------------|
| LDM | Llavero destapador metálico | Fabricado |
| TP | Tapa | Fabricado |
| DZ | Destapador zincado | Fabricado |
| MC | Mica circular | Fabricado |
| IPC | Imagen publicitaria circular | Fabricado |
| PDM | Plancha de metal | Comprado |
| DSZ | Destapador | Comprado |
| PRPM | Plancha rectangular para mica | Fabricado |
| PI | Papel impreso | Fabricado |
| RDM | Rollo de mica | Comprado |
| PE | Papel especial | Comprado |
| RDA | Rollo de alambre | Comprado |
| ELB | Eslabón | Fabricado |
| AGL | Argolla | Fabricado |
| BT | Botón | Fabricado |

2.8. Diagnóstico de la empresa

En este acápite, se analiza el proceso de fabricación de los productos publicitarios y definirá el producto estrella del año 2019. Sobre la base del uso de herramientas como VSM, *takt time*, 7+1 desperdicios, OEE, tormenta de ideas y diagrama de Ishikawa, se plantean los problemas generales para clasificarlos en distintos grupos de problemas principales e identifican las causas que los originan. Luego, se muestra un diagrama de barras de las causas y se desarrolla un diagrama de Pareto para identificar las causas principales. Posteriormente, se selecciona una contramedida para cada causa principal.

2.8.1. Selección del proceso a analizar

El desarrollo de la tesis se centra en el proceso de fabricación de los productos publicitarios, el cual requiere la utilización de 384 horas máquina / mes (mayor cantidad de horas máquina en comparación con otros procesos), las cuales están comprendidas entre las máquinas botoneras, argolleras, cortadoras y troqueladoras (Ver figura 2.5).

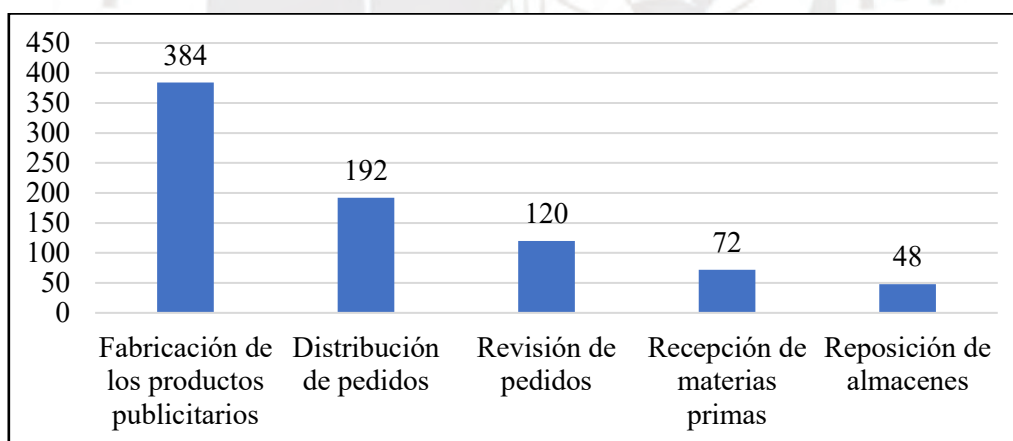


Figura 2.5: Diagrama de barras para las horas máquina al mes de los procesos

2.8.2. Selección de la familia

En este acápite, se selecciona la familia de productos más representativa. Para ello, se muestra un diagrama de barras, mediante la utilización de la información histórica de las ventas en unidades monetarias por familia en el año 2019.

Tabla 2.3: Ventas por familia de productos en el año 2019

| Familia | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Ventas totales | Porcentaje |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|
| Llaveros | S/.33 082 | S/.39 240 | S/.45 320 | S/.42 234 | S/.62 234 | S/.41 983 | S/.40 208 | S/.37 857 | S/.39 551 | S/.53 951 | S/.43 964 | S/.38 090 | S/.517 716 | 47,64 % |
| Pulseras | S/.18 923 | S/.22 445 | S/.25 923 | S/.24 158 | S/.35 598 | S/.24 015 | S/.22 999 | S/.21 655 | S/.22 624 | S/.30 861 | S/.25 148 | S/.21 788 | S/.296 137 | 27,25 % |
| Botones | S/.11 924 | S/.14 143 | S/.16 334 | S/.15 222 | S/.22 431 | S/.15 132 | S/.14 492 | S/.13 645 | S/.14 255 | S/.19 445 | S/.15 846 | S/.13 729 | S/.186 597 | 17,17 % |
| Pines | S/.2 650 | S/.3 143 | S/.3 630 | S/.3 383 | S/.4 985 | S/.3 363 | S/.3 220 | S/.3 032 | S/.3 168 | S/.4 321 | S/.3 521 | S/.3 051 | S/.41 467 | 3,82% |
| Micas | S/.1 595 | S/.1 892 | S/.2 186 | S/.2 037 | S/.3 001 | S/.2 025 | S/.1 939 | S/.1 826 | S/.1 907 | S/.2 602 | S/.2 120 | S/.1 837 | S/.24 967 | 2,30 % |
| Fotochecks | S/.1 264 | S/.1 499 | S/.1 731 | S/.1 613 | S/.2 377 | S/.1 604 | S/.1 536 | S/.1 446 | S/.1 511 | S/.2 061 | S/.1 679 | S/.1 455 | S/.19 777 | 1,82 % |
| | | | | | | | | | | | | | S/.1 086 661 | 100,00 % |

Fuente: Hosh Perú

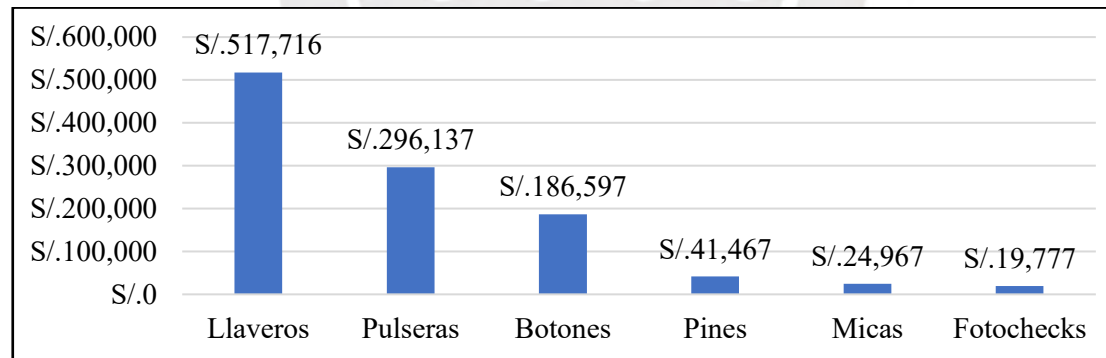


Figura 2.6: Diagrama de barras para la selección de la familia de productos más representativa

Según la figura 2.6, la familia de productos más representativa es la de los llaveros, los cuales representan el 47,64 % de las ventas del año 2019, con S/. 517 716.

2.8.3. Selección del producto estrella

Según la figura 2.7, en el año 2019, se produjeron seis (06) productos de la familia de llaveros. Además, se identificó que el producto estrella es el llavero destapador metálico, debido a que representa el 27,60 % de las ventas de llaveros (S/. 142 878).

Tabla 2.4: Ventas por llavero en el año 2019

| Familia Llaveros | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Ventas totales | Porcentaje |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|
| Llavero destapador metálico | S/.9 130 | S/.10 829 | S/.12 507 | S/.11 656 | S/.17 175 | S/.11 586 | S/.11 096 | S/.10 448 | S/.10 915 | S/.14 889 | S/.12 133 | S/.10 512 | S/.142 878 | 27,60% |
| Llavero destapador plástico | S/.8 259 | S/.9 797 | S/.11 315 | S/.10 544 | S/.15 537 | S/.10 482 | S/.10 038 | S/.9 452 | S/.9 874 | S/.13 470 | S/.10 976 | S/.9 510 | S/.129 254 | 24,97% |
| Llavero dúplex | S/.6 442 | S/.7 642 | S/.8 826 | S/.8 225 | S/.12 119 | S/.8 176 | S/.7 830 | S/.7 372 | S/.7 702 | S/.10 507 | S/.8 562 | S/.7 418 | S/.100 820 | 19,47% |
| Llavero liviano | S/.5 837 | S/.6 923 | S/.7 996 | S/.7 452 | S/.10 980 | S/.7 407 | S/.7 094 | S/.6 679 | S/.6 978 | S/.9 519 | S/.7 757 | S/.6 720 | S/.91 342 | 17,64% |
| Llavero casco | S/.1 707 | S/.2 025 | S/.2 338 | S/.2 179 | S/.3 211 | S/.2 166 | S/.2 074 | S/.1 953 | S/.2 041 | S/.2 784 | S/.2 268 | S/.1 965 | S/.26 711 | 5,16% |
| Llavero portafolio | S/.1 707 | S/.2 025 | S/.2 338 | S/.2 179 | S/.3 211 | S/.2 166 | S/.2 074 | S/.1 953 | S/.2 041 | S/.2 784 | S/.2 268 | S/.1 965 | S/.26 711 | 5,16% |
| | | | | | | | | | | | | | S/.517 716 | 100,00% |

Fuente: Hosh Perú

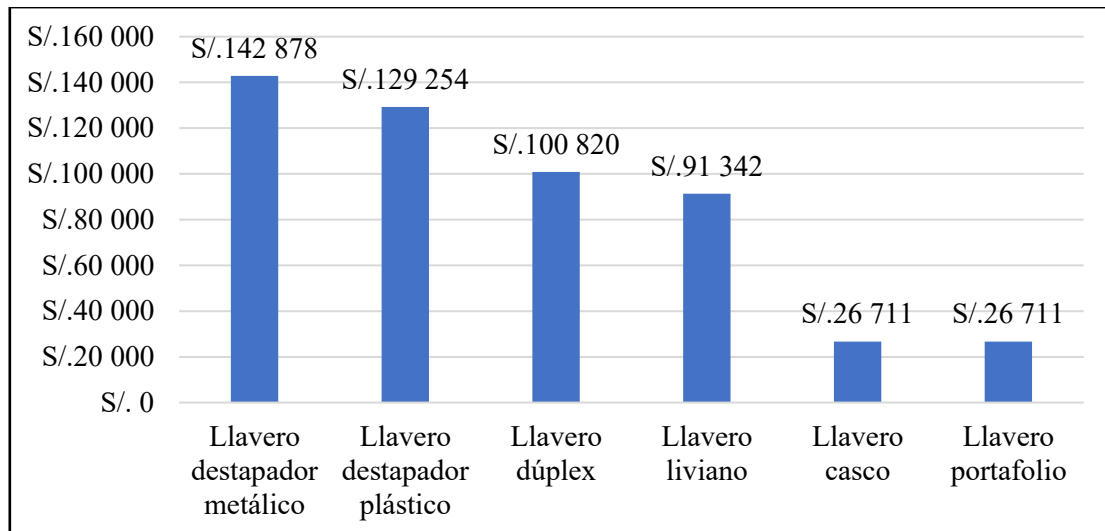


Figura 2.7: Diagrama de barras para la selección del producto estrella

A continuación, se presenta la descripción del proceso productivo actual para el producto estrella:

- a. En primer lugar, las planchas de metal pasan por una máquina semiautomática de corte circular, con el objetivo de formar las tapas.
- b. En segundo lugar, el destapador sin zinc pasa tres (03) veces por una operación de enjuague manual. Luego, se coloca en un pozo con químicos, con el fin de obtener un destapador zincado. Después, pasa nuevamente por una operación de enjuagado manual y, posteriormente, se procede a colocar el destapador en un horno para el secado.
- c. En tercer lugar, los rollos de mica pasan por una máquina cortadora rectangular, con el fin de obtener una plancha con forma rectangular. Luego, dicha plancha pasa por una máquina de troquelado, con el fin de obtener una mica con forma circular.
- d. En cuarto lugar, el papel especial pasa por una operación de impresión mediante el uso de una impresora industrial (automática). Luego, el papel impreso pasa por una zona de corte manual, con el objetivo de obtener imágenes publicitarias con forma circular.
- e. En quinto lugar, se realiza la operación de enchapado, la cual consiste en juntar una tapa y un destapador; pegar manualmente la imagen publicitaria circular sobre la tapa; situar la imagen sobre la mica y presionar dicha mica, mediante el uso de la máquina botonera (semiautomática), con el fin de obtener un botón publicitario.

- f. En sexto lugar, algunos rollos de alambre pasan por una máquina botonera (semiautomática) para obtener un eslabón (unión entre cadenas).
- g. En séptimo lugar, otros rollos de alambre pasan por una máquina argollera (semiautomática) para obtener una argolla (aro o accesorio circular).
- h. Finalmente, se realiza el ensamble manual del eslabón, argolla y botón para obtener el llavero destapador metálico.

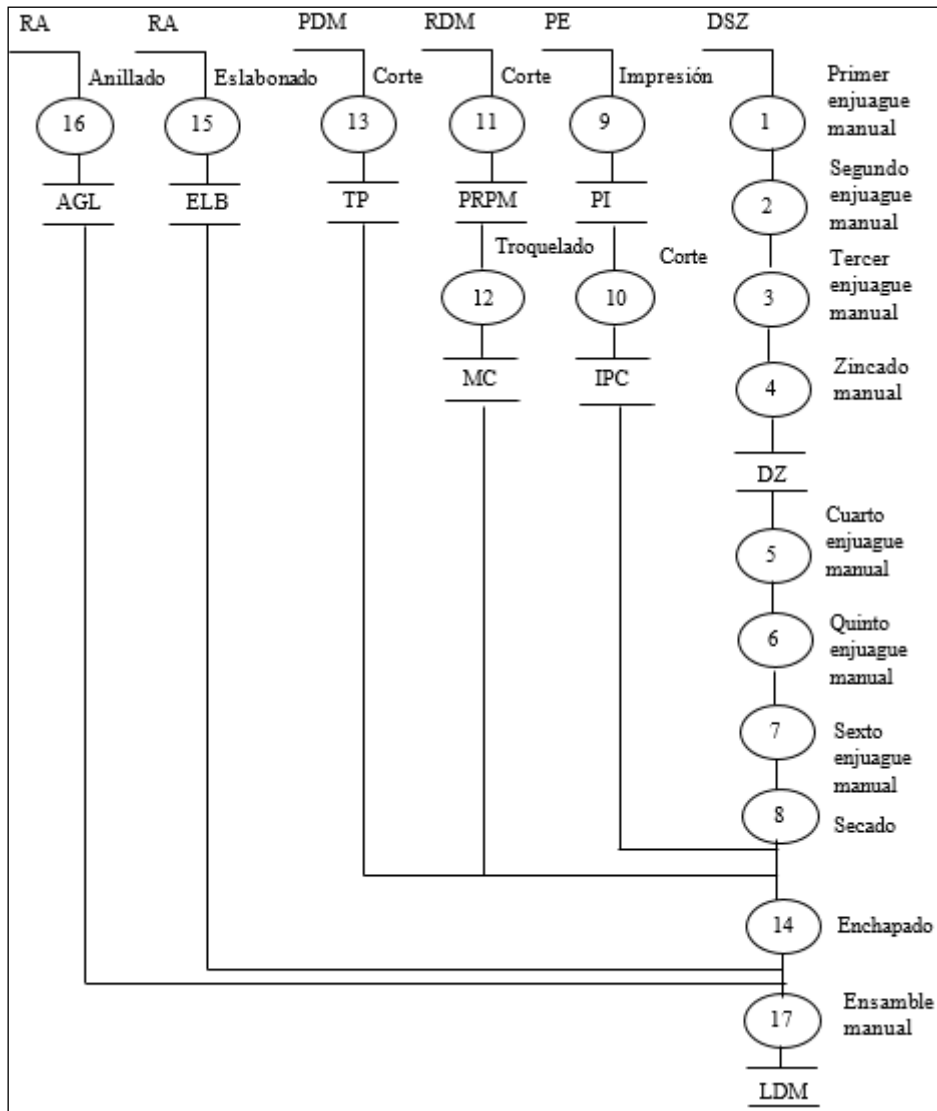


Figura 2.8: Diagrama de operaciones del proceso productivo

Tabla 2.5: Aspectos de cada etapa del proceso productivo

| Etapa | Descripción de la etapa | MP asociadas | PP asociados | Máquinas asociadas | Áreas asociadas |
|--------|---|---------------------------|--|--|--|
| Paso 1 | Corte circular de la plancha de metal para la formación de tapa | Plancha de metal (PDM) | Tapa (TP) | Máquina semiautomática de corte circular | Producción |
| Paso 2 | Enjuague y zincado del destapador sin zinc; enjuague y secado del destapador zincado | Destapador sin zinc (DSZ) | Destapador zincado (DZ) | Horno industrial | Producción; Pozo y químicos; Enjuague y secado |
| Paso 3 | Corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares y troquelado de estas planchas para la formación de micas circulares | Rollo de mica (RDM) | Plancha rectangular para mica (PRPM); mica circular (MC) | Máquina semiautomática de corte para rollos de mica; máquina de troquelado | Producción |
| Paso 4 | Impresión de los papeles especiales para la obtención de papeles impresos y corte manual(tijera) de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares | Papel especial (PE) | Papel impreso (PI); imagen publicitaria circular (IPC) | Impresora industrial automática | Producción; Diseño; Área corte manual |
| Paso 5 | Enchapado a partir de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la obtención de un botón | - | Destapador zincado (DZ); tapa (TP); imagen publicitaria circular (IPC); botón (BT) | Máquina botonera semiautomática | Producción |
| Paso 6 | Eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de eslabones | Rollo de alambre (RDA) | Eslabón (ELB) | Máquina botonera semiautomática | Producción |
| Paso 7 | Anillado de los rollos de alambre para la obtención de argollas | Rollo de alambre (RDA) | Argolla (AGL) | Máquina argollera semiautomática | Producción |
| Paso 8 | Ensamble manual de eslabones, argolla y botón para la obtención de un llavero destapador metálico | - | Eslabón (ELB), Argolla (AGL), Botón (BL) y Llavero destapador metálico (LDM) | - | Producción |

2.8.4. VSM actual

En el anexo 10, se detalla la información correspondiente al VSM actual. A continuación, se presenta el VSM actual.

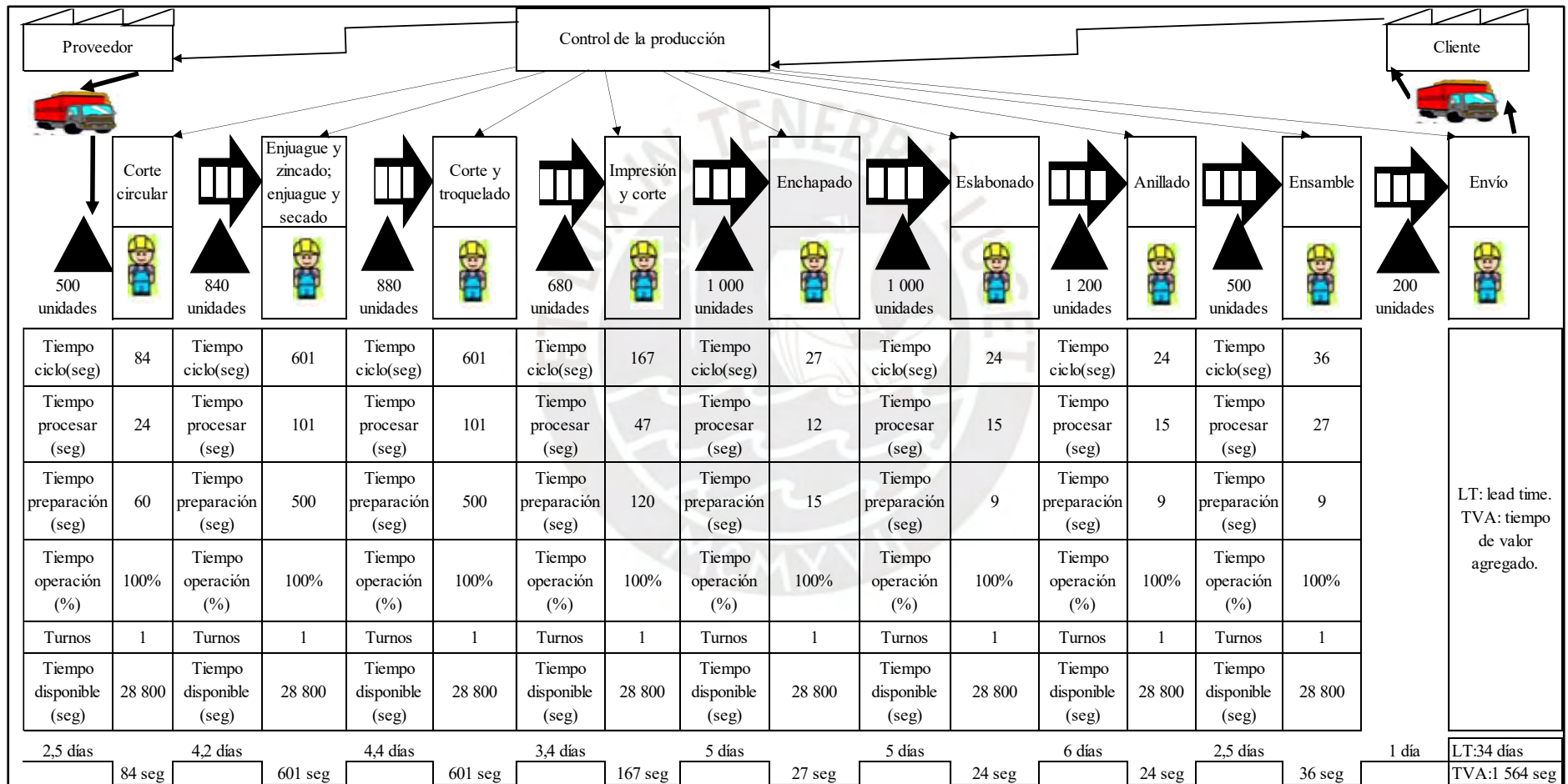


Figura 2.9: VSM actual

Tabla 2.6: Extracto de la información correspondiente al VSM actual

| Atributos del proceso | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------|--|
| Demanda promedio por operario (und/día) | 208 unid / día | Número de días por semana | 6 días / semana |
| | | Número de turnos por día | 1 turno / día |
| Tamaño del lote (und) | 250 unid | Número de horas por turno | 9 horas por turno con 1 hora de descanso |
| Envío a clientes | Un envío de 1 250 unid/semana | Flujo de información | Todas las comunicaciones del cliente son electrónicas; cada semana se libera una orden de pedido |

Es importante mencionar que el área de producción está formada por 3 operarios, los cuales laboran de forma separada y simultánea. Por ello, el VSM actual detalla la secuencia de actividades de cada trabajador. Asimismo, muestra un tiempo de valor agregado equivalente a 1 564 segundos.

Según la figura 2.9, existen dos (02) problemas generales en el proceso productivo, los cuales son un *lead time* prolongado (34 días) y el stock de productos en proceso (asociado con el desorden del almacén).

2.8.5. Análisis del *takt time*

Según la tabla 2.7, el *takt time* es equivalente a 138 seg. / unid, el cual es menor al tiempo de ciclo del proceso; es decir, al tiempo de corte y troquelado (601,15 seg. / unid). Este hecho evidencia que la organización no puede atender los pedidos solicitados (Ver anexo 11). Por ello, es necesario identificar los cuellos de botella del proceso productivo; en otras palabras, los problemas asociados al *takt time*. Según la figura 2.11, existen tres (03) cuellos de botella (Enjuague-Zincado-Secado; Corte-Troquelado; Impresión-Corte), los cuales representan problemas de demora en la fabricación del llavero destapador metálico.

Tabla 2.7: Primera parte del análisis del *takt time*

| | | |
|--|--------|--|
| Tiempo de valor agregado (seg./unidad) | 1 564 | Cálculos: 1) Cálculo tiempo disponible diario (TD): Turnos: 1 Turno: 9 hr. x 3 600 seg. / hr. = 32 400 seg. Descansos x turno: 60 min x 60 seg/min = 36 00 seg. $TD = 1 \text{ turno} \times (32\,400 \text{ seg. /turno} - 3\,600 \text{ seg. /turno}) = 28\,800 \text{ seg. /día}$ 2) Cálculo Demanda diaria (DD): $DD = (5\,000 \text{ llaveros/mes}) / (24 \text{ días/mes}) = 208 \text{ llaveros/día}$ 3) Takt Time = TD/DD $Takt\ Time = (28\,800 \text{ seg. /día}) / (208 \text{ llaveros/día}) = 138 \text{ seg. /llavero}$ 4) Cálculo de capacidades diarias: Mayor tiempo de ciclo (MTC): 601,15 seg. /llavero Capacidad diaria 1 operario = TD / MTC = $(28\,800 \text{ seg. /día}) / (601,15 \text{ seg. /llavero}) = 48 \text{ llaveros/día}$ Capacidad diaria 3 operarios = $48 \text{ llaveros/día} * 3 = 144 \text{ llaveros/día}$ |
| Lead time (días) | 34 | |
| Tiempo disponible diario (seg.) | 28 800 | |
| Demanda promedio de llaveros (unidad/día) | 208 | |
| Takt time(seg./unidad) | 138 | |
| Mayor tiempo de ciclo-corte y troquelado (seg./unidad) | 601,15 | |
| Capacidad diaria 1 operario (unidad) | 48 | |
| Capacidad diaria 3 operarios(unidad) | 144 | |

Tabla 2.8: Segunda parte del análisis del *takt time*

| Indicadores de cada paso del proceso para 1 operario | Corte circular | Enjuague y zincado; enjuague y secado | Corte y troquelado | Impresión y corte | Enchapado | Eslabonado | Anillado | Ensamble |
|--|----------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|------------|----------|----------|
| Tiempo procesamiento(seg./unidad) | 24 | 100,90 | 101,15 | 46,80 | 11,61 | 15 | 15 | 27 |
| Tiempo preparación (seg./unidad) | 60 | 500 | 500 | 120 | 15 | 9 | 9 | 9 |
| Tiempo ciclo (seg./unidad) | 84 | 600,90 | 601,15 | 166,80 | 26,61 | 24 | 24 | 36 |
| Takt Time (seg./unidad) | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| Cuello de botella (CB) | No | Sí | Sí | Sí | No | No | No | No |

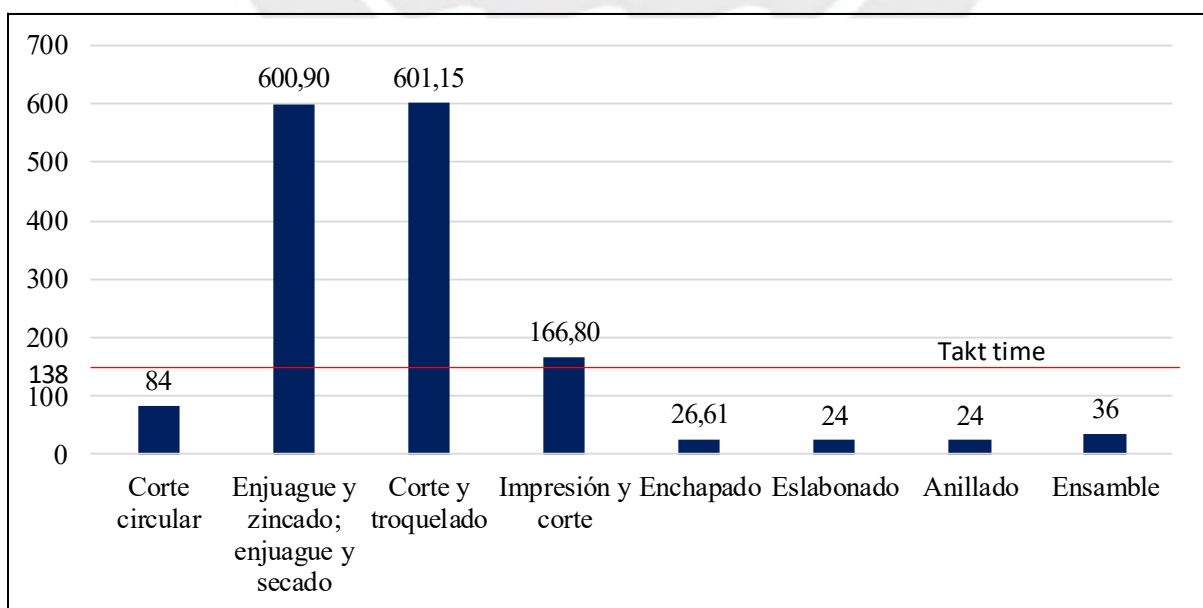


Figura 2.10: Tiempo de ciclo de las operaciones y *takt time*

2.8.6. 7+1 Desperdicios

En este acápite, se describen desperdicios encontrados en el proceso de fabricación del producto estrella, a fin de referenciar más problemas generales.

- a. Sobreproducción: No hay sobreproducción debido a que la empresa suele producir llaveros destapadores metálicos, en función de las materias primas y productos en proceso disponibles, para satisfacer los pedidos realizados por los clientes. Además, no se podría producir por exceso debido a que las operaciones manuales de enjuague y zincado ralentizan el proceso de fabricación del llavero destapador metálico.
- b. Inventarios: No existe una clasificación de las materias primas y productos en proceso en función de cantidades, tamaños, medidas ni registros del personal que extrae los inventarios.
- c. Movimientos innecesarios: Los operarios colocan las materias primas en los almacenes de productos en proceso y viceversa: El personal de producción no espera que el almacenero les entregue las materias primas y productos en proceso; sino que se dirigen constantemente al almacén y toman los componentes, sin mantener el orden del almacén.
- d. Sobre procesamiento: el área de producción no realiza re trabajos, reemplazos en la producción ni inspecciones; por ello, no existe sobre procesamiento.
- e. Transporte: Demora del operario al llevar el destapador sin zinc desde el área de producción hasta el área de enjuague y secado, y viceversa: Las operaciones de lavado, enjuague y secado se realizan manualmente en otra área; no obstante, podrían realizarse de manera automática en una sola área.

- f. Tiempo de espera:
- Demora del operario en la selección de los troqueles, barras y pernos para el uso de las máquinas: este hecho ocurre durante la realización de las operaciones semiautomáticas.
 - Hay paradas asociadas a fallas de las máquinas.
- g. Defectos:
- Operaciones con materias primas y productos en proceso defectuosos:
 - Troquelado de las planchas rectangulares para la formación de micas circulares: el porcentaje de planchas rectangulares defectuosas es 15 % (Ver anexo 12).
 - Corte circular de planchas de metal para la formación de tapas: el porcentaje de planchas de metal defectuosas es 15 % (Ver anexo 12).
- h. Talento humano: Falta de capacitación en el proceso productivo y mantenimiento de maquinarias.

A continuación, se presenta un resumen de los problemas relacionados a cada desperdicio:

Tabla 2.9: Problemas en 7+1 Desperdicios

| Desperdicio | Problemas |
|--------------------------|--|
| Inventario | Falta de clasificación de materias primas y productos en proceso |
| Movimientos innecesarios | Traslados prolongados de materias primas a los almacenes de productos en proceso |
| Transporte | Demora del operario en el traslado de producción hacia enjuague y secado |
| Tiempo de espera | Demora del operario en la selección de los utilajes |
| | Demoras por fallas de máquinas |
| Defectos | Corte y troquelado defectuoso |
| Talento Humano | Falta de capacitación de los operarios |

2.8.7. Análisis OEE

En este acápite, se detalla el análisis del indicador OEE (efectividad global del equipo); por ello, se analiza la disponibilidad, eficiencia y calidad en todas las maquinarias, a fin de identificar más problemas en el proceso de fabricación del llavero destapador metálico.

Tabla 2.10: Paradas de máquinas

| Máquina | Máquina semi automática de corte para planchas de metal | Horno industrial | Máquina semi automática de corte para rollos de mica | Máquina de troquelado | Impresora industrial | Botonera | Argollera | Total |
|--|---|------------------|--|-----------------------|----------------------|----------|-----------|-------|
| Paradas diarias por mantenimiento (hr./día) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0,5 | 3 |
| Paradas mensuales por fallas imprevistas (hr./mes) | 2,5 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 0 | 6,5 | 3 | 18,5 |

A continuación, se detalla el cálculo del indicador OEE:

Tabla 2.11: Datos sobre las máquinas

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|---|-------|
| Todas las máquinas | |
| Turnos de trabajo | 1 |
| Horas por turno (sin considerar descanso) | 8 |
| Días de trabajo al mes | 24 |
| Paradas diarias por mantenimiento (hr./día) | 3 |
| Paradas mensuales por fallas imprevistas(hr./mes) | 18,5 |
| Producción mensual (unid/mes) | 3 000 |
| Llaveros rechazados por incumplimiento de especificaciones (unid/mes) | 840 |
| Tiempo de ciclo total (min/unid) | 1,75 |

Tabla 2.12: Disponibilidad de todas las máquinas
Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|--|---------|
| Todas las máquinas | |
| Paradas programadas al mes (hr./mes) | 72 |
| Paradas no programadas al mes (hr./mes) | 18,5 |
| Horas trabajadas al mes (hr./mes) | 192 |
| Tiempo de operación real (hr./mes) | 101,5 |
| Tiempo disponible (hr./mes) | 120 |
| Disponibilidad | 84,58 % |

Tabla 2.13: Eficiencia de todas las máquinas
Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|--|---------|
| Todas las máquinas | |
| Tiempo de ciclo total (min/unid) | 1,75 |
| Cantidad procesada (unid) | 3 000 |
| Tiempo real de operación (min/mes) | 6 090 |
| Eficiencia | 86,21 % |

Tabla 2.14: Índice de calidad de todas las máquinas
Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|--|---------|
| Todas las máquinas | |
| Productos producidos (unid/mes) | 3 000 |
| Productos rechazados (unid/mes) | 840 |
| Índice de calidad | 72,00 % |

Tabla 2.15: Efectividad global del equipo de todas las máquinas

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|--|---------|
| Todas las máquinas | |
| Disponibilidad | 84,58 % |
| Eficiencia | 86,21 % |
| Índice de calidad | 72,00 % |
| Efectividad Global del Equipo | 52,50 % |

La efectividad global del equipo (todas las máquinas) es equivalente a 52,5 % y es menor a 85 % (meta establecida por las empresas manufactureras de clase mundial). Este hecho se debe a un problema de calidad en el proceso productivo (índice de calidad equivalente a 72 %); es decir, hay llaveros destapadores metálicos defectuosos.

2.8.8. Listado de problemas

A continuación, se presentan los problemas identificados en los acápite anteriores, los cuales se clasifican en problemas principales.

Tabla 2.16: Problemas principales

| Fuente | Problemas identificados | Problema principal |
|--------------------------|--|---------------------------------------|
| VSM | Stock de productos en proceso | Desorden |
| Inventario | Falta de clasificación de materias primas y productos en proceso | |
| Movimientos innecesarios | Traslados prolongados de materias primas a los almacenes de productos en proceso | |
| Transporte | Demora del operario en el traslado de producción a enjuague y secado | |
| Tiempo de espera | Demora del operario en la selección de los utilajes | |
| VSM | Lead time prolongado | Incumplimiento de la fecha de entrega |
| Defectos | Corte y troquelado defectuoso | Paradas de máquina |
| Takt Time | Cuellos de botella | |
| Tiempo de espera | Demoras por fallas de máquinas | |
| Talento Humano | Falta de capacitación en el proceso productivo y mantenimiento de máquinas | |
| OEE | Llaveros destapadores metálicos defectuosos | |

2.8.9. Determinación de causas principales

En primer lugar, se realiza el diagrama de causa y efecto para cada problema principal identificado.

En segundo lugar, se aplica la herramienta de tormenta de ideas. Por ello, se conversa con el Gerente General de la organización y el jefe del área de Ventas, quienes proporcionan puntajes a las causas de los problemas principales. Para cada causa, se establece un puntaje del uno al cinco (1 es menos importante y 5 es muy importante) y se obtiene un puntaje total. A partir de ello, se muestran diagramas de barras.

En tercer lugar, sobre la base de los puntajes totales y porcentajes, se ordenan las causas de cada problema principal. Además, se aplica el principio del diagrama de Pareto, el cual establece que el 80 % de los efectos de un problema está dado por el 20 % de sus causas.

a. Desorden:

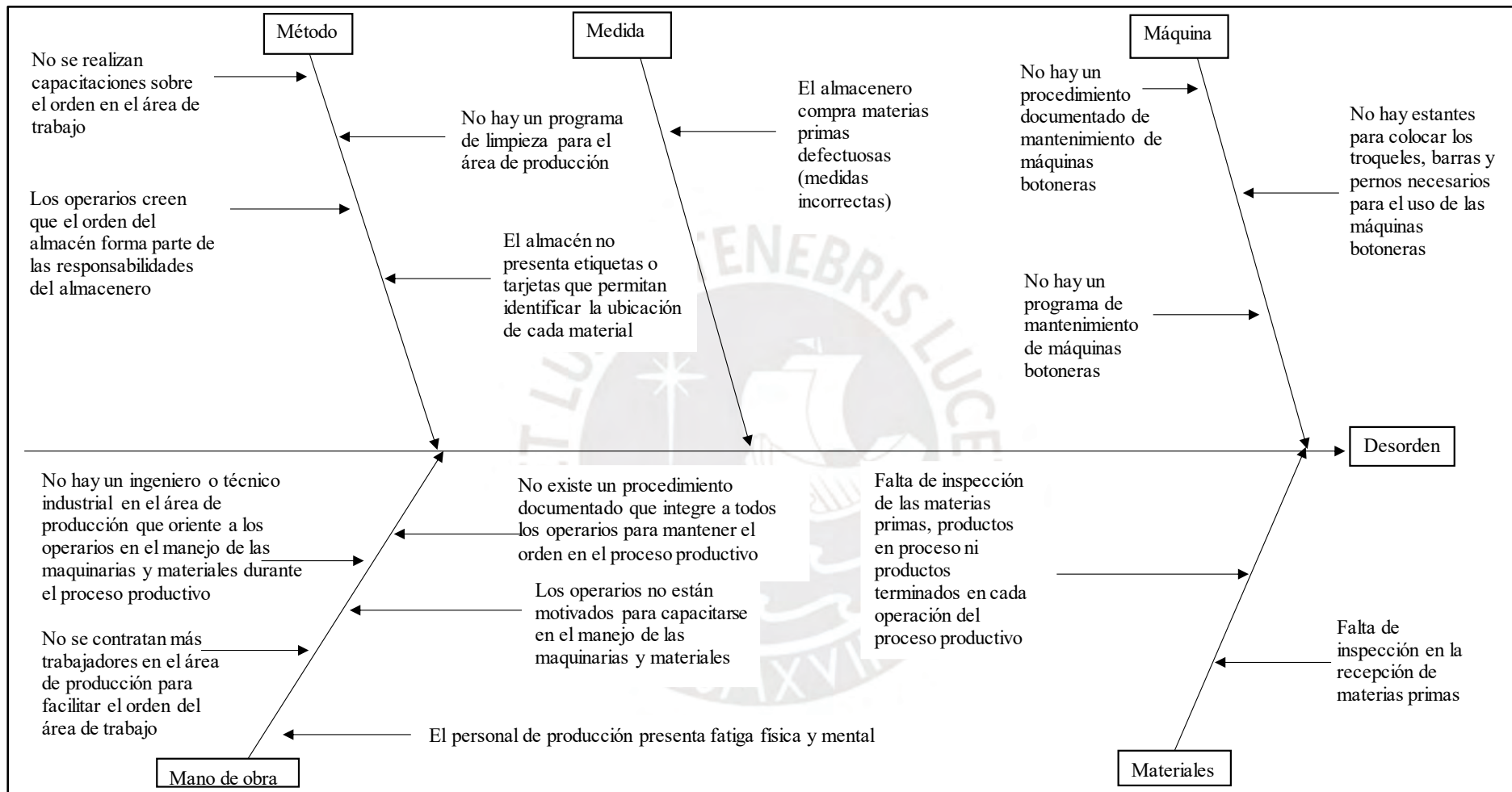


Figura 2.11: Diagrama de Ishikawa para el desorden

Tabla 2.17: Puntaje de causas planteadas para el desorden

| M | Causas planteadas para el desorden | Gerente General | Jefa de Ventas | Puntaje total |
|--------------|--|-----------------|----------------|---------------|
| | | Puntaje | Puntaje | |
| Método | No se realizan capacitaciones sobre el orden en el área de trabajo | 5 | 4 | 9 |
| | No hay un programa de limpieza para el área de producción | 5 | 5 | 10 |
| | Los almacenes de materias primas y productos en proceso no presentan etiquetas o tarjetas que permitan identificar la ubicación de cada material | 5 | 5 | 10 |
| | Los operarios creen que el orden del almacén forma parte de las responsabilidades del almacenero | 5 | 4 | 9 |
| Máquina | No hay un procedimiento documentado de mantenimiento de máquinas botoneras | 4 | 4 | 8 |
| | No hay un programa de mantenimiento de máquinas botoneras | 4 | 3 | 7 |
| | No hay estantes para colocar los troqueles, barras y pernos necesarios para el uso de las máquinas botoneras | 5 | 4 | 9 |
| Mano de obra | No hay un ingeniero o técnico industrial en el área de producción que oriente a los operarios en el manejo de las maquinarias y materiales durante el proceso productivo | 4 | 4 | 8 |
| | Los operarios no están motivados para capacitarse en el manejo de las maquinarias y materiales en el proceso | 4 | 4 | 8 |
| | No existe un procedimiento documentado que integre a todos los operarios para mantener el orden en el proceso productivo | 4 | 4 | 8 |
| | No se contratan más trabajadores en el área de producción para facilitar el orden del área de trabajo | 3 | 4 | 7 |
| | El personal de producción presenta fatiga física y mental | 4 | 4 | 8 |
| Material | Falta de inspección en la recepción de materias primas | 3 | 3 | 6 |
| | Falta de inspección de las materias primas, productos en proceso y productos terminados en cada operación | 3 | 3 | 6 |
| Medida | El almacenero compra materias primas defectuosas (medidas incorrectas) | 4 | 3 | 7 |

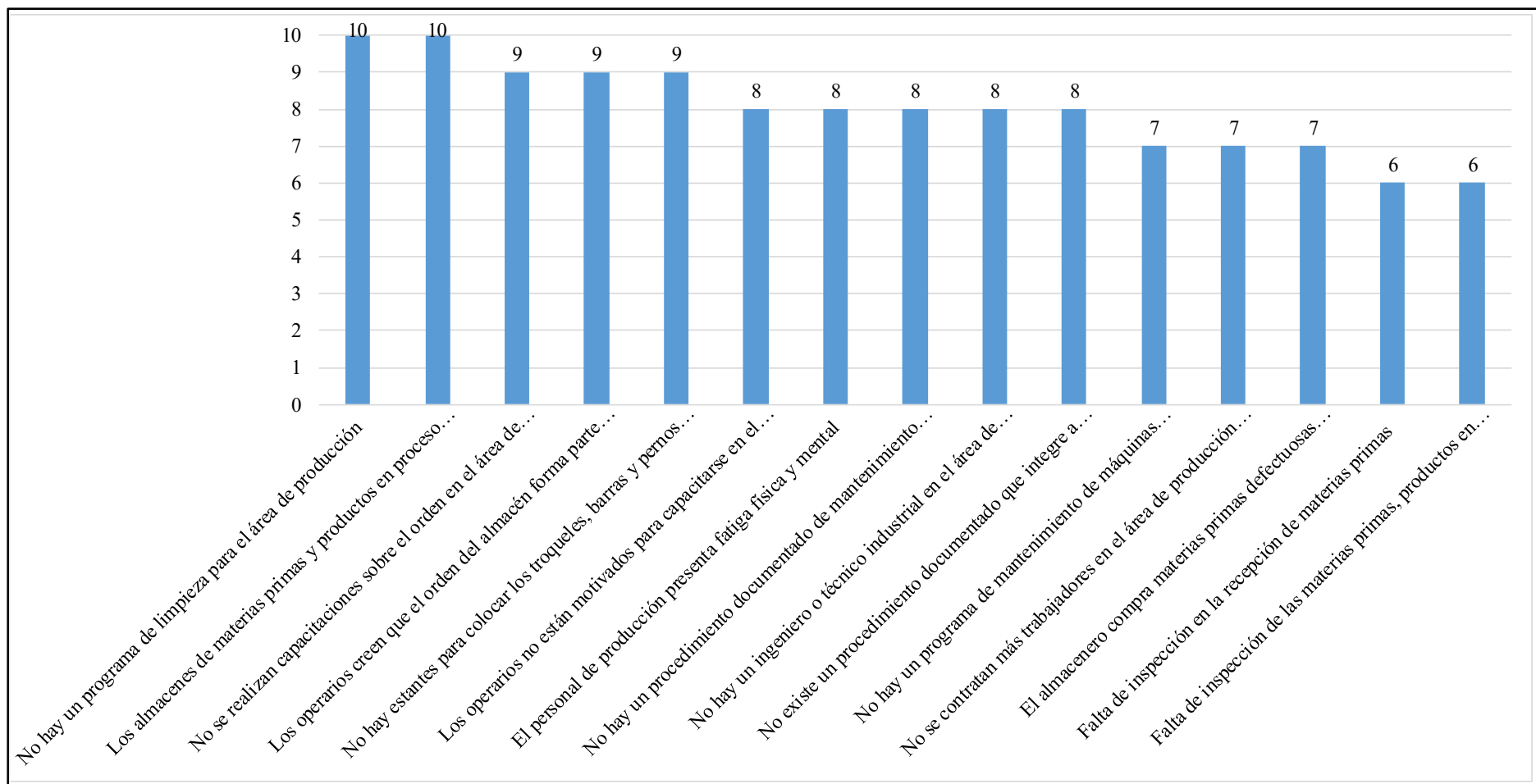


Figura 2.12: Diagrama de barras para las causas del desorden

Tabla 2.18: Puntajes y porcentajes de las causas para el desorden

| Causas planteadas para el desorden | Puntaje total | Porcentaje total (%) | Porcentaje total acumulado (%) |
|--|---------------|----------------------|--------------------------------|
| No hay un programa de limpieza para el área de producción | 10 | 8,33 % | 8,33 % |
| Los almacenes de materias primas y productos en proceso no presentan etiquetas o tarjetas que permitan identificar la ubicación de cada material | 10 | 8,33 % | 16,67 % |
| No se realizan capacitaciones sobre el orden en el área de trabajo | 9 | 7,50 % | 24,17 % |
| Los operarios creen que el orden del almacén forma parte de las responsabilidades del almacenero | 9 | 7,50 % | 31,67 % |
| No hay estantes para colocar los troqueles, barras y pernos necesarios para el uso de las máquinas botoneras | 9 | 7,50 % | 39,17 % |
| Los operarios no están motivados para capacitarse en el manejo de las maquinarias y materiales en el proceso | 8 | 6,67 % | 45,83 % |
| El personal de producción presenta fatiga física y mental | 8 | 6,67 % | 52,50 % |
| No hay un procedimiento documentado de mantenimiento de máquinas botoneras | 8 | 6,67 % | 59,17 % |
| No hay un ingeniero o técnico industrial en el área de producción que oriente a los operarios en el manejo de las maquinarias y materiales durante el proceso productivo | 8 | 6,67 % | 65,83 % |
| No existe un procedimiento documentado que integre a todos los operarios para mantener el orden en el proceso productivo | 8 | 6,67 % | 72,50 % |
| No hay un programa de mantenimiento de máquinas botoneras | 7 | 5,83 % | 78,33 % |
| No se contratan más trabajadores en el área de producción para facilitar el orden del área de trabajo | 7 | 5,83 % | 84,17 % |
| El almacenero compra materias primas defectuosas (medidas incorrectas) | 7 | 5,83 % | 90,00 % |
| Falta de inspección en la recepción de materias primas | 6 | 5,00 % | 95,00 % |
| Falta de inspección de las materias primas, productos en proceso y productos terminados en cada operación | 6 | 5,00 % | 100,00 % |

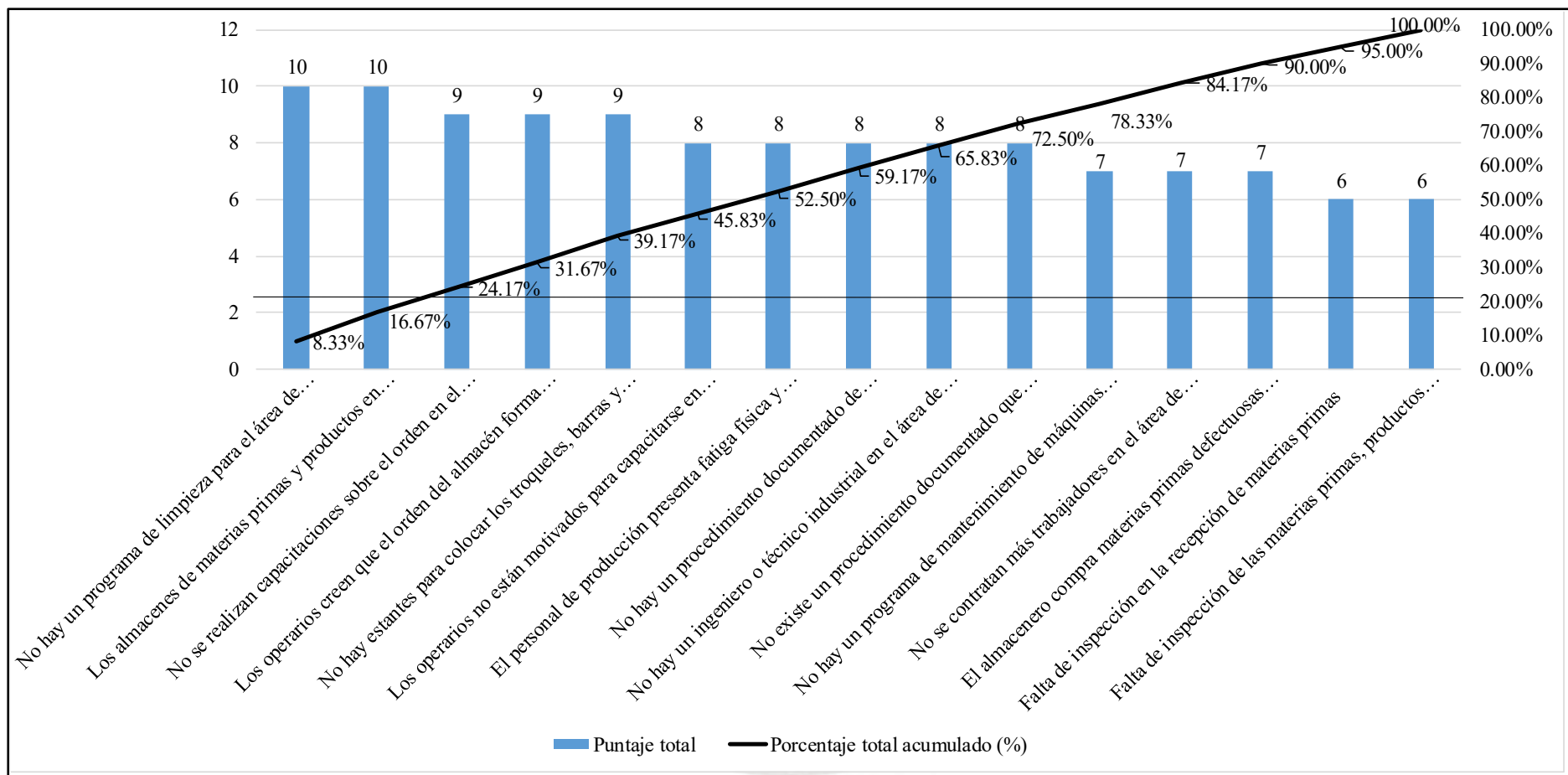


Figura 2.13: Diagrama de Pareto para las causas del desorden

Según la figura 2.13, en función del principio de Pareto, las causas principales del desorden son la falta de un programa de limpieza para el área de producción, ausencia de etiquetas y tarjetas de identificación de materias primas y productos en proceso en los almacenes, y la falta de capacitación de los operarios sobre el orden en el ambiente de trabajo.

b. Incumplimiento de la fecha de entrega:

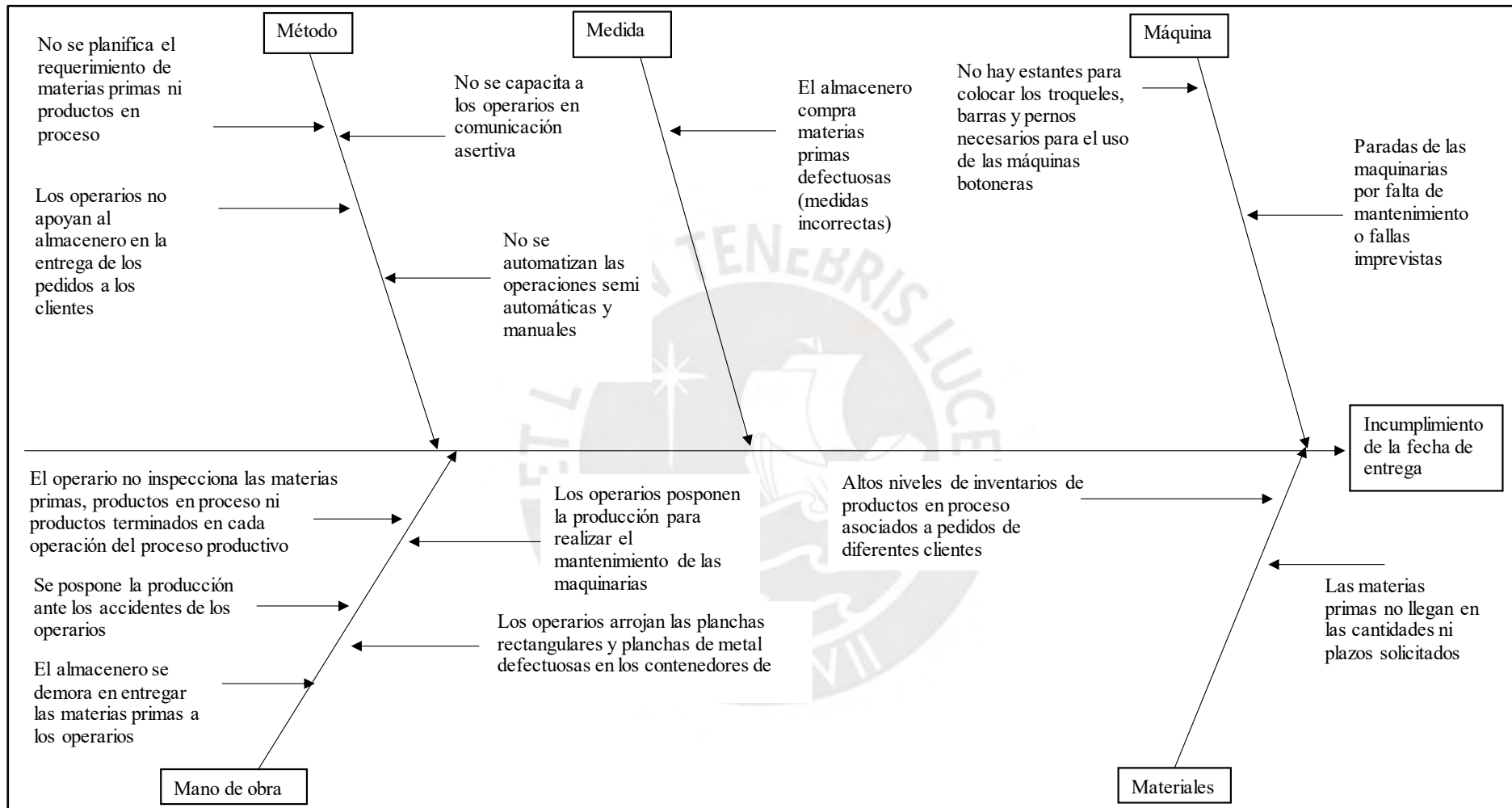


Figura 2.14: Diagrama de Ishikawa para el incumplimiento de la fecha de entrega

Tabla 2.19: Puntaje de causas planteadas para el incumplimiento de la fecha de entrega

| M | Causas planteadas para el incumplimiento de la fecha de entrega | Gerente General | Jefa de Ventas | Puntaje total |
|--------------|---|-----------------|----------------|---------------|
| | | Puntaje | Puntaje | |
| Método | No se planifica el requerimiento de materias primas ni productos en proceso | 4 | 4 | 8 |
| | Los operarios no están capacitados en comunicación asertiva | 4 | 4 | 8 |
| | Los operarios no apoyan al almacenero en la entrega de los pedidos a los clientes | 4 | 4 | 8 |
| | No se automatizan las operaciones semi automáticas y manuales | 5 | 5 | 10 |
| Máquina | No hay estantes para colocar los utilajes | 4 | 4 | 8 |
| | Hay paradas de las maquinarias por falta de mantenimiento o fallas imprevistas | 4 | 4 | 8 |
| Mano de obra | El operario no inspecciona las materias primas, productos en proceso ni productos terminados en cada operación del proceso productivo | 4 | 4 | 8 |
| | Los operarios posponen la producción para realizar el mantenimiento de las maquinarias | 4 | 3 | 7 |
| | Los operarios arrojan las planchas rectangulares y planchas de metal defectuosas en los contenedores de basura | 4 | 3 | 7 |
| | Hay defectos en las operaciones de troquelado y corte circular | 3 | 3 | 6 |
| | Se pospone la producción ante los accidentes de los operarios | 4 | 4 | 8 |
| | El almacenero se demora en entregar las materias primas a los operarios | 3 | 3 | 6 |
| Material | Las materias primas no llegan en las cantidades ni plazos solicitados | 5 | 5 | 10 |
| | Altos niveles de inventarios de productos en proceso asociados a pedidos de diferentes clientes | 5 | 5 | 10 |
| Medida | El almacenero compra materias primas defectuosas (medidas incorrectas) | 4 | 4 | 8 |

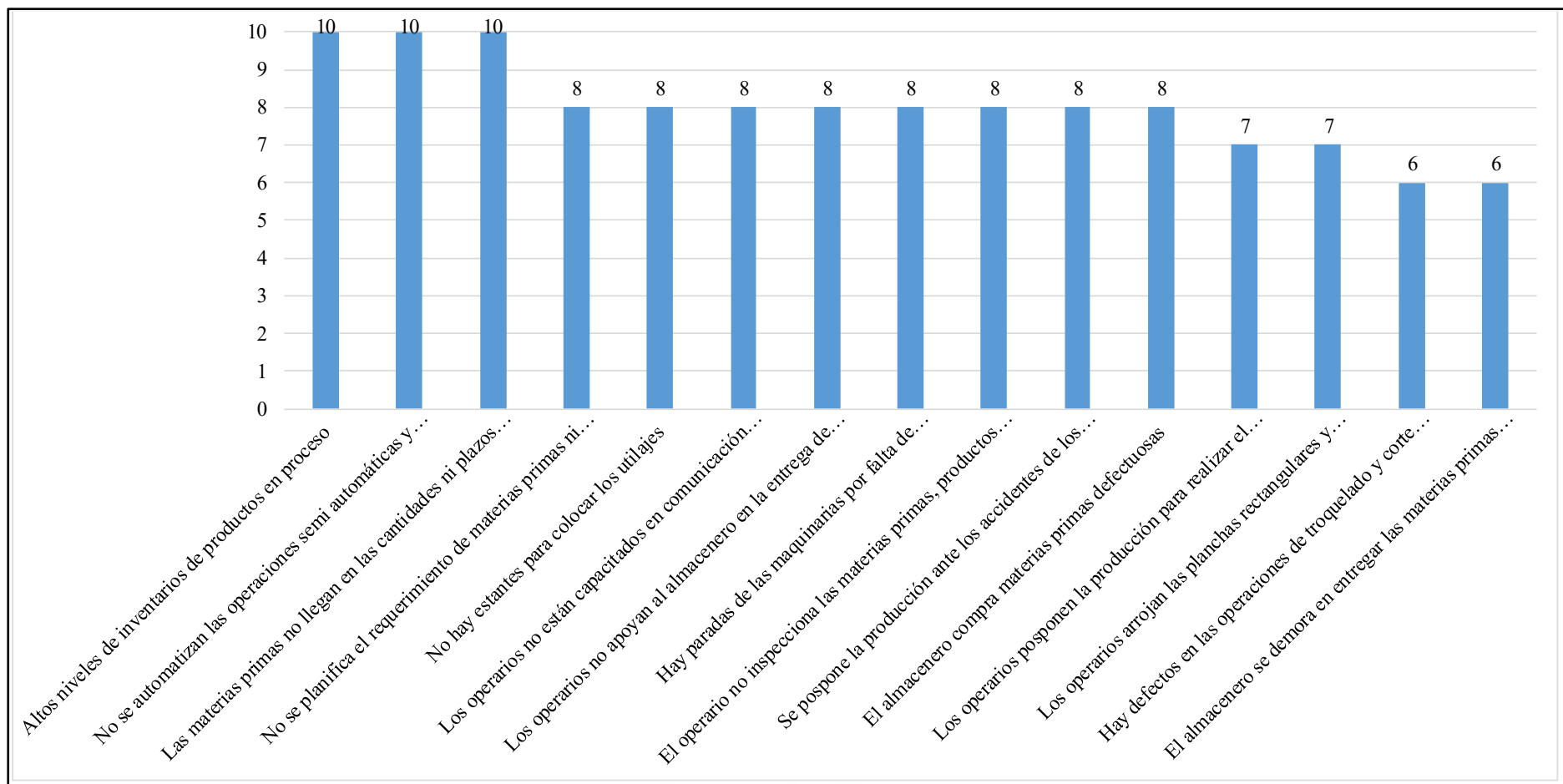


Figura 2.15: Diagrama de barras para las causas del incumplimiento de la fecha de entrega

Tabla 2.20: Puntajes y porcentajes de las causas para el incumplimiento de la fecha de entrega

| Causas planteadas para el incumplimiento de la fecha de entrega | Puntaje total | Porcentaje total (%) | Porcentaje total acumulado (%) |
|---|---------------|----------------------|--------------------------------|
| Altos niveles de inventarios de productos en proceso | 10 | 8,33 % | 8,33 % |
| No se automatizan las operaciones semi automáticas y manuales | 10 | 8,33 % | 16,67 % |
| Las materias primas no llegan en las cantidades ni plazos solicitados | 10 | 8,33 % | 25,00 % |
| No se planifica el requerimiento de materias primas ni productos en proceso | 8 | 6,67 % | 31,67 % |
| No hay estantes para colocar los utilajes | 8 | 6,67 % | 38,33 % |
| Los operarios no están capacitados en comunicación asertiva | 8 | 6,67 % | 45,00 % |
| Los operarios no apoyan al almacenero en la entrega de los pedidos a los clientes | 8 | 6,67 % | 51,67 % |
| Hay paradas de las maquinarias por falta de mantenimiento o fallas imprevistas | 8 | 6,67 % | 58,33 % |
| El operario no inspecciona las materias primas, productos en proceso ni productos terminados en cada operación del proceso productivo | 8 | 6,67 % | 65,00 % |
| Se pospone la producción ante los accidentes de los operarios | 8 | 6,67 % | 71,67 % |
| El almacenero compra materias primas defectuosas | 8 | 6,67 % | 78,33 % |
| Los operarios posponen la producción para realizar el mantenimiento de las máquinas | 7 | 5,83 % | 84,17 % |
| Los operarios arrojan las planchas rectangulares y planchas de metal defectuosas en los contenedores de basura | 7 | 5,83 % | 90,00 % |
| Hay defectos en las operaciones de troquelado y corte circular | 6 | 5,00 % | 95,00 % |
| El almacenero se demora en entregar las materias primas a los operarios | 6 | 5,00 % | 100,00 % |

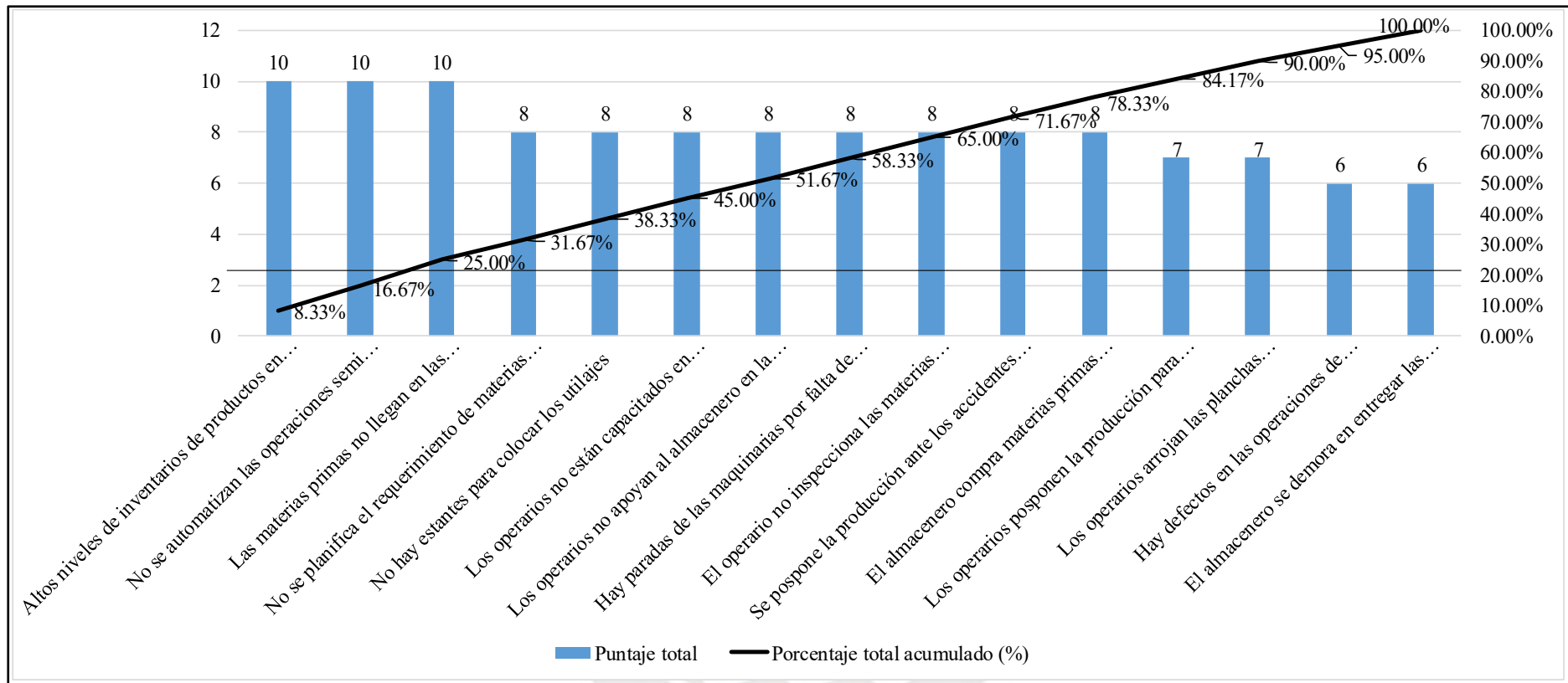


Figura 2.16: Diagrama de Pareto para las causas del incumplimiento de la fecha de entrega

Según la figura 2.16, en función del principio de Pareto, las causas principales del incumplimiento de la fecha de entrega son altos niveles de inventarios de productos en proceso, falta de automatización de operaciones semiautomáticas y manuales, e incumplimiento de las cantidades y plazos para la entrega de materias primas.

c. Paradas de máquina:

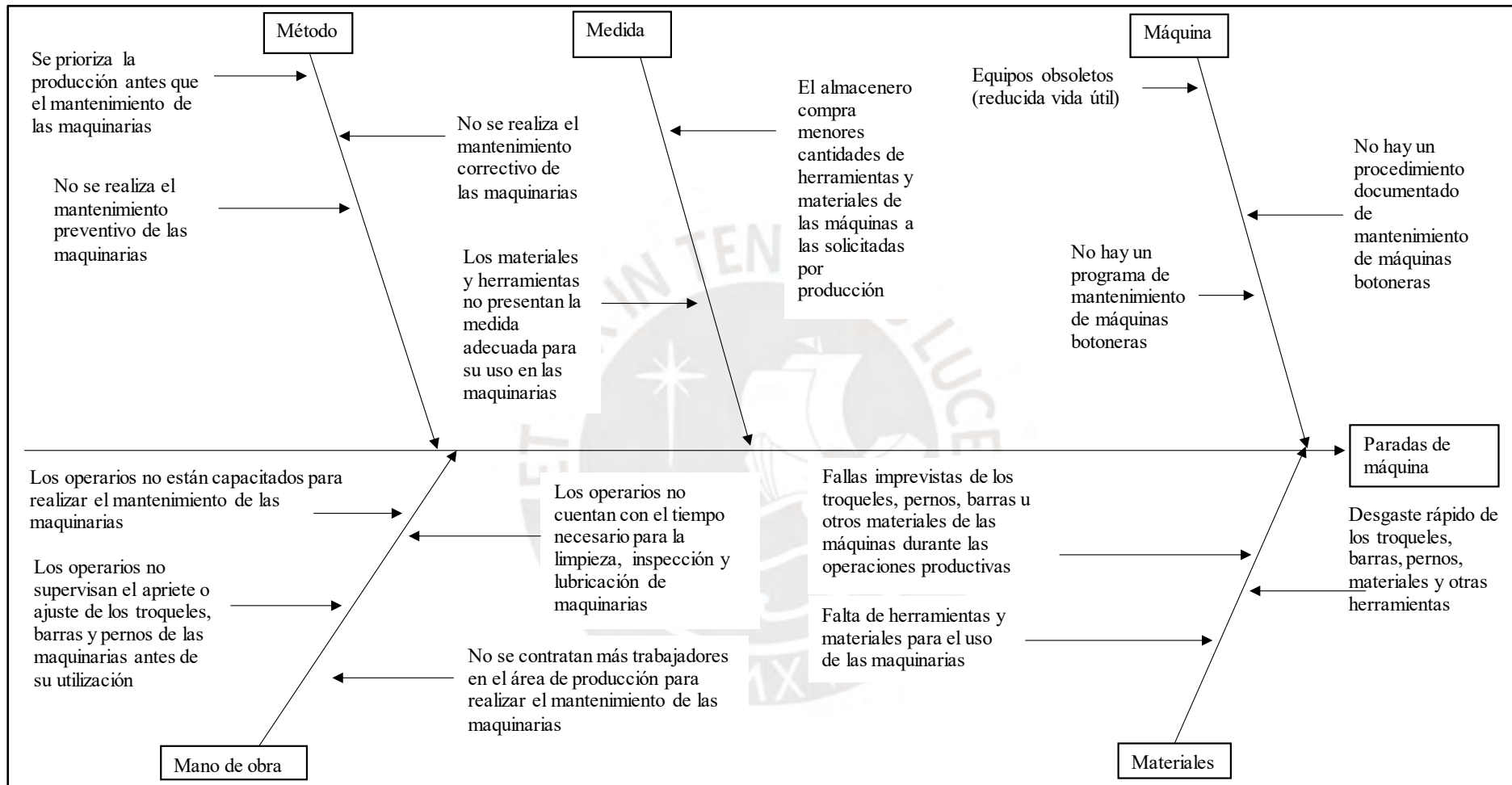


Figura 2.17: Diagrama de Ishikawa para las paradas de máquina

Tabla 2.21: Puntaje de causas planteadas para las paradas de máquina

| M | Causas planteadas para las paradas de máquina | Gerente General | Jefa de Ventas | Puntaje total |
|--------------|--|-----------------|----------------|---------------|
| | | Puntaje | Puntaje | |
| Método | Se prioriza la producción antes que el mantenimiento de las maquinarias | 4 | 3 | 7 |
| | No se realiza el mantenimiento preventivo de las maquinarias | 4 | 4 | 8 |
| | No se realiza el mantenimiento correctivo de las maquinarias | 4 | 4 | 8 |
| Máquina | Equipos obsoletos (reducida vida útil) | 5 | 5 | 10 |
| | No hay un procedimiento documentado de mantenimiento de máquinas botoneras | 4 | 3 | 7 |
| | No hay un programa de mantenimiento de máquinas botoneras | 4 | 3 | 7 |
| Mano de obra | Los operarios no están capacitados para realizar el mantenimiento de las maquinarias | 5 | 5 | 10 |
| | Los operarios no cuentan con el tiempo necesario para la limpieza, inspección y lubricación de las maquinarias | 4 | 4 | 8 |
| | Los operarios no supervisan el apriete o ajuste de los troqueles, barras y pernos de las maquinarias antes de su utilización | 5 | 5 | 10 |
| | No se contratan más trabajadores en el área de producción para realizar el mantenimiento de las maquinarias | 4 | 4 | 8 |
| Material | Desgaste rápido de los troqueles, barras, pernos, materiales y otras herramientas | 3 | 3 | 6 |
| | Falta de herramientas y materiales para el uso de las maquinarias | 4 | 4 | 8 |
| | Fallas imprevistas de los troqueles, pernos, barras u otros materiales de las máquinas durante las operaciones productivas | 4 | 4 | 8 |
| Medida | El almacenero compra menores cantidades de herramientas y materiales de las máquinas a las solicitadas por producción | 4 | 4 | 8 |
| | Los materiales y herramientas no presentan la medida adecuada para su uso en las maquinarias | 3 | 4 | 7 |

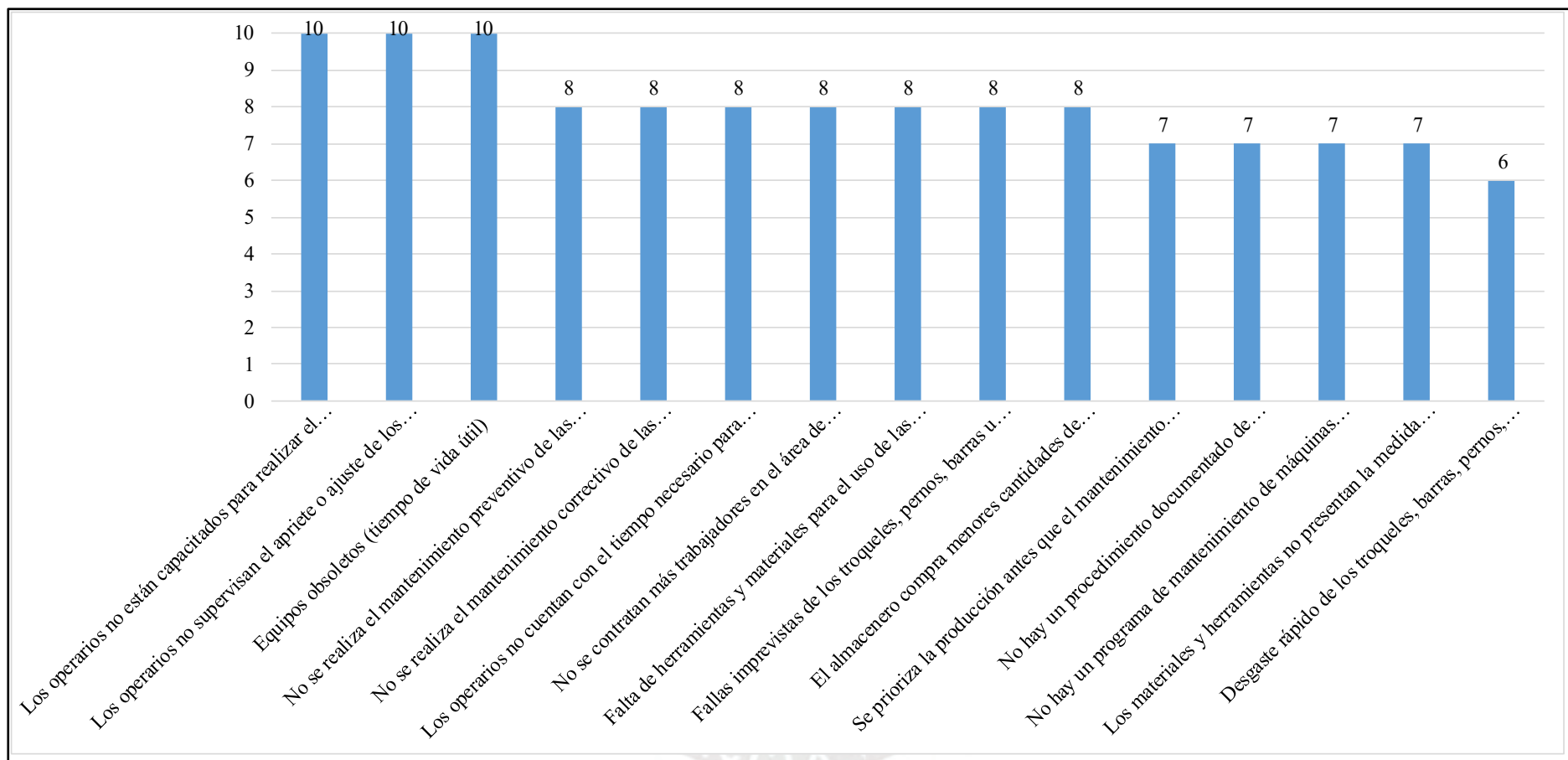


Figura 2.18: Diagrama de barras para las causas de las paradas de máquina

Tabla 2.22: Puntajes y porcentajes de las causas para las paradas de máquina

| Causas planteadas para las paradas de máquina | Puntaje total | Porcentaje total (%) | Porcentaje total acumulado (%) |
|--|---------------|----------------------|--------------------------------|
| Los operarios no están capacitados para realizar el mantenimiento de las maquinarias | 10 | 8,33 % | 8,33 % |
| Los operarios no supervisan el apriete o ajuste de los troqueles, barras y pernos de las maquinarias antes de su utilización | 10 | 8,33 % | 16,67 % |
| Equipos obsoletos (reducida vida útil) | 10 | 8,33 % | 25,00 % |
| No se realiza el mantenimiento preventivo de las maquinarias | 8 | 6,67 % | 31,67 % |
| No se realiza el mantenimiento correctivo de las maquinarias | 8 | 6,67 % | 38,33 % |
| Los operarios no cuentan con el tiempo necesario para la limpieza, inspección y lubricación de las maquinarias | 8 | 6,67 % | 45,00 % |
| No se contratan más trabajadores en el área de producción para realizar el mantenimiento de las maquinarias | 8 | 6,67 % | 51,67 % |
| Falta de herramientas y materiales para el uso de las maquinarias | 8 | 6,67 % | 58,33 % |
| Fallas imprevistas de los troqueles, pernos, barras u otros materiales de las máquinas durante las operaciones productivas | 8 | 6,67 % | 65,00 % |
| El almacenero compra menores cantidades de herramientas y materiales de las máquinas a las solicitadas por producción | 8 | 6,67 % | 71,67 % |
| Se prioriza la producción antes que el mantenimiento de las maquinarias | 7 | 5,83 % | 77,50 % |
| No hay un procedimiento documentado de mantenimiento de máquinas botoneras | 7 | 5,83 % | 83,33 % |
| No hay un programa de mantenimiento de máquinas botoneras | 7 | 5,83 % | 89,17 % |
| Los materiales y herramientas no presentan la medida adecuada para su uso en las maquinarias | 7 | 5,83 % | 95,00 % |
| Desgaste rápido de los troqueles, barras, pernos, materiales y otras herramientas | 6 | 5,00 % | 100,00 % |

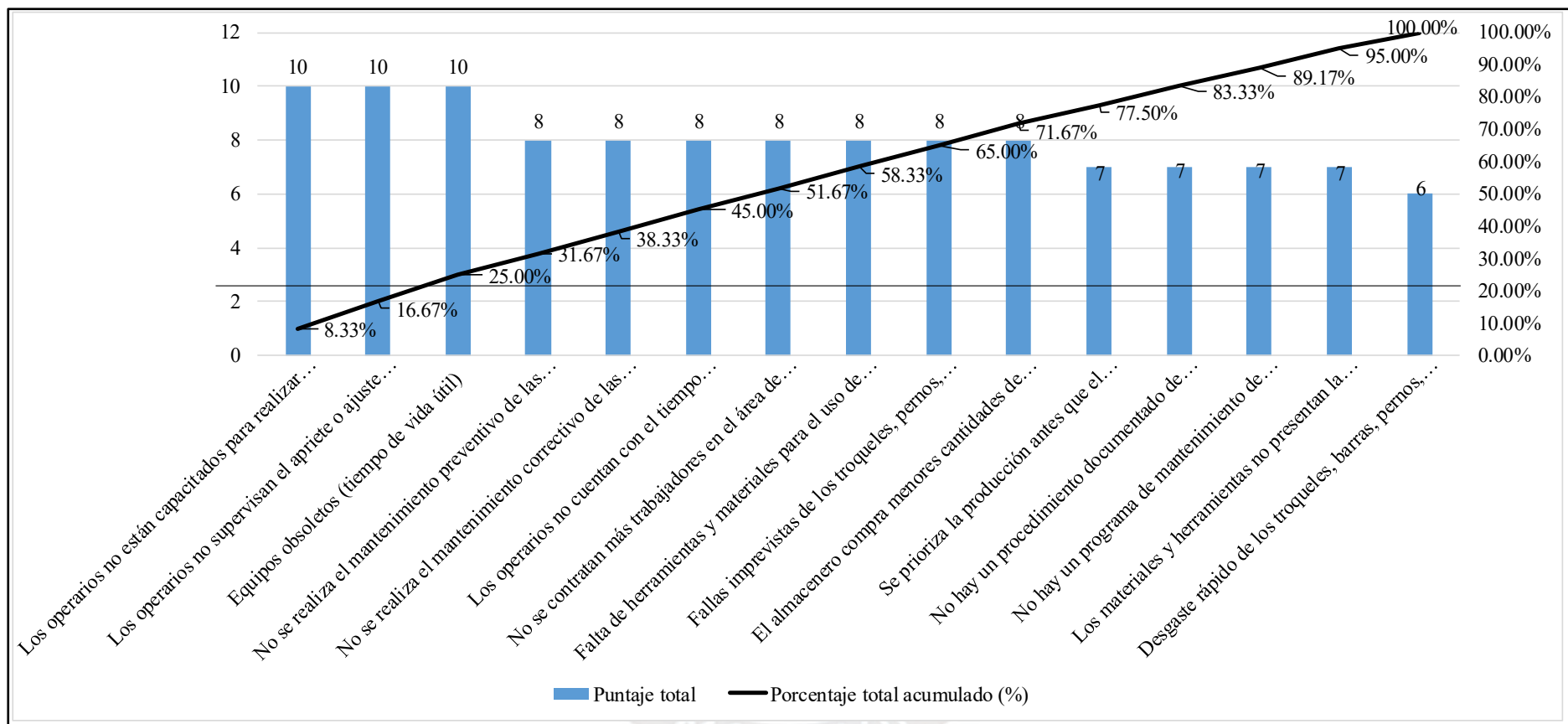


Figura 2.19: Diagrama de Pareto para las causas de las paradas de máquina

Según la figura 2.19, en función del principio de Pareto, las paradas de máquina se deben principalmente a la falta de capacitación de los operarios para el mantenimiento de las maquinarias, ausencia de supervisión del apriete o ajuste de los componentes de las maquinarias antes de su utilización y equipos obsoletos (reducida vida útil).

2.8.10. Propuestas de mejora

A continuación, se presenta un resumen de las causas principales de los problemas y las contramedidas seleccionadas en cada caso.

Tabla 2.23: Propuestas de mejora para las causas principales de los problemas

| Problema | Causa principal | Herramientas Lean | Herramientas de Ingeniería Industrial u otras contramedidas |
|---------------------------------------|--|------------------------|---|
| Desorden | No hay un programa de limpieza para el área de producción | 5 “S” | |
| | Los almacenes de materias primas y productos en proceso no presentan etiquetas o tarjetas que permitan identificar la ubicación de cada material | | |
| | No se realizan capacitaciones sobre el orden en el área de trabajo | | |
| Incumplimiento de la fecha de entrega | Altos niveles de inventarios de productos en proceso | JIT, Kanban | |
| | Las materias primas no llegan en las cantidades ni plazos solicitados | JIT | |
| | No se automatizan las operaciones semi automáticas y manuales | | Compra de máquinas automáticas |
| Paradas de máquina | Equipos obsoletos (reducida vida útil) | | |
| | Los operarios no están capacitados para realizar el mantenimiento de las maquinarias | Mantenimiento autónomo | |
| | Los operarios no supervisan el apriete o ajuste de los troqueles, barras y pernos de las maquinarias antes de su utilización | | |

El gerente general precisa que la empresa labora en una vivienda bajo contrato de alquiler. Por lo tanto, sobre la base del contrato suscrito con el propietario, no se puede proponer la ejecución de obras civiles (derribar muros, construir edificaciones, etc.) que modifiquen la infraestructura de la vivienda. En otras palabras, no se puede proponer la implementación de celdas de manufactura o herramientas similares en la organización. Por ello, se compran 4 máquinas automáticas con el fin de automatizar los cuellos de botella (3 operaciones manuales y 1 operación semi automática), eliminar las actividades que no agregan valor y facilitar la aplicación de JIT.

Tabla 2.24: Máquinas a comprar para automatizar los cuellos de botella

| Paso del proceso | Detalle de operaciones manuales o semiautomáticas | Máquina a comprar |
|------------------|--|---|
| 1 | Corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares | Máquina automática de corte para material plástico |
| 2 | Enjuague del destapador sin zinc y enjuague del destapador zincado | Máquina automática de lavado y enjuague de alta presión |
| 2 | Zincado del destapador sin zinc | Máquina automática de galvanizado |
| 4 | Corte de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares | Máquina automática de corte circular para papel |

A continuación, se muestra el orden de aplicación y ventajas de las contramedidas seleccionadas.

Tabla 2.25: Orden de aplicación y ventajas de las contramedidas seleccionadas

| Orden | Propuesta de mejora | Ventajas de su aplicación |
|-------|------------------------|--|
| 1 | 5 "S" | Clasificación de las materias primas y productos en proceso en función de la necesidad (constante, ocasional o innecesario). |
| | | Orden de las materias primas y productos en proceso para su almacenamiento, y facilidad de acceso y retorno de los materiales necesarios para las maquinarias. |
| | | Mejor desarrollo de las operaciones productivas a partir de procedimientos de ejecución de actividades, mantenimiento de maquinarias y trabajo en equipo. |
| | | Personal capacitado para asumir mayores responsabilidades en su puesto de trabajo en función del establecimiento de normas. |
| | | Mejor clima laboral a partir de hábitos y controles periódicos en pro de la mejora continua. |
| 2 | Mantenimiento autónomo | Personal capacitado para realizar la inspección y lubricación de las maquinarias y equipos de producción. |
| 3 | JIT | Producción requerida de productos terminados en función de los pedidos de cantidades necesarias de materias primas. |
| 4 | Sistema Kanban | Reducción de productos defectuosos, organización de las áreas de trabajo y disminución de los inventarios de materias primas y productos en proceso. |

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTA DE MEJORA

En este capítulo, se desarrollan las herramientas de mejora de procesos, para resolver las causas principales de los problemas de mayor impacto.

3.1. Evaluación inicial del nivel de impacto de las herramientas para la implementación

Para conocer el nivel de impacto de las propuestas de mejora, se conversa con el Gerente General de la organización. Él asigna un porcentaje a cada herramienta en función de dos (02) criterios: cantidad de desperdicios a solucionar y beneficios por cada contramedida.

Tabla 3.1: Evaluación del gerente general acerca del impacto de las herramientas

| Contramedida | Desperdicios a solucionar | Beneficios a obtener | Nivel de impacto |
|------------------------|--|---|------------------|
| 5 “S” | Movimientos innecesarios, tiempos de espera, inventarios, transporte, defectos, talento humano | Reducción del tiempo de ordenamiento, para los almacenes de MP y PP, en un 20% respectivamente; Reducción de 15 hr. en las paradas mensuales por fallas imprevistas (18,5 a 3,5 hr.) y producción de 450 llaveros en estas 15 hr. | 30 % |
| Kanban | Movimientos innecesarios, tiempos de espera, inventarios, transporte, defectos, talento humano | Reducción de inventarios de productos en proceso en un 85%; aumento de la capacidad mensual de producción en 66,7 % (3 600 a 6 000 llaveros), Reducción del tiempo del cuello de botella del producto (601,15 a 120 seg.). | 30 % |
| JIT | Tiempos de espera, defectos, inventarios, talento humano | Aumento del porcentaje de pedidos entregados a tiempo (de 60% a 85%); Reducción de los llaveros defectuosos en 33,63 % (1 008 a 669 llaveros). | 25 % |
| Mantenimiento autónomo | Movimientos innecesarios, tiempos de espera, talento humano | Reducción de 15 hr. en las paradas mensuales por fallas imprevistas (18,5 a 3,5 hr.) y producción de 450 llaveros en estas 15 hr. | 15 % |

Según la tabla 3.1, las herramientas de mayor impacto, en orden ascendente, son: Metodología 5 “S”, Sistema Kanban, JIT y Mantenimiento Autónomo.

3.2. Plan y cronograma para la implementación de las herramientas de mejora

Para el plan y cronograma, se mantiene la siguiente estructura:

- En primer lugar, se realiza una reunión de planificación con el consultor de *Lean Manufacturing*, el equipo de proyecto y la gerencia general. En un plazo de 1 semana, se presenta el proyecto de implementación a la gerencia, con la finalidad de obtener el compromiso respectivo; asegurar la participación y compromiso del personal; formar el equipo de proyecto y elegir al líder de proyecto (gerente general). Es importante enfatizar que el encargado del comité de capacitación es el consultor de *Lean Manufacturing*. Además, el equipo de proyecto coordina la importación y entrega de las máquinas automáticas en planta (Ver anexo 13).
- En segundo lugar, se inicia una capacitación sobre *Lean Manufacturing* (realizada por el consultor) durante un plazo de 2 semanas, con el fin de enfatizar la necesidad del desarrollo de habilidades blandas (motivación, liderazgo, trabajo en equipo) e implementación de las herramientas de mejora. Además, el equipo de proyecto comparte la información con todos los trabajadores de la empresa para asegurar mejores resultados.
- En tercer lugar, el equipo de proyecto realiza la toma de datos y análisis de la situación actual, a fin de identificar el alcance de cada herramienta de mejora; dividir las actividades entre el equipo de proyecto y definir objetivos.
- En cuarto lugar, se inician capacitaciones sobre 5 “S”, Mantenimiento Autónomo, JIT, y Kanban. Asimismo, a medida que se termina una capacitación, se inicia la ejecución de cada herramienta de mejora para eliminar las causas raíz y desperdicios asociados a los problemas más importantes de la organización.
- En quinto lugar, se realizan auditorías de manera periódica para verificar la implementación.
- Asimismo, se evalúan los indicadores *Lean* para garantizar el cumplimiento de las metas propuestas.

3.3. Implementación de las 5 “S”

Un paso previo a la implementación de las 5 “S”, es determinar la estructura organizativa y conformación de los comités relacionados al proyecto. A continuación, se presentan los miembros de cada comité, así como las funciones respectivas.

Tabla 3.3: Comités de las 5 “S”

| Comités | Miembros |
|-----------------------------|---|
| Comité central | Gerente General y líderes de los comités que lo integran |
| Comité de auditoría | Almacenero, Jefe de Contabilidad |
| Comité de capacitación | Operario 1, Jefe de Ventas |
| Comité de lanzamiento | Operario 2, Personal de Diseño y Personal de Contabilidad |
| Comité de fotografía | Personal de Diseño y Contabilidad |
| Comité de clasificación | Operarios 1 y 2 |
| Comité de orden | Operario 3, Jefe de Ventas |
| Comité de limpieza | Operarios 1, 2 y 3, Jefe de Ventas, Personal de Diseño y Personal de Contabilidad |
| Comité de salud y seguridad | Operario 3, Personal de Administración |
| Comité de autodisciplina | Operario 1, Personal de Administración |

Tabla 3.4: Funciones de los comités de las 5 “S”

| Comités | Funciones |
|-----------------------------|---|
| Comité central | Liderar y monitorear la ejecución del proyecto |
| Comité de auditoría | Verificar el cumplimiento del proyecto mediante indicadores |
| Comité de capacitación | Planificar y ejecutar la capacitación |
| Comité de lanzamiento | Ejecutar campañas para lograr el compromiso laboral |
| Comité de fotografía | Realizar un archivo fotográfico del proyecto |
| Comité de clasificación | Liderar y monitorear la clasificación |
| Comité de orden | Liderar y monitorear el orden |
| Comité de limpieza | Liderar y monitorear la limpieza |
| Comité de salud y seguridad | Liderar y monitorear la salud y seguridad |
| Comité de autodisciplina | Liderar y monitorear la autodisciplina |

En el caso del lanzamiento de cada “S”, se realiza durante 1 día en la semana de capacitación respectiva; mientras que el concurso de las OPL’s (Lecciones de un punto) y selección de la OPL ganadora se efectúan en la tercera y cuarta semana de implementación de cada “S” respectivamente.

Asimismo, para las auditorías de las 5 “S”, se mantiene el siguiente criterio de calificación:

- Primera semana: se coloca carita roja a puntajes menores a 40 %, carita amarilla a puntajes entre 40 % y 60 %, y carita verde a puntajes mayores a 60 %.
- Segunda semana: se coloca carita roja a puntajes menores a 50 %, carita amarilla a puntajes entre 50 % y 70 %, y carita verde a puntajes mayores a 70 %.
- Tercera semana en adelante: se coloca carita roja a puntajes menores a 60 %, carita amarilla a puntajes entre 60 % y 80 %, y carita verde a puntajes mayores a 80 %. Para la cuarta semana de la auditoría de piso y la auditoría permanente, este criterio de clasificación se mantiene de modo permanente.

3.3.1. Primera “S”: Clasificación

El lema es “Lo que no sirva que no estorbe”. Además, el objetivo de la primera “S” es que el área de trabajo posea artículos y herramientas necesarias para la realización de las actividades. En otras palabras, se debe retirar los elementos que no son necesarios para las operaciones diarias de producción.

- a. Identificar elementos innecesarios: El comité de clasificación emplea los criterios de clasificación, y determina la utilidad de los artículos.

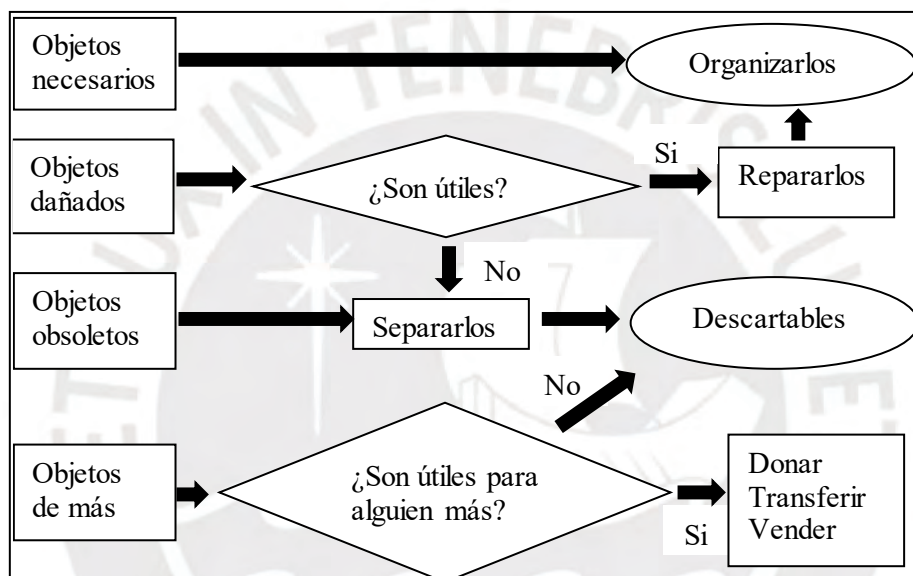


Figura 3.1: Criterio de clasificación
Fuente: Guillén (2019)

Para cada artículo, el comité de clasificación debe cuestionar la frecuencia de uso, con el fin de determinar el lugar de almacenamiento; evitar la saturación del área de trabajo y minimizar los movimientos innecesarios y tiempos de espera. Por ello, los objetos, que requieren una frecuencia de uso diaria o semanal, se ubican en el área de trabajo, mientras que los objetos, caracterizados por una frecuencia de uso ocasional (uso de una vez al mes) o raro (uso de una vez al año) deben ubicarse en los almacenes de la empresa. La clasificación de artículos por frecuencia de uso se muestra en el anexo 17. A continuación, se presenta un extracto del anexo mencionado anteriormente:

Tabla 3.5: Extracto de la clasificación de artículos por frecuencia de uso

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción |
|----------------------------|--|------------|---|
| Diseño | Papel especial e impreso, imagen publicitaria circular | Diaria | Ordenar objetos necesarios y desechar objetos dañados |
| Corte | Tijera | Diaria | Ordenar objetos necesarios |
| Almacén de materias primas | Rollos de mica y alambre, destapadores, planchas, micas, botones, eslabones y argollas | Diaria | Ordenar objetos necesarios y desechar objetos dañados |
| Producción | Troqueles, barras y pernos | Diaria | Ordenar objetos necesarios |

- b. Aplicar tarjetas de color rojo: Para identificar los artículos obsoletos, se utiliza la estrategia de las tarjetas rojas para visualizar y alertar objetos innecesarios, así como tomar acciones correctivas. En el anexo 18, se detalla la aplicación de las tarjetas de color rojo. A continuación, se muestra la estructura de la tarjeta propuesta para el fin mencionado.

| | | | |
|--------------------------------|---|--|----------------------|
| ÁREA | <input type="text"/> | NÚMERO | <input type="text"/> |
| FECHA | <input type="text"/> | TARJETA | <input type="text"/> |
| CATEGORÍA | <input type="checkbox"/> Herramientas, materiales | <input type="checkbox"/> Materia prima | |
| | <input type="checkbox"/> Maquinarias y equipos | <input type="checkbox"/> Producto en proceso | |
| | <input type="checkbox"/> Producto terminado | | |
| NOMBRE DE ARTÍCULO | <input type="text"/> | | |
| CANTIDAD | <input type="text"/> | | |
| UNIDAD DE MEDIDA | <input type="text"/> | | |
| LOCALIZACIÓN | <input type="text"/> | | |
| RAZONES PARA ETIQUETAR | <input type="checkbox"/> Obsoleto | | |
| | <input type="checkbox"/> Defectuoso | | |
| | <input type="checkbox"/> Innecesario | | |
| ACCIÓN SUGERIDA A TOMAR | <input type="checkbox"/> Almacenar | | |
| | <input type="checkbox"/> Reparar | | |
| | <input type="checkbox"/> Desechar | | |
| | | APROBADO POR: Firma:..... | |

Figura 3.2: Tarjeta roja para objetos innecesarios

Luego de obtener el formato de las tarjetas rojas, se procede a la colocación de las mismas (se recomienda colocarlas en un espacio de una hora durante 2 días). Esta actividad consiste en separar los elementos necesarios de los innecesarios; colocar las tarjetas rojas a los artículos innecesarios y esperar que el comité central tome una decisión sobre los objetos identificados en las tarjetas rojas. Además, es fundamental que el trabajador, encargado de la aprobación de cada tarjeta, sea responsable del seguimiento de la misma hasta que se considere como concluida o cerrada; dado que, en caso contrario, no se aseguran resultados.

- c. Hacer una lista de elementos innecesarios: Esta lista permite registrar el elemento innecesario, a fin de facilitar el control y acceso para su gestión. En la tabla 3.6, se visualiza un formato de control de los elementos innecesarios identificados.

Tabla 3.6: Formato de control de elementos innecesarios identificados





| Área | Nombre artículo | Cantidad | Razones | Acción sugerida |
|----------|---------------------------|-----------|--------------------|-----------------|
| Pasillos | Bolsas de materias primas | 30 bolsas | Objeto innecesario | Desechar |

Con el objetivo de aprovechar el capital intelectual del personal de la empresa y garantizar una efectiva implementación, se presentan la OPL ganadora y la ficha de auditoría de clasificación.

| | | |
|--|---------------------------|---|
| Lección de un punto (OPL) | | Tema: Clasificación |
| 5 "S" | Elaborado por: Operario 1 | Área: Almacén de materias primas y productos en proceso |
| | Revisado por: Almacenero | Fecha: 01/03/2021 |
| Antes | | |
|  | | |
| Después | | |
|  | | |
|  | | |

Figura 3.3: OPL de clasificación

Tabla 3.7: Ficha de auditoría de clasificación

| Primera "S": Clasificación | | | Lema: "Lo que no sirve que no estorbe" | | Responsable: Almacenero |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| Primera semana | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar | Observaciones |
| Área: Diseño | ¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios? | 80 | 85% |    | Existen bolsas de plásticos que pueden reciclarse y reutilizarse en la producción de otros productos |
| | ¿Están todos los artículos restantes clasificados correctamente? | 100 | |  | |
| | ¿Se aplican las tarjetas de color rojo correctamente? | 80 | | | Falta la firma de aprobación en algunas tarjetas |
| | ¿Se registra en una lista los elementos innecesarios? | 80 | | | Falta registrar algunas materias primas defectuosas |
| Puntaje total en función de la base | | 400 | | | Conclusión: Subsanan las observaciones |

3.3.2. Segunda “S”: Orden

El lema es “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. Asimismo, la finalidad de la segunda “S” es identificar los elementos en su lugar de trabajo o almacenaje, a fin de que estén disponibles para ser usados cuando sea necesario. En el anexo 16, se presenta la OPL para la segunda “S”. Asimismo, un paso previo a la implementación del orden es el análisis de la frecuencia y secuencia de uso de cada elemento, el cual facilita la definición del tipo de mueble o repisa para situar, así como el lugar de colocación en función del uso dado por el operario (Ver anexos 17, 19 y 20). A continuación, se muestra un extracto del anexo 20.

Tabla 3.8: Extracto de la lista de elementos y lugares de colocación

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|--------|--|------------|---|----------------------------|
| Diseño | Papel especial e impreso, imagen publicitaria circular | Diaria | Ordenar objetos necesarios y desechar objetos dañados | Bandeja de 3 niveles |
| Diseño | Impresora Industrial | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Diseño |

En función de la demarcación, identificación y señalización, se presenta la secuencia de implementación:

En primer lugar, se procede a realizar la demarcación de localizaciones, pasillos peatonales y gabinetes de herramientas. Para ello, se utiliza pintura amarilla para delimitar las áreas de colocación de materias primas, productos en proceso, herramientas y materiales; y demarcar las maquinarias, mesas y sillas. En el anexo 21, se detallan los parámetros para la demarcación de localizaciones, pasillos peatonales y gabinetes de herramientas.

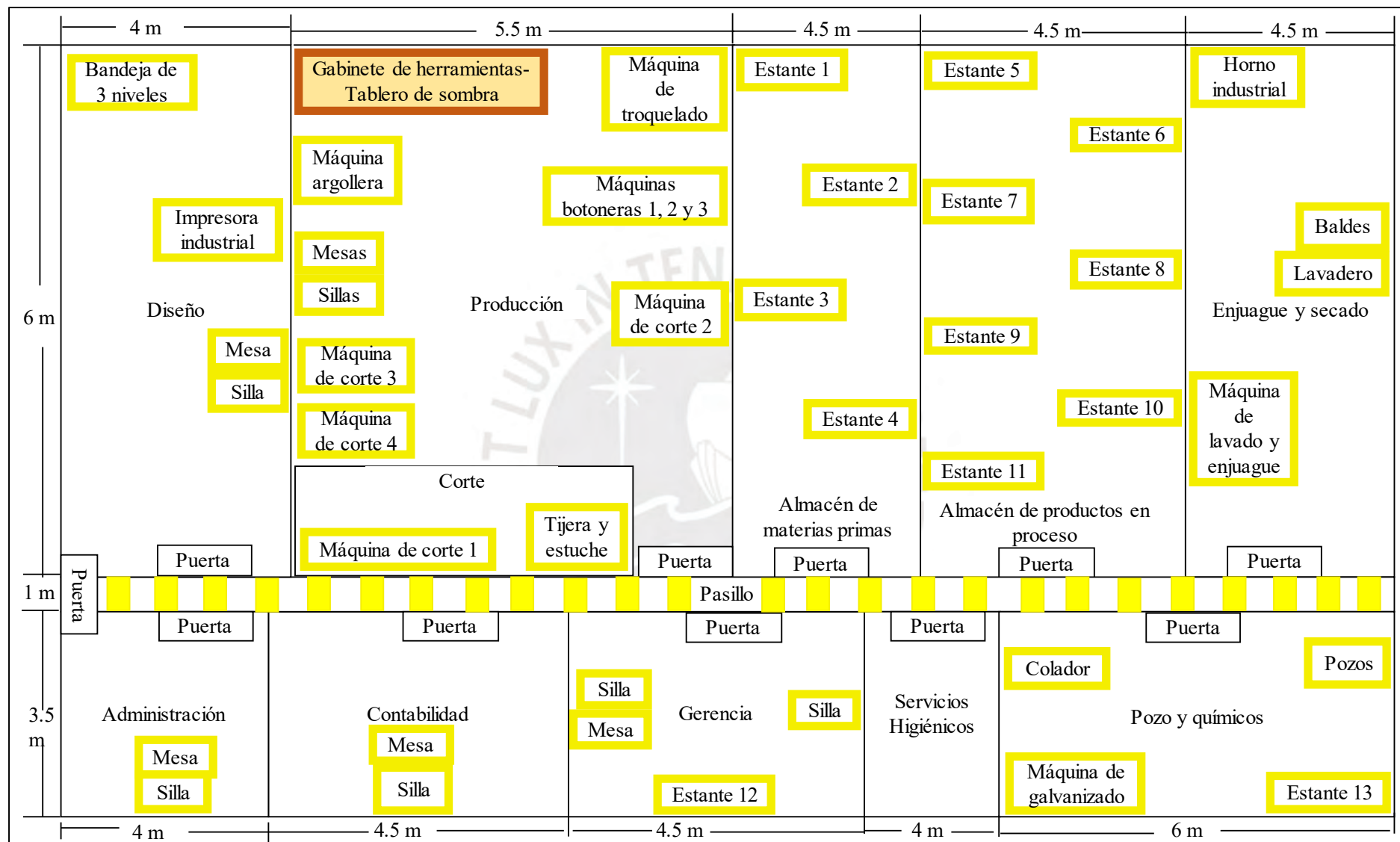


Figura 3.4: Demarcación de localizaciones, pasillos peatonales y gabinete de herramientas

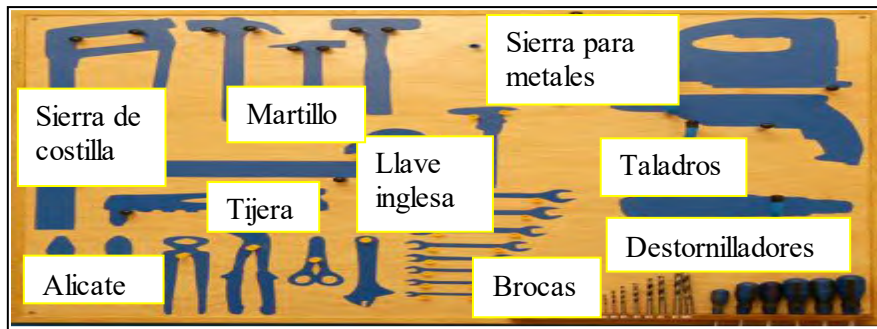


Figura 3.5: Gabinetes de herramientas y tablero de sombra
Fuente: Hogarmanía

En segundo lugar, se realiza la identificación con letreros y etiquetas para cada área de trabajo. Este paso comprende la rotulación de cada equipo y mueble, de modo que el personal de producción identifique rápidamente la ubicación de las áreas, materias primas y productos en proceso, así como las especificaciones técnicas de las maquinarias. En el anexo 21, se muestran los parámetros para la identificación mediante letreros y etiquetas.

| | | | | |
|----------------|--------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Diseño | Producción | Almacén de materias primas | Almacén de productos en proceso | Enjuague y secado |
| | Corte | | | |
| Administración | Contabilidad | Gerencia General | Servicios Higiénicos | Pozo y químicos |

Figura 3.6: Letreros de cada área

| Almacén de materias primas | | Almacén de productos en proceso | | | |
|----------------------------|-------------------|---------------------------------|-------|----------|-----------|
| Destapadores | Rollos de alambre | Planchas para mica | | Micas | Botones |
| Planchas de metal | Rollos de mica | Destapadores zincados | Tapas | Argollas | Eslabones |





Figura 3.7: Etiquetas para los estantes de metal en los almacenes

| | | | |
|---|--|--|--|
| Tipo: Botonera Modelo: PK511J-C Proveedor: Metaplas Diámetro: 10-90 mm | Tipo: Argollera Modelo: MAA-8 Proveedor: Metaplas Diámetro: Hasta 8 mm | Tipo: Lavado y enjuague de alta presión Funcionamiento: Automático Proveedor: Metaplas Capacidad: 800-300 litros | Tipo: Máquina de galvanizado en zinc Marca: Beihai Proveedor: Weifang Beihai Peso: 10 toneladas Energía: Multipoder |
| Tipo: Horno Modelo: UN-30 Proveedor: Metaplas Capacidad: 32 Litros Temperatura máxima: 20 °C-300 °C | Tipo: Cortadora recta metálica Modelo: 0,3-1,5 mm thickness Proveedor: Metaplas Velocidad de trabajo: 20 m/min Precisión de corte: 0,02 mm | Tipo: Cortadora circular para papel Modelo: Speedy 300 Proveedor: Trotec Área de trabajo: 726 x 432 mm Altura máxima: 165 mm | Tipo: Impresora industrial Modelo: 3635MFP Proveedor: Metaplas Velocidad de impresión: hasta 33 ppm Capacidad bandeja de desvío: 50 hojas Capacidad bandeja de papel: 500 hojas |

Figura 3.8: Etiquetas para las maquinarias

En tercer lugar, se efectúa la señalización de los cables eléctricos. En el anexo 21, se encuentran los parámetros de señalización según norma NTP 399.012. Asimismo, con el objetivo de garantizar la implementación de la segunda “S”, se visualiza la ficha de auditoría de orden.

Tabla 3.9: Ficha de auditoría de orden

| Segunda "S": Orden | | Lema: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar" | | | Responsable: Almacenero |
|-------------------------------------|---|---|----------------------------|---|--|
| Segunda semana | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar    | Observaciones |
| Área: Producción | ¿Existe una lista de materiales para ordenar en función de la frecuencia y secuencia de uso? | 90 | 87% |  | Agregar la frecuencia de uso de la máquina automática de corte para rollos de mica |
| | ¿Se ha definido el tipo de mueble o ubicación para situar cada elemento? | 90 | | | Falta colocar los troqueles, barras y pernos en el tablero de sombras |
| | ¿Se ha realizado correctamente la demarcación de localizaciones, pasillos peatonales y gabinetes de herramientas? | 85 | | | Falta realizar la demarcación de las mesas y sillas |
| | ¿Se ha efectuado correctamente la identificación con letreros y etiquetas para cada área de trabajo? | 70 | | | Agregar más especificaciones a las etiquetas de las máquinas (botonera, argollera, troquelado) |
| | ¿Se ha realizado correctamente la señalización de los cables eléctricos? | 100 | | | |
| Puntaje total en función de la base | | 500 | | | Conclusión: Subsanar las observaciones |

3.3.3. Tercera “S”: Limpieza

El lema es “Hagamos de la limpieza una inspección”. Además, el objetivo de la tercera “S” es eliminar el polvo y la suciedad de todos los elementos de una organización, lo cual implica identificar las fuentes de suciedad y contaminación, y tomar acciones para eliminar dichas fuentes. En el anexo 16, se presenta la OPL para la tercera “S”. La implantación de la limpieza en la planta comprende seis (06) pasos fundamentales:

a. Limpieza profunda:

- Los miembros del comité de limpieza se encargan de limpiar el área de trabajo, el cual comprende las máquinas, equipos, muebles y pasillos.
- El nivel de limpieza alcanzado permite establecer una referencia para mejorar dicho estado.
- Los miembros del comité de limpieza deben preparar el requerimiento de insumos, herramientas y útiles de limpieza.
- La limpieza profunda se realiza 1 vez al año y la fecha es el último sábado del mes de junio.

b. Planificación del mantenimiento de la limpieza:

- Se planifica la limpieza y se ubican focos de suciedad para planear la eliminación de éstos.
- Se establece los insumos, materiales y útiles de limpieza requeridos de forma mensual.
- Se utiliza un tablero que muestre las funciones de limpieza del personal de cada área.

En el anexo 22, se detalla el plan de limpieza (diaria, semanal y mensual). A continuación, se presentan extractos de dicho anexo.

Tabla 3.10: Primer extracto del plan de limpieza diaria, semanal y mensual

| Área a limpiar | Máquinas, artículos, muebles y otros | Actividad | Material de limpieza | T(min) | Frecuencia | Responsable |
|-------------------|--|--|---|--------|------------|-------------|
| Corte | Máquina de corte 1 | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 2 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de papel impreso al terminar el segundo turno de trabajo. | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| Enjuague y secado | Máquina de enjuague, lavadero y baldes | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 1 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de agua, lavadero y baldes al terminar el segundo turno de trabajo. | Trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| | Horno industrial, lavadero y baldes | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 1 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de zinc al terminar el segundo turno de trabajo. | Detergente, trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| Pozo y químicos | Máquina de galvanizado, estante, colador | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 2 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de zinc en polvo, estante y colador al terminar el segundo turno de trabajo. | Detergente, trapeador, pino | 15 | Diaria | Operario 2 |
| Almacén MP | Estante | Limpieza externa: al iniciar el primer turno de trabajo y al finalizar el segundo turno de trabajo, limpiar los estantes y evitar el almacenamiento en pasillos que obstruyan el paso. | Agua, waypes, paños, solventes, detergente, trapeador, pino | 15 | Diaria | Operario 3 |
| Almacén PP | Estante | | | 15 | Diaria | Operario 3 |

Tabla 3.11: Segundo extracto del plan de limpieza diaria, semanal y mensual

| Área a limpiar | Actividad | Material de limpieza | T (min) | Frecuencia | Responsable |
|--------------------|---------------------|------------------------------------|---------|------------|-------------------|
| Producción y corte | Limpieza de paredes | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | Operario 1, 2 y 3 |
| | Limpieza del techo | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | |
| | Limpieza de piso | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Semanal | |
| Enjuague y secado | Limpieza de paredes | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | Operario 1 |
| | Limpieza del techo | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | |
| | Limpieza de piso | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Semanal | |
| Pozo y químicos | Limpieza de paredes | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | Operario 2 |
| | Limpieza del techo | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | |
| | Limpieza de piso | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Semanal | |
| Almacenes | Limpieza de paredes | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | Operario 3 |
| | Limpieza del techo | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | |
| | Limpieza de piso | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Semanal | |

Tabla 3.12: Tercer extracto de plan de limpieza diaria, semanal y mensual

| Área a limpiar | Responsable | Funciones para la limpieza | Frecuencia |
|---|---------------------------------------|---|------------|
| Producción | Operario 3 | Limpieza del área de producción (Incluye la máquina de troquelado y máquina de corte 4) | Diaria |
| Producción, Almacén de materias primas | Operario 3 | Limpieza del área de producción (Incluye máquina botonera 1 y 2) y almacén de materias primas (Incluye estantes) | Diaria |
| Producción, Almacén de productos en proceso | Operario 3 | Limpieza del área de producción (Incluye máquina botonera 3 y máquina argollera) y almacén de productos en proceso (Incluye estantes) | Diaria |
| Diseño | Jefe de Ventas y Trabajador de Diseño | Limpieza del área de Diseño (Incluye mesa, silla, impresora y bandeja de 3 niveles) | Diaria |
| Administración | Trabajador de Administración | Limpieza del área de Administración y Gerencia (Incluye mesas, sillas y estantería) | Diaria |
| Contabilidad | Trabajador de Contabilidad | Limpieza del área de Contabilidad (Incluye mesa y silla) | Diaria |
| Servicios Higiénicos | Personal externo de Limpieza | Limpieza del área de Servicios Higiénicos | Diaria |

c. Preparación del manual de limpieza:

- Cada área debe elaborar un manual para la limpieza de máquinas y equipos, a fin de formalizar este procedimiento. En el anexo 23, se muestra el manual de limpieza. A continuación, se presenta un extracto de dicho anexo.





| | |
|--|--|
| <p>Propósito de la limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none">-Mantener un buen funcionamiento de los equipos y la habilidad de producir artículos de calidad.-Identificar y eliminar las fuentes de suciedad y contaminación para mantener el área de trabajo en buen estado.-Promover el mantenimiento autónomo. | <p>Relación y colocación de los elementos de limpieza y seguridad por área:</p> <p>A)Útiles de limpieza: Todas las áreas.</p> <p>b)Equipos de protección personal: Corte, Producción, Enjuague y Secado, Pozo y químicos.</p> <p>OBSERVACIÓN: Los responsables de la limpieza de cada área deben solicitar los elementos de limpieza, a fin de realizar las actividades respectivas.</p> |
| <p>Asignación de máquina a cada responsable de limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none">-Máquina de corte 2: operario 1.-Máquina de enjuague: operario 1.-Horno industrial: operario 1.-Máquina de galvanizado en zinc: operario 2.-Máquinas de corte 1 y 3: operario 2.-Máquina de troquelado y máquina de corte 4: operario 3.-Máquina botonera 1 y 2: operario 3.-Máquina botonera 3 y máquina argollera: operario 3. | |

Figura 3.9: Extracto del manual de limpieza

d. Programa de perpetuidad:

- El líder del área, en coordinación con su equipo, debe elaborar un programa continuo para garantizar la permanencia de la limpieza en el tiempo.

Tabla 3.16: Ficha de auditoría de limpieza

| Tercera "S": Limpieza | | Lema: "Hagamos de la limpieza una inspección" | | Responsable: Almacenero | |
|-------------------------------------|---|---|----------------------------|--|--|
| Tercera semana | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar    | Observaciones |
| Área: Enjuague y secado | ¿Se ha efectuado una limpieza profunda en cada área? | 85 | 88% |  | Se requieren más insumos y materiales para la limpieza profunda |
| | ¿Se ha planificado y documentado el mantenimiento de la limpieza? | 85 | | | Falta actualizar las funciones de limpieza de forma diaria, semanal y mensual |
| | ¿Se ha preparado y documentado el manual de limpieza? | 80 | | | Falta ubicar focos de suciedad en la limpieza de la máquina de enjuague |
| | ¿Se ha elaborado y documentado el programa de perpetuidad? | 80 | | | Falta cumplir con el tiempo de limpieza establecido por el programa de perpetuidad |
| | ¿Se ha desarrollado y programado el programa diario de limpieza? | 100 | | | |
| | ¿Se ha elaborado y documentado el programa de control? | 100 | | | |
| Puntaje total en función de la base | | 600 | | | Conclusión: Subsanan las observaciones |

3.3.4. Cuarta "S": Salud y Seguridad

El lema es "Seguridad ante todo". Asimismo, el objetivo de la cuarta "S" es eliminar los elementos que comprometan la integridad de los trabajadores; y mantener un ambiente seguro y libre de riesgos. En el anexo 16, se presenta la OPL para la cuarta "S". La implantación de la cuarta "S" comprende tres (03) etapas importantes:

- a. Desarrollo de la matriz IPERC en planta y oficinas administrativas: La matriz IPERC es una herramienta de gestión que permite identificar peligros; evaluar riesgos asociados a las operaciones e identificar medidas de control para minimizarlos (Ver anexos 24 y 25).

Asimismo, esta matriz es útil para la planificación de la capacitación y entrenamiento del personal; planificación del cumplimiento de los requerimientos legales y gestión de inspecciones. En el anexo 26, se muestra la matriz IPERC para cada área. A continuación, se presenta un extracto de dicho anexo.

Tabla 3.17: Extracto de la matriz IPERC

| Área-Tarea | Factores de riesgo | Evaluación del riesgo actual | | | Acción correctiva | | Evaluación del riesgo residual | | |
|--|--|------------------------------|-----------|------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|-----------|------------------------------|
| | Peligro-Riesgo | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo | Medidas de control | Responsable | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo |
| Producción-Corte circular de la plancha de metal | Manipulación incorrecta de la máquina de corte circular-Contacto con superficie cortante | 9 | 2 | 18-Importante | Capacitación al personal sobre los peligros y riesgos en el manejo de las máquinas; uso de guantes de badana. | Comité de Salud y Seguridad | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Enjuague y secado-Enjuague del destapador sin zinc | Ruido de la máquina de enjuague-Exposición al ruido, nerviosismo | 9 | 1 | 9-Moderado | Señalización para una distancia segura; uso de tapones. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Pozo y químicos-Zincado del destapador sin zinc | Zinc en polvo en el piso del área-Inhalación del zinc | 8 | 1 | 8-Tolerable | Orden y limpieza en el área, señalización para una distancia segura; uso de mascarillas. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Enjuague y secado-Enjuague del destapador zincado | Ruido de la máquina de enjuague-Exposición al ruido, nerviosismo | 9 | 1 | 9-Moderado | Señalización para una distancia segura; uso de tapones. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |

- b. Elaboración de mapa de riesgos: Los mapas de riesgos son representaciones gráficas, mediante símbolos de uso general, que muestran el nivel de exposición (bajo, mediano o alto) en función a los factores de riesgo presentes y permiten la implementación de planes de prevención.

Además, el mapa de riesgo presenta los siguientes beneficios:

- Contribuye a reducir o eliminar el nivel de peligrosidad de un área de trabajo.
- Facilita la capacitación de los trabajadores en el área involucrada.
- Permite que el personal posea el conocimiento necesario acerca del puesto de trabajo.



Figura 3.10: Simbología utilizada para la construcción del mapa de riesgos
Fuente: Guillén (2019)

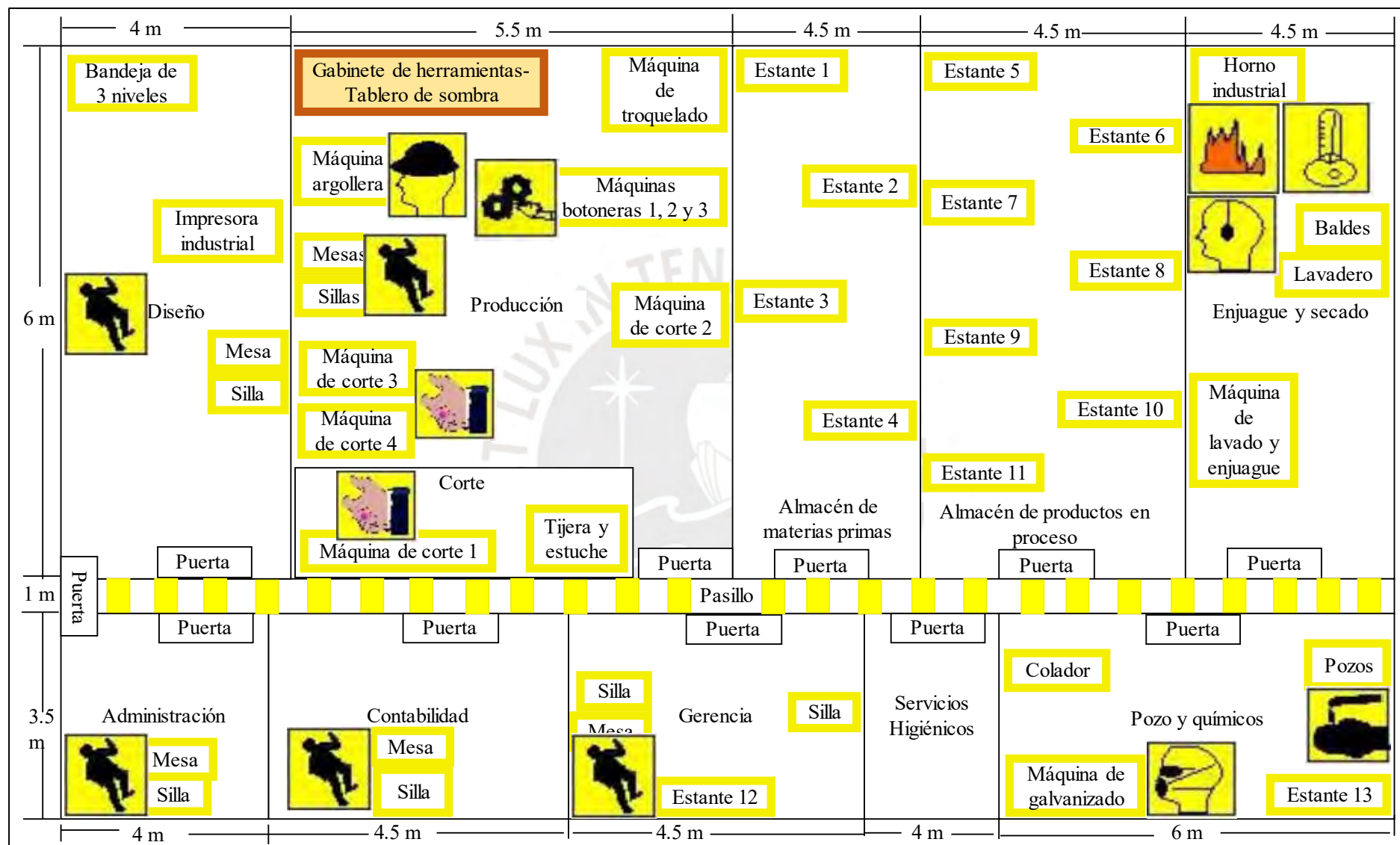


Figura 3.11: Mapa de riesgos

c. Ejecución de acciones de seguridad:

- En función del mapa de riesgos, se debe establecer las acciones correctivas que garanticen seguridad en el ambiente de trabajo.
- Sobre la base del conocimiento de los trabajadores acerca de los riesgos en el puesto laboral, el comité de salud y seguridad debe fomentar la participación activa del personal en cada área.
- Establecer una lista de elementos de seguridad para cada área de trabajo a fin de que éstos sean suministrados fácilmente a cada trabajador. Es importante mencionar que la organización presenta una señalización de extintor en las áreas de producción, enjuague y secado, y pozo y químicos.





Figura 3.12: Señalética de advertencia, obligación, prohibición y evacuación
Fuente: Guillén (2019)

Tabla 3.18: Lista de elementos de seguridad por área

| Descripción | Imagen | Ubicación asignada |
|----------------------|--------|--|
| Traje de seguridad | | Producción, Corte, Diseño, Enjuague y secado, Pozo y Químicos; Almacén |
| Lentes de seguridad | | |
| Tapones u orejeras | | |
| Guantes de seguridad | | |
| Botas de seguridad | | |
| Mascarillas | | Todas las áreas |
| Señalizaciones | | Paredes de cada área |

Con la finalidad de garantizar la implementación de la cuarta “S”, se visualiza la ficha de auditoría de salud y seguridad.

Tabla 3.19: Ficha de auditoría de salud y seguridad

| Cuarta "S": Salud y Seguridad | | Lema: "Seguridad ante todo" | | Responsable: Almacenero | |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------|--|---|
| Cuarta semana | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar  | Observaciones |
| Área: Pozo y químicos | ¿Se ha desarrollado la matriz IPERC en planta y oficinas administrativas? | 90 | 90% |  | Se requiere actualizar la matriz IPERC |
| | ¿Se ha elaborado el mapa de riesgos? | 90 | | | Falta incluir el riesgo eléctrico |
| | ¿Se ha ejecutado acciones de seguridad? | 90 | | | El personal no posee guantes aislantes ante un contacto directo eléctrico |
| Puntaje total en función de la base | | 300 | | | Conclusión: Subsanar las observaciones |

3.3.5. Quinta “S”: Autodisciplina



El lema es “Hacer lo decidido”. Además, el objetivo de la quinta “S” es el desarrollo de la cultura de autocontrol en la organización, a fin de mantener el respeto a las normas, procedimientos y estándares establecidos. En el anexo 16, se presenta la OPL para la quinta “S”. La implementación de la autodisciplina comprende seis (06) pasos esenciales:

- a. Promover el trabajo permanente en 5 “S” en la planta y en las oficinas administrativas: Utilizar esquemas visuales, afiches, folletos y otros elementos que contribuyan a este propósito.

- b. Promover la participación de los líderes en las capacitaciones: Los líderes de las áreas deben participar en las charlas de 5 minutos referidas a las 5 “S”, dirigidas a su personal. Además, estas charlas se realizan 1 vez por semana e incluyen el uso de las OPL’s (Ver anexo 16).
- c. Programar visitas a las áreas de trabajo: Programar visitas del Gerente General (encargado del comité central de las 5 “S”) a las distintas áreas de Planta y Oficinas Administrativas, para identificar el estado y avance de las 5 “S”.
- d. Buscar el cumplimiento de la programación de auditorías: Verificar el cumplimiento del programa de auditorías (realizadas por el auditor, en compañía de los líderes de las áreas) e incentivar el intercambio de propuestas ante las no conformidades de acuerdo a las 5 “S” (Ver anexos 27 y 28).
- e. Evaluar el progreso de las 5 “S”: El comité de fotografía debe presentar las fotografías del estado inicial y actual al comité central y comité de autodisciplina, con la finalidad de evaluar el avance de la implementación de las 5 “S” (Ver anexos 27 y 28).
- f. Liderar con el ejemplo: La implementación de las 5 “S” se debe lograr mediante la educación, entrenamiento y aprendizaje de cada “S”.

Con la finalidad de garantizar la implementación de la quinta “S”, se muestra la ficha de auditoría de autodisciplina.

Tabla 3.20: Ficha de auditoría de autodisciplina

| Quinta "S": Autodisciplina | | Lema: "Hacer lo decidido" | | Responsable: Almacenero | |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|---|--|
| Auditoría permanente | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar  | Observaciones |
| Área: Almacén de MP | ¿Se promueve el trabajo permanente de 5 "S"? | 90 | 97% |  | Falta garantizar el cumplimiento de los estándares |
| | ¿Los líderes participan en las capacitaciones? | 100 | | | |
| | ¿Se realizan visitas al área? | 100 | | | |
| | ¿Se cumplen las auditorías? | 100 | | | |
| | ¿Se evalúa el progreso de las 5 "S"? | 90 | | | Faltan fotografías del estado actual y nuevo |
| | ¿Se lidera con el ejemplo de cada "S"? | 100 | | | |
| Puntaje total en función de la base | | 600 | | | Conclusión: Subsanan las observaciones |

3.3.6. Beneficios de la mejora propuesta

A continuación, se presentan los beneficios de la implementación de las 5 “S”:

a. Primera “S”:

- Reducción de los llaveros defectuosos (840 a 642 unid/mes), a partir de un mejor control visual.
- En los pasillos, se obtiene una disminución del espacio ocupado equivalente a 23 m² (23 m x 1 m).
- En los almacenes de materias primas (MP) y productos en proceso (PP), se logra una reducción del espacio ocupado equivalente a 0,86 m² (1,72 m x 0.5 m).

b. Segunda “S”:

- Reducción del tiempo de ordenamiento, para los almacenes de MP y PP, en un 40 % respectivamente (45 a 27 min/almacén).
- En el área de producción, se obtiene una disminución del espacio ocupado equivalente a 12,5 m² (5 m x 2,5 m). Además, se utiliza este espacio para la colocación adecuada de una nueva maquinaria (máquina automática de corte de rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares) en esta área.
- En el área de corte, se logra una reducción del espacio ocupado equivalente a 2,5 m² (1 m x 2,5 m). Asimismo, se utiliza este espacio para la colocación adecuada de una nueva maquinaria (máquina automática de corte circular para papel impreso) en esta área.
- En el área de enjuague y secado, se obtiene una disminución del espacio ocupado equivalente a 13,5 m² (3 m x 4,5 m). Además, se utiliza este espacio para la colocación adecuada de una nueva maquinaria (máquina automática de lavado y enjuague de alta presión) en esta área.
- En el área de pozo y químicos, se logra una reducción del espacio ocupado equivalente a 10,5 m² (6 m x 1,75 m). Asimismo, se utiliza este espacio para la colocación adecuada de una nueva maquinaria (máquina automática de galvanizado en zinc) en esta área.
- Reducción del tiempo de recorrido del operario desde el área de producción al área de enjuague y secado (60 a 30 seg. /recorrido).

- Disminución del tiempo de recorrido del operario desde el área de enjuague y secado al área de pozo y químicos hasta el (30 a 15 seg. /recorrido).
- Reducción del tiempo de recorrido del operario desde el área de producción al área de diseño (60 a 30 seg. /recorrido).
- Disminución del tiempo de recorrido del operario desde el área de diseño al área de corte (45 a 15 seg. /recorrido).
- Reducción del tiempo de recorrido del operario desde el área de corte al área de producción (15 a 5 seg. /recorrido).
- Disminución del tiempo de recorrido del operario desde el área de producción hasta el almacén de materias primas (15 a 7,5 seg. /recorrido).
- Reducción del tiempo de recorrido del operario desde el área de producción hasta el almacén de producto en proceso (20 a 10 seg. /recorrido).
- Disminución del tiempo de entrega de materias primas, por parte del almacenero, al operario (60 a 30 seg. /materia prima).
- Reducción del tiempo de entrega de productos en proceso, por parte del almacenero, al operario (de 60 a 30 seg. /producto en proceso).
- Disminución del tiempo de identificación de herramientas (uso de gabinete de herramientas y tablero de sombras en el área de producción) por parte del operario (de 60 a 10 seg. /herramienta).

c. Tercera “S”:

- Reducción de 7,5 horas en las paradas mensuales por fallas imprevistas (de 18,5 a 11 hr.).
- Producción de 450 llaveros en las 15 horas mencionadas anteriormente.
- Mejora del bienestar físico y mental de los trabajadores.

d. Cuarta “S”:

- Mejora de la salud e integridad física de los trabajadores.
- Reducción de las causas potenciales de accidentes y enfermedades.
- Eliminación de la cantidad de horas-hombre por accidente (30 a 0 hr.).
- Previsión de gastos innecesarios en accidentes (ahorro de S/. 930 / mes por operario).

- Eliminación de la cantidad de días al mes en las cuales se desprende el zinc en el piso del área de pozo y químicos (de 6 a 0 días/mes).
- Previsión de gastos innecesarios en adquisición de bolsas adicionales de zinc (ahorro de S/. 250 / día por bolsa de 200 kg de zinc).

e. Quinta “S”:

- Creación de una cultura de respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- Disminución del mayor tiempo de ciclo del proceso productivo (de 601,15 a 120 seg. /llavero).
- Incremento de la moral en los trabajadores de la organización.

3.4. Implementación del Mantenimiento Autónomo

Un paso previo a la implementación del Mantenimiento Autónomo, es la elaboración de un plan de capacitación. Este plan se ejecuta en una semana y se centra en capacitar a los operarios de las áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, producción y corte.

Tabla 3.21: Plan de capacitación de mantenimiento autónomo

| Período | Capacitador | Personal capacitado | Tema de capacitación | Duración (hr.) | Teoría (hr.) | Práctica (hr.) |
|---------------------|------------------------------|---------------------|---|----------------|--------------|----------------|
| Lunes-S1- Agosto | Consultor Lean Manufacturing | Operario 1, 2 y 3 | Limpieza inicial, Eliminación de problemas en la fuente y áreas inaccesibles | 3 | 1,5 | 1,5 |
| Martes-S2- Agosto | | | Creación de estándares de limpieza y lubricación, inspección general del equipo | 3 | 1,5 | 1,5 |
| Miércoles-S2-Agosto | | | Inspección autónoma de equipos y procesos | 3 | 1,5 | 1,5 |
| Jueves-S2- Agosto | | | Orden, Mantenimiento autónomo | 3 | 1,5 | 1,5 |

A continuación, se presenta la implementación del mantenimiento autónomo.

3.4.1. Limpieza inicial

Los operarios se encargan de limpiar diariamente las máquinas a fin de eliminar polvo, residuos, grasa y suciedad que se adhiere al equipo. De esta manera, se minimizan defectos, fallas, pérdidas de velocidad y potenciales averías. Asimismo, la limpieza inicial se efectúa en función de la metodología de limpieza establecida en la tercera “S”. Por ello, se establece un horario diario de limpieza inicial, el cual es de lunes a sábado desde las 7:30 a.m. hasta las 8:00 a.m.

3.4.2. Eliminación de problemas de contaminación en la fuente y áreas inaccesibles

Este paso comprende la identificación de fuentes de contaminación y puntos inaccesibles en las máquinas para tomar acciones correctivas. En el anexo 29, se muestran los tipos de anomalías, fuentes de contaminación, puntos inaccesibles y acciones a tomar.

| Máquina | Elementos involucrados | Fuente de contaminación | Puntos inaccesibles | Acciones a tomar |
|--|--|--|-------------------------------|---|
| Botonera | Tapa, imagen publicitaria, destapador zincado, botón | Polvo; suciedad de las barras, pernos y troqueles | | Minimizar la dispersión de suciedad y polvo; apretar los pernos para evitar el desajuste en la máquina. Además, al terminar el turno, se deberá apagar la máquina, mover la máquina para facilitar la limpieza de la zona de cables eléctricos y luego regresarla a su posición inicial |
| Argollera | Rollos de alambre, eslabones, argollas | Polvo, suciedad, restos de alambre | | |
| Troquelado para las micas | Plancha rectangular para mica, mica circular | Polvo, suciedad, restos de plancha rectangular para mica | | |
| Corte semiautomático para rollos de mica | Plancha rectangular para mica, rollo de mica | Polvo, suciedad, restos de rollos de mica | | |
| Corte automático de rollos de mica | Plancha rectangular para mica, rollo de mica | Polvo, suciedad, restos de rollos de mica | Zona de los cables eléctricos | |

3.4.3. Creación de estándares de limpieza y lubricación

Este paso comprende cuatro (04) estándares fundamentales:

- a. Estándar de limpieza de áreas: Se utiliza el estándar establecido en el manual de limpieza correspondiente a la tercera “S”. En el anexo 30, se muestra la cartilla de limpieza correspondiente a cada máquina. A continuación, se presenta un extracto de dicho anexo.

Tabla 3.23: Extracto de cartilla de limpieza correspondiente a la máquina botonera

| Elementos máquina botonera | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 5 | min/perno-operario | | | |
| Troqueles | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/troquel-operario | | | |
| Eje central | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 1,5 | min/eje central-operario | | | |
| Seguro de troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 2,5 | min/seguro troquel-operario | | | |
| Anillos de aplicación | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2,5 | min/anillo-operario | | | |

- b. Estándar de parámetros en cada maquinaria: Los manuales de usuario y lecciones de un punto (LUPs) para cada máquina se detallan en los anexos 31 y 32 respectivamente. A continuación, se muestran extractos de dichos anexos.

Tabla 3.24: Extracto de manual del usuario para máquina de galvanizado en zinc

| Botón/Variable | Descripción |
|--|--|
| Carga | Cargar el destapador y el zinc |
| Descarga | Descargar el destapador zincado |
| Temperatura de galvanizado | Temperatura a la que el destapador se sumerge en zinc |
| Temperatura de la maquinaria | Temperatura que debe controlarse para evitar quebraduras |
| Tiempo de inmersión | Tiempo que el destapador permanece sumergido en zinc |
| Velocidad de inmersión | Velocidad que debe ser regulada para evitar explosiones |
| Velocidad de extracción | Velocidad que debe ser controlada para asegurar la fluidez del zinc sobrante |
| Peso de la pieza antes y después de galvanizar | Indicador de producción que busca optimizar el consumo del zinc |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|--|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: Preparado por: Aprobado por: <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico <input type="checkbox"/> Mejora <input type="checkbox"/> Problema analizado Tema: Máquina automática de galvanizado 1. Esperar que el destapador llegue al área de pozo y químicos. 2. Colocar los valores de cada parámetro en el sistema de control de la máquina. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Temperatura de galvanizado | °C | 440-460 |
| Temperatura de la maquinaria | | |
| Tiempo de inmersión | min | 1-4 |
| Velocidad de inmersión | | |
| Velocidad de extracción | | |
| Peso de la pieza antes y después de galvanizar | | |

Figura 3.13: Extracto de LUP-Estándar de parámetros en máquina de galvanizado en zinc

- c. Estándar de ajuste de pernos: se propone establecer un límite ideal para el ajuste y usar controles visuales para que los operarios identifiquen hasta qué punto se colocan los pernos. Asimismo, se utiliza un torquímetro para facilitar dicho ajuste. Es importante mencionar que el nivel de torque dependerá de las especificaciones técnicas, las cuales se encuentran en el manual de usuario de cada máquina.

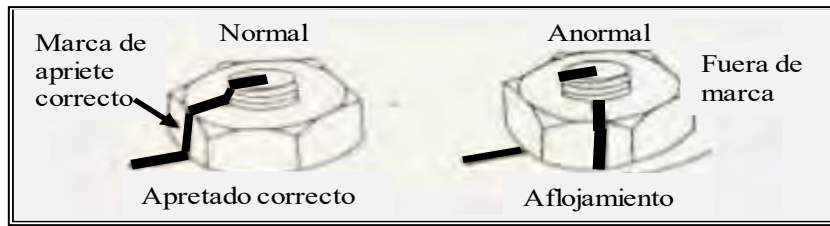


Figura 3.14: Estándar para apriete de pernos
Fuente: Importadora de pernos



Figura 3.15: Torquímetro
Fuente: Sodimac

Tabla 3.25: Frecuencia de ajuste para cada máquina

| Máquina | Tiempo de ajuste (min) | Frecuencia |
|--|------------------------|------------|
| Botonera | 30 | Diaria |
| Argollera | 30 | Diaria |
| Troquelado para las micas | 30 | Diaria |
| Corte semiautomático para rollos de mica | 30 | Semanal |
| Corte automático de rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares | 30 | Diaria |
| Corte circular para planchas de metal | 30 | Diaria |
| Corte automático circular para papel impreso | 30 | Diaria |
| Horno industrial | 30 | Semanal |
| Lavado y enjuague automático de alta presión | 30 | Diaria |
| Galvanizado automático | 30 | Diaria |

- d. Estándar de lubricación en cada maquinaria: Es fundamental que cada operario revise los controles de temperatura (termómetros y termóstatos) y niveles de aceites necesarios para la lubricación. En el anexo 33, se presenta un formato para el estándar de lubricación en cada máquina.
- e. Estándar de ubicación de herramientas: Los utilajes se colocan en el gabinete de herramientas (área de producción). En el caso de las herramientas asociadas a las otras maquinarias, se sitúan en el tablero de sombras (área de producción).

3.4.4. Inspección general del equipo

Este paso comprende las siguientes tareas:

- Entrenamiento básico e intermedio, realizado por el técnico en mantenimiento industrial, a los operarios de las áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, producción y corte.
- Formación práctica de los operarios de las áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, producción y corte, con el apoyo del técnico en mantenimiento industrial, para desarrollar conocimientos de inspección e identificar anomalías.
- Promoción del control visual en el área de trabajo.

3.4.5. Inspección autónoma de equipos y procesos

Este paso implica el desarrollo y utilización de hojas de verificación, las cuales deben ser adaptadas y complementadas para cada área de trabajo. Además, dichas hojas deben abarcar métodos de limpieza, funciones del personal, estándares de inspección y auditorías que contribuyan al aseguramiento de la inspección autónoma.

3.4.6. Ordenamiento

Este paso consiste en la estandarización del control de categorías de las áreas individuales de trabajo, la cual comprende la inspección, limpieza, registro de datos, y mantenimiento de partes y herramientas. Además, cada estándar debe estar documentado y entendible para el personal de cada área de trabajo.

3.4.7. Mantenimiento autónomo

Este paso consiste en desarrollar una política de empresa y metas para el mantenimiento; incrementar la regularidad de actividades de mejora; reportar los tiempos entre fallas; analizar los resultados y diseñar contramedidas.

3.4.8. Beneficios de la mejora propuesta

A continuación, se presentan los beneficios de la implementación del mantenimiento autónomo:

- Reducción de 1 hora en las paradas diarias por mantenimiento (0,5 a 0 hr. en la máquina botonera y 0,5 a 0 hr. en la máquina argollera).
- Reducción de 2 horas en las paradas mensuales por fallas imprevistas en la máquina semiautomática de corte para planchas de metal (2,5 a 0,5 hr.).
- Reducción de 1,5 horas en las paradas mensuales por fallas imprevistas en el horno industrial (1,5 a 0 hr.).
- Reducción de 2 horas en las paradas mensuales por fallas imprevistas en la máquina semiautomática de corte para rollos de mica (2,5 a 0,5 hr.).
- Reducción de 2 horas en las paradas mensuales por fallas imprevistas en la máquina de troquelado para micas (2,5 a 0,5 hr.).
- Reducción de 5,5 horas en las paradas mensuales por fallas imprevistas en la máquina botonera (6,5 a 1 hr.).
- Reducción de 2,5 horas en las paradas mensuales por fallas imprevistas en la máquina argollera (3 a 0,5 hr.).
- Como resultado de la reducción de 7,5 horas en las paradas mensuales por fallas imprevistas en todas las máquinas, se logra producir 450 llaveros en estas horas.
- Indicadores de disponibilidad, eficiencia, calidad y efectividad global del equipo equivalentes a 97,57 %, 98,39 %, 88,85 % y 85,3 % respectivamente. En el anexo 34, se detallan los cálculos para cada indicador.

3.5. Implementación de Justo a Tiempo (JIT)

En este acápite, se presenta la implementación de Justo a Tiempo (JIT).

3.5.1. Capacitación sobre JIT

En esta fase, cada área de trabajo debe entender la filosofía de JIT y el horizonte de aplicación en la organización. La capacitación, dirigida por el consultor de *Lean Manufacturing*, se realiza en una semana y comprende los siguientes aspectos:

- a. Objetivo general: Brindar conceptos básicos sobre la filosofía JIT y el modo de aplicación en un proceso de manufactura.
- b. Objetivos específicos: Proporcionar los elementos, características y beneficios de JIT.
- c. Documento previo: Entregar un resumen escrito acerca de la filosofía JIT.
- d. Taller práctico: Ejemplificar situaciones actuales de la organización donde se identifiquen los conceptos de JIT.

3.5.2. Verificación de prerrequisitos e identificación de restricciones

Esta fase consiste en identificar prerrequisitos y restricciones.

- a. Verificación de prerrequisitos: Sobre la base de la formación de una idea concisa sobre JIT, se originan tres (03) escenarios a futuro para la empresa:
 - Visualización física del proceso productivo futuro: A partir de las operaciones de compra, fabricación y distribución, elaborar una idea acerca de la situación futura de la organización en términos de *layout* y flujo de materiales.
 - Visión de la cultura organizacional: establecer directrices para mejorar el clima organizacional y lograr que la metodología JIT sea un proceso exitoso.
 - Visión del mercado: identificar las oportunidades de mercado para posicionarse por encima de la competencia como rapidez en la entrega de los pedidos, calidad en el servicio al cliente, mejores llaveros destapadores metálicos, y menores costos de materia prima y productos en proceso.

En función de los escenarios mencionados anteriormente, se forma un equipo de desarrollo de JIT, el cual está conformado por el gerente general, el almacenero y tres (03) operarios.

- b. Identificación de restricciones: Durante la implementación y seguimiento de la JIT, se deben considerar las restricciones asociadas al tiempo y desarrollo de la filosofía.

3.5.3. Establecimiento del alcance de JIT

La filosofía JIT debe ejecutarse a las áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, diseño, producción y corte. Las actividades de aprovisionamiento y distribución no están incluidas en la aplicación de JIT; ya que se consideran como mejoras al sistema cuando se observen resultados en las áreas pertenecientes a la fabricación del llavero destapador metálico.

3.5.4. Redacción del objetivo de JIT para los procesos productivos

El objetivo general de la herramienta JIT es la eliminación o reducción de las operaciones que no agregan valor y se asocian a los proveedores internos (áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, producción y corte) y externos (proveedor de materias primas). A continuación, se presentan los objetivos específicos:

Tabla 3.26: Objetivos específicos para los proveedores internos

| Proveedor interno | Objetivo específico |
|-------------------|---|
| Producción | No producir más tapas cortadas de las necesarias ni antes de lo necesario. |
| | No producir más planchas de las necesarias ni antes de lo necesario. |
| | No producir más micas circulares de las necesarias ni antes de lo necesario. |
| | No generar exceso de inventario de botones. |
| | No producir más eslabones de los necesarios ni antes de lo necesario. |
| | No producir más argollas de las necesarias ni antes de lo necesario. |
| | Entregar los llaveros al momento de iniciar el envío de productos terminados. |
| Enjuague y secado | No generar exceso de inventario de destapadores sin zinc. |
| | Recibir los destapadores zincados en el momento de iniciar el secado. |
| Pozo y químicos | Reducir las pérdidas de zinc. |
| Corte | No producir más imágenes publicitarias circulares de los necesarios ni antes de lo necesario. |
| Diseño | No producir más papeles impresos de los necesarios ni antes de lo necesario. |

Tabla 3.27: Objetivos específicos para los proveedores externos

| Proveedor externo | Objetivo específico |
|------------------------------|--|
| Proveedor de materias primas | Establecer una alianza estratégica, basada en la comunicación del plan de producción; recepción semanal de materias primas en función de tiempo, cantidad y especificaciones requeridos; y relación a largo plazo. |

3.5.5. Análisis de valor agregado

Según Hay (2003), es necesario recorrer las áreas elegidas para iniciar el análisis de valor agregado. Por ello, a partir de un esquema, se realiza un seguimiento a lo largo de todo el proceso para anotar las actividades, materias primas y productos en proceso. En el anexo 35, se encuentra una lista de chequeo con tres (03) enfoques principales, a fin de generar alternativas para eliminar actividades que no agregan valor. Además, el anexo 36 muestra la reducción de los tiempos de ciclo de cada operación.

Tabla 3.28: Esquema para análisis de valor agregado

| Área | Actividad | Materia prima / Producto en proceso | Agrega valor | |
|------|-----------|--|--------------|----|
| | | | SI | NO |
| | | | | |
| | | | | |

Tabla 3.29: Primera parte de las alternativas de mejora mediante JIT

| Actividad | Descripción | Alternativa de mejora | Mejora |
|---|------------------------|---|--|
| Corte circular de la plancha de metal para la formación de tapa | 60 seg. / preparación | Utilizar un dispositivo de fijación de plancha metálica para posicionarla rápidamente | Se elimina la actividad de preparación |
| Corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares de mica | 250 seg. / preparación | Utilizar la máquina automática de corte para material plástico para posicionar rápidamente el rollo de mica | 30 seg. / preparación |
| Troquelado de plancha rectangular de mica para la formación de mica circular | 250 seg. / preparación | Utilizar un dispositivo de fijación de plancha de mica para posicionarla rápidamente | 30 seg. / preparación |
| Enchapado de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la formación de botón | 15 seg. / preparación | Utilizar un dispositivo de fijación para colocar cada artículo (uno encima del otro) para posicionarlos rápidamente | 5 seg. / preparación |
| Eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de un eslabón | 9 seg. / preparación | Utilizar un dispositivo de fijación de rollo de alambre para posicionarlo rápidamente | Se elimina la actividad de preparación |
| Anillado de los rollos de alambre para la obtención de una argolla | 9 seg. / preparación | Utilizar un dispositivo de fijación de rollo de alambre para posicionarlo rápidamente | Se elimina la actividad de preparación |

Tabla 3.30: Segunda parte de las alternativas de mejora mediante JIT

| Actividad | Descripción | Alternativa de mejora | Mejora |
|--|------------------------|---|---|
| Ensamble de eslabones, argolla y botón para la obtención de un llavero | 9 seg. / preparación | Capacitación y entrenamiento del operario en la actividad | Se elimina la actividad de preparación |
| Enjuague del destapador sin zinc/destapador zincado | 30 seg. / preparación | Utilizar la máquina automática de lavado y enjuague de alta presión | Se elimina la actividad de preparación para ambos secados |
| Secado del destapador zincado | 190 seg. / preparación | Capacitación y entrenamiento del operario | 80 seg. / preparación |
| Zincado del destapador sin zinc | 250 seg. / preparación | Utilizar la máquina automática de galvanizado(zinc) | 100 seg. / preparación |
| Corte de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares | 60 seg. / preparación | Utilizar la máquina automática de corte circular para papel | Se elimina la actividad de preparación |
| Impresión de los papeles especiales A3 para la obtención de papeles impresos | 60 seg. / preparación | Capacitación y entrenamiento del operario en la actividad | Se elimina la actividad de preparación |

3.5.6. Relación cliente - proveedor

Esta fase consiste en establecer una relación mutuamente benéfica con el proveedor.

Por ello, se realizan los siguientes pasos:

- a. Identificar el impacto del proveedor en la calidad del producto.
- b. Establecer un contacto más cercano con el proveedor para comunicarle el rol que desempeña en el sistema de *Lean Manufacturing* y los beneficios de la relación cliente -proveedor.

- c. Definir criterios objetivos para la selección de proveedores en función de criterios como puntualidad, flexibilidad, capacidad, entre otros.
- d. Efectuar un seguimiento a mi proveedor y evaluarlo anualmente.
- e. Retroalimentar a mi proveedor sobre los resultados obtenidos en los seguimientos.

Tabla 3.31: Plan de producción basado en la alianza estratégica con el proveedor externo

| Producción mensual - 5 760 llaveros | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---|
| Materia prima | Cantidad necesaria (und) | Tiempo requerido de entrega (días) | Especificaciones técnicas solicitadas |
| Plancha de metal | 6 | 3 | Límite de fluencia, resistencia a la tracción, alargamiento, espesor, largo, ancho, peso teórico. |
| Destapador | 5 760 | 3 | |
| Rollo de alambre | 576 | 3 | |
| Rollo de mica | 1 | 3 | |
| Papel especial | 384 | 3 | |

3.5.7. Beneficios de la mejora propuesta

A continuación, se presentan los beneficios de la implementación de Justo a Tiempo (JIT):

- Eliminación de la actividad de preparación en el corte circular de la plancha de metal para la formación de la tapa (60 a 0 seg. / plancha de metal).
- Reducción del tiempo de preparación en el corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares de mica (250 a 30 seg. / rollo de mica).
- Reducción del tiempo de preparación en el troquelado de plancha rectangular de mica para la formación de mica circular (250 a 30 seg. / plancha rectangular de mica).
- Reducción del tiempo de preparación en el enchapado de tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la formación de botón publicitario (15 a 5 seg. / artículos mencionados).
- Eliminación de la actividad de preparación en el eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de un eslabón (9 a 0 seg. / rollo de alambre).
- Eliminación de la actividad de preparación en el anillado de los rollos de alambre para la obtención de una argolla (9 a 0 seg. / rollo de alambre).

- Eliminación de la actividad de preparación en el ensamble de eslabones, argolla y botón para la obtención de un llavero (9 a 0 seg. / artículos mencionados).
- Eliminación de la actividad de preparación en el enjuague de los destapadores sin zinc y zincado (30 a 0 seg. / destapador).
- Reducción del tiempo de preparación en el secado del destapador zincado (190 a 80 seg. / destapador zincado).
- Reducción del tiempo de preparación en el zincado del destapador sin zinc (250 a 100 seg. / destapador sin zinc).
- Eliminación de la actividad de preparación en el corte de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares (60 a 0 seg. / papel impreso).
- Eliminación de la actividad de preparación en la impresión de los papeles especiales para la formación de papeles impresos (60 a 0 seg. / papel especial).

3.6. Implementación del Sistema Kanban

En este acápite, se presenta la implementación del Sistema Kanban.

3.6.1. Capacitación sobre Kanban

En esta fase, cada área de trabajo debe entender la herramienta Kanban y el horizonte de aplicación en la organización. La capacitación, dirigida por el consultor de *Lean Manufacturing*, se realiza en una semana y comprende los siguientes puntos:

- a. Objetivo general: Brindar conceptos básicos sobre Kanban y el modo de aplicación en un proceso de manufactura.
- b. Objetivos específicos: Proporcionar las características, reglas y beneficios de Kanban.
- c. Documento previo: Entregar un resumen escrito acerca de la herramienta Kanban.
- d. Taller práctico: Ejemplificar situaciones actuales de la organización donde se identifiquen los conceptos de Kanban.

3.6.2. Verificación de prerequisites e identificación de restricciones

Esta fase consiste en identificar prerequisites y restricciones.

- a. Verificación de prerequisites: A partir del proceso de producción y el funcionamiento de la empresa, se deben cumplir dos (02) prerequisites:
- Producción repetitiva: Los llaveros siguen el mismo proceso de producción.
 - Sistema de producción de lotes pequeños: La producción se realiza por lotes de acuerdo a los pedidos realizados por los clientes.

Además, se forma un equipo de desarrollo de Kanban, el cual está conformado por el gerente general, el almacenero y tres (03) operarios.

- b. Identificación de restricciones:
- Políticas de entrega: La empresa mantiene un tiempo de entrega equivalente a treinta y cuatro (34) días para los llaveros. Este tiempo forma parte del nivel de servicio y debe mejorarse para que la organización sea competitiva en el mercado.
 - Subprocesos que necesitan funcionar bajo lotes secuenciales: Existen dos alternativas para desarrollar un sistema Kanban.
 - Establecer supermercados entre esas operaciones.
 - Tratar las operaciones como si fuesen una sola operación de flujo continuo y, al final, disponer de un supermercado.

La selección de la alternativa se define en la fase de esquematización del funcionamiento para el sistema Kanban.

3.6.3. Establecimiento del alcance de Kanban

En función del diagnóstico del proceso productivo y los indicadores *Lean*, el sistema Kanban abarca las áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, diseño, producción y corte. Por otro lado, es poco viable la incorporación de los proveedores en el sistema, debido a que la organización no presenta una infraestructura tecnológica, de transporte

y física. Por ello, una de las metas a largo plazo del sistema es la vinculación con los proveedores.

3.6.4. Redacción del objetivo de Kanban para los procesos productivos

El objetivo general de la herramienta Kanban es la integración de las operaciones pertenecientes a las áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, producción y corte de tal manera que las materias primas, productos en proceso y productos terminados lleguen, en términos de tiempo y cantidad, a cada etapa del proceso de fabricación del llavero destapador metálico. A continuación, se presentan los objetivos específicos en estas áreas:

Tabla 3.32: Primera parte de los objetivos específicos para el sistema Kanban

| Operación-Área | Objetivo específico |
|--|--|
| Corte circular de la plancha de metal para la formación de tapa - Producción | El operario encargado del corte circular debe realizar el cubrimiento de tapas solicitadas por el operario de enchapado |
| Enjuague del destapador sin zinc - Enjuague y secado | El operario encargado del enjuague del destapador sin zinc debe realizar el cubrimiento de destapadores solicitados por el operario de zincado |
| Zincado del destapador sin zinc - Pozo y químicos | El operario encargado del zincado debe realizar el cubrimiento de tapas solicitadas por el operario de enjuague del destapador zincado |
| Enjuague del destapador zincado - Enjuague y secado | El operario encargado del enjuague del destapador zincado debe realizar el cubrimiento de destapadores solicitados por el operario de secado |
| Secado del destapador zincado - Enjuague y secado | El operario encargado del secado debe realizar el cubrimiento de destapadores solicitados por el operario de enchapado |
| Corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares de mica - Producción | El operario encargado del corte de rollos de mica debe realizar el cubrimiento de planchas rectangulares de mica solicitadas por el operario de troquelado |
| Troquelado de plancha rectangular de mica para la formación de mica circular - Producción | El operario encargado del troquelado debe realizar el cubrimiento de micas circulares solicitadas por el operario de enchapado |

Tabla 3.33: Segunda parte de los objetivos específicos para el sistema Kanban

| Operación-Área | Objetivo específico |
|--|--|
| Impresión de los papeles especiales para la obtención de papeles impresos - Diseño | El operario encargado de la impresión debe realizar el cubrimiento de papeles impresos solicitados por el operario de corte de papeles impresos |
| Corte de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares - Corte | El operario encargado del corte de papeles impresos debe realizar el cubrimiento de imágenes publicitarias circulares solicitadas por el operario de enchapado |
| Enchapado de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la formación de botón - Producción | El operario encargado del enchapado debe realizar el cubrimiento de botones solicitados por el operario de ensamble |
| Eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de un eslabón - Producción | El operario encargado del eslabonado debe realizar el cubrimiento de eslabones solicitados por el operario de enchapado |
| Anillado de los rollos de alambre para la obtención de una argolla - Producción | El operario encargado del anillado debe realizar el cubrimiento de argollas solicitadas por el operario de enchapado |
| Ensamble de eslabones, argolla y botón para la obtención de un llavero - Producción | El operario encargado del ensamble debe realizar el cubrimiento de llaveros solicitados para la entrega de los pedidos |

3.6.5. Tareas para el cumplimiento de las seis reglas de Kanban

Este paso comprende la realización de las tareas necesarias para el cumplimiento de las seis (06) reglas de Kanban:

- a. Tarea - regla 1: No se debe mandar ningún producto defectuoso a los procesos subsecuentes.
 - Cuando se identifica alguna materia prima, producto en proceso o llavero defectuoso, el operario debe comunicar dicho problema a todo el personal a fin de evitar la recurrencia.
 - Cuando se halla un defecto en alguna operación, los operarios deben tomar acciones correctivas para que éste no vuelva a ocurrir.

- b. Tarea - regla 2: Se requerirá solo lo necesario para los procesos subsecuentes.
 - Requerir material solo mediante el uso de la tarjeta Kanban.

- Cada componente debe estar acompañado de una etiqueta Kanban.
 - Los procesos subsecuentes solicitarán a los procesos anteriores la cantidad requerida y en el momento necesario.
 - Enviar solamente la cantidad necesaria en el Kanban.
- c. Tarea - regla 3: Producir solamente la cantidad solicitada.
- No producir más que el número de Kanbanes.
 - Producir según la secuencia de recepción de Kanbanes.
- d. Tarea - regla 4: Balancear la producción.
- Mantener, tanto trabajadores como maquinarias, de tal forma que puedan fabricar materiales en el tiempo necesario y en la cantidad necesaria.
- e. Tarea - regla 5: Evitar especulaciones mediante Kanban.
- El proceso subsecuente no puede preguntarle al proceso anterior si podría iniciar el siguiente lote de llaveros un poco más temprano.
 - Los procesos solo pueden enviar la información contenida en las tarjetas Kanban.
- f. Tarea - regla 6: Estabilizar y racionalizar el proceso.
- Cumplir siempre las cinco (05) reglas anteriores.

3.6.6. Esquematización del funcionamiento de Kanban

En el anexo 37, se muestra la representación actual de los flujos en el proceso productivo. A continuación, se presenta un bosquejo de los flujos de materiales e información en el proceso de fabricación mediante el uso de la herramienta Kanban.

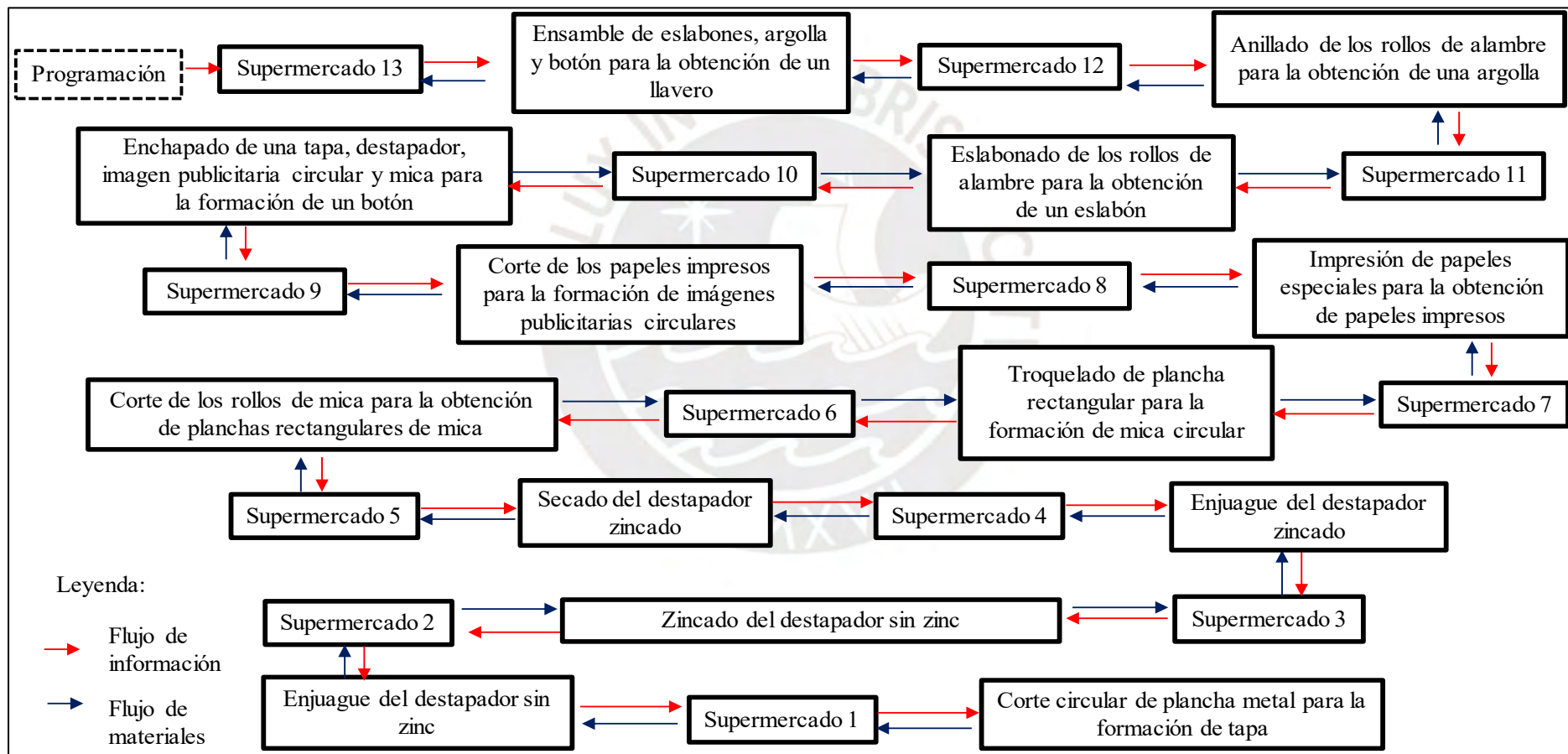


Figura 3.16: Bosquejo de los flujos de información y material utilizando Kanban

Los supermercados son zonas cercanas al área de operación donde las piezas (materias primas, productos en proceso y productos terminados) son administradas mediante Kanban.

3.6.7. Selección del tipo de Kanban a utilizar en cada etapa del proceso

En función del tipo de instrucción que el proceso subsecuente envía al proceso anterior, se selecciona el tipo de Kanban a utilizar para cada actividad. En otras palabras, si la operación anterior envía una señal para obtener material, se emplea un Kanban de material; en cambio, si el proceso anterior desea enviar una señal de inicio de la producción, se utiliza un Kanban de producción. En el anexo 38, se detalla la lista de tipos de Kanban entre las operaciones. A continuación, se presenta un extracto de dicho anexo.

Tabla 3.34: Extracto de la lista de tipos de Kanban entre las operaciones

| Operación 1 | Operación 2 | Tipo de Kanban |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Supermercado 1 | Corte circular de la plancha de metal | Producción |
| Corte circular de la plancha de metal | Supermercado 2 | Material |
| Supermercado 2 | Enjuague del destapador | Producción |
| Enjuague del destapador | Supermercado 3 | Material |
| Supermercado 3 | Zincado del destapador | Producción |
| Zincado del destapador | Supermercado 4 | Material |
| Supermercado 4 | Enjuague del destapador zincado | Producción |

3.6.8. Diseño de las etiquetas Kanban

A continuación, se presentan las etapas necesarias para el diseño de las etiquetas Kanban:

- a. Información indispensable en las etiquetas:

- Número de parte de la materia prima, producto en proceso o producto terminado.
- Cantidad necesaria y unidad de medida.
- Medida especial o estándar, si es requerida.
- Lugar de almacenamiento cuando se culmina la operación.
- Secuencia de fabricación del producto terminado.

b. Prototipo de las tarjetas Kanban:

| Producción | |
|------------------------|--|
| No. Tarjeta | |
| Operación | |
| Descripción | |
| Accesorios | |
| Medida | |
| Unidad de medida | |
| Cantidad | |
| Área de almacenamiento | |
| Área de entrega | |

Figura 3.17: Kanban de producción

| Material | |
|------------------------|--|
| No. Tarjeta | |
| Operación predecesora | |
| Operación subsecuente | |
| Descripción | |
| Accesorios | |
| Medida | |
| Unidad de medida | |
| Cantidad | |
| Área de almacenamiento | |
| Área de entrega | |

Figura 3.18: Kanban de material

c. Búsqueda de información omitida en la etiqueta para incluirla en la tarjeta y realizar la verificación nuevamente.

3.6.9. Entrenamiento del personal en el funcionamiento de Kanban

En vista de que los operarios han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de las fases anteriores, este paso consiste en puntualizar las funciones asociadas a las operaciones del proceso productivo y seguir aplicando los conocimientos adquiridos sobre Kanban en la capacitación.

3.6.10. Realización de pruebas piloto de Kanban

Este paso se centra en la ejecución de pruebas para garantizar el funcionamiento de Kanban e identificar mejoras. Sobre la base de las funciones descritas en la tabla 3.3, cada área (enjuague y secado, pozo y químicos, diseño, producción y corte) debe organizarse y documentar la siguiente información:

- Resultados obtenidos en las operaciones realizadas en el área de trabajo.
- Inconvenientes que surgieron en el área de trabajo y observaciones acerca de las actividades correspondientes a otras áreas.
- Propuestas de mejora para solucionar los problemas o inconvenientes existentes.

3.6.11. Realización de ajustes necesarios en el sistema Kanban

Sobre la base de las conclusiones establecidas en las pruebas piloto de la fase anterior, es importante realizar los ajustes que se determinaron como necesarios en las operaciones del proceso de fabricación del llavero destapador metálico.

3.6.12. Puesta en marcha del sistema Kanban

A partir de ajustes realizados y pruebas piloto evaluadas, se debe empezar el funcionamiento del sistema Kanban en las áreas especificadas en el alcance. En el anexo 39, se detallan los tiempos de procesamiento, preparación y ciclo para las operaciones, antes y después de la aplicación del sistema Kanban. A continuación, se muestran los flujos de información y material del sistema Kanban para el proceso productivo:

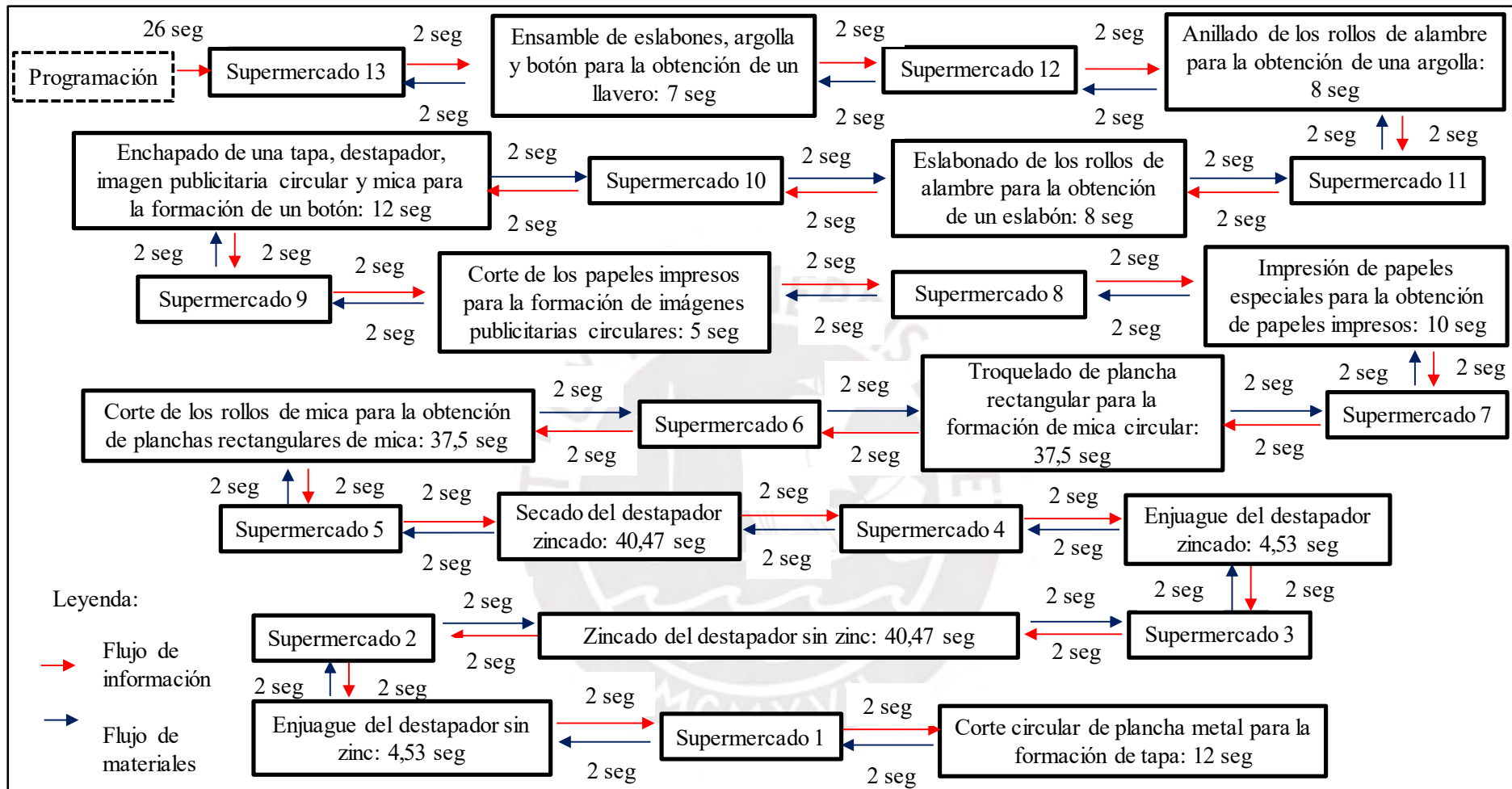


Figura 3.19: Flujos de información y materiales del sistema Kanban para el proceso productivo

Descripción del funcionamiento del sistema Kanban propuesto:

- En función de los pedidos de llaveros solicitados por el área de ventas, el área de producción realiza la programación de la producción, entrega los llaveros ubicados en el supermercado 13 y, de ser necesario, solicita llaveros adicionales para cumplir los pedidos.
- Cada vez que se ensambla de forma manual 2 eslabones, 1 argolla y 1 botón, se obtiene un llavero, el cual se coloca en el supermercado 13, a fin de cumplir los pedidos del área de producción. Asimismo, el puesto de ensamble manual recepciona los eslabones, argollas y botones provenientes del supermercado 12 y, de ser necesario, pide adicionalmente estos elementos para atender los requerimientos de producción.
- Cada vez que se realiza la operación de anillado en un rollo de alambre, se obtienen 20 argollas, las cuales se sitúan en el supermercado 12, con el objetivo de atender los requerimientos del área de producción. Además, el puesto de anillado recibe los rollos de alambre provenientes del supermercado 11 y, de ser necesario, solicita adicionalmente esta materia prima para cumplir los pedidos de producción.
- Cada vez que se realiza la operación de eslabonado en un rollo de alambre, se obtienen 20 eslabones, las cuales se colocan en el supermercado 11, con la finalidad de cumplir los pedidos del área de producción. Asimismo, el puesto de eslabonado recepciona los rollos de alambre provenientes del supermercado 10 y, de ser necesario, pide adicionalmente esta materia prima para atender los requerimientos de producción.
- Cada vez que se realiza la operación de enchapado de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica, se obtiene un botón, el cual se sitúa en el supermercado 10, a fin de atender los requerimientos del área de producción. Además, el puesto de enchapado recibe tapas, destapadores, imágenes publicitarias circulares y micas provenientes del supermercado 9 y, de ser necesario, solicita adicionalmente estos elementos para cumplir los pedidos de producción.
- Cada vez que se corta un papel impreso, se obtienen 15 imágenes publicitarias circulares, las cuales se colocan en el supermercado 9, con el fin de cumplir los pedidos de producción. Asimismo, el puesto de corte de papel impreso

recepciona papeles impresos provenientes del supermercado 8 y, de ser necesario, pide adicionalmente este producto en proceso para atender los requerimientos de producción.

- Cada vez que se imprime un papel especial, se obtiene un papel impreso, el cual se sitúa en el supermercado 8, con la finalidad de atender los requerimientos del área de corte. Además, el área de diseño recibe papeles especiales provenientes del supermercado 7 y, de ser necesario, solicita adicionalmente esta materia prima para cumplir los pedidos del área de corte.
- Cada vez que se realiza la operación de troquelado de una plancha rectangular para mica, se obtienen 12 micas, las cuales se colocan en el supermercado 7, a fin de cumplir los pedidos de producción. Asimismo, el puesto de troquelado recepciona las planchas rectangulares para mica provenientes del supermercado 6 y, de ser necesario, pide adicionalmente este producto en proceso para atender los requerimientos de producción.
- Cada vez que se corta un rollo de mica, se obtienen 2 500 planchas rectangulares, las cuales se sitúan en el supermercado 6, con el objetivo de atender los requerimientos de producción. Además, este puesto recibe los rollos de mica provenientes del supermercado 5 y, de ser necesario, solicita adicionalmente esta materia prima para cumplir los pedidos de producción.
- Cada vez que se realiza la operación de secado, se obtiene un destapador zincado (seco), el cual se coloca en el supermercado 5, con la finalidad de cumplir los pedidos de producción. Asimismo, el área de enjuague y secado recepciona los destapadores zincados (sin secar) provenientes del supermercado 4 y, de ser necesario, pide adicionalmente este producto en proceso para atender los requerimientos de producción.
- Cada vez que se realiza la operación de enjuague, se obtiene un destapador zincado (enjuagado), el cual se sitúa en el supermercado 4, a fin de atender los requerimientos del área de enjuague y secado. Además, este puesto recibe los destapadores zincados (sin enjuagar) provenientes del supermercado 3 y, de ser necesario, solicita adicionalmente este producto en proceso para cumplir los pedidos del área de enjuague y secado.
- Cada vez que se realiza la operación de zincado, se obtiene un destapador zincado (sin enjuagar ni secar), el cual se coloca en el supermercado 3, con el

objetivo de cumplir los pedidos del área de enjuague y secado. Asimismo, el área de pozo y químicos receptiona los destapadores sin zinc provenientes del supermercado 2 y, de ser necesario, pide adicionalmente esta materia prima para atender los requerimientos del área de enjuague y secado.

- Cada vez que se enjuaga el destapador sin zinc, se obtiene un destapador sin zinc (enjuagado), el cual se sitúa en el supermercado 2, con la finalidad de atender los requerimientos del área de pozo y químicos. Además, el área de enjuague y secado recibe los destapadores sin zinc (sin enjuagar) provenientes del supermercado 1 y, de ser necesario, solicita adicionalmente esta materia prima para cumplir los pedidos del área de pozo y químicos.
- Cada vez que se corta una plancha de metal, se obtienen 1 000 tapas, las cuales se colocan en el supermercado 1, con la finalidad de cumplir los pedidos de producción. Asimismo, el área de producción utiliza las planchas de metal, solicitadas previamente, al almacén de materias primas.

Los tiempos asociados a los flujos de información y materiales son 2 seg. / llavero. Además, el tiempo mejorado de ciclo total, mediante la aplicación del sistema Kanban, es equivalente a 353 seg. / llavero. A continuación, se presenta el funcionamiento del sistema Kanban en el *layout* de la organización, con la finalidad de visualizar la ubicación de supermercados, tarjetas (Kanban de producción se asocia a la tarjeta de color rojo y Kanban de material se asocia a la tarjeta de color azul) y flujos (flujos de información se asocian con las flechas de color rojo y flujos de material se asocian con las flechas de color azul).

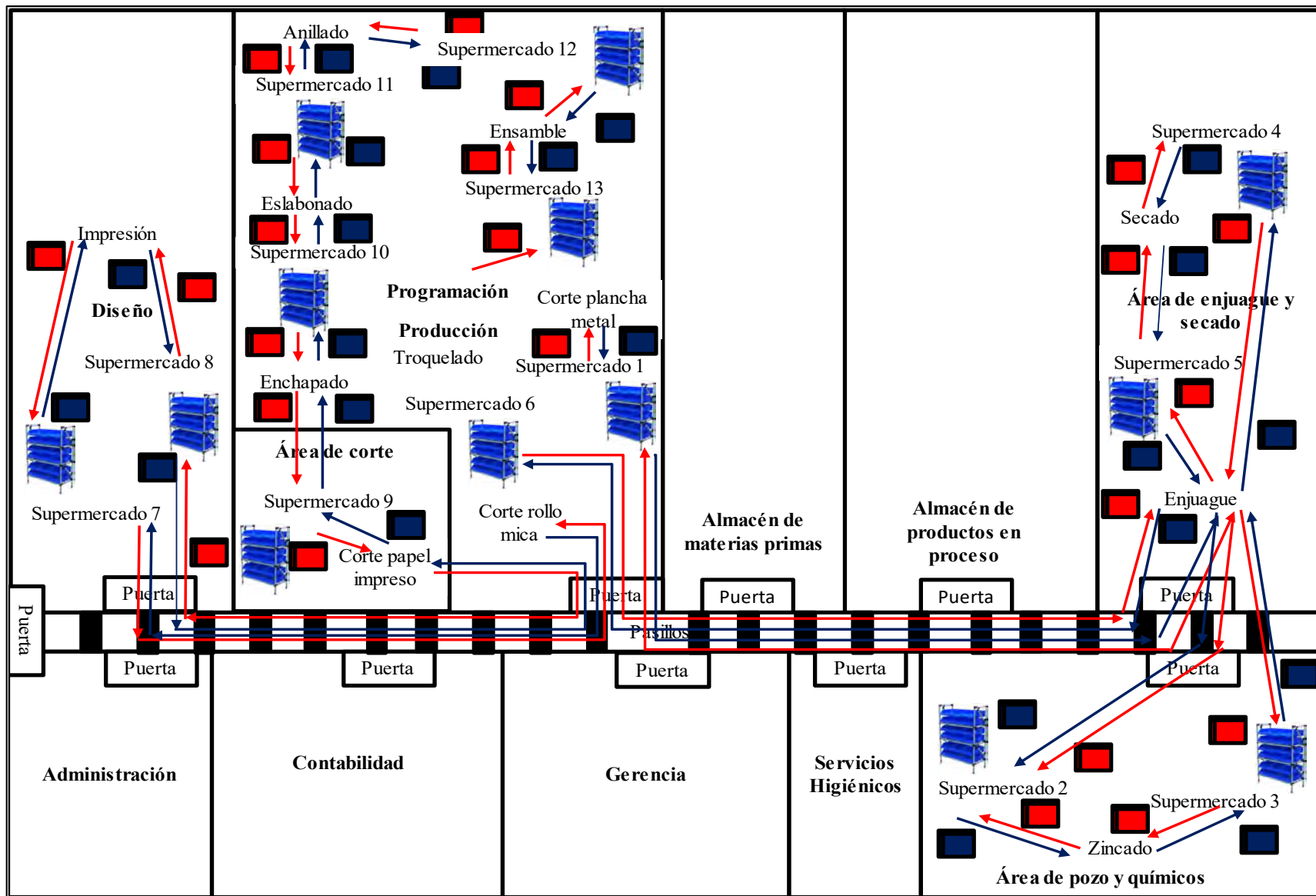


Figura 3.20: Funcionamiento del sistema Kanban

3.6.13. Beneficios de la mejora propuesta

A continuación, se presentan los beneficios de la implementación del sistema Kanban:

- Reducción del tiempo de ciclo en el corte circular de la plancha de metal (84 a 12 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el corte de los rollos de mica (300,5 a 37,5 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el troquelado de plancha rectangular de mica (300 a 37,5 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el enchapado (27 a 12 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el eslabonado de los rollos de alambre (24 a 8 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el anillado de los rollos de alambre (24 a 8 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el ensamble (36 a 7 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el enjuague de los destapadores sin zinc y zincado (45,25 a 4,53 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el secado del destapador zincado (225,25 a 40,47 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el zincado del destapador (285,25 a 40,47 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en el corte de los papeles impresos (97 a 5 seg. / llavero).
- Reducción del tiempo de ciclo en la impresión de los papeles especiales (70 a 10 seg. / llavero).
- Reducción del nivel de inventario de tapas y destapadores sin zinc (Ver tablas 4.22 y 4.23).
- Incremento del porcentaje de pedidos anuales entregados a tiempo (OTD), de 60 a 85 %, para el llavero destapador metálico (Ver tabla 4.24).
- Reducción del lead time del proceso de fabricación del llavero destapador metálico (34 a 15 días) y del tiempo de valor agregado (1 564 a 353 seg. / llavero).

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo, se muestran los costos de preparación, costos de implementación y beneficios económicos de las propuestas de *Lean Manufacturing*, bajo el supuesto de un mismo nivel de producción mensual y anual de los productos terminados. Asimismo, se presenta la evaluación de la factibilidad de dichas propuestas.

4.1. Costos de preparación de las propuestas de *Lean Manufacturing*

En este acápite, se visualizan los costos de importación de maquinarias, capacitación en *Lean Manufacturing* e insumos para el lanzamiento del proyecto.

- a. Costo de importación de maquinarias para la preparación: costo asociado a las máquinas automáticas que se importan de China.

Tabla 4.1: Costo de importación de maquinarias para la preparación

| Descripción | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Costo total (S/.) |
|---|----------|----------------------|-------------------|
| Máquina automática de corte para material plástico | 1 | S/3 002,33 | S/3 002,33 |
| Máquina automática de lavado y enjuague de alta presión | 1 | S/3 483,58 | S/3 483,58 |
| Máquina automática de galvanizado | 1 | S/2 761,71 | S/2 761,71 |
| Máquina automática de corte circular para papel | 1 | S/4 301,70 | S/4 301,70 |
| | | | S/13 549,32 |

Fuente: Alibaba

En el anexo 13, se detalla el cálculo del costo de importación de cada maquinaria.

- b. Costo de capacitación en *Lean Manufacturing* para la preparación:

A continuación, se detalla el costo horario del personal para el proyecto.

Tabla 4.2: Costo horario del personal para el proyecto

| Participante | Sueldo mensual (S/.) | Días / mes | hr. / día | Costo base / hora (S/. /hr.) |
|---------------------------------------|----------------------|------------|-----------|------------------------------|
| Consultor de Lean Manufacturing | S/4 000 | 4 | 4 | S/250 |
| Gerente General | S/6 500 | 24 | 8 | S/33,85 |
| Operario | S/2 000 | 24 | 8 | S/10,42 |
| Jefe de Ventas | S/4 500 | 24 | 8 | S/23,44 |
| Jefe de Contabilidad | S/4 500 | 24 | 8 | S/23,44 |
| Almacenero | S/3 000 | 24 | 8 | S/15,63 |
| Trabajador de Diseño | S/3 000 | 24 | 8 | S/15,63 |
| Trabajador de Contabilidad | S/3 000 | 24 | 8 | S/15,63 |
| Trabajador de Administración y Ventas | S/3 000 | 24 | 8 | S/15,63 |

Fuente: Hosh Perú

Sobre la base de la tabla anterior, se determina el costo de capacitación en *Lean Manufacturing* para la preparación.

Tabla 4.3: Costo de capacitación en *Lean Manufacturing* para la preparación

| Participante | No. Asistentes | Costo base / hora (S/. /hr.) | Horas de capacitación | Días de capacitación | Total (S/.) |
|---------------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| Consultor de Lean Manufacturing | 1 | S/250 | 4 | 4 | S/4 000 |
| Gerente General | 1 | S/33,85 | 2.5 | 12 | S/1 015,63 |
| Operarios | 3 | S/10,42 | 2.5 | 12 | S/937,50 |
| Jefe de Ventas | 1 | S/23,44 | 2.5 | 12 | S/703,13 |
| Jefe de Contabilidad | 1 | S/23,44 | 2.5 | 12 | S/703,13 |
| Almacenero | 1 | S/15,63 | 2.5 | 12 | S/468,75 |
| Trabajador de Diseño | 1 | S/15,63 | 2.5 | 12 | S/468,75 |
| Trabajador de Contabilidad | 1 | S/15,63 | 2.5 | 12 | S/468,75 |
| Trabajador de Administración y Ventas | 1 | S/15,63 | 2.5 | 12 | S/468,75 |
| | | | | | S/9 234,39 |

- c. Costo de insumos para campaña de lanzamiento de las herramientas de *Lean Manufacturing*: costo relacionado a los tableros de lanzamiento.

Tabla 4.4: Costo de lanzamiento de herramientas de *Lean Manufacturing*

| Descripción | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Costo total (S/.) |
|---------------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Tablero de gestión visual | 11 | S/100 | S/1 100 |
| Tablero informativo | 11 | S/100 | S/1 100 |
| | | | S/2 200 |

El costo total de preparación del proyecto es equivalente a S/. 24 983,71.

4.2. Costos de implementación de las propuestas de *Lean Manufacturing*

En este acápite, se visualizan los costos de implementación de las propuestas de *Lean Manufacturing*.

a. Costos de implementación de 5 “S”:

Se muestra el detalle del costo de capacitación en cada “S”, así como el costo de los insumos y materiales utilizados en la implementación de las 5 “S”.

Tabla 4.5: Costo de capacitación de las 5 “S”

| Participante | No. Asistentes | Costo base / hora (S./hr.) | Horas de capacitación | Días de capacitación | Costo total por "S" (S/.) | Costo total de las 5 “S” (S/.) |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Consultor de Lean Manufacturing | 1 | S/.250 | 3 | 4 | S/.3 000 | S/.15 000 |
| Gerente General | 1 | S/.33,85 | 3 | 4 | S/.406,25 | S/.2 031,25 |
| Operarios | 3 | S/.10,42 | 3 | 4 | S/.375 | S/.1 875 |
| Jefe de Ventas | 1 | S/.23,44 | 3 | 4 | S/.281,25 | S/.1,406,25 |
| Jefe de Contabilidad | 1 | S/.23,44 | 3 | 4 | S/.281,25 | S/.1,406,25 |
| Almacenero | 1 | S/.15,63 | 3 | 4 | S/.187,50 | S/.937,50 |
| Trabajador de Diseño | 1 | S/.15,63 | 3 | 4 | S/.187,50 | S/.937,50 |
| Trabajador de Contabilidad | 1 | S/.15,63 | 3 | 4 | S/.187,50 | S/.937,50 |
| Trabajador de Administración y Ventas | 1 | S/.15,63 | 3 | 4 | S/.187,50 | S/.937,50 |
| | | | | | S/.5 093,75 | S/.25 468,75 |

El costo de capacitación de las 5 “S” es S/. 25 468,75.

Tabla 4.6: Costo de insumos y materiales para implementación de las 5 “S”

| Descripción | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Costo total (S/.) |
|---------------------------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Bandeja de archivo de 3 niveles | 1 | S/.50 | S/.50 |
| Tarjetas rojas | 500 | S/.1 | S/.500 |
| Gabinete de herramientas | 1 | S/.900 | S/.900 |
| Tablero de sombras | 1 | S/.300 | S/.300 |
| Productos para limpieza | 150 | S/.60 | S/.9 000 |
| Letreros de cada área | 11 | S/.50 | S/.550 |
| Etiquetas para maquinarias y estantes | 132 | S/.5 | S/.660 |
| Rótulos de etiquetas | 132 | S/.5 | S/.660 |
| Pintura tráfico amarilla | 20 | S/.120 | S/.2 400 |
| Señalética | 110 | S/.10 | S/.1 100 |
| Traje de seguridad | 60 | S/.75 | S/.4 500 |
| Lentes de seguridad | 18 | S/.50 | S/.900 |
| Tapones | 18 | S/.25 | S/.450 |
| Orejeras | 3 | S/.60 | S/.180 |
| Guantes de seguridad | 18 | S/.15 | S/.270 |
| Botas de seguridad | 18 | S/.100 | S/.1 800 |
| Mascarillas | 60 | S/.3 | S/.180 |
| Copias e impresiones | 2200 | S/.1 | S/.2 200 |
| | | | S/.26 600 |

El costo total para la implementación de las 5 “S” es S/. 52 068,75.

b. Costos de implementación de mantenimiento autónomo:

A continuación, se presenta el costo de capacitación en mantenimiento autónomo, así como el costo de herramientas, insumos y materiales para la implementación.

Tabla 4.7: Costo de capacitación en mantenimiento autónomo

| Participante | No. Asistentes | Costo base / hora (S/. / hr.) | Horas de capacitación | Días de capacitación | Costo total (S/.) |
|---------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| Consultor de Lean Manufacturing | 1 | S/250 | 3 | 4 | S/3 000 |
| Operarios | 3 | S/10,42 | 3 | 4 | S/375 |
| | | | | | S/3 375 |

Tabla 4.8: Costo de herramientas, insumos y materiales para mantenimiento autónomo

| Descripción | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Costo total (S/.) |
|---|----------|----------------------|-------------------|
| Filtros para el horno industrial y máquina de lavado y enjuague | 30 | S/300 | S/9 000 |
| Productos para limpieza | 150 | S/60 | S/9 000 |
| Torquímetro | 10 | S/450 | S/4 500 |
| Copias e impresiones | 2200 | S/1 | S/2 200 |
| | | | S/24 700 |

El costo total para la implementación de mantenimiento autónomo es S/. 28 075.

c. Costo de implementación de Justo a Tiempo (JIT):

A continuación, se presenta el costo de capacitación en JIT, así como el costo de herramientas, insumos y materiales para la implementación.

Tabla 4.9: Costo de capacitación en Justo a Tiempo (JIT)

| Participante | No. Asistentes | Costo base / hora (S/. /hr.) | Horas de capacitación | Días de capacitación | Costo total (S/.) |
|---------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| Consultor de Lean Manufacturing | 1 | S/250 | 3 | 4 | S/3 000 |
| Gerente General | 1 | S/33,85 | 3 | 4 | S/406,25 |
| Operarios | 3 | S/10,42 | 3 | 4 | S/375 |
| Almacenero | 1 | S/15,63 | 3 | 4 | S/187,50 |
| | | | | | S/3 968,75 |

Tabla 4.10: Costo de herramientas, insumos y materiales para Justo a Tiempo (JIT)

| Descripción | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Costo total (S/.) |
|----------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Clips de sujeción | 270 | S/30 | S/8 100 |
| Soportes de sujeción | 240 | S/100 | S/24 000 |
| Copias e impresiones | 2200 | S/1 | S/2 200 |
| | | | S/34 300 |

El costo total para la implementación de JIT es S/. 38 268,75.

d. Costo de implementación del sistema Kanban:

Se muestra el detalle del costo de capacitación en el sistema Kanban, así como el costo de herramientas, insumos y materiales para la implementación.

Tabla 4.11: Costo de capacitación en el sistema Kanban

| Participante | No. Asistentes | Costo base / hora (S/. /hr.) | Horas de capacitación | Días de capacitación | Costo total (S/.) |
|---------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| Consultor de Lean Manufacturing | 1 | S/250 | 3 | 4 | S/3 000 |
| Gerente General | 1 | S/33,85 | 3 | 4 | S/406,25 |
| Operarios | 3 | S/10,42 | 3 | 4 | S/375 |
| Almacenero | 1 | S/15,63 | 3 | 4 | S/187,50 |
| | | | | | S/3,968.75 |

Tabla 4.12: Costo de heramientas, insumos y materiales para el sistema Kanban

| Descripción | Cantidad | Costo unitario (S/.) | Costo total (S/.) |
|----------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Tarjetas Kanban | 1000 | S/2 | S/2 000 |
| Supermercados Kanban | 13 | S/5 000 | S/65 000 |
| Copias e impresiones | 2200 | S/1 | S/2 200 |
| | | | S/69 200 |

El costo total para la implementación del sistema Kanban es S/. 73 168,75.

4.3. Costo total para la inversión del proyecto

En este acápite, se presenta el costo total para la inversión del proyecto, el cual es equivalente a S/. 216 564,96.

Tabla 4.13: Inversión en el proyecto

| Inversión | Costo año 0 (S/.) | Porcentaje |
|---------------------------------------|-------------------|------------|
| Preparación | S/24 983,71 | 11,54 % |
| Implementación 5 “S” | S/52 068,75 | 24,04 % |
| Implementación Mantenimiento Autónomo | S/28 075 | 12,96 % |
| Implementación JIT | S/38 268,75 | 17,67 % |
| Implementación Sistema Kanban | S/73 168,75 | 33,79 % |
| Inversión Total | S/216 564,96 | 100,00 % |

4.4. Beneficios económicos de las propuestas de *Lean Manufacturing*

En este acápite, se visualizan los beneficios económicos de las propuestas de *Lean Manufacturing*.

a. Beneficios económicos de las 5 “S”:

- La producción mensual de llaveros destapadores metálicos se incrementa de 3 000 a 5 760 unidades. Además, la cantidad de llaveros defectuosos disminuye de 840 a 642 unid/mes, a partir de un mejor control visual; en otras palabras, el índice de calidad aumenta de 72 % a 88,85 %. En consecuencia, considerando como precio unitario S/. 0,50 / llavero, se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/. 1 188.

Tabla 4.14: Beneficio económico por la reducción de llaveros defectuosos

| Llaveros defectuosos actuales al mes (unid) | Llaveros defectuosos mejorados al mes (unid) | Reducción mensual en llaveros defectuosos (unid) | Precio unitario por llavero (S/. /llavero) | Beneficio económico mensual (S/.) | Beneficio económico anual (S/.) |
|---|--|--|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| 840 | 642 | 198 | S/0,50 | S/99 | S/1 188 |

- Las paradas mensuales de las maquinarias por fallas imprevistas disminuyen 7,5 horas (18,5 a 11 hr.), lo cual permite la producción de 30 llaveros/hr. Por lo tanto, considerando como precio unitario S/. 0,50 / llavero, se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/. 1 350.

Tabla 4.15: Beneficio económico por la reducción de paradas por fallas imprevistas

| Horas actuales por paradas asociadas a fallas imprevistas al mes (hr. /mes) | Horas mejoradas por paradas asociadas a fallas imprevistas al mes (hr. /mes) | Ahorro (hr.) | Producción horaria (llaveros/hr.) | Precio unitario del llavero (S./llavero) | Beneficio económico mensual (S./) | Beneficio económico anual (S./) |
|---|--|--------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| 18,5 | 11 | 7,5 | 30 | S/0,50 | S/112,50 | S/1 350 |

- La tercera “S” elimina las horas-hombre por accidente al mes (30 a 0 hr.), lo cual contribuye a la previsión de gastos innecesarios en accidentes. Por consiguiente, considerando un costo horario de cada operario por accidente de S/. 4,84, se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/. 5 231,25.

Tabla 4.16: Beneficio por la previsión de gastos innecesarios en accidentes

| Horas hombre actuales por accidente al mes (hr. /mes) | Horas hombre mejoradas por accidente al mes (hr. /mes) | Ahorro (hr. /mes) | Cantidad de operarios | Costo horario por operario (S./hr.) | Beneficio económico mensual (S./) | Beneficio económico anual (S./) |
|---|--|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 30 | 0 | 30 | 3 | S/4,84 | S/435,9375 | S/5 231,25 |

- En el área de pozo y químicos, un operario ubica diariamente una bolsa de plástico de 200 kg de zinc en el piso, ocasionando que el material se desprenda en el suelo, se contamine y no se utilice. Por ello, se compra una bolsa adicional de plástico de 200 kg de zinc, para solucionar temporalmente este problema. No obstante, a partir de la aplicación de las 5 “S”, se reduce la cantidad de días al mes (de 6 a 0 días) en las cuales no se aprovechan las bolsas de zinc, lo que origina gastos innecesarios en la adquisición del material. Por ende, considerando el precio unitario de la bolsa de 200 kg de zinc, valorizado en S/.250, se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/. 18 000.

Tabla 4.17: Beneficio por la previsión de gastos innecesarios en adquisición de bolsas de zinc

| Días actuales al mes que se desprende una bolsa de zinc en el piso (días/mes) | Días mejorados al mes que se desprende una bolsa de zinc el piso (días/mes) | Ahorro (días/mes) | Cantidad diaria de bolsas de zinc que se desprenden en el piso | Costo unitario de la bolsa de 200 kg de zinc (S./bolsa de zinc) | Beneficio económico mensual (S./) | Beneficio económico anual (S./) |
|---|---|-------------------|--|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| 6 | 0 | 6 | 1 | S/250 | S/1 500 | S/18 000 |

El beneficio económico total por la implementación de las 5 “S” es S/. 25 769,25.

b. Beneficios económicos del mantenimiento autónomo:

- Las paradas mensuales de las maquinarias por fallas imprevistas disminuyen 7,5 horas (11 a 3,5 hr.), lo cual permite la producción de 30 llaveros/hr. Por lo tanto, considerando como precio unitario S/. 0,50 / llavero, se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/. 1 350.

Tabla 4.18: Beneficio por la reducción de paradas asociadas a fallas imprevistas

| Horas actuales por paradas asociadas a fallas imprevistas al mes (hr. /mes) | Horas mejoradas por paradas asociadas a fallas imprevistas al mes (hr. /mes) | Ahorro (hr. /mes) | Producción horaria (llaveros/hr.) | Precio unitario del llavero (S/. /llavero) | Beneficio económico mensual (S/.) | Beneficio económico anual (S/.) |
|---|--|-------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| 11 | 3,5 | 7,5 | 30 | S/0,50 | S/112,50 | S/1 350 |

- Las paradas mensuales de las maquinarias por mantenimiento disminuyen 24 horas (72 a 48 hr.), lo cual facilita la producción de 30 llaveros/hr. En consecuencia, considerando como precio unitario S/. 0,50 / llavero, se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/. 4 320.

Tabla 4.19: Beneficio por la reducción de paradas asociadas a mantenimiento

| Horas actuales por paradas de mantenimiento al mes (hr. /mes) | Horas mejoradas por paradas de mantenimiento al mes (hr. /mes) | Ahorro (hr. /mes) | Producción horaria (llaveros/hr.) | Precio unitario del llavero (S/. /llavero) | Beneficio económico mensual (S/.) | Beneficio económico anual (S/.) |
|---|--|-------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| 72 | 48 | 24 | 30 | S/0,50 | S/360 | S/4 320 |

El beneficio económico total por la implementación de mantenimiento autónomo es S/. 5 670.

- c. Beneficio económico de JIT: Sobre la base de los criterios de JIT para los proveedores internos (áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, producción y corte) y externos (empresa que suministra las materias primas), se conversa con el proveedor acerca del cumplimiento de la entrega de materias primas en cantidades

y tiempos necesarios, se analiza las operaciones que no agregan valor al proceso productivo y se ejecuta acciones de mejora para eliminar los tiempos de preparación de estas actividades. De esta manera, se reduce el tiempo de ciclo de las operaciones que no agregan valor al proceso (Ver anexo 36). Este hecho contribuye a que el máximo tiempo de ciclo en el proceso se reduzca de 601,15 a 207,7 seg. /llavero, generando un incremento de 2 178 llaveros en la producción mensual. Por lo tanto, considerando un precio unitario de S/. 0,50 / llavero, se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/ 13 068.

Tabla 4.20: Beneficio por la reducción del tiempo de preparación en el proceso productivo

| Segundos al mes (seg. / mes) | Máximo tiempo actual de ciclo del proceso (seg. / llavero) | Máximo tiempo mejorado de ciclo del proceso (seg. / llavero) | Producción actual mensual (llaveros/ mes) | Producción mejorada mensual (llaveros/ mes) | Beneficio en producción mensual (llaveros/ mes) | Precio unitario del llavero (S/. / llavero) | Beneficio económico mensual (S/.) | Beneficio económico anual (S/.) |
|------------------------------|--|--|---|---|---|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| 691 200 | 601,15 | 207,7 | 1 150 | 3 328 | 2 178 | S/0,50 | S/1 089 | S/13 068 |

d. Beneficio económico del sistema Kanban:

- Sobre la base de la disminución de los tiempos de procesamiento y preparación en las operaciones asociadas al llavero destapador metálico y la aplicación de las herramientas *Lean*, se reduce el tiempo de ciclo en estas operaciones (Ver anexo 39). Este hecho permite que el máximo tiempo de ciclo en el proceso se reduzca de 207,7 a 90 seg. / llavero, generando un aumento de 4 352 llaveros / mes. Por lo tanto, considerando un precio unitario de S/. 0,50 / llavero, se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/. 26 112.

Tabla 4.21: Beneficio por la reducción del tiempo de preparación y procesamiento del llavero

| Segundos al mes (seg. / mes) | Máximo tiempo actual de ciclo del proceso (seg. / llavero) | Máximo tiempo mejorado de ciclo del proceso (seg. / llavero) | Producción actual mensual (llaveros/ mes) | Producción mejorada mensual (llaveros/ mes) | Beneficio en producción mensual (llaveros/ mes) | Precio unitario del llavero (S./ llavero) | Beneficio económico mensual (S.) | Beneficio económico anual (S./) |
|------------------------------|--|--|---|---|---|---|----------------------------------|---------------------------------|
| 691 200 | 207,7 | 90 | 3 328 | 7 680 | 4 352 | S/0,50 | S/2 176 | S/26 112 |

- Sobre la base del costo de almacenamiento por tapa de S/. 0,08, la reducción del inventario de tapas contribuye a obtener un beneficio económico anual equivalente a S/. 21 656,11.

Tabla 4.22: Beneficio por la reducción de inventario de tapas

| Mes | Costo por mantener inventario (S./unidad) | Inventario actual (unidad) | Inventario actual valorizado(S./) | Inventario mejorado (unidad) | Inventario mejorado valorizado(S./) | Beneficio por reducción de inventario (S./) |
|-----|---|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | S/0,08 | 45 126 | S/3 610,10 | 6 489 | S/519,16 | S/3 090,94 |
| 2 | S/0,08 | 18 382 | S/1 470,53 | 5 414 | S/433,08 | S/1 037,45 |
| 3 | S/0,08 | 37 257 | S/2 980,53 | 12 069 | S/965,53 | S/2 015,01 |
| 4 | S/0,08 | 18 866 | S/1 509,28 | 7 470 | S/597,59 | S/911,70 |
| 5 | S/0,08 | 32 552 | S/2 604,17 | 7 458 | S/596,62 | S/2 007,55 |
| 6 | S/0,08 | 23 218 | S/1 857,42 | 11 298 | S/903,83 | S/953,59 |
| 7 | S/0,08 | 37 257 | S/2 980,53 | 3 736 | S/298,88 | S/2 681,65 |
| 8 | S/0,08 | 18 400 | S/1 471,97 | 5 005 | S/400,36 | S/1 071,61 |
| 9 | S/0,08 | 37 257 | S/2 980,53 | 9 024 | S/721,95 | S/2 258,58 |
| 10 | S/0,08 | 20 711 | S/1 656,86 | 6 280 | S/502,41 | S/1 154,45 |
| 11 | S/0,08 | 23 054 | S/1 844,31 | 5 520 | S/441,59 | S/1 402,72 |
| 12 | S/0,08 | 43 343 | S/3 467,41 | 4 957 | S/396,55 | S/3 070,86 |
| | | | | | | S/21 656,11 |

- Sobre la base del costo de almacenamiento por destapador de S/. 0,035, la reducción del inventario de destapadores contribuye a obtener un beneficio económico anual equivalente a S/. 29 210,86.

Tabla 4.23: Beneficio por la reducción de inventario de destapadores

| Mes | Costo por mantener inventario(S./unidad) | Inventario actual (unidad) | Inventario actual valorizado(S./.) | Inventario mejorado (unidad) | Inventario mejorado valorizado(S./.) | Beneficio por reducción de inventario (S./.) |
|-----|--|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1 | S/0,035 | 54 787 | S/1 917,56 | 7 573 | S/265,06 | S/1 652,50 |
| 2 | S/0,035 | 61 568 | S/2 154,86 | 9 065 | S/317,27 | S/1 837,59 |
| 3 | S/0,035 | 54 916 | S/1 922,04 | 7 601 | S/266,05 | S/1 655,99 |
| 4 | S/0,035 | 61 568 | S/2 154,86 | 9 065 | S/317,27 | S/1 837,59 |
| 5 | S/0,035 | 54 787 | S/1 917,56 | 7 573 | S/265,06 | S/1 652,50 |
| 6 | S/0,035 | 54 916 | S/1 922,04 | 7 601 | S/266,05 | S/1 655,99 |
| 7 | S/0,035 | 54 787 | S/1 917,56 | 7 573 | S/265,06 | S/1 652,50 |
| 8 | S/0,035 | 54 916 | S/1 922,04 | 7 601 | S/266,05 | S/1 655,99 |
| 9 | S/0,035 | 54 916 | S/1 922,04 | 7 601 | S/266,05 | S/1 655,99 |
| 10 | S/0,035 | 156 759 | S/5 486,57 | 30 007 | S/1 050,25 | S/4 436,33 |
| 11 | S/0,035 | 156 759 | S/5 486,57 | 30 007 | S/1 050,25 | S/4 436,33 |
| 12 | S/0,035 | 180 394 | S/6 313,79 | 35 207 | S/1 232,23 | S/5 081,56 |
| | | | | | | S/29 210,86 |

- Sobre la base del ingreso unitario por llavero de S/. 0,50, el incremento de los llaveros destapadores metálicos entregados a tiempo (de 60 a 85 %) contribuye a obtener un beneficio económico anual equivalente a S/. 69 429,95.

Tabla 4.24: Beneficio por el cumplimiento de llaveros entregados a tiempo

| Mes | Total de llaveros solicitados | Número actual de llaveros entregados a tiempo | Ingreso unitario por llavero (S./llavero) | Ingreso actual por los llaveros entregados a tiempo (S./.) | Número mejorado de llaveros entregados a tiempo | Ingreso mejorado por los llaveros entregados a tiempo (S./.) | Beneficio económico (S./.) |
|-----|-------------------------------|---|---|--|---|--|----------------------------|
| 1 | 26 086 | 15 651 | S/0,50 | S/7 825,69 | 22 173 | S/11 086,40 | S/3 260,71 |
| 2 | 30 941 | 18 564 | S/0,50 | S/9 282,22 | 26 300 | S/13 149,81 | S/3 867,59 |
| 3 | 35 735 | 21 441 | S/0,50 | S/10 720,54 | 30 375 | S/15 187,43 | S/4 466,89 |
| 4 | 33 302 | 19 981 | S/0,50 | S/9 990,64 | 28 307 | S/14 153,41 | S/4 162,77 |
| 5 | 196 289 | 117 773 | S/0,50 | S/58 886,58 | 166 845 | S/83 422,65 | S/24 536,07 |
| 6 | 33 104 | 19 862 | S/0,50 | S/9 931,21 | 28 138 | S/14 069,22 | S/4 138,01 |
| 7 | 31 704 | 19 023 | S/0,50 | S/9 511,28 | 26 949 | S/13 474,32 | S/3 963,04 |
| 8 | 29 851 | 17 910 | S/0,50 | S/8 955,24 | 25 373 | S/12 686,60 | S/3 731,35 |
| 9 | 31 186 | 18 712 | S/0,50 | S/9 355,94 | 26 508 | S/13 254,25 | S/3 898,31 |
| 10 | 42 541 | 25 525 | S/0,50 | S/12 762,37 | 36 160 | S/18 080,02 | S/5 317,65 |
| 11 | 34 666 | 20 800 | S/0,50 | S/10 399,84 | 29 466 | S/14 733,10 | S/4 333,26 |
| 12 | 30 034 | 18 021 | S/0,50 | S/9 010,33 | 25 529 | S/12 764,64 | S/3 754,30 |
| | | | | | | S/69 429,95 | |

El beneficio económico total por la implementación de Kanban es S/. 146 408,92.

4.5. Beneficio económico total del proyecto

En este acápite, se muestra el beneficio económico total en cada año del proyecto, el cual es equivalente a S/. 190 916,17.

Tabla 4.25: Beneficio económico total en los años 1, 2 y 3 del proyecto

| Beneficio económico | Ingreso año 1-3 (S/.) | Porcentaje |
|---------------------------------------|-----------------------|------------|
| Implementación 5 "S" | S/25 769,25 | 13,50% |
| Implementación Mantenimiento Autónomo | S/5 670 | 2,97% |
| Implementación JIT | S/13 068 | 6,84% |
| Implementación Sistema Kanban | S/146 408,92 | 76,69% |
| Beneficio económico total | S/190 916,17 | 100,00% |

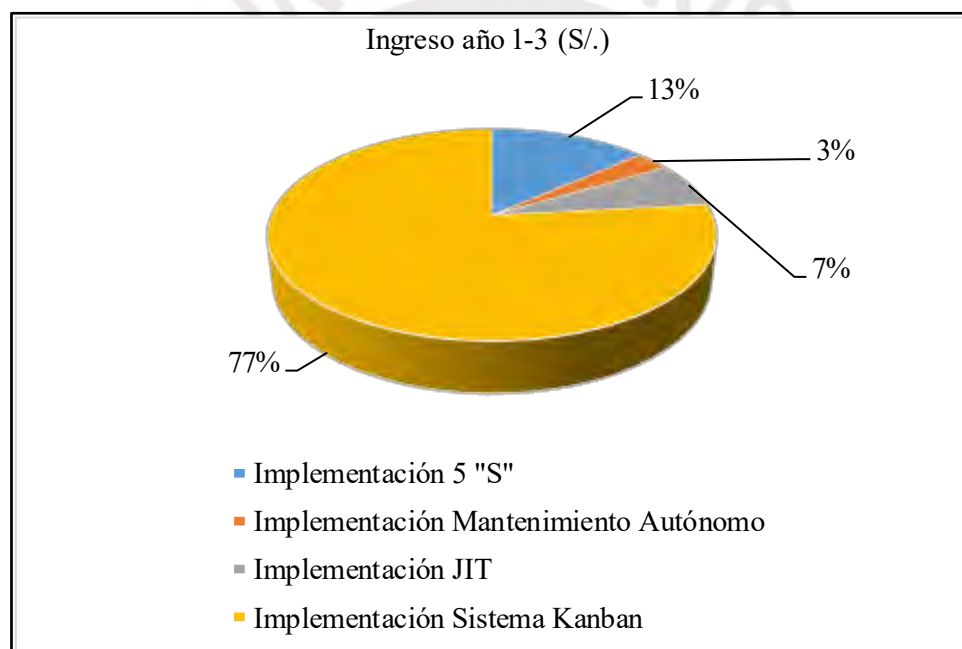


Figura 4.1: Impacto económico de cada herramienta

De acuerdo a la figura 4.1, las 2 herramientas de mayor impacto económico son Kanban (77 % del beneficio económico total anual) y las 5 "S" (13 % del beneficio económico total anual). Este hecho se debe a que el sistema Kanban presenta un ahorro significativo vinculado a la reducción del tiempo de preparación y procesamiento en cada operación del proceso productivo; reducción de inventarios de tapas y destapadores; y cumplimiento de llaveros destapadores metálicos entregados a tiempo. En el caso de las 5 "S", constituyen ahorros económicos por reducción de llaveros

defectuosos; disminución de paradas de maquinarias por fallas imprevistas; previsión de gastos en accidentes y eliminación de los gastos de adquisición de bolsas de zinc. Asimismo, es importante enfatizar que la implementación de las 5 “S” ayuda a ordenar y lograr un ahorro de espacios en las áreas de producción, corte, enjuague y secado, zincado y diseño; ya que, luego de su implementación, se puede comenzar la aplicación del sistema Kanban.

4.6. Evaluación de la factibilidad de las propuestas de *Lean Manufacturing*

En este acápite, se muestra la evaluación de la factibilidad de las propuestas de *Lean Manufacturing*.

a. Costo de oportunidad de la empresa (COK):

En primer lugar, se detallan los datos necesarios para el cálculo del costo de oportunidad de la empresa (COK), en función de la metodología CAPM (Lira, 2012).

Tabla 4.26: Datos para el cálculo del COK

| Descripción | Valor |
|---|--------|
| Rf (tasa libre de riesgo) | 2,76% |
| Rm-Rf (prima por riesgo de mercado) | 4,83% |
| β desapalancado | 1,07 |
| Riesgo país | 1,29% |
| Inflación Perú | 1,9% |
| Inflación EEUU | 2,3% |
| Relación Deuda (D) / Patrimonio (P) para Industria Publicitaria | 0,6757 |
| T=Impuesto a la Renta | 29,50% |

Fuente: Lira (2012), Hosh Perú

En segundo lugar, se calcula el β del proyecto, el cual se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$\beta \text{ proyecto} = [1 + (D/P) * (1-T)] * \text{Beta desapalancado}$$

$$\beta \text{ proyecto} = [1 + 0,6757 * (1-0,295)] * 1,07 = 1,58$$

Para el cálculo, el β desapalancado se obtiene de la página de Aswath Damodaran (Damodaran, 2019). Sobre la base de que la empresa pertenece al sector de la industria publicitaria, el β del proyecto es equivalente a 1,58.

Después, la prima por riesgo de mercado se determina mediante la diferencia de los promedios geométricos de la rentabilidad de mercado y rentabilidad fija de los resultados históricos de rendimiento desde 1928 – 2019 (Damodaran, 2019), obteniendo como resultado 4,83 %.

Además, en función de los bonos del tesoro a 5 años en Estados Unidos, se determina que el promedio de la rentabilidad fija en el año 2019, el cual es equivalente a 2,76 % (Valor de referencia para el cálculo del COK). A partir del promedio del riesgo país en el 2019, se obtiene una tasa equivalente a 1,29 % (BCRP, 2020). Respecto al cálculo del COK, se efectúa en base a estos datos y la siguiente fórmula:

$$\text{COK} = R_f + \beta \text{ proyecto} * (R_m - R_f) + \text{Riesgo país}$$

$$\text{COK (\$)} = 2,76 \% + 1,58 * (4,83 \%) + 1,29 \%$$

$$\text{COK (\$)} = 11,68 \%$$

Por último, se ajusta la fórmula anterior con las tasas de inflación de Perú y Estados Unidos en el 2019 para calcular un COK expresado en moneda corriente (soles). De este modo, se determina un COK (S/.) de 12 %, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CAPM} = \text{COK} = [R_f + \beta \text{ proyecto} * (R_m - R_f) + \text{Riesgo país}] * \frac{[1 + \text{Inflación Perú}]}{[1 + \text{Inflación EEUU}]}$$

$$\text{COK (S/.)} = \text{COK (\$)} * [1 + \text{Inflación Perú}] / [1 + \text{Inflación EEUU}]$$

$$\text{COK (S/.)} = 11,68 \% * [1 + 1,9 \%) / [1 + 2,3 \%) = 11,63 \%$$

$$\text{COK (S/.)} = 12 \%$$

Asimismo, sobre la base del COK (expresado en soles) requerido para el proyecto, se conversó con el gerente general de la organización, el cual concluyó que 12 % era un costo de oportunidad atractivo y necesario para su giro del negocio.

b. Evaluación del proyecto:

Para comparar los indicadores de evaluación del proyecto, se considera la inversión, los beneficios económicos y el costo de oportunidad. Asimismo, se presentan las siguientes consideraciones:

- El período de evaluación es equivalente a 36 meses (3 años).
- Los beneficios económicos obtenidos en el primer año se mantienen constantes para el segundo y tercer año.
- Los costos de capacitación en 5 “S”, Mantenimiento Autónomo, JIT y Kanban en el año 0 se mantienen constantes para los años 1, 2 y 3.

A continuación, se muestran los flujos en el período de evaluación del proyecto.

Tabla 4.27: Flujo en el período de evaluación del proyecto

| Concepto/Año | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|---------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión | -S/216 564,96 | -S/36 781,25 | -S/36 781,25 | -S/36 781,25 |
| Beneficio económico | S/0,00 | S/190 916,17 | S/190 916,17 | S/190 916,17 |
| Flujo | -S/216 564,96 | S/154 134,92 | S/154 134,92 | S/154 134,92 |

Sobre la base del flujo y el COK, se determina un VAN de S/. 153 641,11 y una TIR de 50 %, los cuales son indicadores que reflejan un proyecto viable económicamente, en función de un VAN positivo y una TIR mayor al COK de 12 %.

Tabla 4.28: Indicadores de la viabilidad del proyecto

| Evaluación del proyecto | |
|-------------------------|--------------|
| COK | 12% |
| VAN | S/153 641,11 |
| TIR | 50% |

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

5.1. Conclusiones

- La empresa presenta tres (03) problemas fundamentales, los cuales son: desorden, incumplimiento en la fecha de entrega de los pedidos y paradas de máquina. En relación a ello, se analizan dichos problemas mediante diagramas de causa y efecto, concluyendo que las causas principales están relacionadas a la ausencia de un programa de limpieza y orden en el área de producción; falta de capacitación del personal en el mantenimiento de máquinas; altos niveles de inventarios de productos en proceso, incumplimiento en las cantidades y plazos de entrega de materias primas; y falta de automatización de las operaciones manuales y semiautomáticas.
- Se implementan las herramientas de *Lean Manufacturing* (5 “S”, Mantenimiento Autónomo, JIT, Kanban), a fin de presentar una propuesta integral para la clasificación, orden y limpieza de cada área laboral; salud y seguridad, y autodisciplina en cada puesto de trabajo; atención de los pedidos de los clientes y capacitación en mantenimiento de maquinarias.
- A partir del beneficio económico total anual de S/. 190 916,17; se concluye que las dos (02) herramientas de mayor impacto económico son Kanban y las 5 “S”. En el caso del sistema Kanban, brinda un beneficio económico anual equivalente a S/. 146 408,92 (77 % del beneficio económico total anual), mientras que la implementación de las 5 “S” comprende un beneficio económico anual equivalente a S/. 25 769,25 (13 % del beneficio económico total anual).
- En función de la aplicación de las 5 “S”, se logra clasificar correctamente las materias primas, productos en procesos, maquinarias y materiales; establecer estándares de orden y limpieza en cada área; ejecutar acciones en pro de la seguridad y salud en el trabajo; y la autodisciplina se manifiesta en mantener el respeto a los procedimientos establecidos.

- A partir de la implementación del mantenimiento autónomo, se reducen las paradas diarias por mantenimiento y fallas imprevistas en todas las maquinarias utilizadas en el proceso productivo del llavero destapador metálico, logrando indicadores de disponibilidad, eficiencia, calidad y efectividad global del equipo equivalentes a 97,57%, 98,39%, 88,85% y 85,3%, respectivamente. Asimismo, esta herramienta constituye un beneficio económico anual equivalente a S/. 5 670.
- Sobre la base de la aplicación de Justo a Tiempo (JIT), se elimina y/o reduce cada tiempo de preparación asociado a las operaciones que no agregan valor (áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, producción y corte) y se establece una relación cliente-proveedor basada en la entrega de materias primas en los tiempos y cantidades solicitados. Además, esta herramienta abarca un beneficio económico anual equivalente a S/. 13 068.
- La implementación del sistema Kanban permite la integración de las operaciones pertenecientes a las áreas de enjuague y secado, pozo y químicos, producción y corte, de tal manera que se reducen los tiempos de preparación y procesamiento en cada etapa. Asimismo, esta herramienta contribuye a incrementar de 60 a 85 %, el porcentaje de pedidos anuales entregados a tiempo (OTD) del producto estrella.
- La implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* contribuye a reducir el tiempo de valor agregado de 1 564 a 353 segundos (disminución del 77 %) y reducir el *lead time* de 34 a 15 días (disminución del 56 %) del proceso de fabricación.
- A partir de la aplicación de las herramientas *Lean*, la producción mensual de llaveros destapadores metálicos se incrementa de 3 000 a 5 760 unidades (aumento del 92 %). Respecto a la calidad del producto, la cantidad de llaveros defectuosos baja de 840 a 642 unidades al mes a partir de un mejor control visual; en otras palabras, el índice de calidad aumenta de 72 % a 88,85 %.
- El proyecto es viable económicamente; debido a que el valor actual neto (VAN) es positivo, siendo S/. 153 641,11. Además, la tasa de interés de retorno es de 50 %, mayor al COK de 12 %.

5.2. Recomendaciones

- Para la aplicación de las herramientas *Lean*, es necesario la formación de equipos de mejora continua, los cuales facilitan la identificación, análisis y resolución efectiva de los problemas.
- Para garantizar una implementación excelente de las 5 “S”, se debe reutilizar bolsas de plásticos de materias primas para la producción de llaveros; agregar especificaciones técnicas a las etiquetas de las maquinarias; actualizar las funciones de limpieza de forma diaria, semanal y mensual; adquirir guantes aislantes para el personal de la organización; y mantener un seguimiento de las actividades diarias relacionadas con los estándares establecidos.
- Respecto al mantenimiento autónomo, identificar nuevos focos de suciedad y contaminación en las maquinarias; tomar acciones correctivas; rediseñar los estándares actuales de limpieza y lubricación; y realizar inspecciones generales y autónomas.
- En el caso de la aplicación de JIT, abarcar las actividades de aprovisionamiento y distribución, para eliminar los tiempos que no agregan valor; y reducir el *lead time* de estas actividades.
- Para mantener la implementación del sistema Kanban, invertir en la infraestructura tecnológica, de transporte y física; incorporar al proveedor de materias primas al sistema Kanban; y establecer acciones de mejora.
- Para incrementar la producción mensual de llaveros y reducir el *lead time*; mejorar la relación cliente-proveedor; garantizar la recepción de los pedidos de materias primas en 2 días; capacitar al personal en el manejo de las maquinarias automáticas actuales; y automatizar las operaciones manuales del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

ACUERDOS COMERCIALES DEL PERÚ

Tratado de libre comercio entre Perú y China. Consulta: 9 de noviembre de 2020.

http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=42&Itemid=59

ALIBABA

Jining Qing Ke Machinery Co., Ltd: Máquina automática de lavado y enjuague de alta presión. Consulta: 9 de noviembre de 2020.

https://spanish.alibaba.com/product-detail/mobile-high-pressure-washer-stainless-steel-electric-vacuum-steam-car-washer-1600113805164.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.69b87b29Ifq5K5

Weifang Xinbeihai Hot Dip Galvanizing Co., Ltd: Máquina automática de galvanizado en zinc. Consulta: 9 de noviembre de 2020.

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/continuous-hot-dip-galvanizing-line-equipment-plant-machine-supplier-manufacture-60745981274.html?spm=a2700.8699010.normalList.50.492e4274pKoZKp>

Hangzhou Zhongguan Hanming Technology Co., Ltd: Máquina automática de corte para papel impreso. Consulta: 9 de noviembre de 2020.

https://spanish.alibaba.com/product-detail/Top-Quality-Automatic-A3-Electric-450-62576568127.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.4b7049bbX2QETs&s=p

Shenzhen Robotsung Automation Technology Co., Ltd: Máquina automática de corte para material plástico. Consulta: 9 de noviembre de 2020.

https://spanish.alibaba.com/product-detail/Automatic-Plastic-Sheet-Plastic-Tube-Cutting-1076719504.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.42b8c537yJy0Tn&s=p

AMAZON

Bandeja de archivos organizadores de escritorio. Consulta: 10 de noviembre de 2020.

<https://www.amazon.es/Archivos-Organizadores-Escritorio-Almacenamiento-Pl%C3%A1stico/dp/B07TXZM8R3>

AUTO LINK

Manual de usuario de máquina argollera. Consulta: 03 de noviembre de 2020.

<https://autolinkenc.com/es/maquina-formadora-de-alambre/maquina-formadora-de-muelles-rotativos-de-5-6-ejes/>

ABANTO, Madeleine y Stefany DEL CASTILLO

2019 Propuesta de mejora de las operaciones en una empresa de calzado de PVC, usando MRP y herramientas de manufactura esbelta. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 12 de mayo de 2020.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/15053>

BALLOU, Ronald

2004 *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Education.

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ (BCRP)

2020 *Base de datos de estadísticas para riesgo país*. Consulta: 23 de noviembre de 2020.

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04709XD/html>

CABRERA, Rafael

2010 *Manual de Lean Manufacturing*. Ciudad de México. Consulta: 12 de mayo del 2020.

https://www.academia.edu/5205722/Manual_de_Lean_Manufacturing_TPS_Americanizado

CARREÑO, Adolfo

2017 *Cadena de suministro y logística*. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.

CHASE, Richard y Robert JACOBS

2018 *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros*. Quinceava edición. México: McGraw-Hill.

COMPAÑÍA PERUANA DE ESTUDIOS DE MERCADO Y OPINIÓN PÚBLICA (CPI)

2019 *Reporte de mercado de la inversión publicitaria 2019*. Lima. Consulta: 12 de abril de 2020.

https://www.cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_inversion_publicitaria_2019_n01_2020_a.pdf

CÓRDOVA, Frank

2012 Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmeccánica usando la manufactura esbelta. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 05 de octubre de 2020.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/4712>

DAMODARAN

2020a *Base de datos de estadísticas para rentabilidades y tasas libres de riesgo.* Consulta: 23 de noviembre de 2020.

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

2020b *Base de datos de estadísticas para beta desapalancado, deuda y patrimonio por sector.* Consulta: 23 de noviembre de 2020.

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

DELGADO, César y Manuel BRAVO

2016 Estudio de pre factibilidad de una planta de galvanizado en caliente para el sector industrial metal mecánica. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Consulta: 05 de octubre de 2020.

<http://hdl.handle.net/10757/621668>

DIRECT INDUSTRY

Máquina de corte para material plástico. Consulta: 03 de noviembre de 2020.

<https://www.directindustry.es/prod/oz-machine/product-65850-2150507.html>

Máquina de corte para papel impreso. Consulta: 03 de noviembre de 2020.

<https://www.directindustry.es/prod/tectuprint/product-112187-1059461.html>

DOMÍNGUEZ, José

1995 *Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios.* Madrid: McGraw-Hill.

FLORES, Christian y Brayan LAGUNA

2020 Propuesta de implementación de un sistema de planificación y control de operaciones para una MYPE de calzado utilizando inventarios agregados, MRP/CRP y Heijunka. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 12 de mayo de 2020.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/16102>

GANANCI

Cómo calcular tus costos de importación desde China. Consulta: 9 de noviembre de 2020.

<https://gananci.org/costos-de-importacion/>

GESTIÓN

2020 “Inflación en Perú es más baja que en EEUU. ¿Qué explica esta evolución?”. *Gestión*. Lima, 03 de febrero. Consulta: 23 de noviembre de 2020.

<https://gestion.pe/economia/inflacion-en-peru-es-mas-baja-que-en-eeuu-que-explica-esta-evolucion-noticia/>

GRATING MEISER

Clip de sujeción. Consulta: 11 de noviembre de 2020.

https://grating-meiser.com/productos/categorias.php?categoria_id=11

GUILLÉN, Mariano

2019a “Introducción manufactura esbelta”. Material del curso de *Temas de Operaciones*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

2019b “Talleres de manufactura esbelta”. Material del curso de *Temas de Operaciones*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

2019c “Metodología para la implantación de un sistema 5 S”. Material del curso de *Establecimiento de procesos estables*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

HAY, Edward

2003 *Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. Colombia: Norma.

HOGARMANÍA

Panel de herramientas. Consulta: 30 de setiembre de 2020.

<https://www.hogarmania.com/>

HOSH PERÚ

Hosh Perú. Consulta: 19 de abril de 2020.

<http://www.hoshperu.com>

IMPORTADORA DE PERNOS

Importadora de pernos: Estándares para pernos. Consulta: 03 de octubre de 2020.

<https://www.imporpernos.com/blog/normas-estandares>

INDUSTRIAL GAMEDA

Industrial Gameda: Manual del usuario de la máquina botonera. Consulta: 03 de octubre de 2020.

<https://www.yumpu.com/es/document/read/14569202/manual-del-usuario-de-la-maquina-botonera-gameda>

INVESTING

Rentabilidad del bono Estados Unidos 5 años desde 2019. Consulta: 23 de noviembre de 2020.

<https://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-5-year-bond-yield>

KRAJEWSKI, Lee, Larry RITZMAN y Manoj MALHOTRA

2013 *Administración de operaciones: procesos y cadena de valor*. Treceava edición. México: Pearson.

LAZO, Karina

2019 “Matriz IPERC”. Material del curso de *Seguridad Integral*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

LEAN MANUFACTURING 10

Diagrama de Pareto: qué es y cómo realizarlo paso a paso. Consulta: 10 de mayo de 2020.

<https://leanmanufacturing10.com/diagrama-de-pareto>

LEAN SOLUTIONS

Tarjetas y supermercados kanban. Consulta: 22 de octubre de 2020.

<https://leansolutions.co/pagina-2/supermercado-kanban/>

LEÓN, Mery

2019 “Inventarios”. Material del curso de *Planeamiento y control de operaciones*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

LIRA, Paúl

2012 “La tasa de descuento de un proyecto en la práctica”. *Gestión*. Lima, 07 de febrero. Consulta: 23 de noviembre de 2020.

<http://blogs.gestion.pe/deregresoalobasico/2012/02/determinando-la-tasa-de-descue-2.html>

LUQUE, Juan

2020 Análisis y propuesta de mejora en la confección de ropa deportiva de una PYME aplicando herramientas de manufactura esbelta. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 22 de setiembre de 2020.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/16708>

MADE IN CHINA

Flete de Shanghai, Ningbo, Qingdao, Guangzhou, Shenzhen, Xiamen, China a México, Guatemala, Manzanillo, Puerto Rico, San Juan, Callao. Consulta: 9 de noviembre de 2020.

https://es.made-in-china.com/co_shenzhencompass/product_Ocean-Freight-From-Shanghai-Ningbo-Qingdao-Guangzhou-Shenzhen-Xiamen-China-to-Mexico-Guatemala-Manzanillo-Puerto-Rico-San-Juan_heyneeoog.html

MAQUICLICK

Cómo realizar la limpieza de maquinaria industrial. Consulta: 22 de setiembre de 2020.

<https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/como-realizar-la-limpieza-de-maquinaria-industrial/>

MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO (MINCETUR)

2015 *Análisis de los costos marítimos y portuarios.* Consulta: 9 de noviembre de 2020.

https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/facilitacion_comercio_exterior/Costos_Portuarios_Maritimos_Peru.pdf

MY PERÚ GLOBAL

Cómo calcular los aranceles e impuestos de importación. Consulta: 9 de noviembre de 2020.

<https://myperuglobal.com/como-calcular-los-aranceles-e-impuestos-de-importacion/>

NIEBEL, Benjamín

2001 *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo.* Décima edición. México: McGraw-Hill.

ORMACHEA, Fernando

2018 “Tipos de procesos”. Material del curso de *Ingeniería de Plantas.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

PETERSON, Rein y Edward SILVER

1985 *Decision systems for inventory management and production planning.* Segunda edición. New York: John Wiley & Sons.

PROGRESSA LEAN

2015 “5 Porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas”. *Progressa Lean.* Valencia. Consulta: 11 de mayo de 2020.

<https://www.progressalean.com/5-porques-analisis-de-la-causa-raiz-de-los-problemas/>

RAU, José

2020 “Lean Manufacturing”. Material del curso de *Sistemas integrados de producción.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

RETUERTO, Ivo

2020 Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de manufactura esbelta en la línea de reparación de monoblocks de un taller rectificador. Tesis para

obtener el título profesional de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 22 de setiembre de 2020.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/16475>

RUEDA, Juan

2013 “Value Stream Mapping (VSM)”. *Mapa de cadena de valor*. Consulta: 29 de mayo de 2020.

http://mapadelflujodevalor.blogspot.com/2013/11/ejemplo_21.html

SAMATEX

Manual de usuario de máquina de corte circular. Consulta: 03 de noviembre de 2020.

<http://www.samatex.es/producto/maquinas-de-corte-manual/corte-circular>

SARRIA, Mónica

2015 “Modelo metodológico de implementación de Lean Manufacturing”. *Revista EAN*. Bogotá, número 83, pp. 51-71. Consulta: 11 de mayo de 2020.

<https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>

SASCÓ, Sharon

2019 Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de Lean Manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una empresa fabricante de productos plásticos. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 22 de setiembre de 2020.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/15272>

SEGAN

Señalética. Consulta: 10 de noviembre de 2020.

<https://www.senalessegan.com/>

SODIMAC PERÚ

Elementos de seguridad. Consulta: 10 de noviembre de 2020.

<https://www.sodimac.com.uy/sodimac-uy/category/cat21098/seguridad-industrial#:~:text=%20%20%201%20amortiguadores%20de%20impacto%201,2%2026%20zapatos%20sin%20puntera%201%20More%20>

Filtro purificador de agua. Consulta: 11 de noviembre de 2020.

<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/category/cat679049/filtros-y-purificadores-de-agua/>

Gabinete de herramientas y tablero de sombras. Consulta: 10 de noviembre de 2020.

<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/28479/Tablero-MDF-Desnudo-3mm-2135x244m/28479>

Pintura tráfico amarilla. Consulta: 7 de diciembre de 2020.

<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1201514/Pintura-trafico-amarilla-1-gl>

Soporte de sujeción. Consulta: 11 de noviembre de 2020.

<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1591266/Soporte-PVC/1591266>

Torquímetro. Consulta: 22 de octubre de 2020.

<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/504920/Torquimetro-15-Lbrs>

STATISTA

2019a *Reporte de mercado sobre la distribución porcentual del gasto en publicidad a nivel mundial desde 2011 hasta 2021*. Hamburgo. Consulta: 12 de abril de 2020.

<https://es.statista.com/estadisticas/598548/porcentaje-de-gasto-en-publicidad-en-el-mundo-por-region/>

2019b *Reporte de mercado sobre la industria publicitaria en América Latina – Datos estadísticos*. Hamburgo. Consulta: 12 de abril de 2020.

<https://es.statista.com/temas/3657/industria-publicitaria-en-america-latina/>

2019c *Reporte de mercado sobre los mercados publicitarios con el mayor aumento del gasto en publicidad del mundo 2018-2021, por región*. Hamburgo. Consulta: 12 de abril de 2020.

<https://es.statista.com/estadisticas/627137/mercados-publicitarios-con-el-mayor-aumento-del-gasto-en-publicidad-del-mundo/>

VERMOREL, Estelle

2013 “Costes de inventario (ordenamiento, almacenamiento). Definición y fórmula”. *Lokad*. Consulta: 14 de junio de 2020.

<https://www.lokad.com/es/definicion-costes-de-inventario>

WISKY, Josseline

2019 *Analizar y mejorar los procesos críticos de una empresa comercializadora aplicando 5’S y ergonomía*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Consulta: 12 de abril de 2020.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/16070>

WOMACK, James y Daniel JONES

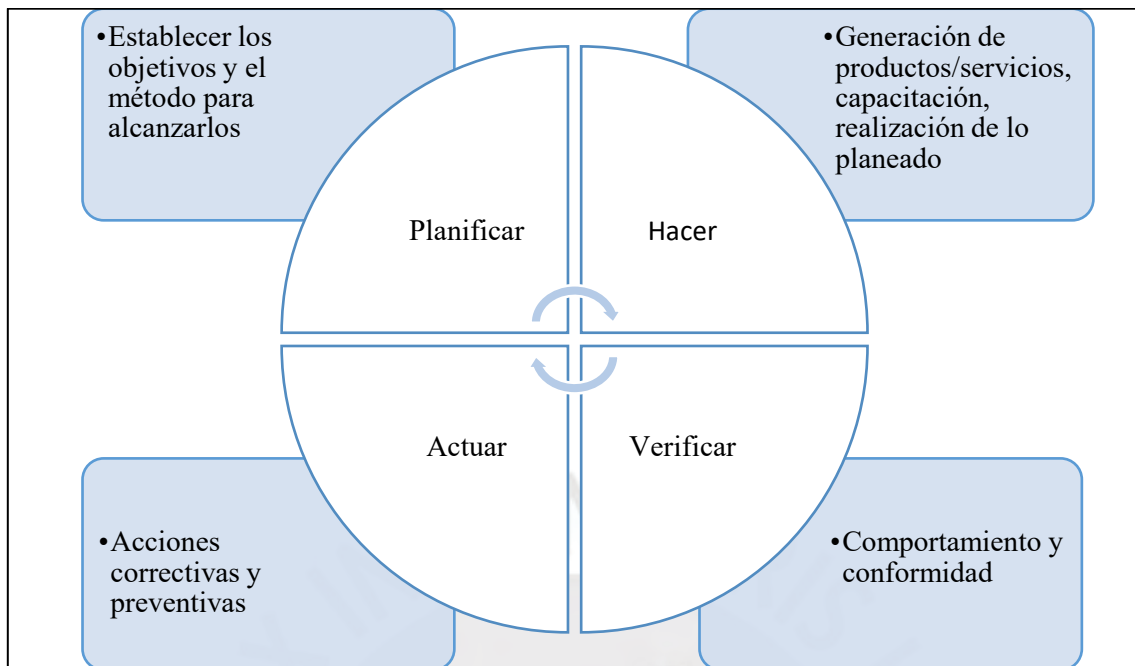
1996 *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Simon & Schuster.

ZAMORA, Silvia

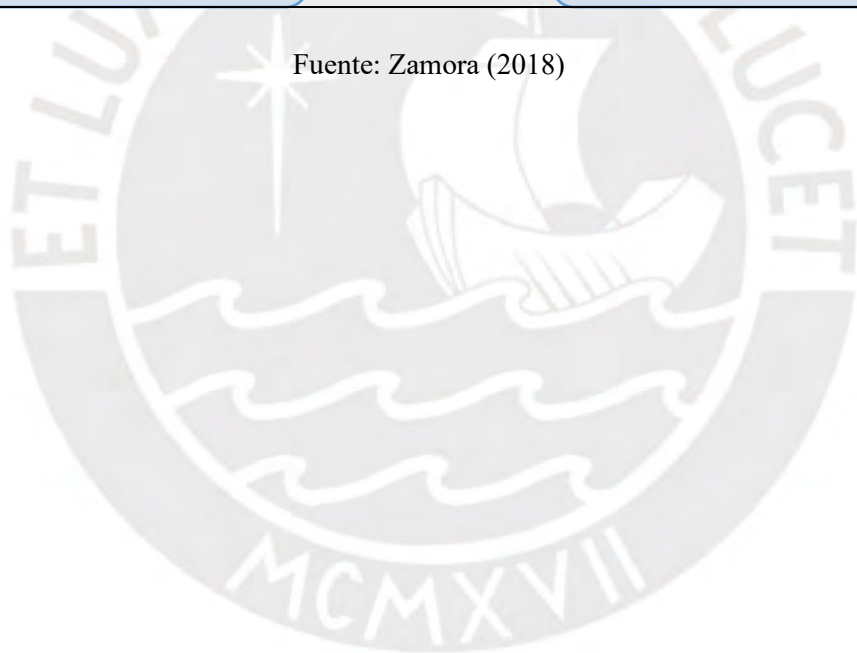
2018 “Mejoramiento de la calidad: Herramientas”. Material del curso de *Control integral de calidad*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.



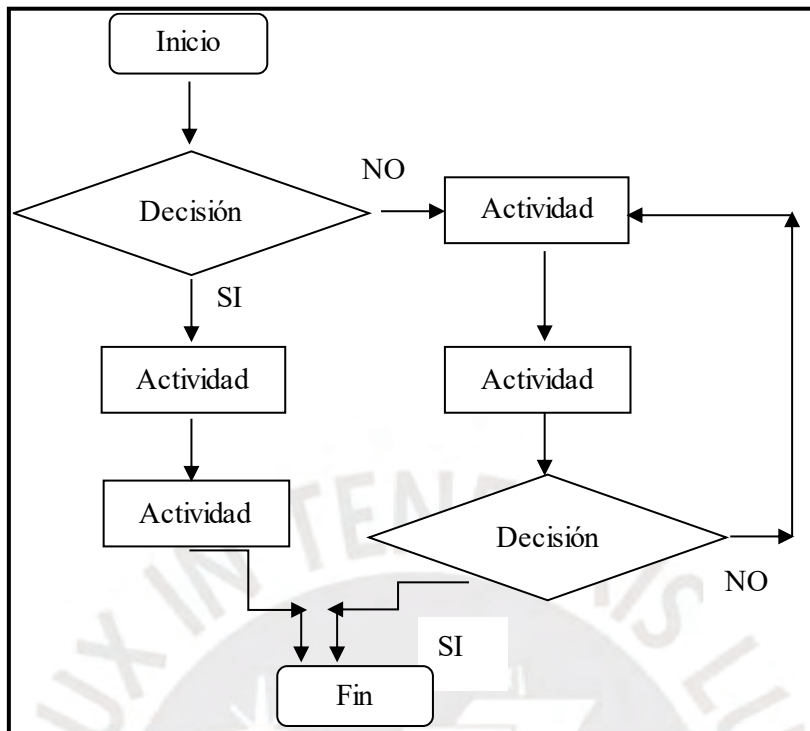
Anexo 1: Ciclo de Deming



Fuente: Zamora (2018)

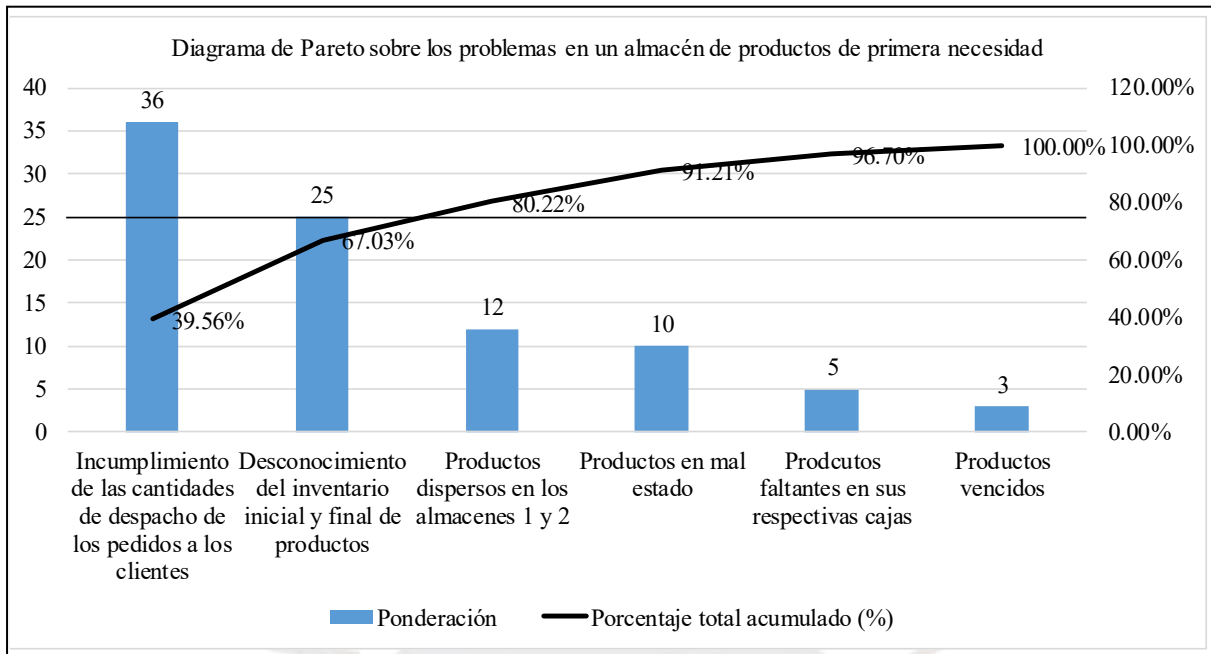


Anexo 2: Representación del diagrama de flujo

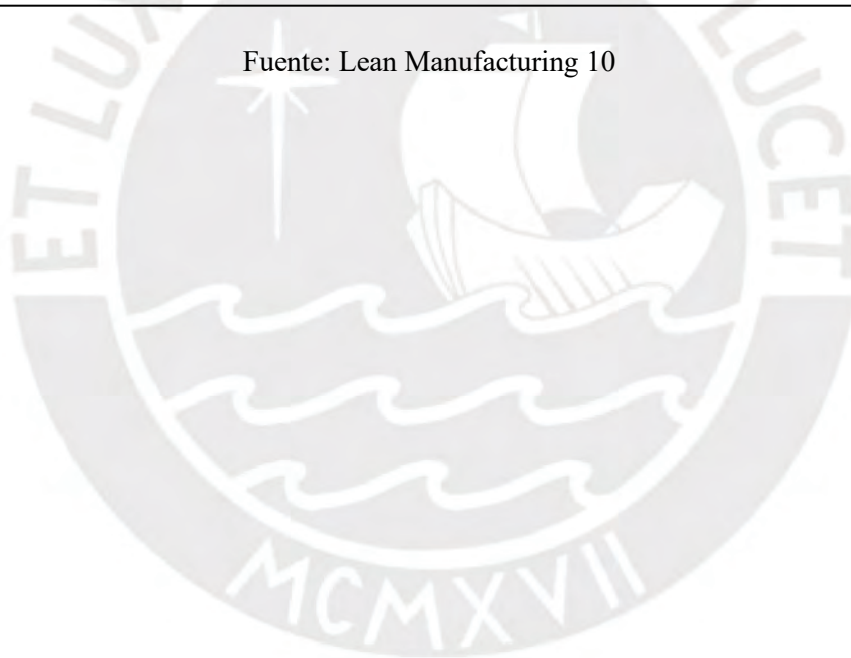


Fuente: Zamora (2018)

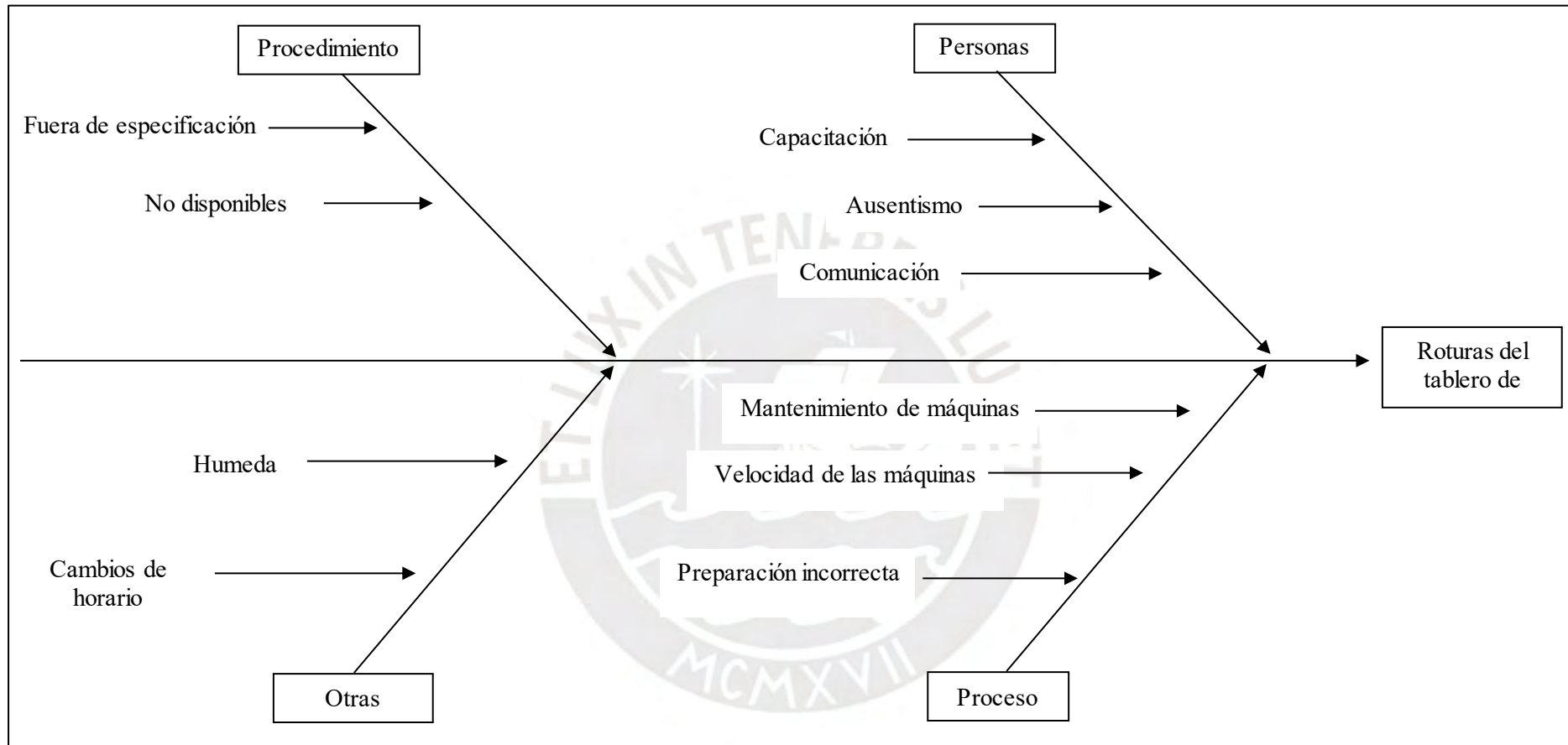
Anexo 3: Ejemplo de un diagrama de Pareto



Fuente: Lean Manufacturing 10



Anexo 4: Ejemplo de un diagrama de causa y efecto



Fuente: Zamora (2018)

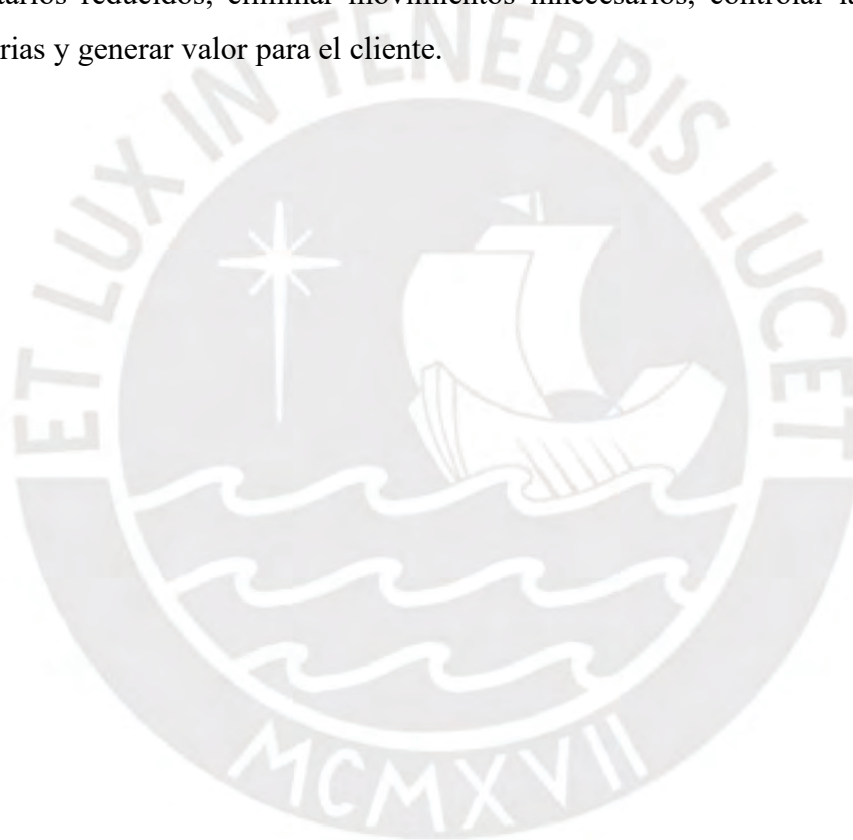
Anexo 5: Ejemplo de la técnica de los 5 porqués

| Problemas a estudiar | Primer porqué | Segundo porqué | Tercer porqué | Cuarto porqué | Quinto porqué | Resultado del análisis |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|----------------------------------|
| ¿Por qué no escribe el bolígrafo? | Porque no tiene tinta | ¿Por qué no tiene tinta?: Porque no se ha repuesto | ¿Por qué no se ha repuesto?: Porque nadie revisa el nivel de tinta | | | Incluir estándar de inspección |
| | Porque la tinta está seca | ¿Por qué está seca la tinta?: Porque la temperatura está elevada | ¿Por qué está elevada la temperatura?: Porque se deja junto a la estufa | ¿Por qué se deja junto a una estufa?: Porque no hay otro sitio donde dejarlo | ¿Por qué no hay otro sitio donde dejarlo?: Porque no hay un porta bolígrafo | Instalar un porta bolígrafo |
| | | ¿Por qué está seca la tinta?: Porque el bolígrafo se deja abierto | ¿Por qué se deja abierto el bolígrafo?: Porque no existe una especificación que indique su cierre | | | No influye que se quede abierto |
| | Porque su punta está aprobada | ¿Por qué está aplastada la punta?: Porque el bolígrafo se ha golpeado | ¿Por qué está golpeado el bolígrafo?: Porque el bolígrafo se cae constantemente al suelo | ¿Por qué se cae el bolígrafo?: Porque se cae de la mano de la persona que escribe | | No ocurre |
| | | | | ¿Por qué se cae el bolígrafo?: Porque se resbala de la mesa | ¿Por qué se resbala de la mesa?: Porque hay pendiente | Eliminar la pendiente de la mesa |

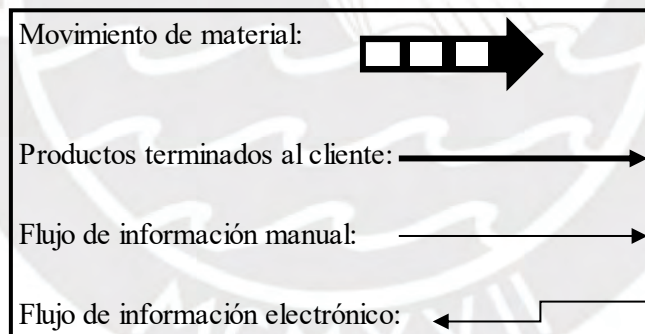
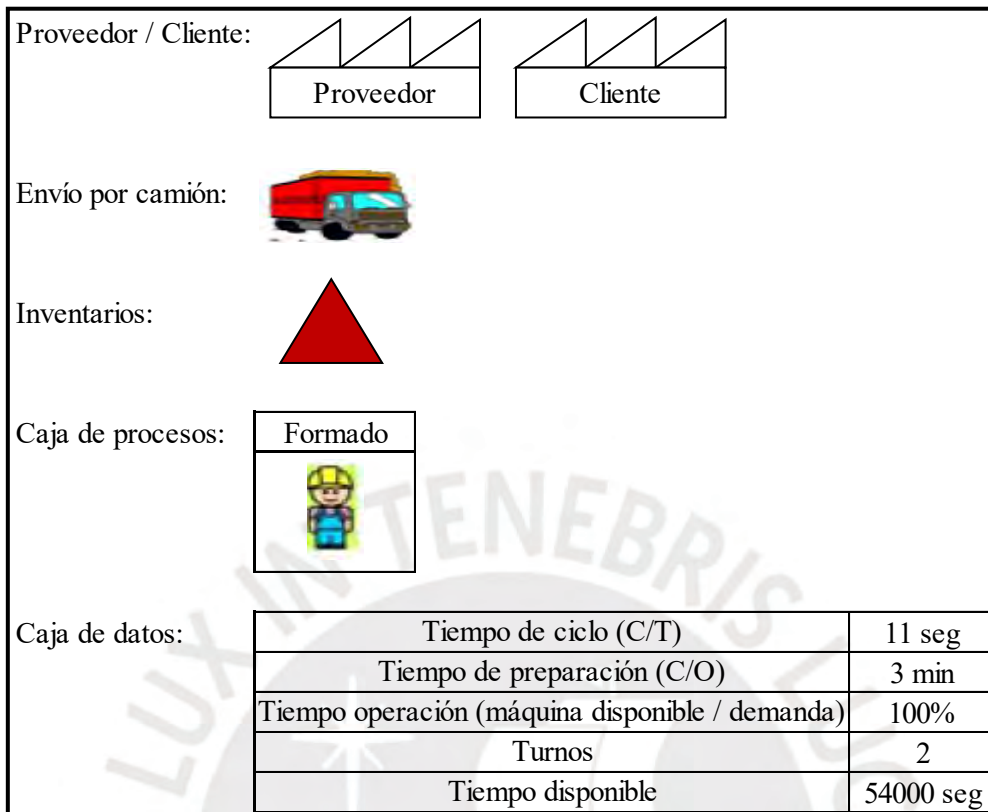
Fuente: Progressa Lean (2015)

Anexo 6: Antecedentes de *Lean Manufacturing*

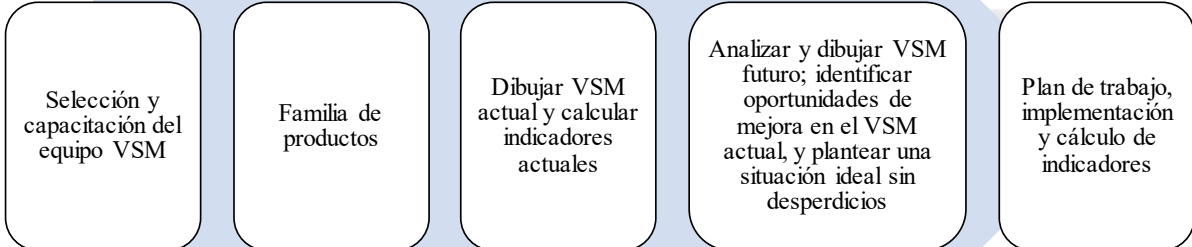
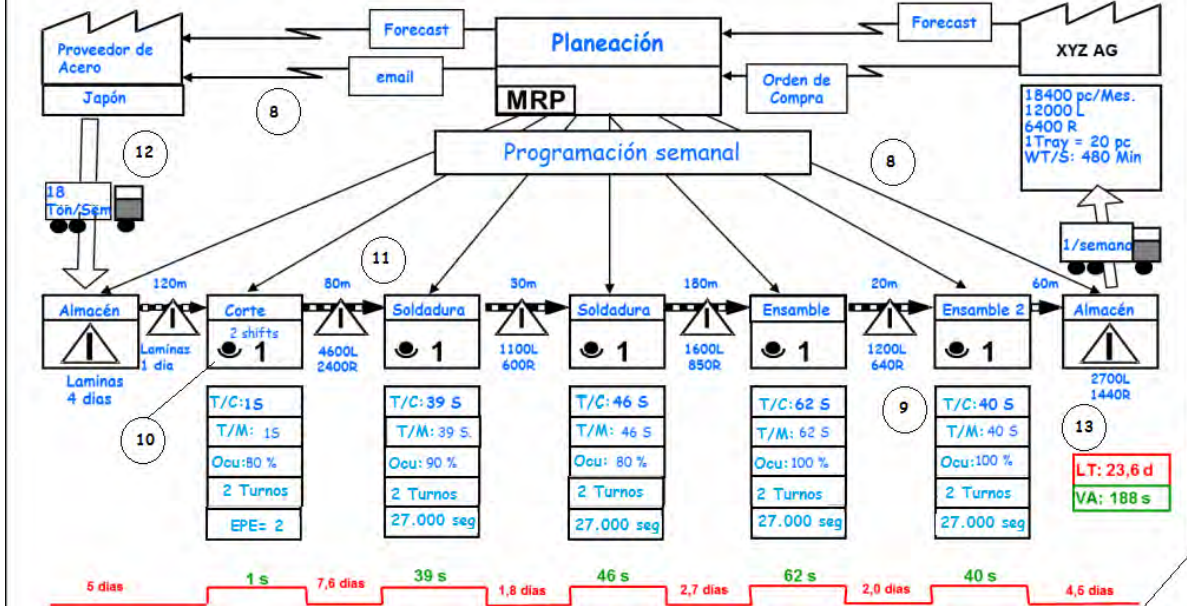
Según Cabrera (2010), *Lean Manufacturing* fue concebida en Japón por Taichi Ohno, director y consultor de la empresa Toyota. En 1937, él observó que, antes de la guerra, la productividad japonesa era inferior a la estadounidense. Por ello, después de la guerra, Ohno visitó Estados Unidos, donde investigó acerca de la productividad, reducción de desperdicios y temas redactados por Frederick Taylor y Henry Ford. Él se mostró impresionado por el énfasis excesivo en la producción en masa de grandes volúmenes en pro de la variedad, así como el nivel de desperdicio generado por las industrias estadounidenses. Además, Ohno identificó una forma de gestionar inventarios reducidos, eliminar movimientos innecesarios, controlar las actividades primarias y generar valor para el cliente.



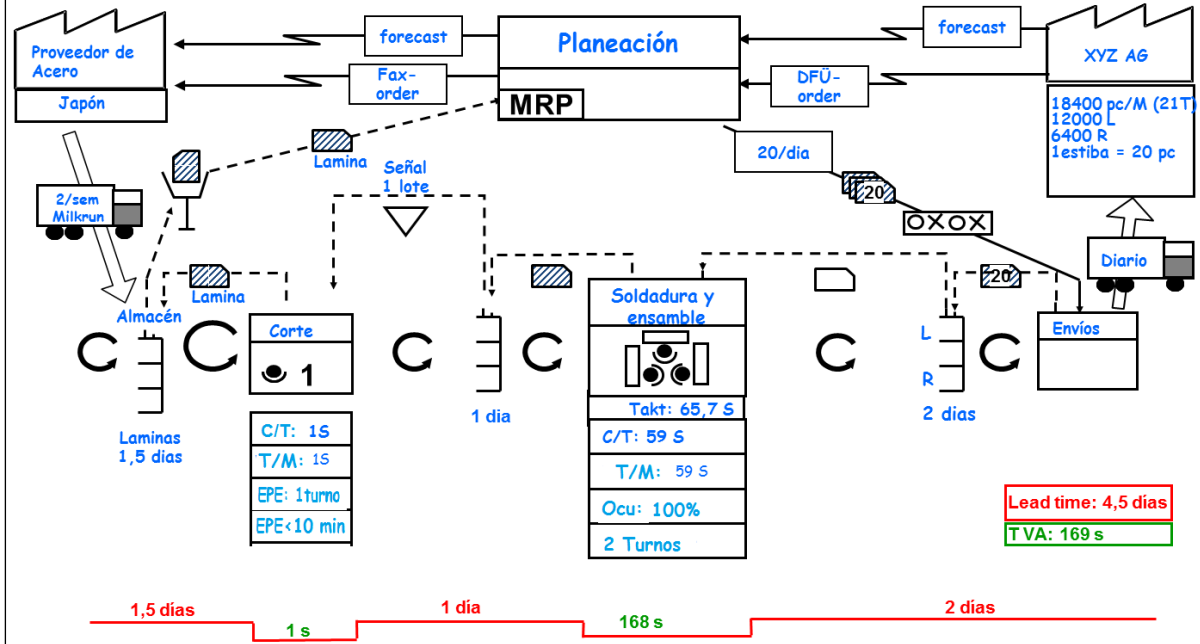
Anexo 7: VSM



VSM ACTUAL: Fabricación de partes metálicas



VSM futuro: Fabricación de partes metálicas



Fuente: Rueda (2013)

Anexo 8: Takt time y tiempo de ciclo

| Conceptos | Definición | Cálculo |
|-----------------|---|--|
| Takt time | Es el ritmo de producción al cual un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente. | $\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible} \times \text{Turno (seg)}}{\text{Demanda del cliente} \times \text{Turno (und)}}$ |
| Tiempo de ciclo | Tiempo de duración de un proceso, el cual puede ser una tarea, actividad, inspección, operación o la suma de ellos. Si los tiempos son diferentes, el más lento establece el ritmo de producción del proceso. | $\text{Tiempo de ciclo} = \text{Suma de los tiempos de operación(seg)} + \text{Suma de los tiempos de traslado del trabajador(seg)}$ |

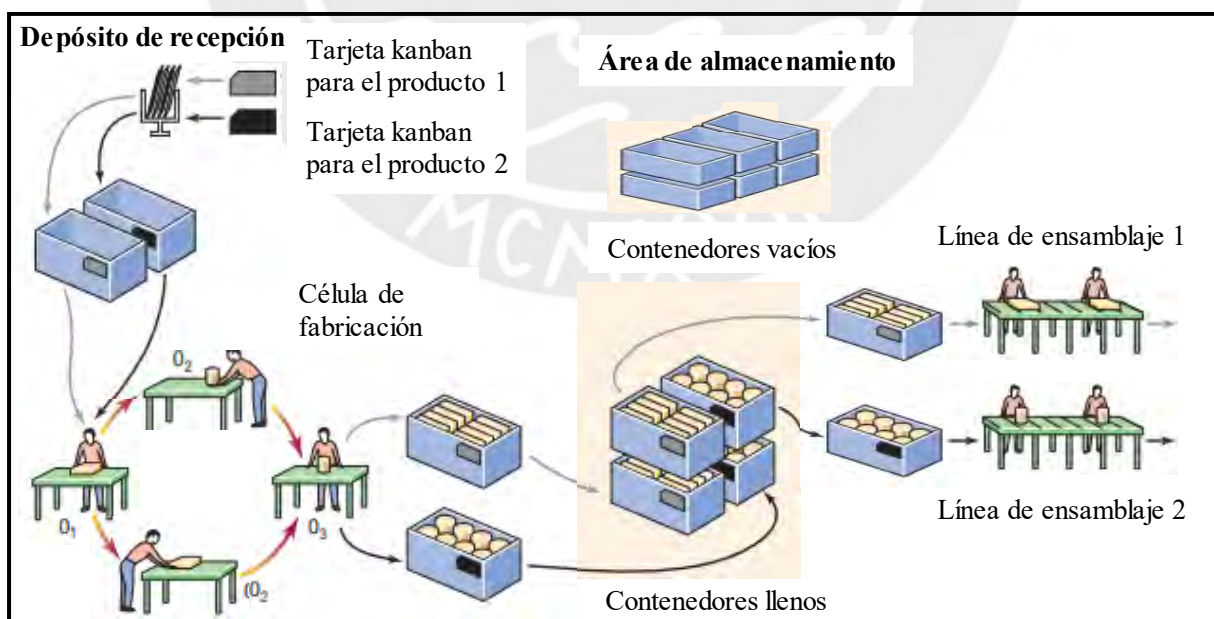
| Takt time < Tiempo de ciclo | Takt time > Tiempo de ciclo | Takt time = Tiempo de ciclo |
|---|---|--|
| Se tiene un cuello de botella en la línea de producción o en alguna operación o actividad. Entonces, se requiere horas extras o turnos adicionales para cumplir con la demanda del cliente. | Hay tiempos de espera, se desplaza trabajadores a otros puestos o se genera producción innecesaria. | Se logra una producción nivelada y a un ritmo estable. |

Fuente: Guillén (2019)

Anexo 9: Funcionamiento de un sistema Kanban

A continuación, se detalla el funcionamiento de un sistema Kanban:

- Cuando la línea de ensamblaje requiere más partes o materiales, la tarjeta Kanban, correspondiente a éstas, se lleva al depósito de recepción. Simultáneamente, un contenedor, lleno de dichos materiales, se extrae del área de almacenamiento.
- En el depósito de recepción, se acumulan las tarjetas para las líneas de ensamblaje y se define la secuencia de producción de las partes, que deben reabastecerse.
- La célula de fabricación fabricará el producto 2 (color negro) antes que el producto 1 (color gris). Esta célula está constituida por tres (03) operaciones diferentes; sin embargo, la segunda operación comprende dos (02) estaciones de trabajo. A partir de la carga de trabajo, cuando comienza la producción en la célula de fabricación, el producto inicia en la operación 1, pero podría continuar su ruta hacia una de las estaciones de trabajo que efectúan la operación 2.
- Finalmente, el producto se procesa en la operación 3, antes de ser trasladado al área de almacenamiento.



Fuente: Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013)

Anexo 10: Información sobre el VSM actual

| Atributos del proceso | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|--|
| Demanda promedio por operario (und/día) | 208 unid / día | Número de días por semana | 6 días / semana |
| | | Número de turnos por día | 1 turno / día |
| Tamaño del lote (und) | 250 unid | Número de horas por turno | 9 horas por turno con 1 hora de descanso |
| Envío a clientes | Un envío de 1 250 unid / semana | Flujo de información | Todas las comunicaciones del cliente son electrónicas; cada semana se libera una orden de pedido |

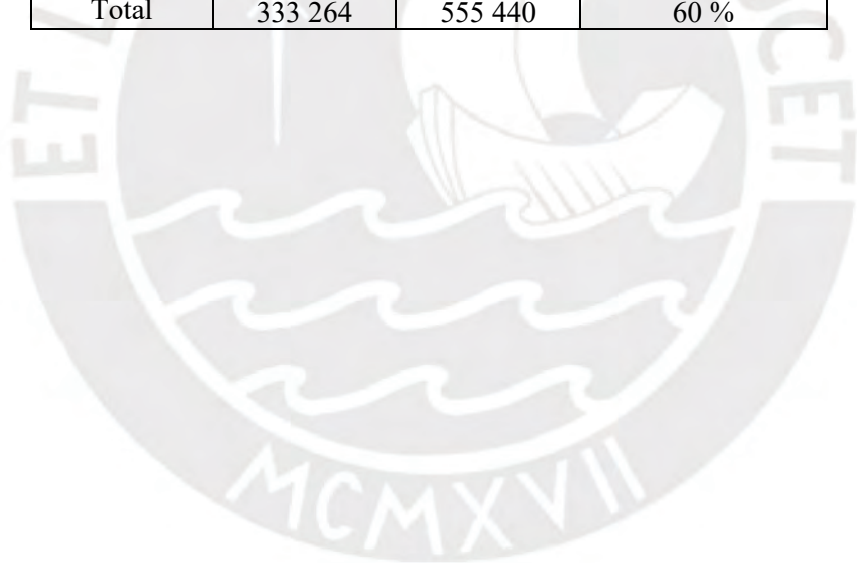
| | | | |
|--------------------|--|--|-------|
| Paso 1 del proceso | Corte circular de la plancha de metal | Tiempo de ciclo(seg) | 84 |
| | | Tiempo de procesamiento(seg) | 24 |
| | | Tiempo de preparación(seg) | 60 |
| | | Tiempo de operación | 100% |
| | | Operarios | 1 |
| | | Inv.Materia prima(antes del corte circular) en unidades | 500 |
| Paso 2 del proceso | Enjuague y zincado del destapador sin zinc; enjuague y secado del destapador zincado | Tiempo de ciclo(seg) | 600,9 |
| | | Tiempo de procesamiento(seg) | 100,9 |
| | | Tiempo de preparación(seg) | 500 |
| | | Tiempo de operación | 100% |
| | | Operarios | 1 |
| | | Inv.Producto en proceso(antes del enjuague y zincado; enjuague y secado) en unidades | 840 |
| Paso 3 del proceso | Corte de los rollos de mica, y troquelado de planchas rectangulares | Tiempo de ciclo(seg) | 601 |
| | | Tiempo de procesamiento(seg) | 101 |
| | | Tiempo de preparación(seg) | 500 |
| | | Tiempo de operación | 100% |
| | | Operarios | 1 |
| | | Inv.Producto en proceso(antes del corte y troquelado) en unidades | 880 |
| Paso 4 del proceso | Impresión de los papeles especiales y corte manual(tijera) de los papeles impresos | Tiempo de ciclo(seg) | 167 |
| | | Tiempo de procesamiento(seg) | 47 |
| | | Tiempo de preparación(seg) | 120 |
| | | Tiempo de operación | 100% |
| | | Operarios | 1 |
| | | Inv.Producto en proceso(antes de la impresión y corte) en unidades | 680 |

| | | | |
|--------------------|---|---|-------|
| Paso 5 del proceso | Enchapado a partir de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la obtención de un botón | Tiempo de ciclo(seg) | 27 |
| | | Tiempo de procesamiento(seg) | 12 |
| | | Tiempo de preparación(seg) | 15 |
| | | Tiempo de operación | 100% |
| | | Operarios | 1 |
| | | Inv.Producto en proceso(antes del enchapado) en unidades | 1 000 |
| Paso 6 del proceso | Eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de eslabones | Tiempo de ciclo(seg) | 24 |
| | | Tiempo de procesamiento(seg) | 15 |
| | | Tiempo de preparación(seg) | 9 |
| | | Tiempo de operación | 100% |
| | | Operarios | 1 |
| | | Inv.Producto en proceso(antes del eslabonado) en unidades | 1 000 |
| Paso 7 del proceso | Anillado de los rollos de alambre para la obtención de argollas | Tiempo de ciclo(seg) | 24 |
| | | Tiempo de procesamiento(seg) | 15 |
| | | Tiempo de preparación(seg) | 9 |
| | | Tiempo de operación | 100% |
| | | Operarios | 1 |
| | | Inv.Producto en proceso(antes del anillado) en unidades | 1 200 |
| Paso 8 del proceso | Ensamble manual de eslabones, argolla y botón para la obtención de un llavero destapador metálico | Tiempo de ciclo(seg) | 36 |
| | | Tiempo de procesamiento(seg) | 27 |
| | | Tiempo de preparación(seg) | 9 |
| | | Tiempo de operación | 100% |
| | | Operarios | 1 |
| | | Inv.Producto en proceso(antes del ensamble) en unidades | 500 |
| | | Inv.Producto terminado(antes del envío) en unidades | 200 |

Fuente: Hosh Perú

Anexo 11: Porcentaje de pedidos de llaveros entregados a tiempo en el 2019

| Detalle de los pedidos del llavero destapador metálico en el 2019 | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------|---|
| Mes | Número de pedidos entregados a tiempo | Total de pedidos solicitados | Porcentaje de pedidos entregados a tiempo (OTD) |
| Enero | 15 651 | 26 086 | 60 % |
| Febrero | 18 564 | 30 941 | 60 % |
| Marzo | 21 441 | 35 735 | 60 % |
| Abril | 19 981 | 33 302 | 60 % |
| Mayo | 117 773 | 196 289 | 60 % |
| Junio | 19 862 | 33 104 | 60 % |
| Julio | 19 023 | 31 704 | 60 % |
| Agosto | 17 910 | 29 851 | 60 % |
| Setiembre | 18 712 | 31 186 | 60 % |
| Octubre | 25 525 | 42 541 | 60 % |
| Noviembre | 20 800 | 34 666 | 60 % |
| Diciembre | 18 021 | 30 034 | 60 % |
| Total | 333 264 | 555 440 | 60 % |



Anexo 12: Indicador FTT del proceso productivo

| Corte circular | Detalle | Enjuague y zincado; enjuague y secado | Detalle | Corte y troquelado | Detalle | Impresión y corte | Detalle |
|--------------------------------------|---------|--|---------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|
| Número total de piezas producidas | 144 | Número total de piezas producidas | 122 | Número total de piezas producidas | 122 | Número total de piezas producidas | 104 |
| Rechazos o reprocesos o reparaciones | 22 | Rechazos o reprocesos o reparaciones | 0 | Rechazos o reprocesos o reparaciones | 18 | Rechazos o reprocesos o reparaciones | 0 |
| FTT Corte circular | 85 % | FTT Zincado, lavado, enjuague y centrifugado | 100 % | FTT Corte y troquelado | 85 % | FTT Impresión y corte | 100 % |


| Enchapado | Detalle | Eslabonado | Detalle | Anillado | Detalle | Ensamble | Detalle | Planta | Meta FTT Planta |
|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|--|-----------------|
| Número total de piezas producidas | 104 | Número total de piezas producidas | 104 | Número total de piezas producidas | 104 | Número total de piezas producidas | 104 | FTT Total=85% * 100% * 85% * 100% * 100% * 100% * 100% = 72% | 88,85% |
| Rechazos o reprocesos o reparaciones | 0 | Rechazos o reprocesos o reparaciones | 0 | Rechazos o reprocesos o reparaciones | 0 | Rechazos o reprocesos o reparaciones | 0 | | |
| FTT Enchapado | 100 % | FTT Eslabonado | 100 % | FTT Anillado | 100 % | FTT Ensamble | 100 % | | |

Anexo 13: Detalle de características y costos de máquinas automáticas

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| Descripción | Máquina automática de lavado y enjuague de alta presión |  |
| Modelo | JS-810 | |
| Lugar de origen | Shandong, China | |
| Proveedor | Jining Qing Ke Machinery Co., Ltd | |
| Dimensiones (largo x ancho x altura) | 1000 mm * 450 mm * 1000 mm | |
| Peso (Kg) | 75 Kg | |
| Capacidad del tanque de agua (L) | 52 L | |
| Valor FOB (\$) | \$650,00 | |

| | | |
|--------------------------------------|--|---|
| Descripción | Máquina automática de galvanizado en zinc |  |
| Marca | Beihai | |
| Lugar de origen | Shandong, China | |
| Proveedor | Weifang Xinbeihai Hot Dip Galvanizing Co., Ltd | |
| Dimensiones (largo x ancho x altura) | 2000 mm * 500 mm * 500 mm | |
| Peso (Toneladas) | 10 toneladas | |
| Valor FOB (\$) | \$500,00 | |

| | | |
|--------------------------------------|--|--|
| Descripción | Máquina automática de corte para papel impreso |  |
| Marca | Samsmoon | |
| Lugar de origen | Zhejiang, China | |
| Proveedor | Hangzhou Zhongguan Hanming Technology Co., Ltd | |
| Dimensiones (largo x ancho x altura) | 1020 mm * 780 mm * 670 mm | |
| Peso (Kg) | 130 Kg | |
| Valor FOB (\$) | \$820,00 | |

| | | |
|--------------------------------------|--|--|
| Descripción | Máquina automática de corte para material plástico |  |
| Marca | Robotsung | |
| Lugar de origen | Guangdong, China | |
| Proveedor | Shenzhen Robotsung Automation Technology Co., Ltd | |
| Dimensiones (largo x ancho x altura) | 360 mm * 350 mm * 350 mm | |
| Peso (Kg) | 28 Kg | |
| Valor FOB (\$) | \$550,00 | |

| Detalle de costos de la máquina automática de corte para material plástico | |
|--|-------------|
| Descripción | Costo (S/.) |
| Valor FOB de la máquina en China | S/.1 996,50 |
| Transferencia internacional | S/.36,30 |
| Documentos de importación | S/.145,20 |
| Flete al interior de China | S/.0,00 |
| Almacén embarcador | S/.0,00 |
| Gastos de manejo en origen | S/.18,15 |
| Seguro | S/.7,99 |
| Aranceles e impuestos (ad valorem, IGV, IPM, Percepciones) | S/.648,19 |
| Desconsolidación | S/.0,00 |
| Honorarios de desconsolidación | S/.0,00 |
| Gastos de almacenaje | S/.50,00 |
| Honorarios y gastos del agente de aduanas | S/.100,00 |
| | S/.3 002,33 |

| Detalle de costos de importación para la máquina automática de lavado y enjuague de alta presión | |
|--|-------------|
| Descripción | Costo (S/.) |
| Valor FOB de la máquina en China | S/.2 359,50 |
| Transferencia internacional | S/.36,30 |
| Documentos de importación | S/.145,20 |
| Flete al interior de China | S/.0,00 |
| Almacén embarcador | S/.0,00 |
| Gastos de manejo en origen | S/.18,15 |
| Seguro | S/.9,44 |
| Aranceles | S/.764,99 |
| Desconsolidación | S/.0,00 |
| Honorarios de desconsolidación | S/.0,00 |
| Gastos de almacenaje | S/.50,00 |
| Honorarios y gastos del agente de aduanas | S/.100,00 |
| | S/.3 483,58 |

| Detalle de costos de importación para la máquina automática de galvanizado (zinc) | |
|---|-------------|
| Descripción | Costo (S/.) |
| Valor FOB de la máquina en China | S/.1 815,00 |
| Transferencia internacional | S/.36,30 |
| Documentos de importación | S/.145,20 |
| Flete al interior de China | S/.0,00 |
| Almacén embarcador | S/.0,00 |
| Gastos de manejo en origen | S/.18,15 |
| Seguro | S/.7,26 |
| Aranceles e impuestos (ad valorem, IGV, IPM, Percepciones) | S/.589,80 |
| Desconsolidación | S/.0,00 |
| Honorarios de desconsolidación | S/.0,00 |
| Gastos de almacenaje | S/.50,00 |
| Honorarios y gastos del agente de aduanas | S/.100,00 |
| | S/.2 761,71 |

| Detalle de costos de importación para la máquina automática de corte circular para papel | |
|--|-------------|
| Descripción | Costo (S/.) |
| Valor FOB de la máquina en China | S/.2 976,60 |
| Transferencia internacional | S/.36,30 |
| Documentos de importación | S/.145,20 |
| Flete al interior de China | S/.0,00 |
| Almacén embarcador | S/.0,00 |
| Gastos de manejo en origen | S/.18,15 |
| Seguro | S/.11,91 |
| Aranceles | S/.963,54 |
| Desconsolidación | S/.0,00 |
| Honorarios de desconsolidación | S/.0,00 |
| Gastos de almacenaje | S/.50,00 |
| Honorarios y gastos del agente de aduanas | S/.100,00 |
| | S/.4 301,70 |

Fuente: Alibaba, Gananci, Made in China

Anexo 14: Estructura organizativa, comités y funciones para el proyecto 5 “S”

Según Guillén (2019), la estructura organizativa está conformada por los siguientes comités:

- a. Comité central 5 “S”: Lidera el proyecto 5 “S” y está conformado por el líder del proyecto y los líderes de los comités. Además, monitorea la ejecución del proyecto 1 vez por 1 hora cada 15 días.
- b. Comité clasificación: Lidera la instalación de la práctica de la clasificación y está constituido por el líder del comité, supervisores de planta y personal administrativo. Además, monitorea la ejecución de la clasificación 1 vez por 1 hora por semana.
- c. Comité orden: Lidera la instalación de la práctica del orden y está integrado por el líder del comité, supervisores de planta y personal administrativo. Además, monitorea la ejecución del orden 1 vez por 1 hora por semana.
- d. Comité limpieza: Lidera la instalación de la práctica de la limpieza y está conformado por el líder de comité, supervisores de planta y personal administrativo. Además, monitorea la ejecución de la limpieza 1 vez por 1 hora por semana.
- e. Comité salud y seguridad: Lidera la instalación de la práctica de salud y seguridad y está constituido por un líder de comité, supervisores de planta y personal administrativo. Además, monitorea la ejecución de la salud y seguridad 1 vez por 1 hora por semana.
- f. Comité autodisciplina: Lidera la instalación de la práctica del cumplimiento de las 4 “S” anteriores y está conformada por un líder de comité, supervisores de planta y personal administrativo. Además, monitorea la ejecución del cumplimiento de las 4 “S” 1 vez por 1 hora por semana.

Anexo 15: Programación de actividades para la capacitación de las 5 “S”

Según Guillén (2019), la capacitación de las 5 “S” comprende siete (07) tareas esenciales:

- a. Capacitación del consultor o presidente del proyecto en cada tema.
- b. Preparación del material.
- c. Aprobación del consultor o presidente del proyecto del material.
- d. Entrega del material a los facilitadores.
- e. Reunión de capacitación con facilitadores.
- f. Entrega del material de capacitación a los facilitadores.
- g. Inicio y termino de capacitación por cada tema.



Anexo 16: OPL 5 “S”

Según Guillén (2019), la lección de un punto (OPL) es una herramienta de comunicación, la cual se utiliza para el establecimiento de un elemento de capacitación estándar en el puesto de trabajo y la transferencia de conocimientos o habilidades simples. Con el objetivo de aprovechar el capital intelectual de los trabajadores de la organización, el comité de autodisciplina organiza un concurso donde el comité central elige a la OPL ganadora para cada “S”. A continuación, se presentan el formato de la OPL elegida para cada “S”.

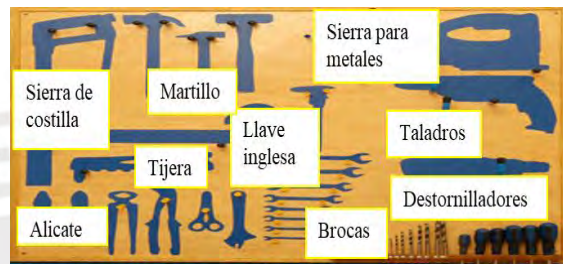
| Lección de un punto (OPL) | | Tema: Clasificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------------|--|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|---|---|--------------------|-------|--|----------|-------|--|------------------|-------|--|--------------|-------|--|------------------------|---|--|-------------------------|---|--|--|--|------------------------------|
| 5 “S” | Elaborado por: Operario 1 | Área: Almacén de materias primas y productos en proceso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Revisado por: Almacenero | Fecha: 01/03/2021 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Antes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Después | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TARJETA ROJA</th> <th>NÚMERO TARJETA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ÁREA</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>FECHA</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>CATEGORÍA</td> <td> <input type="checkbox"/> Herramientas <input type="checkbox"/> Materiales <input type="checkbox"/> Maquinarios y equipos <input type="checkbox"/> Productos terminados </td> <td> <input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Productos en proceso </td> </tr> <tr> <td>NOMBRE DE ARTICULO</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td>UNIDAD DE MEDIDA</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LOCALIZACIÓN</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td>RAZONES PARA ETIQUETAR</td> <td> <input type="checkbox"/> Obsoleto <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> Inecesario </td> <td></td> </tr> <tr> <td>ACCIÓN SUGERIDA A TOMAR</td> <td> <input type="checkbox"/> Almacenar <input type="checkbox"/> Reparar <input type="checkbox"/> Destruir </td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td> APROBADO POR: Firma:..... </td> </tr> </tbody> </table> | TARJETA ROJA | | NÚMERO TARJETA | ÁREA | _____ | _____ | FECHA | _____ | _____ | CATEGORÍA | <input type="checkbox"/> Herramientas <input type="checkbox"/> Materiales <input type="checkbox"/> Maquinarios y equipos <input type="checkbox"/> Productos terminados | <input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Productos en proceso | NOMBRE DE ARTICULO | _____ | | CANTIDAD | _____ | | UNIDAD DE MEDIDA | _____ | | LOCALIZACIÓN | _____ | | RAZONES PARA ETIQUETAR | <input type="checkbox"/> Obsoleto <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> Inecesario | | ACCIÓN SUGERIDA A TOMAR | <input type="checkbox"/> Almacenar <input type="checkbox"/> Reparar <input type="checkbox"/> Destruir | | | | APROBADO POR: Firma:..... |
| TARJETA ROJA | | NÚMERO TARJETA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁREA | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | _____ | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CATEGORÍA | <input type="checkbox"/> Herramientas <input type="checkbox"/> Materiales <input type="checkbox"/> Maquinarios y equipos <input type="checkbox"/> Productos terminados | <input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Productos en proceso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOMBRE DE ARTICULO | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CANTIDAD | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UNIDAD DE MEDIDA | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN | _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RAZONES PARA ETIQUETAR | <input type="checkbox"/> Obsoleto <input type="checkbox"/> Defectuoso <input type="checkbox"/> Inecesario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACCIÓN SUGERIDA A TOMAR | <input type="checkbox"/> Almacenar <input type="checkbox"/> Reparar <input type="checkbox"/> Destruir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | APROBADO POR: Firma:..... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Lección de un punto (OPL) | | Tema: Orden |
| 5 "S" | Elaborado por: Operario 2 | Área: Producción y Pasillos |
| | Revisado por: Almacenero | Fecha: 05/04/2021 |

Antes



Después



| | | |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Lección de un punto (OPL) | | Tema: Limpieza |
| 5 "S" | Elaborado por: Operario 1 | Área: Diseño y pasillos |
| | Revisado por: Almacenero | Fecha: 03/05/2021 |

Antes



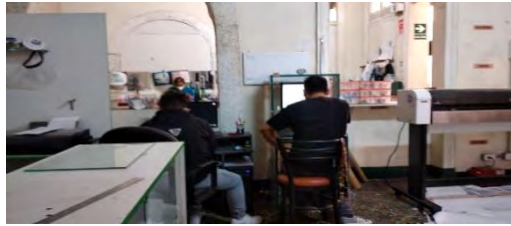
Después



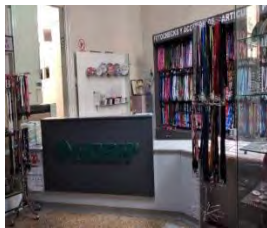
| MANUAL DE LIMPIEZA | | |
|---|---|---|
| <p>Propósitos de la limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none"> -La limpieza está relacionada con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad de producir artículos de calidad. -La limpieza no implica mantener los equipos dentro de una estética agradable, es más, es un pensamiento superior a limpiar. -La limpieza es un trabajo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para eliminar las causas raíz de este modo, el área de trabajo se mantendrá limpio y en buen estado. -La limpieza es parte del trabajo diario. -La limpieza es una actividad del mantenimiento autónomo. -La limpieza, como inspección, genera conocimiento sobre el equipo, en consecuencia es una actividad simple que se puede delegar a personal de menor calificación. | <p>Asignación de máquinas a cada responsable de limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Máquina de corte circular para planchas de metal: operario 1 y 2. -Máquina de enjuague: operario 3. -Horno industrial: operario 4. -Máquina de galvanizado en zinc: operario 5 y 6. -Máquina de corte para rollos de meta y máquina automática de corte circular para papel impreso: operario 7. -Máquina de troquelado para las mallas y máquina automática de corte de rollos de meta para la obtención de planchas rectangulares: operario 8. -Máquina laminadora 1 y 2: operario 9. -Máquina laminadora 3 y máquina argollera: operario 10. <p>OBSERVACIÓN: Al leer el formato de conformidad de limpieza, el cual forma parte del programa diario.</p> | <p>Relación y colocación de los elementos de limpieza y seguridad por área:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Alimpeza: -Escobas, recogedores, trapos, paja, bote, escumador, desinfectante, detergente, guantes de limpieza, Productos y Servicios Higiénicos. -Desagregante, solvente, wiper y paño. Corte, Producción, Equipos y Servicio, Pisos y Quintones, Seguridad. -Cascos, guantes de seguridad, lentes de seguridad, botas de seguridad. Corte, Producción, Equipos y Servicio, Pisos y Quintones. <p>OBSERVACIÓN: Los responsables de la limpieza de cada área deben solicitar los elementos de limpieza que se utilizan en sus respectivos áreas, a fin de realizar las actividades de limpieza.</p> |

| | | |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Lección de un punto (OPL) | | Tema: Salud y Seguridad |
| 5 "S" | Elaborado por: Operario 2 | Área: Diseño y pasillos |
| | Revisado por: Almacenero | Fecha: 04/06/2021 |

Antes



Después



| Descripción | Imagen | Ubicación asignada |
|------------------------------|--------|--|
| Traje de seguridad | | Producción, Corte, Diseño, Enjuague y secado, Pozo y Químicos; Almacén |
| Lentes de seguridad | | |
| Tapones u orejeras auditivos | | |
| Gautes de seguridad | | |
| Botas de seguridad | | |
| Mascarillas | | Todas las áreas |
| Señalizaciones | | Paredes de cada área |

| | | |
|---------------------------|---------------------------|---|
| Lección de un punto (OPL) | | Tema: Autodisciplina |
| 5 "S" | Elaborado por: Operario 3 | Área: Almacén de materias primas y productos en proceso |
| | Revisado por: Almacenero | Fecha: 02/07/2021 |

Antes



Después



Anexo 17: Clasificación de artículos por frecuencia de uso

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción |
|----------------------------|--|------------|---|
| Diseño | Papel especial e impreso, imagen publicitaria circular | Diaria | Ordenar objetos necesarios y desechar objetos dañados |
| Corte | Tijera | Diaria | Ordenar objetos necesarios |
| Almacén de materias primas | Rollos de mica y alambre, destapadores, planchas, micas, botones, eslabones y argollas | Diaria | Ordenar objetos necesarios y desechar objetos dañados |
| Producción | Troqueles, barras y pernos | Diaria | Ordenar objetos necesarios |

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción |
|---------------------------------|--|------------|--|
| Almacén de productos en proceso | Rollos de mica y alambre, destapadores, planchas, micas, botones, eslabones y argollas | Diaria | Ordenar objetos necesarios y desechar objetos dañados |
| Enjuague y secado | Baldes | Diaria | Ordenar objetos necesarios |
| Pozo y químicos | Bolsas de zinc en polvo y colador | Diaria | Ordenar objetos necesarios |
| Pasillos | Bolsas compuestas de artículos | Diaria | Ordenar objetos necesarios y desechar objetos innecesarios |

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción |
|-------------------|---|------------|----------------------------|
| Producción | Máquinas botoneras, argolleras, de corte y troquelado | Diaria | Ordenar objetos necesarios |
| Diseño | Impresora Industrial | Diaria | Ordenar objetos necesarios |
| Enjuague y secado | Horno Industrial, Máquina de lavado y enjuague | Diaria | Ordenar objetos necesarios |
| Corte | Máquina de corte | Diaria | Ordenar objetos necesarios |
| Pozo y químicos | Máquina de galvanizado | Diaria | Ordenar objetos necesarios |



Anexo 18: Primera “S”-Aplicación de tarjetas de color rojo

Según Guillén (2019), este tipo de tarjetas permiten marcar la existencia de elementos innecesarios en el lugar de trabajo a fin de tomar acciones correctivas.

Criterios para asignar la tarjeta roja:

- a. Se toma el programa de producción del mes próximo, los elementos necesarios se mantienen en el área de trabajo y los objetos innecesarios se desechan o almacenan en un lugar diferente.
- b. Se considera la utilidad del elemento para realizar el trabajo previsto; si es innecesario, se descarta.
- c. Se prioriza la frecuencia con la que se necesita el elemento; si se le requiere con poca frecuencia, debe almacenarse fuera del área de trabajo.
- d. Se identifica la cantidad necesaria del elemento para realizar el trabajo; el exceso debe desecharse o almacenarse fuera del área de trabajo.

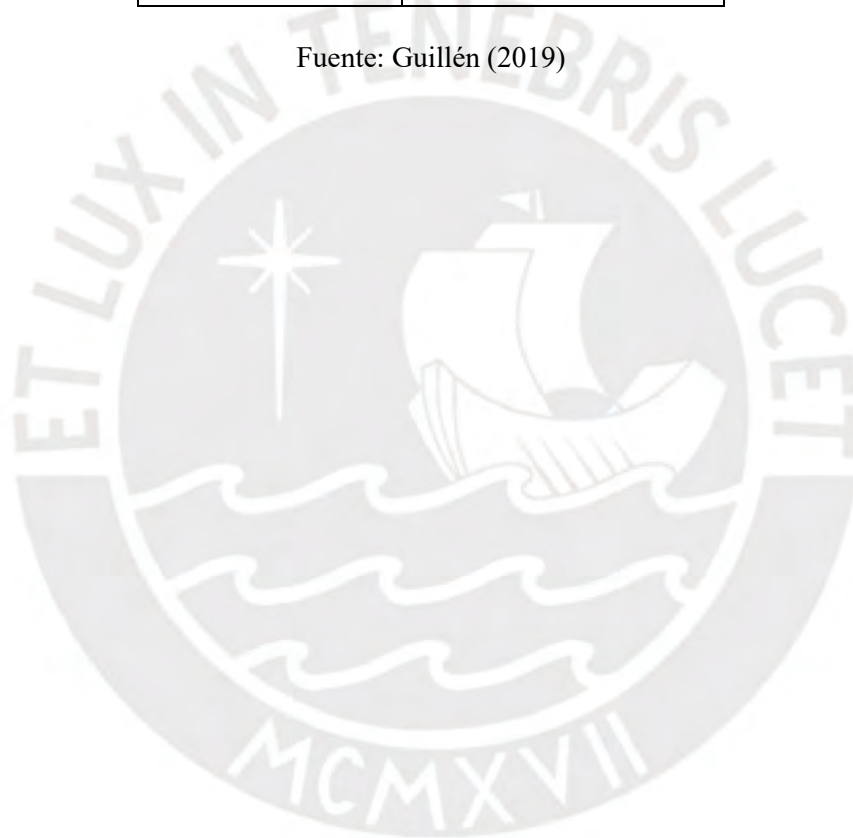
Características de las tarjetas rojas:

- a. La tarjeta debe tener un número consecutivo.
- b. Tarjetas de colores intensos, sirve de ayuda como mecanismo de control visual, para indicar que existe un problema.
- c. Las tarjetas presentan la siguiente información:
 - Nombre del elemento innecesario
 - Cantidad
 - Razón de ser innecesario
 - Posibles causas de su permanencia en el lugar
 - Plan de acción sugerido para su eliminación

Anexo 19: Segunda “S”-Orden en función de la frecuencia de utilización del material

| Utilización del material/herramienta | Recomendación |
|--|---|
| Cada momento | Colocación en una repisa al costado del operario |
| Una vez al día- Herramientas usadas en el tiempo de preparación de las máquinas | Colocación en los muebles del área de trabajo |
| Varias veces al día, pero no tan frecuente | Colocación en lugares que estén al alcance del personal de producción |

Fuente: Guillén (2019)



Anexo 20: Lista de elementos y lugares de colocación

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|--------|--|------------|---|----------------------------|
| Diseño | Papel especial e impreso, imagen publicitaria circular | Diaria | Ordenar objetos necesarios y desechar objetos dañados | Bandeja de 3 niveles |
| Diseño | Impresora Industrial | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Diseño |

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|-------|--------------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Corte | Tijera | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Estuche |
| Corte | Máquina de corte 1 | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Corte |



| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|----------------------------|--------------------|------------|----------------------------|--|
| Almacén de materias primas | Rollo de mica | Diaria | Ordenar objetos necesarios |  Estantes de metal |
| Almacén de materias primas | Rollo de alambre | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de materias primas | Destapador | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de materias primas | Plancha de metal | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de materias primas | Tapa | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |
| Almacén de materias primas | Destapador zincado | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |
| Almacén de materias primas | Plancha para mica | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |
| Almacén de materias primas | Plancha de metal | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |
| Almacén de materias primas | Mica circular | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |
| Almacén de materias primas | Botón | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |
| Almacén de materias primas | Eslabón | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |
| Almacén de materias primas | Argolla | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|---------------------------------|--------------------|------------|----------------------------|--|
| Almacén de productos en proceso | Tapa | Diaria | Ordenar objetos necesarios |  Estantes de metal |
| Almacén de productos en proceso | Destapador zincado | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de productos en proceso | Plancha para mica | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de productos en proceso | Plancha de metal | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de productos en proceso | Mica circular | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de productos en proceso | Botón | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de productos en proceso | Eslabón | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de productos en proceso | Argolla | Diaria | Ordenar objetos necesarios | |
| Almacén de productos en proceso | Rollo de mica | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de materias primas |
| Almacén de productos en proceso | Rollo de alambre | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de materias primas |
| Almacén de productos en proceso | Destapador | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de materias primas |
| Almacén de productos en proceso | Plancha de metal | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de materias primas |

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|----------|----------------------------------|------------|----------------------------|---------------------------------|
| Pasillos | Tapas, botones, micas circulares | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Almacén de productos en proceso |

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|------------|----------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Producción | Troqueles, barras y pernos | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Caja de herramientas |
| Producción | Máquina botonera | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Producción |
| Producción | Máquina argollera | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Producción |
| Producción | Máquina de corte 2 | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Producción |
| Producción | Máquina de troquelado | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Producción |
| Producción | Máquina de corte 3 | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Producción |
| Producción | Máquina de corte 4 | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Producción |

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|-------------------|------------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Enjuague y secado | Baldes | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Enjuague y secado |
| Enjuague y secado | Horno industrial | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Enjuague y secado |
| Enjuague y secado | Máquina de lavado y enjuague | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Enjuague y secado |

| Área | Artículos | Frecuencia | Acción | Tipo de mueble o ubicación |
|-----------------|-------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| Pozo y químicos | Bolsas de zinc en polvo | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Pozo y químicos |
| Pozo y químicos | Colador | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Pozo y químicos |
| Pozo y químicos | Máquina de galvanizado | Diaria | Ordenar objetos necesarios | Pozo y químicos |

Anexo 21: Parámetros de demarcación, identificación y señalización

| Demarcación de localización |
|----------------------------------|
| Color de línea: Amarillo Tráfico |
| Ancho de línea: 10 cm |
| Distancia del objeto |

| Demarcación de pasillos peatonales |
|---|
| Color de línea: Amarillo Tráfico |
| Ancho de línea: 7 cm |
| Distancia del objeto: Depende del área de trabajo |

| Demarcación de gabinetes de herramientas |
|--|
| Color del gabinete: Definido por la empresa |
| Color del tablero de sombra: Definido por la empresa |
| Dimensiones del gabinete: De acuerdo a la cantidad de herramientas |
| Dimensiones del tablero: Depende del espacio interior |

| Identificación con letreros |
|--|
| Color del letrero: Amarillo tráfico (Fondo) y Negro (Letras) |
| Dimensiones: Definido por la empresa |
| Tipo de anclaje: Pegado o sostenido por una cadena |

| Identificación de archivos físicos para áreas administrativas |
|---|
| Color de etiquetas: Blanco (Fondo) acompañado de una pequeña etiqueta de color cuando tiene archivadores del mismo tema |
| Letras: Arial, tamaño de letra 24 a 48, color negro |
| Dimensiones: en relación al tamaño del archivador |

| Color | Código ITINTEC | Significado |
|---------------|----------------|---|
| Rojo | ITINTEC S1 | Contra-incendio |
| Verde | ITINTEC S7 | Agua |
| Gris | ITINTEC S14 | Vapor de agua |
| Aluminio | ITINTEC S15 | Petróleo y derivados |
| Marrón | ITINTEC S5 | Aceites, vegetales y animales |
| Amarillo ocre | ITINTEC S3 | Gases, tanto en estado gaseoso, como colicuados |
| Violeta | ITINTEC S11 | Ácidos y alcalis |
| Azul Claro | ITINTEC S10 | Aire |
| Blanco | ITINTEC S12 | Sustancias alimenticias |
| Negro | ITINTEC S13 | Cables eléctricos |

Fuente: Guillén (2019)

Anexo 22: Plan de limpieza diaria, semanal y mensual

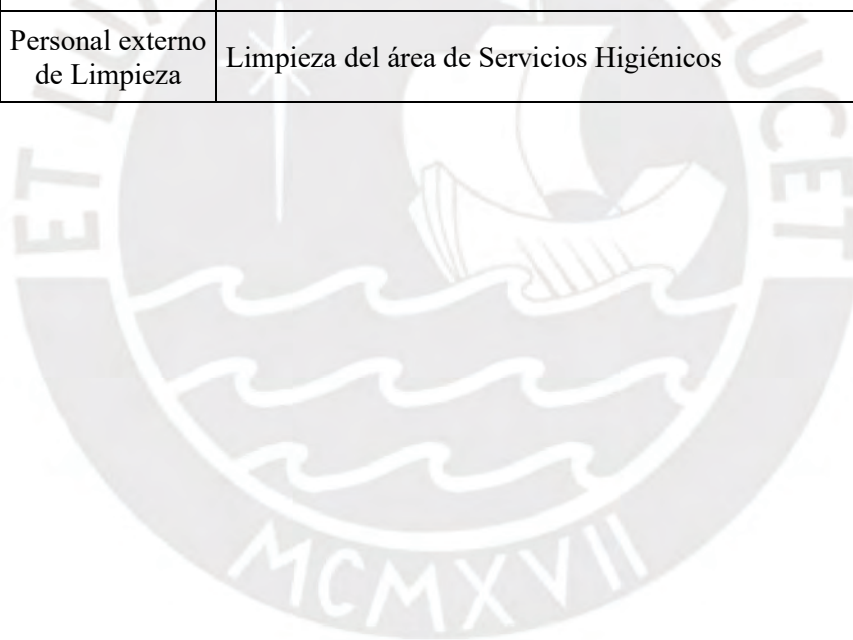
| Área a limpiar | Máquinas, artículos, muebles y otros | Actividad | Material de limpieza | T(min) | Frecuencia | Responsable |
|-------------------|--|--|---|--------|------------|-------------|
| Corte | Máquina de corte 1 | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 2 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de papel impreso al terminar el segundo turno de trabajo. | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| Enjuague y secado | Máquina de enjuague, lavadero y baldes | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 1 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de agua, lavadero y baldes al terminar el segundo turno de trabajo. | Trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| | Horno industrial, lavadero y baldes | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 1 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de zinc al terminar el segundo turno de trabajo. | Detergente, trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| Pozo y químicos | Máquina de galvanizado, estante, colador | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 2 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de zinc en polvo, estante y colador al terminar el segundo turno de trabajo. | Detergente, trapeador, pino | 15 | Diaria | Operario 2 |
| Almacén MP | Estante | Limpieza externa: al iniciar el primer turno de trabajo y al finalizar el segundo turno de trabajo, limpiar los estantes y evitar el almacenamiento en pasillos que obstruyan el paso. | Agua, waypes, paños, solventes, detergente, trapeador, pino | 15 | Diaria | Operario 3 |
| Almacén PP | Estante | | | 15 | Diaria | Operario 3 |

| Área a limpiar | Máquinas, artículos, muebles y otros | Actividad | Material de limpieza | T(min) | Frecuencia | Responsable |
|----------------|--------------------------------------|---|--|--------|------------|-------------|
| Producción | Máquina de corte 2 | Limpieza interna: antes de iniciar el primer turno de trabajo. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 1 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de planchas de metal al terminar el segundo turno de trabajo. | Escoba, recogedor, trapeador, pino, detergente, paño | 15 | Diaria | |
| | Mesas, sillas y piso | Limpieza interna y externa: limpiar los objetos y evitar el almacenamiento en pasillos que obstruyan el paso. | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Diaria | Operario 1 |
| | Máquina de corte 3 | Limpieza interna: antes de iniciar el primer turno de trabajo. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 2 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de rollos de mica. | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| | Máquina de troquelado | Limpieza interna: antes de iniciar el primer turno de trabajo. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 3 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de planchas rectangulares. | Escoba, recogedor, trapeador, pino, detergente, paño | 15 | Diaria | |
| | Máquina de corte 4 | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 3 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de rollos de mica al terminar el segundo turno de trabajo. | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| | Máquina botonera 1 y 2 | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 3 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de rollos de mica al terminar el segundo turno de trabajo. | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Diaria | |
| | Máquina botonera 3 y argollera | Limpieza interna: antes de encender la máquina. | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Diaria | Operario 3 |
| | | Limpieza externa: limpieza de restos de rollos de mica al terminar el segundo turno de trabajo. | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Diaria | |

| Área a limpiar | Actividad | Material de limpieza | T (min) | Frecuencia | Responsable |
|--------------------|---------------------|------------------------------------|---------|------------|-------------------|
| Producción y corte | Limpieza de paredes | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | Operario 1, 2 y 3 |
| | Limpieza del techo | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | |
| | Limpieza de piso | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Semanal | |
| Enjuague y secado | Limpieza de paredes | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | Operario 1 |
| | Limpieza del techo | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | |
| | Limpieza de piso | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Semanal | |
| Pozo y químicos | Limpieza de paredes | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | Operario 2 |
| | Limpieza del techo | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | |
| | Limpieza de piso | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Semanal | |
| Almacenes | Limpieza de paredes | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | Operario 3 |
| | Limpieza del techo | Agua, waypes, paños y solventes | 15 | Mensual | |
| | Limpieza de piso | Escoba, recogedor, trapeador, pino | 15 | Semanal | |

| Área a limpiar | Responsable | Funciones para la limpieza | Frecuencia |
|-------------------|-------------|--|------------|
| Producción | Operario 1 | Limpieza del área de producción (Incluye la máquina de corte 2, mesas y sillas) | Diaria |
| Enjuague y secado | Operario 1 | Limpieza del área de enjuague y secado (Incluye máquina de lavado y enjuague, horno industrial, lavadero y baldes) | Diaria |
| Pozo y químicos | Operario 2 | Limpieza del área de pozo y químicos (Incluye máquina de galvanizado, estante y colador) | Diaria |
| Producción, Corte | Operario 2 | Limpieza del área de producción (Incluye la máquina de corte 3) y corte (Incluye la máquina de corte 1) | Diaria |

| Área a limpiar | Responsable | Funciones para la limpieza | Frecuencia |
|---|---------------------------------------|---|------------|
| Producción | Operario 3 | Limpieza del área de producción (Incluye la máquina de troquelado y máquina de corte 4) | Diaria |
| Producción, Almacén de materias primas | Operario 3 | Limpieza del área de producción (Incluye máquina botonera 1 y 2) y almacén de materias primas (Incluye estantes) | Diaria |
| Producción, Almacén de productos en proceso | Operario 3 | Limpieza del área de producción (Incluye máquina botonera 3 y máquina argollera) y almacén de productos en proceso (Incluye estantes) | Diaria |
| Diseño | Jefe de Ventas y Trabajador de Diseño | Limpieza del área de Diseño (Incluye mesa, silla, impresora y bandeja de 3 niveles) | Diaria |
| Administración | Trabajador de Administración | Limpieza del área de Administración y Gerencia (Incluye mesas, sillas y estantería) | Diaria |
| Contabilidad | Trabajador de Contabilidad | Limpieza del área de Contabilidad (Incluye mesa y silla) | Diaria |
| Servicios Higiénicos | Personal externo de Limpieza | Limpieza del área de Servicios Higiénicos | Diaria |



Anexo 23: Manual de limpieza

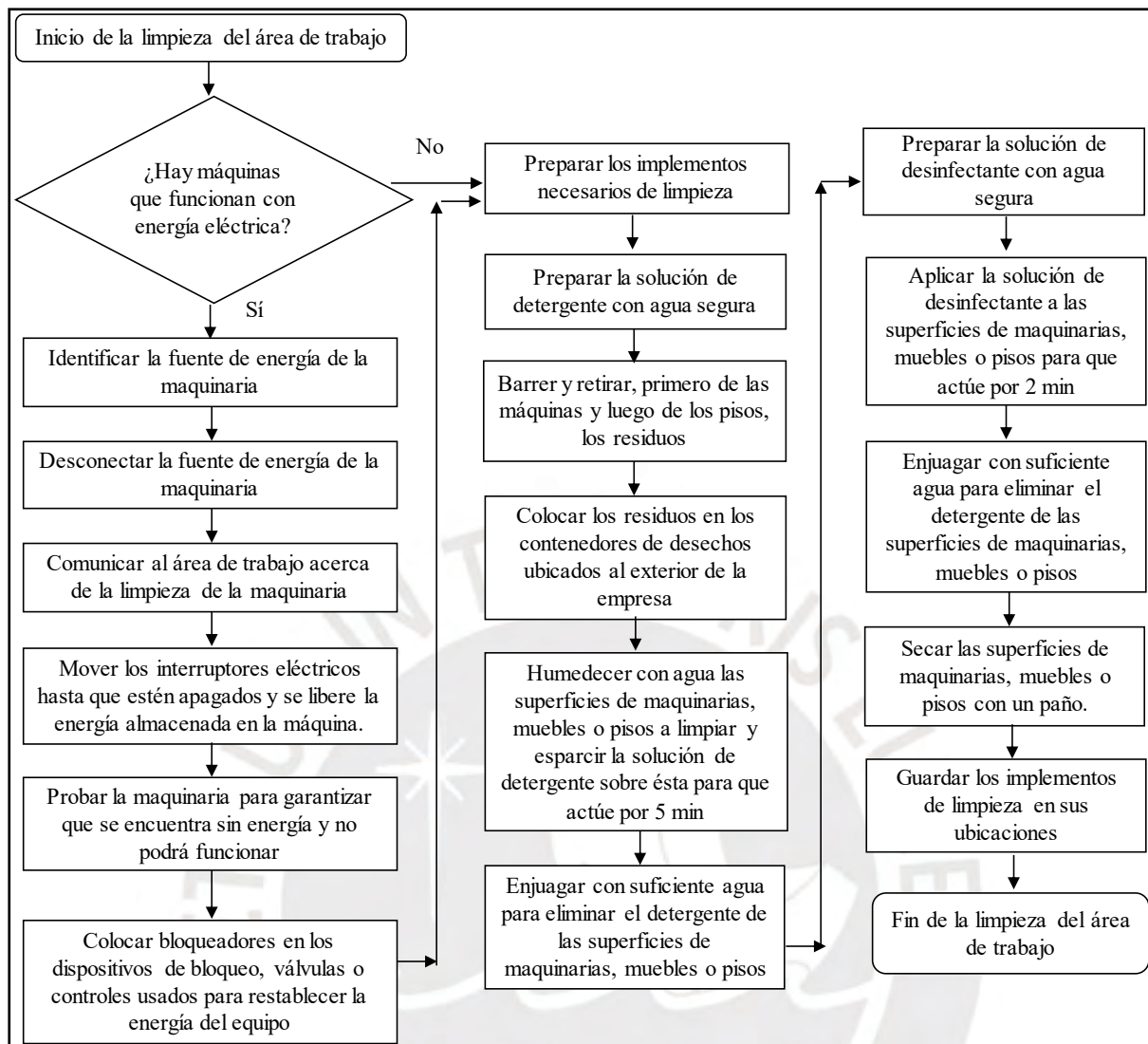
| | |
|--|--|
| <p>Propósito de la limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none">-Mantener un buen funcionamiento de los equipos y la habilidad de producir artículos de calidad.-Identificar y eliminar las fuentes de suciedad y contaminación para mantener el área de trabajo en buen estado.-Promover el mantenimiento autónomo. | <p>Relación y colocación de los elementos de limpieza y seguridad por área:</p> <p>A)Útiles de limpieza: Todas las áreas.</p> <p>b)Equipos de protección personal: Corte, Producción, Enjuague y Secado, Pozo y químicos.</p> <p>OBSERVACIÓN: Los responsables de la limpieza de cada área deben solicitar los elementos de limpieza, a fin de realizar las actividades respectivas.</p> |
| <p>Asignación de máquina a cada responsable de limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none">-Máquina de corte 2: operario 1.-Máquina de enjuague: operario 1.-Horno industrial: operario 1.-Máquina de galvanizado en zinc: operario 2.-Máquinas de corte 1 y 3: operario 2.-Máquina de troquelado y máquina de corte 4: operario 3.-Máquina botonera 1 y 2: operario 3.-Máquina botonera 3 y máquina argollera: operario 3. | |



| Insumos, materiales o útiles | Funciones para la limpieza diaria |
|------------------------------|--|
| Waype, trapo, desengresante | Limpieza de máquina argollera |
| Waype, trapo, desengresante | Limpieza de máquina botonera 1, 2 y 3 |
| Waype, trapo, desengresante | Limpieza de horno industrial |
| Waype, trapo, desengresante | Limpieza de máquina de troquelado |
| Waype, trapo, desengresante | Limpieza de máquina de corte 2 |
| Waype, trapo, desengresante | Limpieza de máquina de corte 3 |
| Waype, trapo, desengresante | Limpieza de máquina de corte 4 |
| Waype, trapo, desengresante | Limpieza del área de corte (Incluye la máquina de corte 1) |

| Insumos, materiales o útiles | Funciones para la limpieza diaria |
|---|---|
| Escoba, recogedor, trapo, agua, desinfectante | Limpieza de mesas, sillas y suelo del área de producción |
| Escoba, recogedor, trapo, agua, desinfectante | Limpieza del área de enjuague y secado (Incluye máquina de enjuague, lavadero y baldes) |
| Escoba, recogedor, trapo, desengrasante, waype, agua, desinfectante | Limpieza del área de pozo y químicos (Incluye máquina, estante y colador) |
| Escoba, recogedor, waype, trapo, desinfectante | Limpieza de los almacenes de materias primas y productos en proceso (Incluye estantes) |
| Escoba, recogedor, waype, trapo, agua, desinfectante | Limpieza del área de Diseño (Incluye mesa, silla, impresora y bandeja de 3 niveles) |

| Insumos, materiales o útiles | Funciones para la limpieza diaria |
|---|---|
| Escoba, recogedor, waype, trapo, agua, desinfectante | Limpieza del área de Administración (Incluye mesa y silla) |
| Escoba, recogedor, waype, trapo, agua, desinfectante | Limpieza del área de Contabilidad (Incluye mesa y silla) |
| Escoba, recogedor, waype, trapo, agua, desinfectante | Limpieza del área de Gerencia (Incluye mesa, sillas y estantería) |
| Escoba, recogedor, trapeador, pino, balde escurridor, agua, desinfectante | Limpieza del área de Servicios Higiénicos |



Anexo 24: Cuarta “S”-Definiciones básicas

Según Guillén (2019), un tema importante para el cuidado de nuestra salud e integridad física, es la prevención sobre los peligros y riesgos; es decir, mantener el control sobre toda fuente generadora de accidentes o daño a la salud, en el trabajo y en nuestra vida personal o familiar. A continuación, se presentan las siguientes definiciones básicas:

- a. Peligro: fuente que puede ocasionar daño a las personas, equipo, materiales, infraestructura y ambiente.
- b. Riesgo: posibilidad de que un peligro tenga consecuencias.
- c. Accidente de trabajo: todo suceso no intencional que resulta en lesión o daño.
- d. Enfermedad ocasional: estado patológico permanente o temporal que adquiere el trabajador, como consecuencia de los agentes físicos, químicos, biológicos o ergonómicos del trabajo.
- e. Condición insegura: instalaciones incorrectas, áreas de trabajo inapropiadas, procesos incorrectos con sustancias, materiales, equipo y/o energía.
- f. Acto inseguro: acción o práctica incorrecta, ejecutada por el trabajador y que origina u ocasiona la ocurrencia de un accidente.
- g. Control: formas de prevención.

Anexo 25: Cuarta “S”-Componentes de la matriz IPERC

| PROBABILIDAD | | | | |
|--------------|------------------------|---|---|---|
| INDICE | PERSONAS EXPUESTAS (A) | CONTROLES EXISTENTES (B) | CAPACITACIÓN Y CAPACIDADES HUMANAS (C) | EXPOSICIÓN AL RIESGO (D) |
| 1 | De 1 a 5 | Existen y son satisfactorios y suficientes. | Personal entrenado, conoce el peligro y lo previene. | Persona expuesta al peligro en periodos mayores a un año. |
| 2 | De 6 a 12 | Existen parcialmente o no son satisfactorios o suficientes. | Personal parcialmente entrenado. Conoce el peligro, pero no toma acciones de control. | Personal expuesto al peligro mensualmente o en periodos menores a un año. |
| 3 | Más de 12 | No existen. | Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control. | Personal expuesto al peligro diariamente o en periodos menores a un mes. |

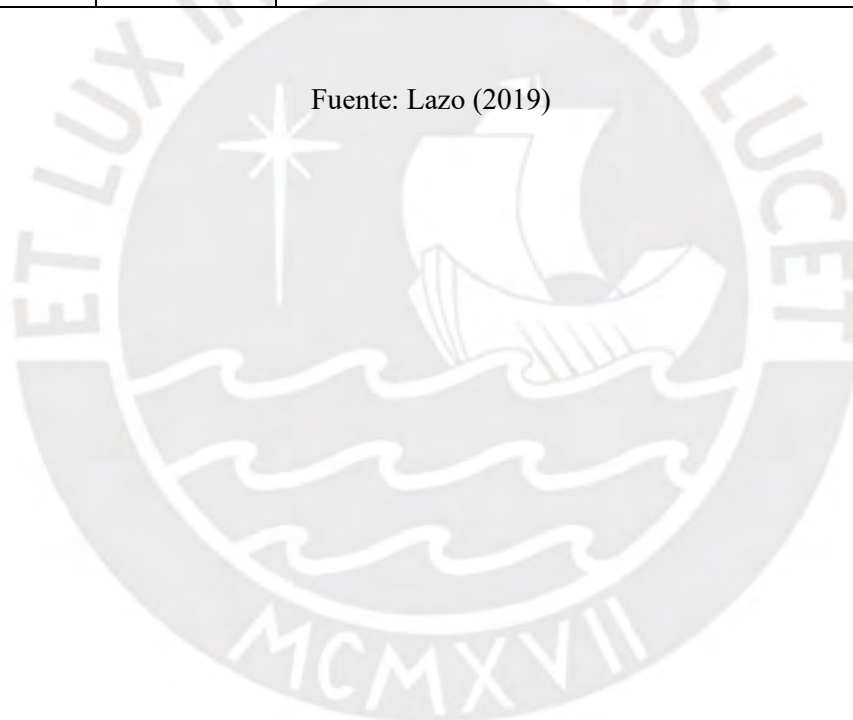
| NIVEL DE PROBABILIDAD | | | | | | | | |
|-----------------------|---|----------------------------------|---|------------------------------------|---|--|---|------------------------------------|
| Nivel de Probabilidad | = | Índice de Personas expuestas (A) | + | Índice de Controles existentes (B) | + | Índice de Capacitación y capacidades humanas (C) | + | Índice de Exposición al riesgo (D) |

| ÍNDICE | SEVERIDAD |
|--------|--|
| 1 | Sin Lesión / Lesión sin discapacidad (S): Pequeños cortes o magulladuras. |
| | Malestar (SO): Molestias, dolor de cabeza. |
| 2 | Lesión con incapacidad temporal (S): Fracturas menores, entre otros. |
| | Daño a la salud reversible (SO): Dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos. |
| 3 | Lesión con incapacidad permanente / Muerte (S): Amputaciones, fracturas mayores. |
| | Daño a la salud irreversible (SO): Intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones letales, pérdida auditiva. |

| NIVEL DE RIESGO = PROBABILIDAD X SEVERIDAD | | | |
|--|-----------------|--------------------|---------------------|
| PROBABILIDAD | TRIVIAL (4) | TOLERABLE (5-8) | MODERADO (9-16) |
| | TOLERABLE (5-8) | MODERADO (9-16) | IMPORTANTE (17-24) |
| | MODERADO (9-16) | IMPORTANTE (17-24) | INTOLERABLE (25-36) |

| NIVEL DE RIESGO | PUNTAJE | CONSIDERACIONES |
|------------------|------------|---|
| Intolerable (IN) | De 25 a 36 | No se debe de comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el nivel de riesgo a moderado. |
| | | Si es no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo. |
| Importante (IM) | De 17 a 24 | Se debe trabajar con un permiso de trabajo y una supervisión adicional, para el caso de actividades de mantenimiento; luego tomar las medidas correctivas necesarias para disminuir el riesgo a moderado en un período corto. |
| | | Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. |
| Moderado (MO) | De 9 a 16 | No se requieren controles adicionales. Se requiere seguimiento para verificar el cumplimiento de los controles existentes. |
| Tolerable (TO) | De 5 a 8 | |
| Trivial (TR) | 4 | Mantener las acciones que se vienen realizando. |

Fuente: Lazo (2019)



Anexo 26: Matriz IPERC para cada área

| Área-Tarea | Factores de riesgo | Evaluación del riesgo actual | | | Acción correctiva | | Evaluación del riesgo residual | | |
|--|--|------------------------------|-----------|------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|-----------|------------------------------|
| | Peligro-Riesgo | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo | Medidas de control | Responsable | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo |
| Producción-Corte circular de la plancha de metal | Manipulación incorrecta de la máquina de corte circular-Contacto con superficie cortante | 9 | 2 | 18-Importante | Capacitación al personal sobre los peligros y riesgos en el manejo de las máquinas; uso de guantes de badana. | Comité de Salud y Seguridad | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Enjuague y secado-Enjuague del destapador sin zinc | Ruido de la máquina de enjuague-Exposición al ruido, nerviosismo | 9 | 1 | 9-Moderado | Señalización para una distancia segura; uso de tapones. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Pozo y químicos-Zincado del destapador sin zinc | Zinc en polvo en el piso del área-Inhalación del zinc | 8 | 1 | 8-Tolerable | Orden y limpieza en el área, señalización para una distancia segura; uso de mascarillas. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Enjuague y secado-Enjuague del destapador zincado | Ruido de la máquina de enjuague-Exposición al ruido, nerviosismo | 9 | 1 | 9-Moderado | Señalización para una distancia segura; uso de tapones. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |

| Área-Tarea | Factores de riesgo | Evaluación del riesgo actual | | | Acción correctiva | | Evaluación del riesgo residual | | |
|---|---|------------------------------|-----------|------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|-----------|------------------------------|
| | Peligro-Riesgo | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo | Medidas de control | Responsable | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo |
| Enjuague y secado-Secado del destapador zincado | Exposición al calor y manipulación del horno industrial- Quemaduras, fatiga | 8 | 2 | 16- Importante | Capacitación a los operarios sobre mantener el equilibrio interno del cuerpo. Verificación de la dotación de agua en el área de trabajo. Uso de ropa abrigadora. | Comité de Salud y Seguridad | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Producción-Corte de los rollos de mica | Manipulación incorrecta de la máquina de corte- Contacto con superficie cortante | 9 | 2 | 18- Importante | Capacitación a los operarios sobre los peligros y riesgos en el manejo de las maquinarias; entrenamiento en el uso de la máquina, uso de guantes de badana adecuados. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Producción-Troquelado de planchas rectangulares | Manipulación incorrecta de la máquina de troquelado- Aplastamiento o atrapamiento | 8 | 1 | 8-Tolerable | Capacitación a los operarios sobre peligros y riesgos, uso de guantes de badana. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Diseño- Impresión de los papeles especiales | Movimiento monótono del operario- Ergonómico por movimiento repetitivos y estrés | 8 | 1 | 8-Tolerable | Rotación del personal. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |

| Área-Tarea | Factores de riesgo | Evaluación del riesgo actual | | | Acción correctiva | | Evaluación del riesgo residual | | |
|--|---|------------------------------|-----------|------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|-----------|------------------------------|
| | Peligro-Riesgo | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo | Medidas de control | Responsable | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo |
| Producción-Enchapado a partir de tapa, destapador, imagen y mica | Manipulación incorrecta de la máquina de corte circular-Exposición de las manos a golpes o cortes | 7 | 1 | 7-Tolerable | Capacitación al personal sobre los peligros y riesgos en el manejo de las máquinas; uso de guantes de badana. | Comité de Salud y Seguridad | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Producción-Eslabonado de rollos de alambre | Manipulación incorrecta de la máquina de corte circular-Exposición de las manos a golpes o cortes | 7 | 1 | 7-Tolerable | Capacitación al personal sobre los peligros y riesgos en el manejo de las máquinas; uso de guantes de badana. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Producción-Anillado de rollos de alambre | Manipulación incorrecta de la máquina de corte circular-Exposición de las manos a golpes o cortes | 7 | 1 | 8-Tolerable | Capacitación al personal sobre los peligros y riesgos en el manejo de las máquinas; uso de guantes de badana. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Producción-Ensamble manual de eslabones, argolla y botón | Movimiento monótono del operario-Ergonómico por movimientos repetitivos y estrés | 8 | 1 | 8-Tolerable | Rotación del personal. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |



| Área-Tarea | Factores de riesgo | Evaluación del riesgo actual | | | Acción correctiva | | Evaluación del riesgo residual | | |
|---|---|------------------------------|-----------|------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|-----------|------------------------------|
| | Peligro-Riesgo | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo | Medidas de control | Responsable | Probabilidad | Severidad | Nivel y Clasificación Riesgo |
| Corte-Corte de los papeles impresos | Manipulación incorrecta de la máquina de corte circular-Contacto con superficie cortante | 9 | 2 | 18-Importante | Capacitación al personal sobre los peligros y riesgos en el manejo de las máquinas; uso de guantes de badana. | Comité de Salud y Seguridad | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Administración-Colocar o sacar documentos de los archivadores manualmente | Movimiento repetitivo con la muñeca-Esfuerzo músculo esquelético | 7 | 1 | 7-Tolerable | Estiramientos para relajar la muñeca; escanear los documentos para no sacarlos nuevamente. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Contabilidad-Registro de los comprobantes de pago mediante el uso de la computadora | Postura inadecuada de la mano-Sobreesfuerzo por postura inadecuada | 7 | 1 | 7-Tolerable | Capacitar al personal sobre un manejo eficiente de la computadora; estiramientos para relajar la mano. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| | Exposición a trabajo en sedestación por períodos largos | 7 | 1 | 7-Tolerable | Realizar pausas cortas y alternar el trabajo a pie. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |
| Gerencia General-Coordinar reuniones con clientes y proveedores por teléfono | Flexión de la región cervical en forma inadecuada-Exposición a cervicalgia, dorsalgia o contractura | 7 | 1 | 9-Moderado | Capacitar al gerente sobre zoom y/o meet para conversar con clientes y proveedores; y alternar el uso del teléfono. | | 6 | 1 | 6-Tolerable |





Anexo 27: Programa de auditoría semanal en cada “S”





Según el cronograma, se realizarán auditorías de piso en cada “S”, las cuales comprenderán las siguientes puntuaciones:





- Primera semana: se colocará carita roja a puntajes menores a 40%, carita amarilla a puntajes entre 40% y 60 %, y carita verde a puntajes mayores a 60%.
- Segunda semana: se colocará carita roja a puntajes menores a 50%, carita amarilla a puntajes entre 50% y 70%, y carita verde a puntajes mayores a 70%.
- Tercera semana: se colocará carita roja a puntajes menores a 60%, carita amarilla a puntajes entre 60% y 80%, y carita verde a puntajes mayores a 80%. Para la cuarta semana de la auditoría de piso y la auditoría permanente, este criterio de clasificación se mantendrá de modo permanente.





A continuación, se presentan las fichas de auditoría (Semana 1 hasta la semana 4 para auditoría de piso, y auditoría permanente) para cada “S”:

| Primera "S": Clasificación | | | Lema: "Lo que no sirve que no estorbe" | | Responsable:Almacenero |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| Primera semana | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar  | Observaciones |
| Área: Diseño | ¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios? | 80 | 85% |  | Existen bolsas de plásticos que pueden reciclarse y reutilizarse en la producción de otros productos |
| | ¿Están todos los artículos restantes clasificados correctamente? | 100 | | | |
| | ¿Se aplican las tarjetas de color rojo correctamente? | 80 | | | Falta la firma de aprobación en algunas tarjetas |
| | ¿Se registra en una lista los elementos innecesarios? | 80 | | | Falta registrar algunas materias primas defectuosas |
| Puntaje total en función de la base | | 400 | | | Conclusión: Subsanan las observaciones |

| Segunda "S": Orden | | Lema: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar" | | | Responsable: Almacenero |
|-------------------------------------|---|---|----------------------------|---|--|
| Segunda semana | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar    | Observaciones |
| Área: Producción | ¿Existe una lista de materiales para ordenar en función de la frecuencia y secuencia de uso? | 90 | 87% |  | Agregar la frecuencia de uso de la máquina automática de corte para rollos de mica |
| | ¿Se ha definido el tipo de mueble o ubicación para situar cada elemento? | 90 | | | Falta colocar los troqueles, barras y pernos en el tablero de sombras |
| | ¿Se ha realizado correctamente la demarcación de localizaciones, pasillos peatonales y gabinetes de herramientas? | 85 | | | Falta realizar la demarcación de las mesas y sillas |
| | ¿Se ha efectuado correctamente la identificación con letreros y etiquetas para cada área de trabajo? | 70 | | | Agregar más especificaciones a las etiquetas de las máquinas (botonera, argollera, troquelado) |
| | ¿Se ha realizado correctamente la señalización de los cables eléctricos? | 100 | | | |
| Puntaje total en función de la base | | 500 | | | Conclusión: Subsanar las observaciones |

| Tercera "S": Limpieza | | Lema: "Hagamos de la limpieza una inspección" | | Responsable: Almacenero | |
|-------------------------------------|---|---|----------------------------|--|--|
| Tercera semana | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar    | Observaciones |
| Área: Enjuague y secado | ¿Se ha efectuado una limpieza profunda en cada área? | 85 | 88% |  | Se requieren más insumos y materiales para la limpieza profunda |
| | ¿Se ha planificado y documentado el mantenimiento de la limpieza? | 85 | | | Falta actualizar las funciones de limpieza de forma diaria, semanal y mensual |
| | ¿Se ha preparado y documentado el manual de limpieza? | 80 | | | Falta ubicar focos de suciedad en la limpieza de la máquina de enjuague |
| | ¿Se ha elaborado y documentado el programa de perpetuidad? | 80 | | | Falta cumplir con el tiempo de limpieza establecido por el programa de perpetuidad |
| | ¿Se ha desarrollado y programado el programa diario de limpieza? | 100 | | | |
| | ¿Se ha elaborado y documentado el programa de control? | 100 | | | |
| Puntaje total en función de la base | | 600 | | | Conclusión: Subsanan las observaciones |

| Cuarta "S": Salud y Seguridad | | Lema: "Seguridad ante todo" | | Responsable: Almacenero | |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|----------------------------|---|---|
| Cuarta semana | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar    | Observaciones |
| Área: Pozo y químicos | ¿Se ha desarrollado la matriz IPERC en planta y oficinas administrativas? | 90 | 90% |  | Se requiere actualizar la matriz IPERC |
| | ¿Se ha elaborado el mapa de riesgos? | 90 | | | Falta incluir el riesgo eléctrico |
| | ¿Se ha ejecutado acciones de seguridad? | 90 | | | El personal no posee guantes aislantes ante un contacto directo eléctrico |
| Puntaje total en función de la base | | 300 | | | Conclusión: Subsanan las observaciones |

| Quinta "S": Autodisciplina | | Lema: "Hacer lo decidido" | | Responsable: Almacenero | |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|--|--|
| Auditoría permanente | Criterios de auditoría | Puntaje por criterio (la base es 100) | Porcentaje de cumplimiento | Carita a asignar    | Observaciones |
| Área: Almacén de MP | ¿Se promueve el trabajo permanente de 5 "S"? | 90 | 97% |  | Falta garantizar el cumplimiento de los estándares |
| | ¿Los líderes participan en las capacitaciones? | 100 | | | |
| | ¿Se realizan visitas al área? | 100 | | | |
| | ¿Se cumplen las auditorías? | 100 | | | |
| | ¿Se evalúa el progreso de las 5 "S"? | 90 | | | Faltan fotografías del estado actual y nuevo |
| | ¿Se lidera con el ejemplo de cada "S"? | 100 | | | |
| Puntaje total en función de la base | | 600 | | | Conclusión: Subsanan las observaciones |

Anexo 28: Quinta “S”-Auditoría para visualizar la situación actual y futura de la organización



Fuente: Hosh Perú

Anexo 29: Tipos de anomalías, fuentes de contaminación, puntos inaccesibles y acciones de mejora

| Tipos de anomalías | Ejemplos |
|--|--|
| 1) Pequeñas deficiencias | |
| a) Contaminación | Polvo, óxido, suciedad |
| b) Holgura | Desgaste, distorsión |
| c) Fenómenos anormales | Ruido inusual, sobrecalentamiento, olor extraño |
| d) Flojedad | Cadenas, pernos |
| 2) Incumplimiento de condiciones básicas | |
| a) Zincado | Suciedad, daños |
| 3) Puntos inaccesibles | |
| a) Limpieza | Superficies sin mecanismos de seguridad o emergencia |
| b) Chequeo-inspección | Orientación inadecuada de instrumentos |
| c) Apretado de pernos | Poco espacio, cubiertas, construcción deficiente |
| d) Operación | Disposición de máquina |
| 4) Focos de contaminación | |
| a) Gases del horno industrial | Fuga de vapor |
| b) Agua utilizada en el enjuague | Fuga de agua, agua contaminada |
| c) Zinc | Derrames, exceso de zinc |
| 5) Fuentes de defectos de calidad | |
| a) Materias extrañas | Partículas, desechos |
| b) Golpes | Colisiones, vibraciones |
| 6) Elementos innecesarios | |
| a) Equipo eléctrico | Cableado, conectores, etc |
| b) Reparaciones provisionales | Alambres, cables, etc |
| 7) Condiciones inseguras | |
| a) Suelo | Desequilibrado, elementos que sobresalen |
| b) Dispositivo de levantamiento | Desplazadas, sin mecanismo de seguridad |

Anexo 30: Cartilla de limpieza correspondiente a cada máquina

| Elemento de máquina botonera | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|------------------------------|---|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 5 | min/perno-operario | | | |
| Troqueles | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/troquel-operario | | | |
| Eje central | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 1.5 | min/eje central-operario | | | |
| Seguro de troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 2.5 | min/seguro troquel-operario | | | |
| Anillos de aplicación | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/anillo-operario | | | |
| Topes | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/tope-operario | | | |
| Marco de la máquina | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/marco-operario | | | |
| Palanca | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/palanca-operario | | | |
| Cortador de imágenes | Retirar restos de papel (imágenes publicitarias circulares) | Libre de residuos de papel | 5 | min/cortador-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de máquina argollera | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|--|--------------------------------------|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 5 | min/perno-operario | | | |
| Troqueles | Limpieza para eliminar | Libre de contaminantes | 5 | min/troquel-operario | | | |
| Eje de giro | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 1.5 | min/eje central-operario | | | |
| Seguro de troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 2.5 | min/seguro troquel-operario | | | |
| Anillos de aplicación | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/anillo-operario | | | |
| Soporte | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/soporte-operario | | | |
| Marco de la máquina | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/marco-operario | | | |
| Grupo de 3 rodillos de aplicación de alambre | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4 | min/rodillo-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de máquina de galvanizado en zinc | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 5 | min/perno-operario | | | |
| Troqueles | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/troquel-operario | | | |
| Eje | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 1.5 | min/eje central-operario | | | |
| Seguro de troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 3 | min/seguro troquel-operario | | | |
| Anillos de aplicación | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/anillo-operario | | | |
| Soporte | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/soporte-operario | | | |
| Equipo de eliminación de humos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4 | min/equipo-operario | | | |
| Equipo de eliminación de solución de hierro de flujo | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4 | min/equipo-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y de suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de máquina de corte circular para planchas de metal | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 5 | min/perno-operario | | | |
| Troqueles | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/troquel-operario | | | |
| Eje | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 1.5 | min/eje central-operario | | | |
| Seguro de troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 3 | min/seguro troquel-operario | | | |
| Disco | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/disco-operario | | | |
| Soporte | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/soporte-operario | | | |
| Afiladora de cuchilla | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4.5 | min/afiladora-operario | | | |
| Cuchilla | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3.5 | min/cuchilla-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y de suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de máquina automática de corte de rollos de mica | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|---|--------------------------------------|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 5 | min/perno-operario | | | |
| Troqueles | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/troquel-operario | | | |
| Eje de rotación | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2 | min/eje rotación-operario | | | |
| Seguro de troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 3 | min/seguro troquel-operario | | | |
| Sensor de seguridad | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/sensor-operario | | | |
| Soporte | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/soporte-operario | | | |
| Mordazas horizontales | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2 | min/mordaza-operario | | | |
| Hoja de sierra | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3.5 | min/hoja de sierra-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de máquina semiautomática de corte de rollos de mica | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|---|--------------------------------------|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 5 | min/perno-operario | | | |
| Troqueles | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/troquel-operario | | | |
| Eje central | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2 | min/eje central-operario | | | |
| Seguro de troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 3 | min/seguro troquel-operario | | | |
| Soporte | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4 | min/soporte-operario | | | |
| Hoja de sierra | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4 | min/hoja de sierra-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de máquina automática de corte circular para papel impreso | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|---|--------------------------------------|--|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 4.5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4.5 | min/perno-operario | | | |
| Troqueles | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 4.5 | min/troquel-operario | | | |
| Eje central | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2 | min/eje central-operario | | | |
| Seguro de troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 3 | min/seguro troquel-operario | | | |
| Soporte | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/soporte-operario | | | |
| Sujetador de papel impreso | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2 | min/sujetador-operario | | | |
| Estructura exterior | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 3 | min/estructura-operario | | | |
| Cuchilla | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/hoja de sierra-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de máquina automática de lavado y enjuague | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|---|--------------------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 4.5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4.5 | min/perno-operario | | | |
| Boquilla de pulverización | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/eje central-operario | | | |
| Sello de la puerta inflable | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/sello-operario | | | |
| Bola de pulverización | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/bola-operario | | | |
| Equipo de sistema de impresión | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 3 | min/equipo-operario | | | |
| Placa de limpieza giratoria | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/placa-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de horno industrial | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 5 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 5 | min/perno-operario | | | |
| Rejilla de acero inoxidable | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/rejilla-operario | | | |
| Puerta de acero inoxidable | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/puerta-operario | | | |
| Bola de pulverización | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 3 | min/bola-operario | | | |
| Tubo de extracción de aire | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 3 | min/tubo-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

| Elemento de máquina de troquelado | Actividad | Parámetro | Tiempo de ejecución (min) | Unidad | Herramientas a usar | Insumos de limpieza | Frecuencia |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|
| Barras de ajuste | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 4 | min/barra-operario | Waypes y paños | Líquido desengrasante y solvente | Diaria |
| Pernos | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 4 | min/perno-operario | | | |
| Boquilla | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/boquilla-operario | | | |
| Poste | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/poste-operario | | | |
| Taza | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/taza-operario | | | |
| Elevador | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 2.5 | min/elevador-operario | | | |
| Sufridera | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/sufridera-operario | | | |
| Porta troquel | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 2.5 | min/porta troquel-operario | | | |
| Punzón | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/punzón-operario | | | |
| Piloto | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 2.5 | min/piloto-operario | | | |
| Porta punzones | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/porta punzon-operario | | | |
| Botadores | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 2.5 | min/botador-operario | | | |
| Guías | Limpieza para eliminar polvo y óxido | Libre de contaminación (polvo, óxido) | 2.5 | min/guía-operario | | | |
| Matriz | Limpieza para eliminar polvo y grasa | Libre de contaminantes | 2.5 | min/matriz-operario | | | |
| Piso | Barrer y trapear el piso | Libre de desperdicios de material y suciedad | 10 | min/operario | Escoba, balde | Agua | |

Anexo 31: Manuales de usuario para cada máquina

| Manual de usuario para máquina de galvanizado en zinc | |
|---|--|
| Botón/Variable | Descripción |
| Carga | Cargar el destapador y el zinc |
| Descarga | Descargar el destapador zincado |
| Temperatura de galvanizado | Temperatura a la que el destapador se sumerge en zinc |
| Temperatura de la maquinaria | Temperatura que debe controlarse para evitar quebraduras |
| Tiempo de inmersión | Tiempo que el destapador permanece sumergido en zinc |
| Velocidad de inmersión | Velocidad que debe ser regulada para evitar explosiones |
| Velocidad de extracción | Velocidad que debe ser controlada para asegurar la fluidez del zinc sobrante |
| Peso de la pieza antes y después de galvanizar | Indicador de producción que busca optimizar el consumo del zinc |

| Manual de usuario para máquina botonera | |
|---|--|
| Botón/Variable | Descripción |
| Ubicación del destapador zincado antes de la operación de enchapado | Coordenadas en los ejes X e Y del destapador zincado antes de la operación de enchapado |
| Fuerza de palanca para el primer paso del ensamble | Fuerza necesaria para alcanzar la parte superior de la mica |
| Brazo de palanca para el primer paso del ensamble | Distancia existente desde la fuerza de palanca para el primer paso del ensamble hasta el punto de apoyo (ubicación de los 4 elementos) |
| Fuerza de palanca para el paso final del ensamble | Fuerza necesaria para realizar la operación de enchapado (ensamblar los 4 elementos) |
| Brazo de palanca para el paso final del ensamble | Distancia existente desde la fuerza de palanca para el paso final del ensamble hasta el punto de apoyo (parte inferior del destapador zincado) |

| Manual de usuario para máquina argollera | |
|--|--|
| Botón/Variable | Descripción |
| Ubicación del rollo de alambre antes del eslabonado/anillado | Coordenadas en los ejes X e Y antes de la operación de enchapado |
| Eje | Eje de giro de la máquina argollera |
| Diámetro de alambre | Diámetro de los eslabones o argollas obtenidos |
| Diámetro exterior máximo | Diámetro máximo de la máquina argollera |
| Valor mínimo de alimentación | Mínimo diámetro del rollo de alambre para el eslabonado o anillado |
| Valor máximo de alimentación | Máximo diámetro del rollo de alambre para el eslabonado o anillado |
| Grupo de rodillos de alimentación de alambre | Rodillos donde se colocan los rollos de alambre que pasaran por las operaciones de eslabonado o anillado |
| Velocidad de eslabonado | Velocidad necesaria para obtener eslabones a partir de rollos de alambre |
| Velocidad de anillado | Velocidad necesaria para obtener argollas a partir de rollos de alambre |

| Manual de usuario para máquina de corte circular para planchas de metal | |
|---|--|
| Botón/Variable | Descripción |
| Altura máxima de corte | Altura máxima en la que se pueda cortar la plancha de metal |
| Potencia | Cantidad de energía proporcionada por unidad de tiempo |
| Velocidad de rotación | Velocidad de giro de la herramienta cortante |
| Velocidad de corte | Velocidad tangencial con la que se corta la plancha de metal |
| Avance | Velocidad relativa entre la herramienta cortante de la máquina y la plancha de metal |
| Profundidad/Diámetro de corte | Diámetro de la herramienta cortante de la máquina para cortar la plancha de metal |

| Manual de usuario para máquina automática de corte de rollos de mica | |
|--|---|
| Botón/Variable | Descripción |
| Carga | Cargar el rollo de mica |
| Descarga | Descargar la plancha rectangular para mica |
| Altura máxima de corte | Altura máxima en la que se pueda cortar el rollo de mica |
| Velocidad de corte | Velocidad tangencial con la que se corta el rollo de mica |
| Avance | Velocidad relativa entre la herramienta cortante de la máquina y el rollo de mica |
| Profundidad/Diámetro de corte | Diámetro de la herramienta cortante de la máquina para cortar el rollo de mica |

| Manual de usuario para máquina semiautomática de corte de rollos de mica | |
|--|---|
| Botón/Variable | Descripción |
| Altura máxima de corte | Altura máxima en la que se pueda cortar el rollo de mica |
| Velocidad de corte | Velocidad tangencial con la que se corta el rollo de mica |
| Avance | Velocidad relativa entre la herramienta cortante de la máquina y el rollo de mica |
| Profundidad/Diámetro de corte | Diámetro de la herramienta cortante de la máquina para cortar el rollo de mica |

| Manual de usuario para máquina automática de corte para papel impreso | |
|---|--|
| Botón/Variable | Descripción |
| Carga | Cargar el papel impreso |
| Descarga | Descargar las imágenes publicitarias circulares |
| Ancho máximo de la red | Ancho máximo para mantener una determinada cantidad de imágenes publicitarias circulares |
| Ancho mínimo de la red | Ancho mínimo para mantener una determinada cantidad de imágenes publicitarias circulares |
| Peso del papel | Peso del papel impreso a cortar |
| Altura máxima de corte | Altura máxima en la que se pueda cortar el papel impreso |
| Velocidad de rotación | Velocidad de giro de la herramienta cortante |
| Velocidad máxima de corte | Velocidad máxima tangencial con la que se corta el papel impreso |
| Avance | Velocidad relativa entre la herramienta cortante de la máquina y el papel impreso |
| Profundidad/Diámetro corte | Diámetro de la herramienta cortante de la máquina para cortar el papel impreso |

| Manual de usuario para máquina automática de lavado y enjuague | |
|--|--|
| Botón/Variable | Descripción |
| Carga | Cargar el destapador sin zinc o destapador zincado en la cabina de enjuague |
| Descarga | Descargar el destapador sin zinc o destapador zincado de la cabina de enjuague |
| Capacidad mínima | Capacidad mínima de enjuague para la máquina de lavado y enjuague |
| Capacidad máxima | Capacidad máxima de enjuague para la máquina de lavado y enjuague |
| Tiempo de enjuague | Tiempo necesario para el enjuague del destapador sin zinc o destapador zincado |

| Manual de usuario para horno industrial | |
|---|--|
| Botón/Variable | Descripción |
| Carga | Cargar el destapador zincado en el horno industrial |
| Descarga | Descargar el destapador zincado del horno industrial |
| Rango de temperatura | Rango de temperatura utilizada para el secado del destapador zincado |
| Volumen | Volumen asociado al interior del acero inoxidable del horno industrial |
| Humedad del aire | Humedad del aire asociada a la ventilación del horno industrial |
| Posición de la trampilla de extracción del aire | Posición de la trampilla de extracción de aire para el secado del destapador zincado |
| Tiempo de funcionamiento | Tiempo necesario para el secado del destapador zincado |

| Manual de usuario para máquina de troquelado | |
|--|---|
| Botón/Variable | Descripción |
| Fuerza de corte | Fuerza necesaria para realizar el corte de la plancha mediante el punzón |
| Claro entre el punzón y el dado | Distancia entre el punzón y el dado que representa un porcentaje del espesor del material |
| Resistencia al corte | Resistencia al corte de la plancha rectangular para mica |
| Espesor del material | Espesor de la plancha rectangular para mica |
| Longitud de corte | Longitud de corte para la plancha rectangular para mica |

Anexo 32: Lecciones de un punto para cada máquina

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina automática de galvanizado | | |
| 1. Esperar que el destapador llegue al área de pozo y químicos. | | |
| 2. Colocar los valores de cada parámetro en el sistema de control de la máquina. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Temperatura de galvanizado | °C | 440-460 |
| Temperatura de la maquinaria | | |
| Tiempo de inmersión | min | 1-4 |
| Velocidad de inmersión | | |
| Velocidad de extracción | | |
| Peso de la pieza antes y después de galvanizar | | |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|--|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina botonera | | |
| 1. Asegurar la máquina a la mesa para garantizar facilidad de trabajo, eficiencia, rapidez y precisión. | | |
| 2. Deslizar la corredera de la máquina (contiene 2 troqueles inferiores) hacia la izquierda. | | |
| 3. Esperar que los 4 elementos (destapador, tapa, mica e imagen publicitaria circular) lleguen al área de producción. | | |
| 4. Ubicar el destapador zincado, según la posición (0,0), debajo del eje central de la máquina. | | |
| 5. Colocar la tapa, mica e imagen publicitaria circular sobre el destapador zincado. | | |
| 6. Deslizar la corredera de la máquina hacia la derecha; y jalar la palanca hacia abajo para dar el primer paso del ensamble. | | |
| 7. Deslizar la corredera de la máquina hacia la izquierda; y jalar la palanca hacia abajo para dar el paso final del ensamble. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Ubicación del destapador zincado antes de la operación de enchapado | m | (0,0) |
| Fuerza de palanca para el primer paso del ensamble | N | 10 |
| Brazo de palanca para el primer paso del ensamble | m | 0,4 |
| Fuerza de palanca para el paso final del ensamble | N | 15 |
| Brazo de palanca para el paso final del ensamble | m | 0,3 |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina argollera | | |
| 1. Ajustar el eje, pernos y otros accesorios de la máquina de corte. Además, definir el valor de alimentación del rollo de alambre. | | |
| 2. Esperar que el rollo de alambre llegue al área de producción. | | |
| 3. Emplear la velocidad en función de la operación necesaria (eslabonado o anillado). | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Ubicación del rollo de alambre antes del eslabonado/anillado | m | (0,0) |
| Eje | - | 5 |
| Diámetro de alambre | mm | 0,5-8 |
| Diámetro exterior máximo | mm | 50 |
| Valor mínimo de alimentación | mm | 0,01 |
| Valor máximo de alimentación | mm | 1 000 |
| Grupo de rodillos de alimentación de alambre | - | 3 |
| Velocidad de eslabonado | mm/min | 150 |
| Velocidad de anillado | mm/min | 200 |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina de corte circular para planchas de metal | | |
| 1. Ajustar la herramienta cortante, pernos y otros accesorios de la máquina de corte. | | |
| 2. Esperar que la plancha de metal llegue al área de producción. | | |
| 3. Definir los parámetros de corte. | | |
| 4. Cortar la plancha de metal para la obtención de tapas. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Altura máxima de corte | mm | 85 |
| Potencia | Kw | 0,38 |
| Velocidad de rotación | RPM | 300 |
| Velocidad de corte | mm/min | 90 |
| Avance | m/min | 180 |
| Profundidad / Diámetro de corte | mm | 96 |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina automática de corte de rollos de mica | | |
| 1. Ajustar la herramienta cortante, pernos y otros accesorios de la máquina de corte. | | |
| 2. Esperar que el rollo de mica llegue al área de producción. | | |
| 3. Establecer los parámetros de corte en el sistema de control de la máquina. | | |
| 4. Cortar el rollo de mica para obtener planchas rectangulares para mica. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Altura máxima de corte | mm | 90 |
| Velocidad de corte | mm/min | 0,075 |
| Avance | m/min | 180 |
| Profundidad / Diámetro de corte | mm | 100 |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina semiautomática de corte de rollos de mica | | |
| 1. Ajustar la herramienta cortante, pernos y otros accesorios de la máquina de corte. | | |
| 2. Esperar que el rollo de mica llegue al área de producción. | | |
| 3. Definir los parámetros de corte. | | |
| 4. Cortar el rollo de mica para obtener planchas rectangulares para mica. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Altura máxima de corte | mm | 30 |
| Velocidad de corte | mm/min | 0,6 |
| Avance | m/min | 90 |
| Profundidad / Diámetro de corte | mm | 150 |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina automática de corte para papel impreso | | |
| 1. Ajustar la herramienta cortante, pernos y otros accesorios de la máquina de corte. | | |
| 2. Esperar que el papel impreso llegue al área de corte. | | |
| 3. Establecer los parámetros de corte en el sistema de control de la máquina. | | |
| 4. Cortar el papel impreso para obtener imágenes publicitarias circulares. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Ancho máximo de la red | mm | 520 |
| Ancho mínimo de la red | mm | 200 |
| Peso del papel | gr.m2 | 60-180 |
| Altura máxima de corte | mm | 90 |
| Velocidad de rotación | RPM | 600 |
| Velocidad máxima de corte | mm/min | 180 |
| Avance | m/min | 360 |
| Profundidad / Diámetro de corte | mm | 100 |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina de lavado y enjuague | | |
| 1. Asegurar el funcionamiento del PLC y el equipamiento del sistema de impresión. | | |
| 2. Ajustar la placa de limpieza giratoria, la bola de pulverización y las boquillas de pulverización para garantizar la limpieza. | | |
| 3. Asegurar el sello de la puerta inflable para evitar la fuga de agua. | | |
| 4. Esperar que 400 destapadores sin zinc o 400 destapadores zincados lleguen al área de enjuague y secado. | | |
| 5. Establecer los parámetros de enjuague en el sistema de control de la máquina. | | |
| 6. Enjuagar el destapador sin zinc o destapador zincado para limpiarlos y pasen a las operaciones posteriores. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Capacidad máxima | litros | 800 |
| Capacidad mínima | litros | 3 000 |
| Tiempo de enjuague | mm | 30 |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Horno industrial | | |
| 1. Asegurar la puerta de acero inoxidable aislada con 2 puntos de cierre. | | |
| 2. Ajustar la rejilla de acero inoxidable. | | |
| 3. Asegurar el tubo de extracción del aire. | | |
| 4. Esperar que 150 destapadores zincados lleguen al área de enjuague y secado. | | |
| 5. Establecer los parámetros de secado en el sistema de control del horno industrial. | | |
| 6. Secar el destapador zincado para limpiarlos y pasen a las operaciones posteriores. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Rango de temperatura | °C | 20-300 |
| Volumen | litros | 32 |
| Humedad de aire | - | 80% |
| Posición de la trampilla de extracción del aire | - | - |
| Tiempo de funcionamiento | min | 90 |

| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | |
|---|--------|----------------|
| No: Fecha de preparación: Área: | | |
| Preparado por: Aprobado por: | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento básico Mejora Problema analizado | | |
| Tema: Máquina de troquelado | | |
| 1. Ajustar las boquillas, postes, tazas, elevadores y barras de ajuste. | | |
| 2. Asegurar la sufridera, planchador, expulsor, puente, botadores, guías y matriz. | | |
| 3. Ajustar el porta troquel, punzón, piloto y porta punzones. | | |
| 4. Definir los parámetros de troquelado. | | |
| 5. Realizar la operación de troquelado en la plancha para obtener la mica circular. | | |
| Parámetros | Unidad | Especificación |
| Fuerza de corte | N | 1,25 |
| Claro (Distancia) entre el punzón y el dado | mm | 0,225 |
| Resistencia al corte | MPa | 0,005 |
| Espesor del material | mm | 5 |
| Longitud de corte | mm | 50 |

Anexo 33: Formatos para estándar de lubricación en cada máquina

| Máquina | Revisión de nivel de aceite, fuga o lubricación con aceite | Antes de comenzar el turno | Diariamente | Semanalmente | Según necesidades |
|--|--|----------------------------|-------------|--------------|-------------------|
| Botonera | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Argollera | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Troquelado para las micas | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Corte semiautomático para rollos de mica | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Corte automático de rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Corte circular para planchas de metal | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Corte automático circular para papel impreso | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Horno industrial | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Lavado y enjuague automático de alta presión | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |
| Galvanizado automático en zinc | Control visual | X | X | X | |
| | Rellenado | | | | X |

| Máquina | Sistema/ Mecanismo | Lubricante | Marca | Descripción | Cantidad | Método de aplicación |
|--|-----------------------|------------|-------|-------------|--|-------------------------|
| Botonera | | Aceite | | | Según especificaciones técnicas del manual del usuario | Manual |
| Argollera | | Aceite | | | | Manual |
| Troquelado para las micas | | Aceite | | | | Manual |
| Corte semiautomático para rollos de mica | | Aceite | | | | Manual |
| Corte automático de rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares | | Aceite | | | | Manual |
| Corte circular para planchas de metal | | Aceite | | | | Manual |
| Corte automático circular para papel impreso | | Aceite | | | | Manual |
| Horno industrial | | Aceite | | | | Manual |
| Lavado y enjuague automático de alta presión | | Aceite | | | | Manual |
| Galvanizado automático en zinc | | Aceite | | | | Manual |

Anexo 34: Cálculo de disponibilidad, eficiencia, calidad y OEE

| Máquina | Paradas diarias por mantenimiento (hr. /día) | Paradas mensuales por fallas imprevistas (hr. /mes) |
|--|--|---|
| Máquina semi automática de corte circular para planchas de metal | 0,5 | 0,5 |
| Galvanizado automático en zinc | 0 | 0 |
| Horno industrial | 0,5 | 0,5 |
| Máquina semi automática de corte para rollos de mica | 0,5 | 0,5 |
| Corte automático de rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares | 0 | 0 |
| Corte automático circular para papel impreso | 0 | 0 |
| Máquina de troquelado para las micas | 0,5 | 0,5 |
| Lavado y enjuague automático de alta presión | 0 | 0 |
| Botonera | 0 | 1 |
| Argollera | 0 | 0,5 |
| Total | 2 | 3,5 |

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|---|-------|
| Todas las máquinas | |
| Turnos de trabajo | 1 |
| Horas por turno (sin considerar descanso) | 8 |
| Días de trabajo al mes | 24 |
| Paradas diarias por mantenimiento (hr. /día) | 2 |
| Paradas mensuales por fallas imprevistas (hr. /mes) | 3,5 |
| Producción mensual (unid/mes) | 5 760 |
| Llaveros rechazados por incumplimiento de especificaciones (unid/mes) | 642 |
| Tiempo de ciclo total (min/unid) | 1,44 |

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|--|--------|
| Todas las máquinas | |
| Paradas programadas al mes (hr. /mes) | 48 |
| Paradas no programadas al mes (hr. /mes) | 3,5 |
| Horas trabajadas al mes (hr. /mes) | 192 |
| Tiempo de operación real (hr. /mes) | 140,5 |
| Tiempo disponible (hr. /mes) | 144 |
| Disponibilidad | 97,57% |

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|--|--------|
| Todas las máquinas | |
| Tiempo de ciclo total (min/unid) | 1,44 |
| Cantidad procesada (unid) | 5 760 |
| Tiempo real de operación (min/mes) | 8 430 |
| Eficiencia | 98,39% |

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|--|--------|
| Todas las máquinas | |
| Productos producidos (unid/mes) | 5 760 |
| Productos rechazados (unid/mes) | 642 |
| Índice de calidad | 88,85% |

| Fábrica de producción de llaveros destapadores metálicos | |
|--|--------|
| Todas las máquinas | |
| Disponibilidad | 97,57% |
| Eficiencia | 98,39% |
| Índice de calidad | 88,85% |
| Efectividad Global del Equipo | 85,30% |

Anexo 35: Lista de verificación con 3 enfoques para crear alternativas de mejora

| Enfoque 1: Propósito de la operación | | | | |
|---|----|----|-----------|--------------|
| Pregunta | Si | No | No aplica | Alternativas |
| 1.¿Es necesaria la realización de esta actividad? | | | | |
| 2.¿Podría integrarse con otra operación o actividad? | | | | |
| 3.¿Podría ejecutarse de una manera más rápida? | | | | |
| 4.Se puede conseguir el mismo objetivo de la actividad de forma diferente? | | | | |
| 5.¿Es posible reducir el número de veces que se efectúa esta actividad? | | | | |
| 6.¿Se realiza esta actividad con frecuencia? | | | | |
| 7.¿Hay algún aspecto en la actividad que no sea importante para el cliente? | | | | |

| Enfoque 2: Secuencia y procesos de manufactura | | | | |
|---|----|----|-----------|--------------|
| Pregunta | Si | No | No aplica | Alternativas |
| 1.¿Es necesario que la operación se realice en esta etapa del proceso? | | | | |
| 2.¿Se puede realizar esta actividad en un lugar diferente durante la secuencia del proceso? | | | | |
| 3.¿La actividad se realiza de forma manual? | | | | |
| 4.¿Es posible diseñar un equipo mecánico para facilitar la operación? | | | | |

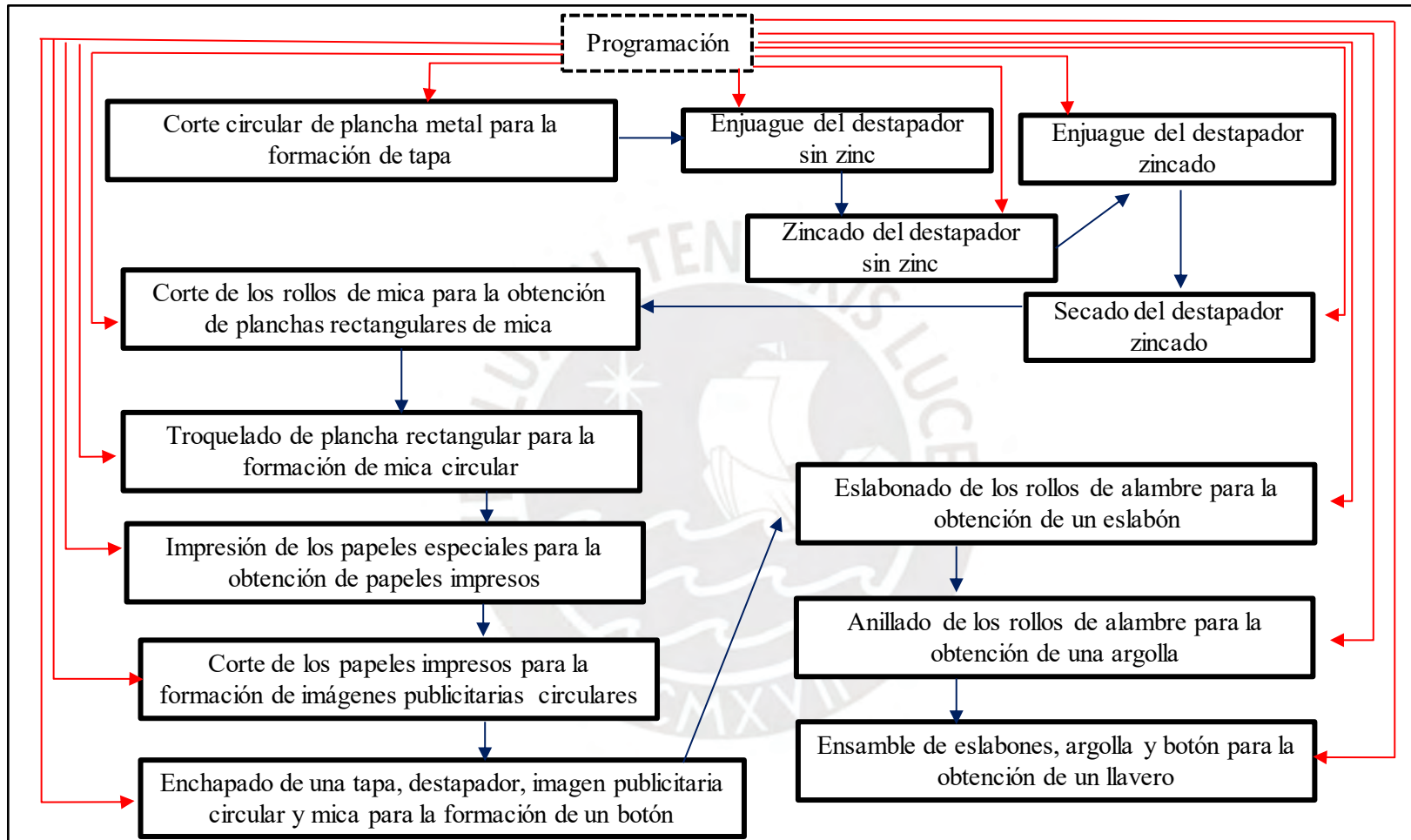
| Enfoque 3: Manejo de materiales | | | | |
|--|----|----|-----------|--------------|
| Pregunta | Si | No | No aplica | Alternativas |
| 1.¿Es conveniente cambiar el tipo de recipiente, envase o bolsa donde llegan las materias primas o materiales? | | | | |
| 2.¿Los materiales se trasladan de forma manual? | | | | |
| 3.¿Se podrá transportar las materias primas o materiales hasta esta actividad de otro modo? | | | | |
| 4.¿El transporte origina algún riesgo de avería del producto terminado durante la actividad? | | | | |
| 5.¿Es frecuente que el producto terminado se dañe en el transporte o manipulación? | | | | |

Fuente: Niebel (2001)

Anexo 36: Reducción de los tiempos de ciclo de cada operación mediante JIT

| Etapa del proceso | Área | Detalle operación | Actual-Tiempos en seg/llavero | | | | Mejora-Tiempos en seg/llavero | | | |
|-------------------|-------------------|---|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------------------|
| | | | Tiempo procesamiento | Tiempo preparación | Tiempo ciclo | Tiempo por estación según VSM | Tiempo procesamiento | Tiempo preparación | Tiempo ciclo | Tiempo por estación según VSM |
| 1 | Producción | Corte circular de la plancha de metal para la formación de tapa | 24 | 60 | 84 | 84 | 24 | 0 | 24 | 24 |
| 2 | Enjuague y secado | Enjuague del destapador sin zinc | 15,2875 | 30 | 45,2875 | 601,15 | 15,2875 | 0 | 15,2875 | 161,15 |
| | Pozo y químicos | Zincado del destapador sin zinc | 35,2875 | 250 | 285,2875 | | 35,2875 | 30 | 65,2875 | |
| | Enjuague y secado | Enjuague del destapador zincado | 15,2875 | 30 | 45,2875 | | 15,2875 | 0 | 15,2875 | |
| | Enjuague y secado | Secado del destapador zincado | 35,2875 | 190 | 225,2875 | | 35,2875 | 30 | 65,2875 | |
| 3 | Producción | Corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares de mica | 50,45 | 250 | 300,45 | 600,9 | 50,45 | 30 | 80,45 | 207,7 |
| | Producción | Troquelado de plancha rectangular de mica para la formación de mica circular | 50,45 | 250 | 300,45 | | 50,45 | 30 | 80,45 | |
| 4 | Diseño | Impresión de los papeles especiales para la obtención de papeles impresos | 10 | 60 | 70 | 166,8 | 10 | 0 | 10 | 73,61 |
| | Corte | Corte de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares | 36,8 | 60 | 96,8 | | 36,8 | 0 | 36,8 | |
| 5 | Producción | Enchapado de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la formación de botón | 11,61 | 15 | 26,61 | 26,61 | 11,61 | 5 | 16,61 | 73,61 |
| 6 | Producción | Eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de un eslabón | 15 | 9 | 24 | 24 | 15 | 0 | 15 | |
| 7 | Producción | Anillado de los rollos de alambre para la obtención de una argolla | 15 | 9 | 24 | 24 | 15 | 0 | 15 | |
| 8 | Producción | Ensamble de eslabones, argolla y botón para la obtención de un llavero | 27 | 9 | 36 | 36 | 27 | 0 | 27 | |

Anexo 37: Representación actual de los flujos en el proceso productivo



Anexo 38: Lista de tipos de Kanban entre las operaciones

| Operación 1 | Operación 2 | Tipo de Kanban |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Supermercado 1 | Corte circular de la plancha de metal | Producción |
| Corte circular de la plancha de metal | Supermercado 2 | Material |
| Supermercado 2 | Enjuague del destapador | Producción |
| Enjuague del destapador | Supermercado 3 | Material |
| Supermercado 3 | Zincado del destapador | Producción |
| Zincado del destapador | Supermercado 4 | Material |
| Supermercado 4 | Enjuague del destapador zincado | Producción |



| Operación 1 | Operación 2 | Tipo de Kanban |
|---|---|----------------|
| Enjuague del destapador zincado | Supermercado 5 | Material |
| Supermercado 5 | Secado del destapador zincado | Producción |
| Secado del destapador zincado | Supermercado 6 | Material |
| Supermercado 6 | Corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares de mica | Producción |
| Corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares de mica | Supermercado 7 | Material |
| Supermercado 7 | Troquelado de plancha rectangular de mica para la formación de mica circular | Producción |
| Troquelado de plancha rectangular de mica para la formación de mica circular | Supermercado 8 | Material |

| Operación 1 | Operación 2 | Tipo de Kanban |
|---|---|----------------|
| Supermercado 8 | Impresión de los papeles especiales para la obtención de papeles impresos | Producción |
| Impresión de los papeles especiales para la obtención de papeles impresos | Supermercado 9 | Material |
| Supermercado 9 | Corte de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares | Producción |
| Corte de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares | Supermercado 10 | Material |
| Supermercado 10 | Enchapado de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la formación de botón | Producción |
| Enchapado de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la formación de botón | Supermercado 11 | Material |

| Operación 1 | Operación 2 | Tipo de Kanban |
|---|--|----------------|
| Supermercado 11 | Eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de un eslabón | Producción |
| Eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de un eslabón | Supermercado 12 | Material |
| Supermercado 12 | Anillado de los rollos de alambre para la obtención de una argolla | Producción |
| Anillado de los rollos de alambre para la obtención de una argolla | Supermercado 13 | Material |
| Supermercado 13 | Ensamble de eslabones, argolla y botón para la obtención de un llavero | Producción |
| Programación de producción | Cerrado | Producción |

Anexo 39: Tiempos de procesamiento, preparación y ciclo antes y después del sistema Kanban

| Etapa del proceso | Área | Detalle operación | Actual-Tiempos en seg/llavero | | | | Mejora-Tiempos en seg/llavero | | | |
|-------------------|-------------------|---|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------------------|
| | | | Tiempo procesamiento | Tiempo preparación | Tiempo ciclo | Tiempo por estación según VSM | Tiempo procesamiento | Tiempo preparación | Tiempo ciclo | Tiempo por estación según VSM |
| 1 | Producción | Corte circular de la plancha de metal para la formación de tapa | 24 | 0 | 24 | 24 | 12 | 0 | 12 | 12 |
| 2 | Enjuague y secado | Enjuague del destapador sin zinc | 15,2875 | 0 | 15,2875 | 161,15 | 4,53 | 0 | 4,53 | 90 |
| | Pozo y químicos | Zincado del destapador sin zinc | 35,2875 | 30 | 65,2875 | | 10,47 | 30 | 40,47 | |
| | Enjuague y secado | Enjuague del destapador zincado | 15,2875 | 0 | 15,2875 | | 4,53 | 0 | 4,53 | |
| | Enjuague y secado | Secado del destapador zincado | 35,2875 | 30 | 65,2875 | | 10,47 | 30 | 40,47 | |
| 3 | Producción | Corte de los rollos de mica para la obtención de planchas rectangulares de mica | 50,45 | 30 | 80,45 | 207,7 | 7.5 | 30 | 37,5 | 90 |
| | Producción | Troquelado de plancha rectangular de mica para la formación de mica circular | 50,45 | 30 | 80,45 | | 7.5 | 30 | 37,5 | |
| 4 | Diseño | Impresión de los papeles especiales para la obtención de papeles impresos | 10 | 0 | 10 | | 10 | 0 | 10 | |
| | Corte | Corte de los papeles impresos para la formación de imágenes publicitarias circulares | 36,8 | 0 | 36,8 | | 5 | 0 | 5 | |
| 5 | Producción | Enchapado de una tapa, destapador, imagen publicitaria circular y mica para la formación de botón | 11,61 | 5 | 16,61 | 73,61 | 7 | 5 | 12 | 35 |
| 6 | Producción | Eslabonado de los rollos de alambre para la obtención de un eslabón | 15 | 0 | 15 | | 8 | 0 | 8 | |
| 7 | Producción | Anillado de los rollos de alambre para la obtención de una argolla | 15 | 0 | 15 | | 8 | 0 | 8 | |
| 8 | Producción | Ensamble de eslabones, argolla y botón para la obtención de un llavero | 27 | 0 | 27 | | 7 | 0 | 7 | |