

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**



**APLICACIÓN DE UN MODELO INTEGRADO DE
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA LINEA DE FABRICACIÓN
DE LLAVES DE CERRADURA.**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

Bach. GUEVARA SÁNCHEZ EDWAR PAUL

Bach. ZEGARRA GUARDAMINO ROSA ALBINA

ASESOR: Mg. Ing. HUGO MATEO LÓPEZ

LIMA - PERÚ

AÑO: 2015

DEDICATORIA

A mis padres Rosendo y Alvina por su dedicación y esfuerzo.

Rosa Zegarra.

A mis padres Maurto y Nora por su constante apoyo y esfuerzo.

Edwar Guevara.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a nuestros padres por darnos la vida y esta carrera profesional para afrontarla.

Agradecimiento para nuestros Abuelos, hermanos y tíos, por ser parte importante de nuestras vidas.

Agradecimiento especial para nuestro asesor Hugo Mateo López por su paciencia y dedicación en el proceso de titulación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	2
1.1. Formulación del problema y justificación del estudio	2
1.1.1. Problema general	2
1.1.2. Problemas específicos	2
1.2. Objetivos generales y específicos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Delimitación de la investigación.	3
1.4. Justificación del estudio	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes del estudio de investigación	4
2.2. Bases teóricas relacionadas con el tema	8
2.2.1. Teoría de restricciones TOC / Theory of Constraints	8
2.2.2. Lean manufacturing	11
2.2.2.1. Mapa del flujo de valor (VSM)	13
2.2.2.2. Las 5s	16
2.2.2.3. Trabajo estándar	18
2.2.2.4. Poka Yoke	18
2.2.2.5. Cambios rápidos (SMED)	20
2.3. Definición de términos usados	21
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	22
3.1. Hipótesis	22
3.1.1. Hipótesis general	22
3.1.2. Hipótesis específicas	22
3.2. Variables	23
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
4.1. Tipo y nivel	24
4.2. Diseño de la investigación	24
4.2.1. Diseño del modelo integrado de gestión de la producción	24
4.3. Enfoque	27
4.4. Población y muestra	27
4.4.1. Población de estudio	27
4.4.2. Muestra	27
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
4.5.1. Tipos de técnicas e instrumentos	27
4.5.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos	27
4.5.3. Procedimientos para la recolección de datos	27

4.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	28
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO		29
5.1.	Diagnóstico del área de producción	29
5.1.1.	Presentación de la empresa	29
5.1.2.	Los procesos de la empresa	30
5.1.3.	Diagnóstico	34
CAPÍTULO VI: APLICACIÓN DEL MODELO INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE LLAVES DE CERRADURA		43
6.1.	Descripción de la solución	43
6.1.1.	Paso 1: Identificar la restricción	43
6.1.2.	Paso 2: Eliminar desperdicios	44
6.1.2.1.	Propuesta de implementación de 5s como línea base	44
6.1.2.2.	Propuesta de implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de laminado para mejorar la capacidad de producción	44
6.1.2.3.	Propuesta de implementación de la herramienta de cambios rápidos en el proceso de fundición para mejorar la capacidad de producción.	45
6.1.2.4.	Propuesta de implementación de la herramienta de poka yoke en el proceso de laminado para reducir productos no conformes	45
6.1.2.5.	Propuesta de implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de troquelado para reducir los productos no conformes	45
6.1.3.	Paso 3: Explotar la restricción	46
6.1.4.	Paso 4: Subordinar la restricción	46
6.1.5.	Paso 5: Elevar la restricción	46
6.1.6.	Paso 6: Volver al paso 1	46
6.2.	Implementación de la solución	47
6.2.1.	Paso 1: Identificar la restricción	47
6.2.2.	Paso 2: Eliminar desperdicios	51
6.2.2.1.	Implementación de 5s como línea base	51
6.2.2.2.	Implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de laminado para mejorar la capacidad de producción	57
6.2.2.3.	Implementación de la herramienta de cambios rápidos en el proceso de fundición para mejorar la capacidad de producción	68
6.2.2.4.	Implementación de la herramienta de poka yoke en el proceso de laminado para reducir productos no conformes	71
6.2.2.5.	Implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de troquelado para reducir los productos no conformes	75
6.2.3.	Paso 3: Explotar la restricción	84
6.2.4.	Paso 4: Subordinar la restricción	86
6.2.5.	Paso 5: Elevar la restricción	88
6.2.6.	Paso 6: Volver al paso 1	88
6.3.	Resultados de la implementación	88
6.3.1.	Paso 1: Identificar la restricción	88
6.3.2.	Paso 2: Eliminar desperdicios	91
6.3.2.1.	Resultados de la implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de laminado para mejorar la capacidad de producción	94

6.3.2.2. Resultados de la implementación de la herramienta de cambios rápidos en el proceso de fundición para mejorar la capacidad de producción	95
6.3.2.3. Resultados de la implementación de la herramienta de poka yoke en el proceso de laminado para reducir productos no conformes	99
6.3.2.4. Resultados de la implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de troquelado para reducir los productos no conformes	99
6.3.3. Paso 3: Explotar la restricción	100
6.3.4. Paso 4: Subordinar la restricción	103
6.3.5. Paso 5: Elevar la restricción	104
6.3.6. Paso 6: Volver al paso 1	104
6.4. Impacto de la solución en el estado de resultados	106
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
ANEXOS	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Los cinco pasos del TOC	9
Figura 2. Modelo Integrado de Gestión de la Producción TLM	26
Figura 3. Mapa de macroprocesos de la empresa	33
Figura 4. Árbol de problemas	35
Figura 5. Estructura organizacional	37
Figura 6. Gráfico de Pareto de los costos de no calidad por proceso	40
Figura 7. Mapa del Flujo de Valor Actual	49
Figura 8. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de llaves de cerradura: Identificación del primer cuello de botella	50
Figura 9. Organigrama del programa de 5s	52
Figura 10. Cronograma de Implementación	53
Figura 11. Tarjetas Rojas	55
Figura 12. Diagrama de Interacción y Secuencia de Procesos de: Laminado de Placas	59
Figura 13. Diagrama de Flujo AS IS del proceso de Decapado de Placas	60
Figura 14. Diagrama de Operaciones del Proceso de Decapado de Placas – AS IS	61
Figura 15. Diagrama de Flujo TO BE del proceso de Decapado de Placas	64
Figura 16. Diagrama de Operaciones del Proceso de Decapado de Placas – TO BE	65
Figura 17. Diagrama de Flujo de Materiales del Proceso Laminado - Decapado (Layout)	66
Figura 18. Diagrama de Bloques del Proceso de Fabricación de Llaves de Cerradura – Identificación del Segundo Cuello de Botella	67
Figura 19. Gráfico de Pareto de los Defectos de Placas del Área de Laminado	72
Figura 20. Ishikawa del Proceso de Laminado	73
Figura 21. Prototipo del Patrón de Medición de Espesores	74
Figura 22. Diagrama de Interacción y Secuencia de Procesos de Troquelado	78
Figura 23. Diagrama de Flujo del Proceso de Corte de Placas	79
Figura 24. Diagrama de Flujo del Proceso de Cambio de Matriz	80
Figura 25. Diagrama de Flujo del Proceso de Troquelado	81
Figura 26. Diagrama de Flujo de Materiales del Proceso de Corte de Placas (Layout)	82

Figura 27. Cartilla Instructiva para el Cambio de Matriz	83
Figura 28. Diagrama de Boques del Proceso de Fabricación de Llaves de Cerradura – Mejorado	85
Figura 29. Flujo del Mapa de Valor Mejorado	87
Figura 30. Gráfico de Balance	89
Figura 31. Mapa del Flujo de Valor Futuro	90
Figura 32. Gráfico de Porcentajes de los Resultados de la Implementación de las 5s	92
Figura 33. Fotografía del área de Laminado Antes de la implementación de las 5s	93
Figura 34. Fotografía del área de Laminado Después de la implementación de las 5s	93
Figura 35. Fotografía del área de Laminado Después de la implementación de las 5s demarcación	93
Figura 36. Tiempo de Cambio de Matriz Fase 1	95
Figura 37. Tiempo de Cambio de Matriz Fase 2	96
Figura 38. Tiempo de Cambio de Matriz Fase 3	97
Figura 39. Gráfico de Balance Mejorado	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tablero General de Indicadores	38
Tabla 2. Porcentaje de Producto No Conforme por Proceso	39
Tabla 3. Costos de No Calidad por Proceso	39
Tabla 4. Cuadro de Costos de No Calidad en Porcentaje de Participación por Proceso	40
Tabla 5. Cuadro de Análisis de Cuellos de Botella por Proceso	41
Tabla 6. Cuadro de Análisis de Capacidad	42
Tabla 7. Tiempos de Operación Anterior del Proceso Laminado Decapado	58
Tabla 8. Análisis del Proceso de Cambio de Matriz	70
Tabla 9. Cuadro de Defectos de Placas del proceso de Laminado	71
Tabla 10. Escala de Prioridad de Causas	73
Tabla 11. Resultados de Evaluación de Causas	74
Tabla 12. Producto No Conforme del Proceso de Troquelado	77
Tabla 13. Producto No Conforme por Tipo de Defecto	77
Tabla 14. Porcentajes de Producto No Conforme por Tipo de Defecto	77
Tabla 15. Velocidades de Producción en fundición	84
Tabla 16. Resultados de la Implementación de las 5s	92
Tabla 17. Tiempos de Operación Mejorado del Proceso Laminado Decapado	94
Tabla 18. Análisis del Proceso de Cambio de Matriz	98
Tabla 19. Resultados de la Implementación del Poka Yoke	99
Tabla 20. Resultados de la Implementación del Trabajo Estándar del Proceso de Troquelado	99
Tabla 21. Costeo de Materia Prima con 40 por ciento de viruta	101
Tabla 22. Costeo de Materia Prima con 20 por ciento de viruta	102
Tabla 23. Tablero general de indicadores – Resultados finales	105
Tabla 24. Estado de Ganancias y Pérdidas antes de la Implementación	107
Tabla 25. Estado de Ganancias y Pérdidas después de la Implementación	107
Tabla 26. Variación de las Ventas después de la Implementación	108
Tabla 27. Variación de la Utilidad de Operación después de la Implementación	108

RESUMEN

La investigación está orientada al diseño e implementación de un Modelo Integrado de Gestión de la Producción para la fabricación de llaves de cerradura, este modelo integra la teoría de restricciones para resolver los cuellos de botella y utiliza algunas herramientas de Lean Manufacturing para eliminar los desperdicios que se generan en los procesos que generan los cuellos de botella. El objetivo de la aplicación del modelo es el mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura, la reducción de costos mediante la mejora de la eficiencia de sus procesos que permitan a la empresa ser más competitiva en el mercado.

Palabras Clave: Modelo Integrado de Gestión de la Producción, teoría de restricciones, cuellos de botella, lean manufacturing, desperdicios, productividad, línea de fabricación, llaves de cerradura, costos, eficiencia, procesos, competitiva.

ABSTRACT

The research is focused on the design and implementation of an integrated management of production for the manufacture of keys lock model, this model integrates the theory of constraints to solve bottlenecks and used some tools of lean manufacturing to eliminate waste that is generated in the processes that create bottlenecks. The purpose of applying the model is to improve the productivity of the manufacturing line lock keys, reducing costs by improving the efficiency of their processes that enable the company to be more competitive in the market.

Keywords: Model integrated production management, theory of constraints, bottlenecks, lean manufacturing, waste, productivity, production line, lock keys, cost, efficiency, processes, competitive.

INTRODUCCIÓN

La alta competitividad de precios en el mercado de llaves de cerradura provenientes de china y de capitales europeos ha ocasionado que las empresas del sector de manufactura de metales, se enfoquen en la búsqueda de alternativas para reducir costos, ser más eficientes y competitivos en el mercado interno y exterior.

Frente al contexto, la empresa Klaus Brass tiene como objetivo estratégico ser más eficiente, para lo cual la mejora de la productividad juega un rol importante para la empresa.

Actualmente la empresa tiene dos grandes problemas; el alto porcentaje de productos no conformes y la capacidad de producción que no cumple con la meta esperada en la línea de fabricación de llaves de cerradura, el cual representan un alto valor en costo.

En el siguiente trabajo de investigación se diseñará y aplicará un modelo integrado de gestión de la producción para resolver estos problemas principales, cuya base parte de la integración de la conocida Teoría de Restricciones (TOC) del Dr. Eliyahu Goldratt y las herramientas Lean Manufacturing (LM), metodología conocida y usada en el mundo; Resultando así un Modelo Integrado de Gestión de la Producción TLM. El diseño y la aplicación están enfocados básicamente a resolver los problemas principales que fueron mencionadas en el párrafo anterior.

El Modelo Integrado de Gestión de la Producción TLM consiste en resolver los problemas siguiendo los pasos de identificar, eliminar, explotar, subordinar y elevar las restricciones identificadas en los proceso de la línea de fabricación de llaves de cerradura con la finalidad de llegar a la meta esperada por la empresa.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Formulación del problema y justificación del estudio

1.1.1. Problema general

El problema general que se va a analizar en la tesis es el siguiente:

¿En qué medida la aplicación de un Modelo Integrado de Gestión de la Producción, influye en mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura?

1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida la aplicación de Poka Yoke, influye en reducir los productos no conformes en el proceso de laminado?
- b) ¿En qué medida la aplicación de Trabajo Estándar, influye en reducir los productos no conformes en el proceso de troquelado?
- c) ¿En qué medida la aplicación del Trabajo Estándar, influye en mejorar la capacidad de producción en el proceso de laminado?
- d) ¿En qué medida la aplicación de Cambios Rápidos, influye en mejorar la capacidad de producción del proceso de fundición?

1.2. Objetivos generales y específicos

1.2.1. Objetivo general

Aplicar el Modelo Integrado de Gestión de la Producción para mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Aplicar Poka Yoke para reducir los productos no conformes en el proceso de laminado.

- b) Aplicar Trabajo Estándar para reducir los productos no conformes del proceso de troquelado.
- c) Aplicar Trabajo Estándar para mejorar la capacidad de producción en el proceso de laminado.
- d) Aplicar Cambios Rápidos para mejorar la capacidad de producción del proceso de fundición.

1.3. Delimitación de la investigación

Esta investigación está limitada al proceso de fabricación de llaves de cerradura del área de producción, puntualmente el estudio se centra en mejorar la productividad de la fabricación de llaves de cerradura. Se tomará como línea base los resultados de los años 2014 y 2015.

1.4. Justificación del estudio

La investigación será de suma utilidad ya que permitirá presentar el diseño de un Modelo Integrado de Gestión de la Producción que permita reducir los productos no conformes, mejorar la capacidad de producción para la mejora de la productividad en la fabricación de llaves de cerradura.

El TLM servirá como modelo de gestión para las empresas del sector que deseen gestionar la producción bajo el enfoque de la teoría de restricciones, las herramientas Lean manufacturing.

El aporte de la investigación será de gran importancia para las empresas del rubro metalmecánico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio de investigación

Se ha encontrado algunas tesis relacionadas a nuestra investigación las cuales son las siguientes:

Tesis 1

Título: Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean manufacturing.

Autores: Esteban Infante Díaz / Deiby Aleaxander Erazo de la Cruz

Centro de estudios: Universidad de San Buenaventura Cali

Investigación para Optar: Título de ingeniero Industrial.

Fuente y fecha de obtención de la tesis: Internet - 05/07/2015

URI:

http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/2212/1/Propuesta_Productividad_Camisetas_Manufacturing_Infante_2013.pdf

Fecha de publicación: 10/2013

Resumen: La aplicación de herramientas Lean Manufacturing son vitales para la mejora de las operaciones de las PYMES, especialmente del sector manufacturero, ya que contribuye al mejoramiento de los procesos eliminando las actividades que no generan valor trayendo como consecuencia mayor satisfacción al cliente e incluso ahorros financieros sin realizar grandes inversiones. Es indispensable realizar un buen diagnóstico previo antes de proponer la implementación cualquier herramienta Lean, lo que permite ahorrar esfuerzos en propuestas que no tengan gran impacto y por el contrario dedicar estos esfuerzos a las propuestas que sí tendrán un gran impacto dentro de la compañía. La construcción de un modelo simulado del sistema de producción y la elaboración del mapa de cadena de valor del proceso, son una combinación bastante efectiva a la hora de realizar el diagnóstico para encontrar las áreas de oportunidad que se encuentran inmersas en algún proceso. El compromiso

y la motivación a nivel gerencial es muy importante para el éxito de la implementación de las herramientas de Lean, ya que ellos son los encargados de dirigir la organización e imponer metas y objetivos, además de aportar los recursos que sean necesarios. Cuando se genera una perspectiva general del proceso de producción se logra identificar infinidad de oportunidades para el mejoramiento. Cambiar la distribución de los módulos genera una mayor eficiencia en el flujo de materiales, ayuda al mejoramiento del ambiente de trabajo y además permite una operación más rentable, de forma más concreta se podría señalar que lo que puede llegar a conseguir Agatex S.A. es una disminución considerable en la congestión de productos que se encuentran en proceso, se puede llegar a suprimir áreas ocupadas innecesariamente, reducir el lead time y aumentar la calidad de las camisetas, además adquirir una mayor y mejor utilización de los recursos objetivo fundamental de la filosofía Lean. Con la implementación de las herramientas con que cuenta la filosofía Lean Manufacturing, Agatex SA puede ponerse al nivel competitivo de empresas que cuentan con una mayor capacidad de producción, logrando de esta manera poder atender una mayor demanda y recibiendo más utilidad por su operación

Tesis 2

Título: Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes.

Autor: Miguel Alexis Palomino Espinoza

Centro de estudios: Universidad Pontificia Católica del Perú.

Investigación para Optar: Título de ingeniero Industrial.

Fuente y fecha de obtención de la tesis: Internet - 15/07/2015

URI:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1707/PALOMINO_MIGUEL_LEAN_MANUFACTURING_LUBRICANTES.pdf?sequence=1

Fecha de publicación: 11/2012

Resumen: El presente estudio tiene como finalidad mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes. Se desarrolla el análisis, el diagnóstico y las propuestas de mejora para lograr mejores

indicadores de eficiencia. La optimización de la eficiencia de las líneas es medida a través de la OEE (por las siglas en inglés de Overall Equipment Effectiveness) que involucra la evaluación de aspectos de calidad, rendimiento y disponibilidad de las líneas de envasado. En el análisis de las líneas de envasado se detectó como principal problema el rendimiento de estas. Ante un buen indicador de calidad y de disponibilidad, el indicador de rendimiento afectaba de forma negativa el resultado de la OEE. Un análisis más detallado del rendimiento determinó como principal factor al tiempo excesivo de paradas, dentro de las cuales las más resaltantes son las paradas por Set-Up, y por movimiento de materiales de empaque hacia las líneas de envasado. Para disminuir el impacto de estas paradas se utilizan las herramientas SMED, 5S y JIT. Cada una de estas herramientas logra una reducción del 73%, 27% y 80% en cada uno de los tiempos a los cuales se es direccionada. Esto se refleja en una mejora del 20% en el indicador OEE y un ahorro de horas hombre, una mayor capacidad productiva, mejor tiempo de respuesta y cumplimiento de entregas, mayores ventas, y mejor rentabilidad.

Tesis 3

Título: Implementación de técnicas de manufactura esbelta (Lean Manufacturing), en una planta de empaque de producto terminado.

Autor: Andrés Eduardo Hernández De los Santos

Centro de estudios: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Investigación para Optar: Título de ingeniero Industrial.

Fuente y fecha de obtención de la tesis: Internet - 16/07/2015

URI: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2235_IN.pdf

Fecha de publicación: 07/2010

Resumen: Lean Manufacturing tiene sus fundamentos en la integridad, confianza y respeto por la gente. Desarrolla una cultura que crea empowerment con gente comprometida y motivada que entiende la importancia de su contribución al servicio o producto que ofrece la empresa y obtiene satisfacción por ello. El impacto que provoca Lean Manufacturing en una organización es el de tener la capacidad de entender, comunicar, implementar y mantener los

conceptos Lean en todas sus áreas operacionales y funcionales, causando éxito en el desarrollo del negocio. La implementación de un sistema moderno de administración como manufactura esbelta, que permite tener mayor control sobre las operaciones de empaque, ya que se logra una producción más limpia, a través de herramientas como los anuncios visuales, balanceo de líneas, etc. La manufactura esbelta es una herramienta muy eficaz para la mejora de los procesos de una empresa. Estas herramientas se originaron en El Japón con el sistema de producción Toyota y se han extendido poco a poco a otros países especialmente en los Estados Unidos y Europa.

Uno de los propósitos de este trabajo de graduación es encontrar o detectar áreas de oportunidad para la mejora de los procesos de la planta de empaque con el objetivo de aumentar las ventas incrementando la producción del módulo utilizando de forma adecuada los recursos disponibles.

Tesis 4

Título: Propuesta del sistema lean manufacturing en la fabricación de gabinetes para refrigeradoras en la empresa Indurama-Induglob S.A.

Autor: David Felipe Abril Jaramillo

Centro de estudios: Universidad de Cuenca - Ecuador.

Investigación para Optar: Título de ingeniero Industrial.

Fuente y fecha de obtención de la tesis: Internet - 18/07/2015

URI: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4039/1/TESIS.pdf>

Fecha de publicación: 2013

Resumen: El estudio y desarrollo de esta tesis se realizó en la Empresa Indurama-Induglob S.A., dedicada a la producción de refrigeradoras, cocinas y congeladores. En el primer capítulo se habla sobre las generalidades de la Empresa, abordando en primera instancia la historia de la misma y los servicios que ofrece como el diseño y su tecnología, la calidad, su comercialización a nivel nacional e internacional de sus productos y las tendencias en la industria y en el mercado. El segundo capítulo habla sobre la definición, características, aplicación, beneficios y desarrollo de la filosofía Lean Manufacturing, así como

de las diferentes herramientas de las que ésta hace uso, y el significado de los mapas de la situación actual y de la situación futura. El tercer capítulo trata sobre las áreas propuestas a mejorar, la elección de la familia de productos, análisis y recolección de datos para el uso en los mapas de la realidad actual identificando los problemas y desperdicios y las propuestas para los mapas de la situación futura. En el cuarto y último capítulo se realizan las conclusiones identificando las propuestas de mejora del producto de todo el trabajo realizado.

2.2. Bases teóricas relacionadas con el tema

2.2.1. Teoría de restricciones TOC / Theory of Constraints

En los últimos años se han desarrollado una serie de herramientas de gestión con la finalidad de lograr procesos de mejoramiento continuo. Se han desarrollado diferentes corrientes de pensamiento que contemplan conceptos tales como calidad total, mejoramiento continuo, sistema de justo a tiempo y una menos difundida llamada “Teoría de Restricciones”.

A principios de los años 1980 el Dr. Eliyahu Goldratt, escribió su libro “La Meta” y empezó el desarrollo de una nueva filosofía de gestión llamada “Teoría de Restricciones” (TOC por sus siglas en inglés).

La TOC nació como solución a un problema de optimización de la producción. Hoy en día se ha convertido en un concepto evolucionado que propone alternativas para integrar y mejorar todos los niveles de la organización, desde los procesos centrales hasta los problemas diarios.

TOC se basa en que toda organización es creada para lograr una meta. Si nuestra organización tiene como meta el ganar dinero, debemos estar conscientes que los logros obtenidos, ha estado determinado por la o las restricciones que actúan sobre la organización. Si no hubiese existido alguna restricción, los logros obtenidos pudieron haber sido infinitos.

Las restricciones del sistema determinan las posibilidades de obtener más de la meta de la organización.

TOC propone el siguiente proceso de 5 pasos en la Figura 1, para enfocar los esfuerzos de mejora:

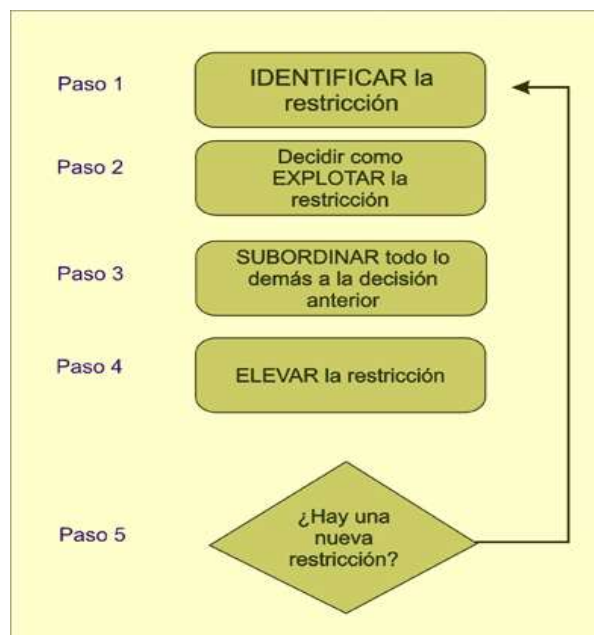


Figura 1. Los cinco pasos del TOC.

Fuente: Leidinger, R. Teoría de restricciones

Identificar las restricciones.- Este Paso es, en nuestra opinión, el más difícil ya que normalmente llamamos "**restricción**" a los síntomas de no usar correctamente nuestro sistema. En general sentimos que tenemos miles de restricciones: falta de gente, falta de máquinas, falta de materiales, falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks, etc. La Teoría General de los Sistemas sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones.- Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su Meta (Sea ésta ganar dinero, cuidar la salud de la población, aumentar el nivel cultural de la sociedad, etc.). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo vamos a utilizarlas, cómo vamos a explotarlas.

Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho.

Ejemplos sencillos de cómo explotar una restricción son los siguientes:

La restricción es una máquina: Se le deberían asignar los operarios más hábiles, se debería hacer control de calidad antes de que la misma procese las piezas, se debería evitar las paradas para almorzar (rotando a la gente), se

debería evitar que quedara sin trabajar por falta de materiales, se lo debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes, etc.

La restricción está en el mercado (No hay ventas suficientes): Asegurarse que todos los pedidos se despachan en el plazo comprometido con los clientes.

No hay excusa ya que la empresa tiene más capacidad de producción que la demanda del mercado.

La restricción es una materia prima (El abastecimiento es menor que las necesidades de la empresa): Minimizar el scrap y las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las se van a vender en el corto plazo, etc.

SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior.- Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior.

Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2, Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere realizar con éxito la subordinación.

La **SUBORDINACIÓN** es quizás el paso más difícil de asimilar para quienes hemos sido educados en el Pensamiento Cartesiano. Aunque no es tarea sencilla IDENTIFICAR las restricciones, intuitivamente sabemos que existen. EXPLOTARLAS significa obtener lo máximo posible de ellas, lo que tampoco se opone a nuestra forma de pensar tradicional. Pero ¿SUBORDINAR todo lo demás al ritmo que marcan las restricciones? ¿Obligar a la mayoría de los recursos a trabajar menos de lo que podrían? Eso sí que es exactamente opuesto a nuestro pensamiento tradicional.

ELEVAR las restricciones de la empresa.- Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones. Éste es el significado de ELEVAR.

Ejemplos de **ELEVAR** las restricciones del sistema son:

- La compra de una nueva máquina similar a la restricción.
- La contratación de más personas con las habilidades adecuadas
- La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción
- La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

En general nuestra tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos 2 y 3, Procediendo de ese modo estamos aumentando la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según como estaba definido originalmente.

Volver al Paso 1.- En cuanto se ha elevado una restricción debemos preguntarnos si ésta sigue siendo una restricción. Si se rompe la restricción es porque ahora existen otros recursos con menor capacidad. Debemos, entonces, volver al Paso 1, comenzando nuevamente el proceso.

2.2.2. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta es el conjunto de herramientas orientadas a retirar de los procesos productivos todo aquello que no añade valor al producto, proceso o servicio. Esto reduce costos, genera satisfacción de los clientes y mejora la rentabilidad de la empresa, objetivo principal de toda industria. Según Womack (2005) el pensamiento Lean provee una manera de hacer más con menos; menor esfuerzo humano, menos equipo, menos tiempo, menos espacio, acercándose más a lo que los clientes quieren exactamente. Anteriormente la producción en masa dominaba la filosofía de manufactura de las empresas productoras. Eso implicaba enormes bodegas donde almacenar la materia prima, partes y producto terminado. Esto generaba una empresa poco flexible ante los cambios, alto costos de inventarios y uso de espacios inmensos para la masificación de la producción. Para superar todos estos

obstáculos planteados por la producción en masa la industria japonesa cayó en la necesidad de buscar nuevos planteamientos productivos. Toyota y su Director de Producción Taiichi Ohno emprendieron esta búsqueda dando como resultado el famoso Toyota Production System. Punto de inflexión de la industria manufacturera hacia una filosofía que buscaba todo lo contrario. Reducir. Hacer un proceso más Lean.

El sistema de Manufactura Esbelta se basa en la eliminación de todo tipo de Muda o desperdicio. Que es todo aquello que no agrega valor para el cliente. El respeto por el trabajador es fundamental, así como lo es la mejora continua no solo en productividad, sino también en calidad. Algunos de los beneficios de la aplicación de la filosofía Lean y que fueron comprobados durante su aplicación en Toyota, según Shingo (1993), son:

- Reducción de los desperdicios
- Reducción de inventario y como consecuencia, reducción de espacio
- Sistema de producción más flexible
- Disminución de costos de producción
- Reducción del tiempo de entrega
- Mejora de eficiencia de maquinaria
- Disminución de la Muda

En el ámbito de la Manufactura Esbelta se hace recurrente un término, La Muda. Para un sistema Lean, la Muda es todo aquello que no agrega valor al producto, proceso o servicio. Es una actividad o función que consume recursos de la línea de producción, pero que no genera valor ante la perspectiva del cliente. La Muda es aquella perdida o desperdicio presente en los procesos productivos. Shingo (1993) identifica siete tipos de Muda:

- Sobreproducción
- Tiempo de espera
- Transporte innecesario
- Sobre procesamiento
- Exceso de Inventario
- Movimiento innecesario
- Producto Defectuoso

HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING

Para poder eliminar los desperdicios y los procesos que no agregan valor, se constan de las siguientes herramientas, que tienen como objetivo mejorar las operaciones de manera continua eliminando desperdicios pero siempre respetando al trabajador.

2.2.2.1. Mapa del flujo de valor (VSM)

Es una técnica que ayuda a desarrollar cadenas de valor más competitivas en las empresas manufactureras. El mapeo del flujo del valor realiza un seguimiento del flujo de materiales e información y lo plasma a través de herramientas gráficas normalizadas. La técnica realiza el seguimiento del producto desde su estado como materia prima en los almacenes hasta la consecución del producto terminado. Se detallan todas las actividades que se realicen, añadan o no valor agregado al producto. Al ser un mapeo detallado de todas las actividades se hace posible la ubicación de posibilidades de mejora. Como todas las herramientas de Lean Manufacturing el objetivo del VSM es proponer mejoras en los procesos y eliminar aquello que no le añade valor. A través del VSM se identifican los procesos que generan desperdicios. A través de un equipo de trabajo se generan ideas para mejorar el proceso. En caso hubiesen desechos o muda en el proceso, se procede a eliminarlo del sistema. Según Womack (2005) para realizar un correcto proceso de mapeado se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar el producto, familia de productos o servicio: Se debe identificar plenamente el grupo de productos que van a ser objeto de estudio. Se puede establecer porque su proceso productivo pasa por etapas similares. Una forma simple de encontrar una familia de productos es con el uso de una matriz. En las columnas se encuentran los procesos o etapas que contiene la planta. En las filas se ubican los productos. Por cada producto se va marcando los procesos por el cual atraviesa. De esta forma se hace más fácil la identificación de las familias de productos. Otra manera de elegir la familia de productos es a través de la importancia de estos dentro de la gama total de productos que se fabrican. Un análisis P-Q es aplicable para lograr esta identificación.

2. Determinación del VSM Actual: Representar mediante simbología normalizada el estado actual del flujo de materiales e información. El mapeo se inicia en el cliente y recorre el proceso productivo hasta llegar a los proveedores de materias primas. Se detallan flujos de información así como flujo de materiales.

3. Determinación del VSM Futuro Representación de la situación futura. Esta situación debe ir acorde a la filosofía Lean y para lograrlo debe cumplir ciertos puntos:

Adaptar el tiempo de procesamiento de productos según el Takt time. Esto mejora la respuesta de la empresa ante el periodo de posicionamiento de pedido del cliente. Se trabaja en base al cliente. El cliente pone el ritmo de producción. Esto implica una resolución y respuesta rápida ante posibles problemas; eliminar al máximo los tiempos de parada entre procesos de setup y minimizar los desperdicios. $Takt\ Time = \frac{\text{Tiempo Disponible de Trabajo}}{\text{Tiempo de Demanda}}$

Implementar el flujo continuo dentro de las líneas de producción. Un flujo continuo ayuda a eliminar las “islas” de trabajo que se producen cuando se pasa, lote por lote, las piezas de una etapa del proceso a otra. Esto ayuda a combinar procesos, minimizar espacios y trabajo en forma de celdas de manufactura.

En los casos en los cuales la implementación de un flujo de trabajo continuo no sea posible ser implementado se debe trabajar a través de supermercados de reposición.

El marcapasos de la producción debe ir alineado con los requerimientos del cliente.

El nivel de producción debe ser nivelado para evitar demoras por restricciones de los cuellos de botella propios del proceso. Una buena herramienta que ayuda a nivelar esto es el panel Heijunka. En el panel se colocan las tarjetas Kanban que van a ser distribuidas a los diferentes puestos de trabajo para iniciar el sistema pull. Estas tarjetas van a ser retiradas cada cierto periodo de tiempo.

Se debe determinar cada cuanto se da la producción de una pieza. Esto nos ayuda a conocer cuánto tiempo pasamos en producción efectiva y cuánto tiempo se toma para cambio de producto y preparación de maquinaria. De esta forma se pueden combatir estos tiempos y ganar flexibilidad a través de la minimización de los tiempos de cambio.

Establecer los pasos necesarios para lograr la situación futura Se debe tomar en cuenta cuales son las brechas existentes ente el mapa de valor actual y el cual se pretende llegar. En base a eso se deben planificar las labores y reorganizar las funciones. Se planifican las actividades que se van a realizar y la secuencia de su realización. Se debe tener en cuenta, que todo debe conformar parte de una metodología PDCA.

Implementación: Como en todo proceso de las herramientas de Lean Manufacturing, la implementación debe ser hecha a través de un grupo multidisciplinario. Esto proporciona diferentes perspectivas de ataque hacia los problemas y diversas formas de eliminar procesos que no añaden valor. Además, el jefe del equipo debe tener potestad para poder realizar los cambios que sean necesarios, y estar profundamente convencido del funcionamiento de la filosofía. Las ventajas de la aplicación de VSM como parte de herramientas de Lean, explicadas según Rother (1998) son:

La técnica gráfica acompañada por datos numéricos que ayuda a la comprensión de la situación actual. Esto facilita la visión del flujo de materiales y la información.

Todo el equipo de trabajo establece un mismo lenguaje para el análisis y comprensión del sistema.

La aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en una sola técnica. Posibilidad de VSM como punto de partida de un plan estratégico de mejora gracias a su gran descripción del proceso productivo.

2.2.2.2. Las 5S

La metodología de las 5S, según Carreira (2004) nos permite organizar, limpiar, desarrollar y mantener las condiciones para un ambiente productivo dentro de la organización. La idea consiste en mejorar la calidad de vida del trabajo y se basa en cinco principios, que mediante su implementación sistemática tienen como propósito implementar una mejor calidad, mejor entorno laboral y aumentar la productividad.

Algunos de los objetivos que pretende la metodología son:

Mejora de condiciones laborales. Un lugar de trabajo limpio y ordenado influye en la moral de un trabajador de forma positiva.

Minimizar gastos de tiempo. Al localizar las herramientas de trabajo en sus lugares respectivos, la realización de las tareas se efectúa con mayor rapidez.

Reducción de peligro de accidentes y mejora de seguridad en el trabajo.

Liker (2003) nos muestra que las etapas que se deben desarrollar para lograr una implementación óptima son las siguientes:

1. Seiri – Clasificar:

Consiste en separar los elementos necesarios de los innecesarios del área de trabajo, eliminando los innecesarios. La idea es mantener en el área de trabajo las herramientas y los elementos que permitan realizar las tareas diarias de una forma productiva y con calidad. Al existir solo los elementos necesarios en el área de trabajo, se optimizan espacios y se trabaja con mayor productividad. Una vez clasificados los elementos se procede a desechar a los que se usan menos de una vez al año. Este criterio se usa según el elemento sobre el cual se debe decidir, en caso desecharlo se torne caro o la reposición sea difícil de realizar se procede a almacenaje de este.

Los elementos que se utilizan una vez al mes son colocados en el almacén de la empresa o en los archivos. Los elementos utilizados una vez a la semana deben ser apartados pero no tan lejos del área de trabajo para hacer fácil su acceso en caso que sea necesario su uso. Los elementos utilizables una vez por día se colocan en la misma área de trabajo.

2. Seiton – Ordenar

Luego de la clasificación se procede a ordenar las cosas que fueron clasificadas como necesarias. Usualmente el termino ordenar está relacionado con una mejora de la visualización de los elementos en el entorno de trabajo. De esta forma la demanda de tiempo por la ubicación de herramientas, pieza y maquinas se reduce. Además, un lugar más ordenado promueve una mejor cultura de trabajo y mejora el ánimo del personal.

Se procede con la organización del área de trabajo, Se trata de realizar este ordenamiento según criterios de uso de las herramientas u objetos. Los de mayor uso a mayor alcance del operario. Definir claramente las locaciones de las herramientas de forma que no quede ambigüedad alguna sobre su posicionamiento.

3. Seiso – Limpieza

El objetivo de esta etapa es establecer y mantener un lugar de trabajo limpio, fuera de cualquier tipo de suciedad y polvo en todos los elementos que lo conforman. Para lograr ello se debe identificar las fuentes principales de suciedad y atacarlas hasta eliminarlas o minimizarlas. Esta etapa logra, al tener un lugar de trabajo más limpio, un mayor tiempo de vida de la maquinaria y un mejor funcionamiento. Además, se mejora el estado de ánimo del personal al realizar sus labores diarias en un sitio ordenado y limpio.

4. Seiketsu – Estandarizar

La estandarización pretende mantener el estatus alcanzado a través de las tres etapas anteriores. Se busca establecer los estándares de trabajo que se deben tener en cuenta para poder realizar las labores diarias de forma productiva y con calidad. Estos estándares buscan recordar a los trabajadores como se debe mantener la zona de trabajo a través de métodos operativos estandarizados.

5. Shitsuke – Disciplina

Ahora que se lograron establecer las primeras cuatro etapas lo difícil recae en mantener este efecto, ya que desaparecerá todo lo obtenido si no se cuenta con la disciplina adecuada para mantenerlo. Se busca establecer un control de

los objetivos establecidos comparados con los objetivos obtenidos. En base a estos se elaboran conclusiones y propuestas de mejora. De ser necesario se realizan las modificaciones en los procesos en búsqueda de lograr los objetivos trazados

2.2.2.3. Trabajo estándar

El trabajo estandarizado es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso. La hoja de trabajo estandarizado ayuda a ilustrar la secuencia de operaciones dentro del proceso, incluyendo el tiempo de ciclo. Esta hoja debe colocarse en el área de trabajo.

Los pasos a seguir para llenar esta hoja son:

- Dibujar el layout de la célula sobre la hoja e identificar todos los artículos.
- Asignar la ubicación de los elementos de trabajo por número.
- Mostrar la trayectoria de los movimientos.
- Llenar la información requerida dentro de la hoja.
- Colocarla en el área de trabajo.

El trabajo estandarizado provee las bases para tener altos niveles de productividad, calidad y seguridad. Los trabajadores desarrollan ideas kaizen para que continuamente se mejoren estas tres áreas.

2.2.2.4. Poka Yoke

Son métodos que evitan los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos y haciendo posible que los operadores se concentren en sus actividades.

Los sistemas Poka Yoke permiten realizar la inspección al 100% y por ende realizar acciones inmediatas cuando los defectos se presentan.

Los niveles de efectividad de los Poka Yoke son:

- Detecta el defecto cuando éste ya ha ocurrido y generalmente, aunque ya ha ocurrido el defecto, se asegura que no llegue a la siguiente estación.

- Detecta el error cuando éste se presenta y antes de que se convierta en un defecto.
- Elimina o impide la generación de errores antes que estos ocurran y generen defectos.

Fuentes de los Defectos:

Materiales: Dañados, equivocados, fuera de especificación, obsoletos.

Mano de Obra: Mal entrenamiento, errores inadvertidos, equivocaciones, descuido, mala operación de los equipos.

Métodos: Métodos incompletos, falta de documentación, métodos obsoletos, poco comprensibles o complejos.

Maquinaria: Mantenimiento inadecuado, malos ajustes, cambios deficientes, suciedad y contaminantes hacia los productos, instalaciones inadecuadas.

Mediciones: Mala calibración, muestreos incorrectos.

Medio Ambiente: Humedad, calor excesivo, frío intenso.

Clasificación de Mecanismos Poka Yoke:

Richard Chase y Douglas Stewart han definido básicamente 4 tipos de Poka Yoke:

- **Físico:** Orientado a asegurar la prevención de errores en productos y/o procesos, éstos sirven para identificar los errores o inconsistencias físicas. Asegura las características del producto o del proceso.
- **Secuencial:** Cuando el orden es importante y cualquier cambio u omisión del mismo puede resultar en errores, encontramos maneras concretas para restringir la secuencia, tal que sólo puede seguirse un orden predeterminado.
- **Agrupamiento:** En este tipo de dispositivos se utilizan kits o el método de los sobrantes. En los kits, se preparan los elementos como los materiales, piezas, etc. de tal manera que se tengan todos listos para que al realizar la operación no falte ninguno.
- **Información:** Retroalimenta a la persona con información clara, sencilla y completa de los que es necesario para evitar errores.

Procedimiento:

- **Observar el proceso a detalle:** Se identifican las etapas paso a paso de cada proceso para conocer la secuencia de operación.
- **Ideas para eliminar o detectar tal error:** Identificar el tipo de elementos Poka Yoke a ser utilizados acorde a la falla.
- **Diseñar el Dispositivo Poka Yoke e Implementarlo.**

2.2.2.5. Cambios rápidos (SMED)

En gestión de la producción, SMED es el acrónimo de Single-Minute Exchange of Die: cambio de herramienta en un solo dígito de minutos. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase single minute. Se entiende por cambio de herramientas el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente; no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria.

Se distinguen dos tipos de ajustes:

Ajustes / tiempos internos: Corresponde a operaciones que se realizan a máquina parada, fuera de las horas de producción (conocidos por las siglas en inglés IED).

Ajustes / tiempos externos: Corresponde a operaciones que se realizan (o pueden realizarse) con la máquina en marcha, o sea durante el periodo de producción (conocidos por las siglas en inglés OED).

2.3. Definición de términos usados

Productividad: Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Lean manufacturing: es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios: es decir ajustados.

Muda: Es una palabra japonesa que significa inutilidad, ociosidad, superfluo, residuos, despilfarro y es un concepto clave en el Sistema de Producción Toyota (TPS).

5S: El principio de la eliminación de desperdicio mediante el orden y limpieza del área. Derivado de las palabras japonesas Seiri, Seiton, Seiketsu, Shitsuke, que han sido traducidas al español como Seleccionar, Ordenar, Limpiar, Estándarizar y Seguimiento (SOLES).

Poka Yoke: Sistema de prevención de errores en el trabajo. Dispositivo a prueba de errores.

Tack Time: Tack, palabra alemana para ritmo. En Lean, Tack Time es el ritmo al que el cliente está dispuesto a comprar. Su fórmula es tiempo disponible/demanda, en un periodo de tiempo dado.

Trabajo Estándar: Definición de una operación caracterizada por el tack time, estableciendo una secuencia de trabajo.

SMED: Single Minute Exchange of Die, también conocido en español como Cambios Rápidos; se trata de la habilidad para desempeñar alguna actividad de preparación y cambio de herramienta en maquinaria, instalaciones o proceso en corto tiempo.

Kaizen: Mejora continua para incrementar la efectividad de una actividad, agregando más valor y menos desperdicio.

Kaizen Blitz (Evento Kaizen): Implementar un método de la manufactura esbelta, en un área particular, en un periodo de tiempo corto.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Si se aplica el Modelo Integrado de Gestión de la Producción mejorará la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a) Si se aplica Poka Yoke se reducirá los productos no conformes en el proceso de laminado.

- b) Si se aplica Trabajo Estándar se reducirá los productos no conformes en el proceso de troquelado.

- c) Si se aplica Trabajo Estándar se mejorará la capacidad de producción en el proceso de laminado.

- d) Si se aplica Cambios Rápidos se mejorará la capacidad de producción del proceso de fundición.

3.2. Variables

Metodológicamente se asume las siguientes variables independientes, dependientes e intervinientes.

Variables Independientes:

- Modelo Integrado de Gestión de la Producción

Variables Dependientes:

- Productividad
- Producto no conforme
- Capacidad de producción

Variables Intervinientes:

- Planta de fundición
- Línea de fabricación de llaves de cerradura

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y nivel

Es una investigación aplicada o tecnológica porque el trabajo está orientado a resolver un problema. De acuerdo al método que se empleó corresponde a un diseño experimental de tipo Pre-test Post-test, en el cual se hizo una medición previa de la variable dependiente a ser estudiada (pre test) y luego la introducción o aplicación de la variable independiente o experimental X a los sujetos del grupo; y finalmente se hizo una nueva medición de la variable dependiente en los sujetos (post test).

4.2. Diseño de la investigación

La investigación integró dos teorías conocidas a nivel mundial, esto por la gran necesidad de identificar las restricciones en el área de producción y búsqueda de la eficiencia, ante esta necesidad, se propuso aplicar el Modelo Integrado de Gestión de la Producción.

El modelo parte con la aplicación de la Teoría de restricciones, en la que se enfocó en los cuellos de botella y en consecuencia los desperdicios.

Gracias a las herramientas conocidas de lean manufacturing se procedió a reducir los desperdicios y se mejoró la eficiencia de la línea de fabricación de llaves de cerradura.

4.2.1. Diseño del modelo integrado de gestión de la producción

TLM es un Modelo Integrado de Gestión de la Producción, que integra las metodologías de **Theory of Constraints (TOC)** y **Lean Manufacturing**.

El Modelo TLM pertenece a la nueva generación de modelos de gestión integrado de mejoramiento continuo, combinando de manera lógica los dos modelos de gestión empresarial de clase mundial, sus metodologías, sus herramientas de gestión y sus técnicas en un sistema efectivo.

Este modelo concilió la interacción de TOC y Lean Manufacturing de una manera sinérgica el cual mejoró la productividad y por consiguiente se logró

mejorar los resultados financieros, siendo significativamente mayores que aplicando estas técnicas individualmente.

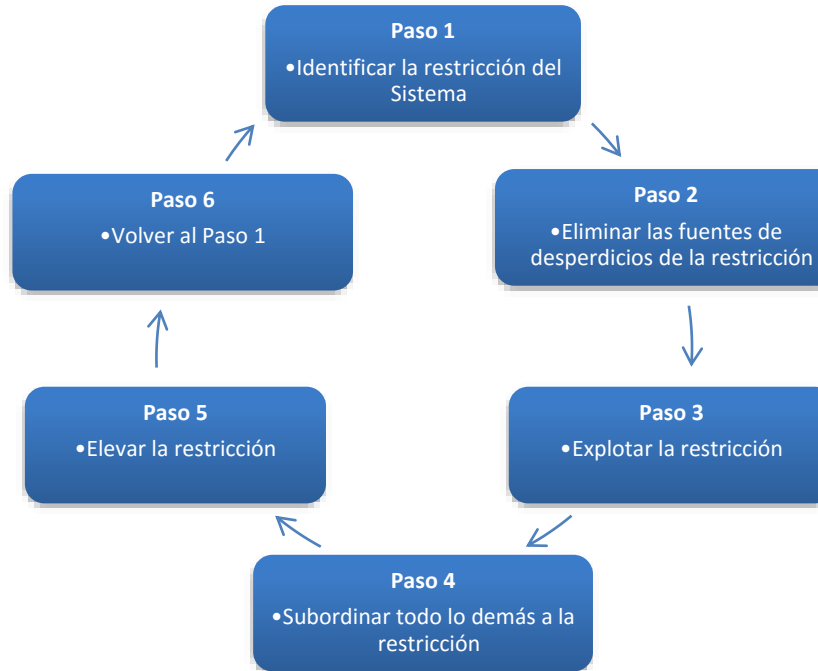
¿Cómo funcionó este Modelo?

Este modelo en la Figura 2, aprovechó las capacidades básicas de las dos metodologías TOC y Lean Manufacturing con sentido común.

El Modelo de gestión integrado de producción TLM utilizó TOC para asegurar que los esfuerzos de mejora sean enfocados en la restricción que generen el mayor rendimiento del beneficio global. Se aprovechó las técnicas de Lean para identificar y eliminar los desperdicios.

En esencia, el Modelo de gestión empresarial TLM nos dice dónde el caudal está siendo limitado en nuestro sistema y los puntos donde debemos enfocar nuestros esfuerzos. Lean provee maneras para eliminar bloqueos e interrupciones en nuestro sistema para que el flujo sea más rápido y sin problemas.

Pasos del Modelo Integrado de Gestión de la Producción TLM:



PASO 1: IDENTIFICAR LA RESTRICCIÓN	PASO 2: ELIMINAR DESPERDICIO	PASO 3: EXPLOTAR LA RESTRICCIÓN	PASO 4: SUBORDINAR LA RESTRICCIÓN	Paso 5: ELEVAR LA RESTRICCIÓN	PASO 6: VOLVER AL PASO 1
<ul style="list-style-type: none"> - Mapa del Flujo de Valor (VSM) - Diagrama de Bloques de Proceso 	<p>Eliminar Cuellos de Botella</p> <p>Laminado</p> <ul style="list-style-type: none"> 1er Cuello de Botella: <ul style="list-style-type: none"> - 5s - Trabajo Estándar Fundición 2do Cuello de Botella <ul style="list-style-type: none"> - Cambios Rápidos (SMED) <p>Reducir Productos No Conformes</p> <p>Laminado</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poka Yoke - Troquelado - Trabajo Estándar 	<ul style="list-style-type: none"> - Evento Kaizen 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de TOC a la Producción (DBR) 	<ul style="list-style-type: none"> - Innovación - Tablero de Control de Producción 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar y priorizar el siguiente cuello de botella

Figura 2. Modelo Integrado de Gestión de la Producción TLM

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Enfoque

El enfoque de la investigación es cuantitativo, porque consiste en utilizar la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

4.4. Población y muestra

4.4.1. Población de estudio

Área de producción de la empresa Klaus Brass S.A.C.

4.4.2. Muestra

Área de Laminado, Troquelado y Fundición

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1. Tipos de técnicas e instrumentos:

- **Observación directa** de los procesos, el cual facilitó levantar la información de los procesos en investigación.
- **Entrevistas con expertos y Key Users**, para tener un panorama amplio de los problemas, causas y efectos.
- **Revisión de base de datos**, que facilitó comprobar los estándares de producción levantados en planta.

4.5.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

El criterio de validez de los instrumentos, se realizó en base a la validación por el juicio de expertos.

4.5.3. Procedimientos para la recolección de datos

Se realizó en base a los siguientes pasos:

1. **Recolección de las Fuentes de Información:** Se realizó en base a las fuentes primarias y secundarias, es decir, se obtuvo la información en base a data histórica así como también en base a la información levantada en planta.

2. **Aplicación de Métodos:** Se realizó en base al método de observación y entrevistas básicamente.
3. **Definición de las Escalas de Medición:** Se realizó en base a dos factures importantes, confiabilidad y validez.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Las técnicas utilizadas fueron;

- El Árbol de Problemas
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Bloques del Proceso
- Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)
- Diagrama de Flujo
- Diagrama de Flujo de Materiales (Layout)
- Diagrama de Ishikawa
- Los 5 ¿Por qué?

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

5.1. Diagnóstico del área de producción

5.1.1. Presentación de la empresa

La empresa objeto de estudio fue el Grupo Klaus Brass, empresa dedicada a la fabricación de productos de latón como válvulas, barras, llaves de cerradura, etc. a continuación se detalla un reseña de sus antecedentes.

En 1969 se formó la empresa produciendo la primera llave en blanco llamada Rosa.

En 1984 se inician las primeras experiencias internacionales en los mercados de Ecuador y Bolivia.

A fines de los 80s la empresa crea Klaus, una llave de diseño moderno con gran variedad de modelos, los cuales hicieron posible que ingrese a más mercados de Latino América como; Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Uruguay, Venezuela, Costa Rica, Guatemala, República Dominicana, México, E.E.U.U. y Aruba.

En 1997 se crea la unidad especializada en la fabricación de productos de latón como válvulas, golletes, barras, tubos, entre otros. Al cabo de un tiempo, el Grupo Klaus Brass decide incursionar en el mundo de las exportaciones.

En el año 2008 el Grupo Klaus Brass recibe la Certificación de Calidad ISO 9001. Actualmente está trabajando para obtener el ISO 14001.

El Grupo Klaus Brass cuenta con más de 29 años de experiencia en el mercado fabricando y comercializando productos derivados de latón de alta calidad y amplia variedad, la empresa está comprometida con la calidad de sus productos y servicios de latón, así como con la satisfacción de sus clientes mediante un trabajo en equipo e integridad entre sus trabajadores.

Es parte de su política: Aplicar mejora continua para incrementar la satisfacción sus clientes, buscando entregar oportunamente productos de calidad, mediante el cumplimiento de los requisitos legales, previniendo y mitigando la contaminación ambiental significativa y desarrollando a su personal.

- Clientes Locales : 30%
- Exportación : 70%
- Facturación Anual: s/. 35 MM
- Producción Mensual: 5.8 MM de llaves
- Crecimiento Anual: 10%
- Número de Trabajadores (obreros y empleados) : 250
- Es una empresa con certificación ISO 9001:2008

Productos:

1. Llaves de cerradura:

- Cerradura Metálica
- Automóvil Metálica
- Automóvil Plástica
- Llaves Transponder
- Cerradura Punto Color
- Cerradura Plástica

2. Productos de latón:

- Barras Trefiladas
- Productos Forjados
- Productos Maquinados

5.1.2. Los procesos de la empresa

Para la fabricación de llaves de cerradura en la empresa se tiene once procesos en la Figura 3, de los cuales dos de ellos son estratégicos, cuatro operacionales y cinco de soporte.

Procesos Estratégicos:

E1. Gestión de la Dirección:

En este proceso se gestionan los proyectos de mejora continua, se dan directrices para la mejora de productividad de la planta, reducción de costos y mejorar la satisfacción del cliente.

E2. Sistemas Integrados de Gestión:

En este proceso se gestiona la tri-norma ISO9001, ISO14001 y las OHSAS 18001, este proceso tiene por finalidad asegurar la calidad en los productos que se venden, no impactar negativamente en el medio ambiente y velar por la seguridad de los trabajadores.

Procesos Operacionales:

O1. Ventas:

La gestión de ventas se subdivide en ventas nacionales y ventas al exterior, en ambos mercados se cuentan con distribuidores. La gestión de ventas se encarga de recepcionar los requisitos de los clientes para el desarrollo de nuevos productos, así mismo se encarga de medir la satisfacción del cliente.

O2. Planeamiento y Control de la Producción:

En Planeamiento y Control de la Producción se realizan los programas de producción de los procesos operacionales, se programan los códigos a producir, las máquinas a utilizar y da indicaciones de la cantidad de personas que tienen que trabajar por proceso para cumplir con los pedidos aprobados que ventas ingresa en el sistema.

O3. Producción:

Se encarga de la transformación a partir de una Orden de Producción, en la cual primero se realiza la recepción de materias primas, estas pasan al área de fundición donde se producen placas de latón en la línea de fabricación de llaves, posteriormente las placas pasan por un proceso de escalpado, laminado, troquelado, fresado, acabados y embolsado; Para el caso de la línea

de fabricación de billets, este producto es input para la fabricación de barras trefiladas, productos forjados y productos maquinados.

O4. Almacén de Producto Terminado y Despacho:

Cuando el supervisor del almacén recepciona la venta en el sistema se procede con el picking de los modelos de las llaves que quiere el cliente, posteriormente a ello se consolida el pedido y se colocan en el embalaje secundario (Caja corrugada, saco, cajón de madera chico o cajón de madera grande) y finalmente se entrega el pedido al camión despachador para hacer la repartición de las mercaderías vendidas.

Procesos de Soporte:

S1. Recursos Humanos:

Recursos humanos se encarga del reclutamiento, contratación, inducción, capacitación y desvinculación del personal tanto operativo como administrativo.

S2. Mantenimiento:

En este proceso se gestionan las OT para cubrir los mantenimientos preventivos y correctivos de la empresa. En la empresa se cuentan con técnicos mecánicos, técnicos hidráulicos y técnicos electricistas.

S3. Compras:

En este proceso se adquiere los insumos y servicios que requiere la empresa, así mismo se encarga de controlar los niveles de stock del almacén de insumos.

S4. Aseguramiento y Control de Calidad:

Se encarga de hacer el control de calidad en planta, así mismo velan por la calidad de las llaves según especificaciones técnicas del producto.

S5. Tecnología de la Información:

En este proceso se realiza el mantenimiento, actualizaciones, reparaciones de los equipos de cómputo de la empresa.

MAPA DE MACROPROCESOS DE LA EMPRESA

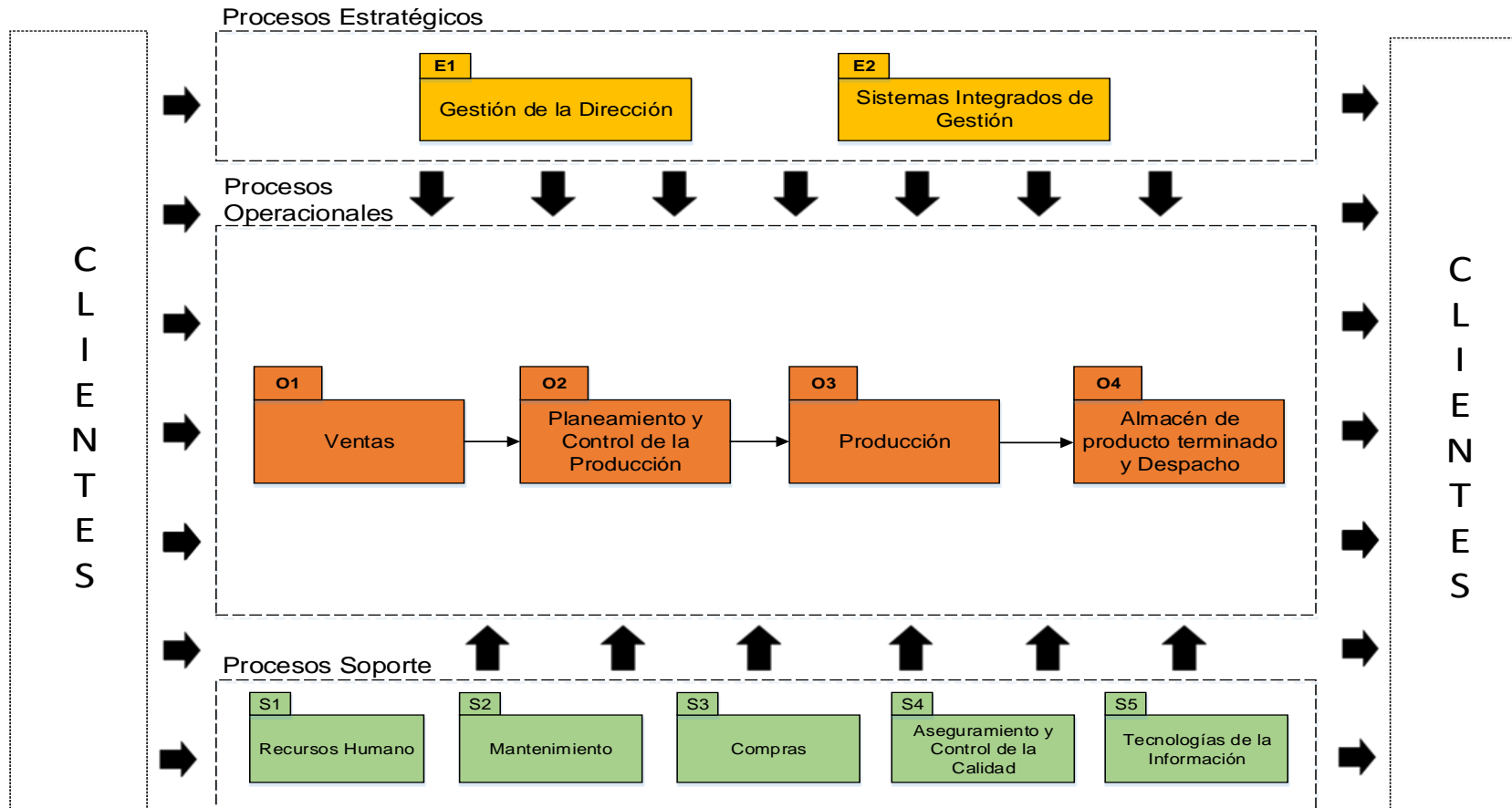


Figura 3. Mapa de macroprocesos de la empresa

Fuente: Empresa Klaus Brass. Manual de Calidad

5.1.3. Diagnóstico

Como población de estudio se tomó el Área de Producción de la empresa Klaus Brass S.A.C. para el desarrollo del Diseño y la Aplicación del Modelo Integrado de Gestión de la Producción denominado TLM (combinación de Teoría de Restricciones y Lean Manufacturing).

Primero se realizó el diagnóstico del área de producción para la fabricación de llaves de cerradura:

- a) El Área de Producción, está bajo la responsabilidad directa de la Gerencia de Producción, que constituye una de las cuatro Gerencias de la empresa en mención los cuales son: Gerencia General, Gerencia Administrativa y Financiera, Gerencia Comercial y Gerencia de Producción como se muestra en la Figura 5.

- b) La empresa cuenta con un tablero general de indicadores en la Tabla 1, donde se monitoreó el comportamiento del producto no conforme, la capacidad de producción y la productividad de la línea de fabricación;

Para la medición, monitoreo y control del producto no conforme se tuvo un ratio de tendencia, el cual consistió en dividir los kilos no conformes generados en el periodo por la producción del mismo periodo, adicional a ello se tuvo el indicador de costos por no calidad los cuales nos permitió saber los procesos que generan el mayor costo por concepto de producto no conforme, en la Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Figura 6.

Se tiene información del año 2014 y 2015 referente a la capacidad de producción en la Tabla 5 y Tabla 6, para la fabricación de llaves de cerradura, el cual se encontró por debajo de la demanda actual.

Identificación de los problemas:

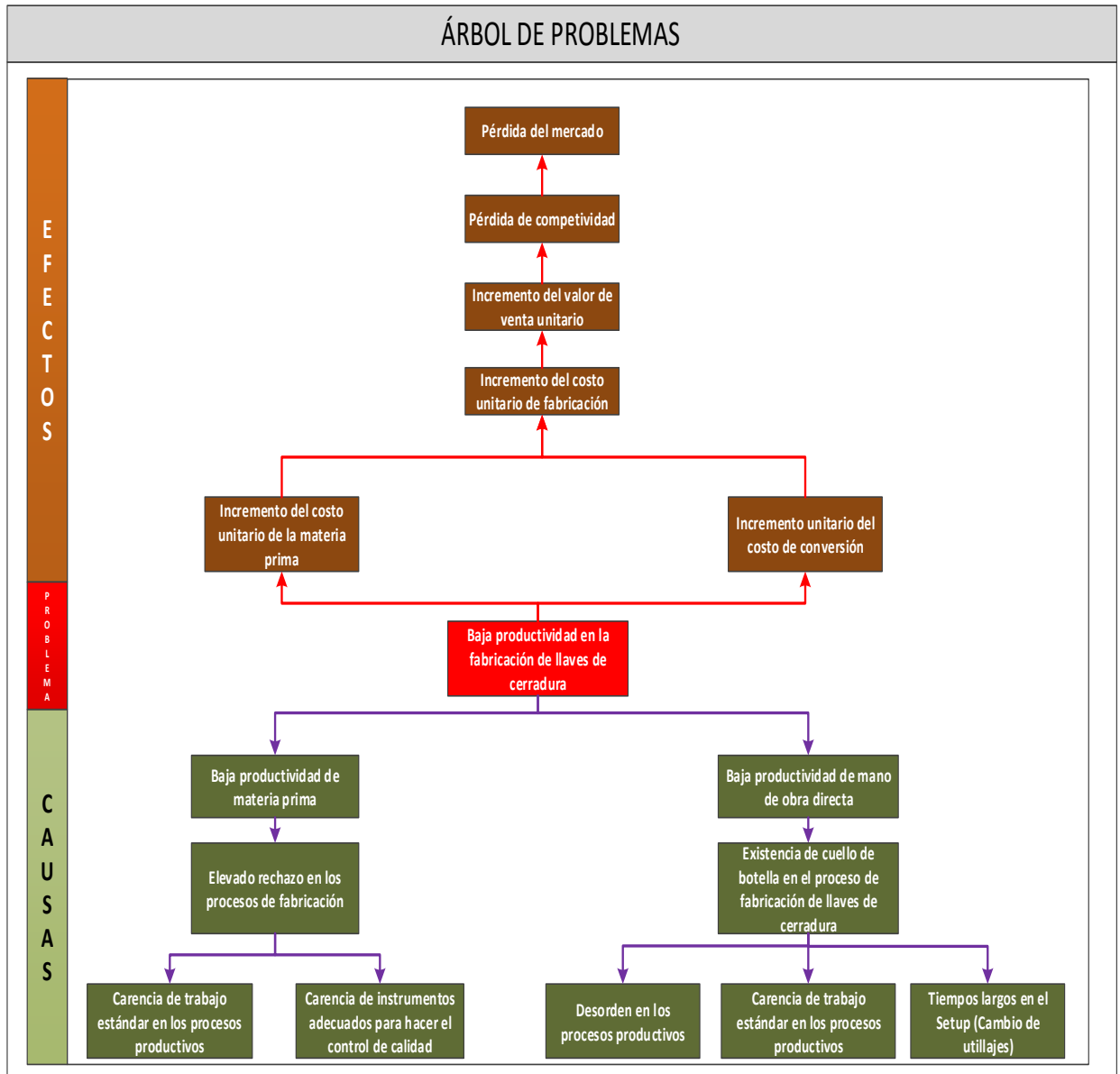


Figura 4. Árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia.

Partiendo del problema principal detectado en la Figura 4, se identificó dos causas principales:

Baja Productividad de Materia Prima, básicamente por el elevado rechazo en los procesos de fabricación, los cuales representaron un valor cuantificable y significativo para la gestión de producción.

Baja productividad de mano de obra directa, dado que se tenían cuellos de botella en los procesos de fabricación, los cuales limitaban la capacidad de producción; los factores de esta baja productividad es el desorden en los procesos productivos, la carencia de un trabajo estándar, y los tiempos largos en el cambio de utillajes, estos al igual que la materia prima representaron un costo y fue evidente la carencia de un sistema de gestión de la producción.

Los efectos principales de la baja productividad en la fabricación de llaves de cerradura, fue el incremento del costo unitario de fabricación, en consecuencia el valor de venta unitario, por lo tanto la empresa pierde competitividad en el mercado nacional y exterior.

Estructura Organizacional

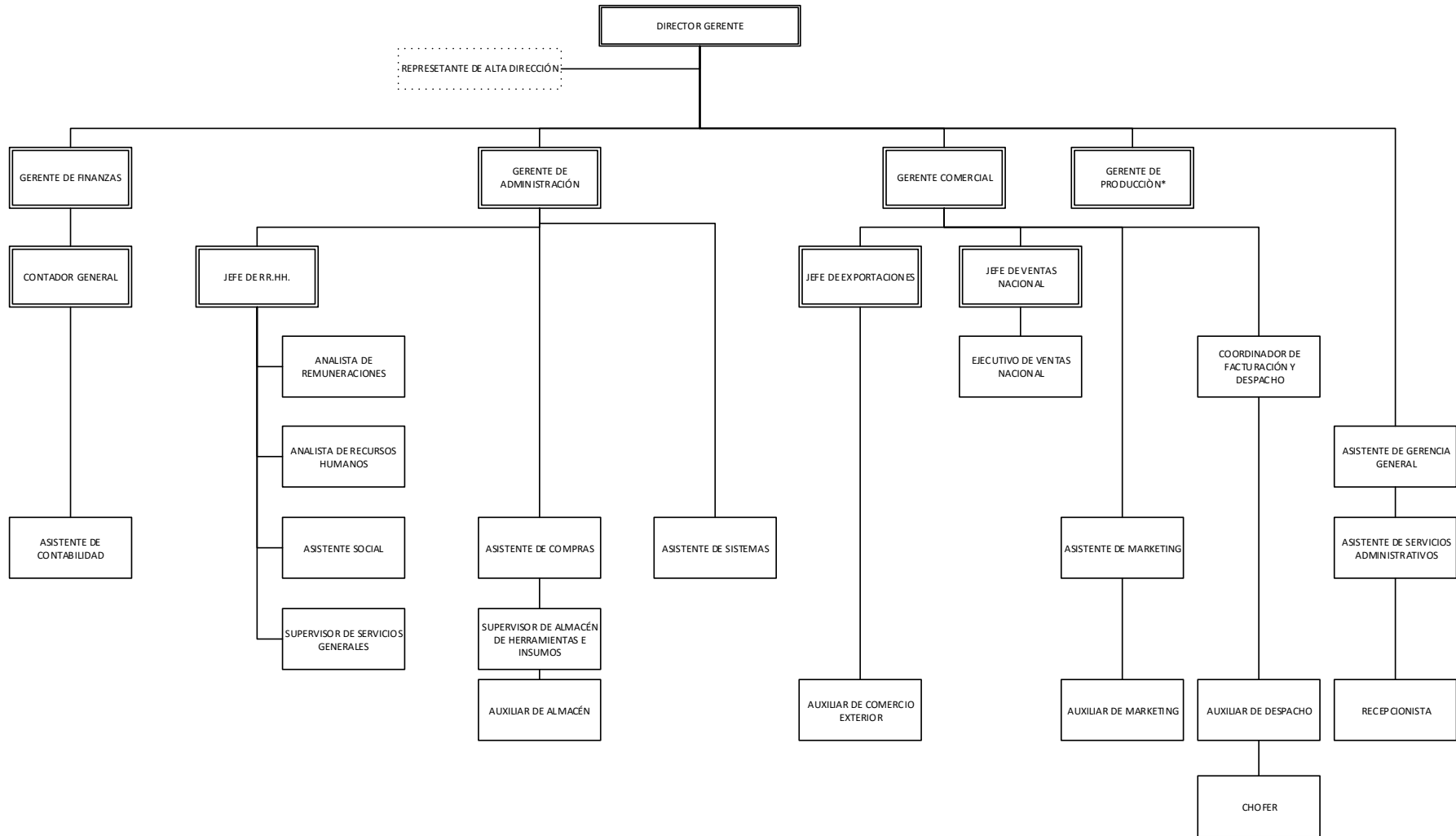


Figura 5. Estructura organizacional

Fuente: Empresa Klaus Brass. Manual de Calidad

Tablero general de indicadores:

Tabla 1. Tablero General de Indicadores

DESCRIPCIÓN	LI	LS	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15
I.) Producto No conforme (PNC)													
FUNDICIÓN	0.50%	2.00%	2.34%	0.83%	0.19%	0.50%	0.33%	0.64%	1.89%	2.32%	0.53%	0.83%	0.12%
LAMINADO	0.50%	1.00%	0.24%	2.59%	2.83%	1.68%	1.36%	2.81%	1.50%	1.84%	1.20%	1.11%	0.29%
TROQUELADO	0.50%	1.00%	2.82%	3.97%	3.04%	2.66%	3.18%	2.83%	2.24%	2.89%	2.99%	2.33%	0.61%
FRESADO	0.50%	1.00%	0.23%	0.15%	0.07%	0.23%	0.25%	0.16%	0.18%	0.49%	0.66%	0.06%	0.49%
ACABADOS	0.50%	1.50%	0.97%	1.41%	1.41%	2.18%	1.41%	1.83%	0.52%	0.72%	1.01%	0.68%	0.89%
EMBOLSADO	0.50%	1.00%	0.00%	0.03%	0.07%	0.05%	0.12%	0.02%	0.03%	0.00%	0.02%	0.03%	0.05%
PNC TODA LA LÍNEA	0.50%	1.00%	4.02%	5.46%	4.63%	3.88%	3.96%	5.16%	4.53%	5.70%	3.46%	3.13%	1.08%
PNC COSTO TOTAL			S/. 9,010	S/. 13,725	S/. 12,869	S/. 11,906	S/. 8,555	S/. 11,153	S/. 6,731	S/. 12,390	S/. 10,308	S/. 7,819	S/. 4,118
II.) Capacidad de Producción													
VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN (KG/Hr.)													
ALMACÉN DE MP			1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114
FUNDICIÓN			140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
LAMINADO			131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18
TROQUELADO			270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
FRESADO			622	622	622	622	622	622	622	622	622	622	622
ACABADOS			351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351
EMBOLSADO			285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285
APT y DESPACHO			342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (KG/HR)	155	158	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (KG/MES)	62,000	63,000	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472
III.) Costo de Fabricación													
COSTO DE FABRICACIÓN TOTAL			S/. 1,108,500	S/. 1,111,308	S/. 1,116,600	S/. 1,126,050	S/. 1,030,622	S/. 966,275	S/. 949,736	S/. 1,107,884	S/. 1,114,405	S/. 1,124,187	S/. 1,095,776
IV.) Productividad													
PRODUCTIVIDAD (SIs/Kg.)			S/. 22.26 Kg.	S/. 22.22 Kg.	S/. 22.15 Kg.	S/. 22.04 Kg.	S/. 23.41 Kg.	S/. 24.61 Kg.	S/. 24.97 Kg.	S/. 22.27 Kg.	S/. 22.18 Kg.	S/. 22.06 Kg.	S/. 22.43 Kg.
PRODUCTIVIDAD (SIs/Unid.)	S/. 0.1850 Unid	S/. 0.1950 Unid	S/. 0.2003 Unid	S/. 0.2000 Unid	S/. 0.1994 Unid	S/. 0.1983 Unid	S/. 0.2107 Unid	S/. 0.2215 Unid	S/. 0.2247 Unid	S/. 0.2004 Unid	S/. 0.1996 Unid	S/. 0.1985 Unid	S/. 0.2019 Unid

Fuente: Empresa Klaus Brass

Porcentaje de Producto No Conforme (Julio 2014 – Abril 2015):

Tabla 2. Porcentaje de Producto No Conforme por Proceso

	Meta	Máximo	% Acumulado	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15
Fundición	0.50%	2.00%	1.04%	2.34%	0.83%	0.19%	0.50%	0.33%	0.64%	1.89%	2.32%	0.53%	0.83%
Laminado	0.50%	1.00%	1.71%	0.24%	2.59%	2.83%	1.68%	1.36%	2.81%	1.50%	1.84%	1.20%	1.11%
Troquelado	0.50%	1.00%	2.90%	2.82%	3.97%	3.04%	2.66%	3.18%	2.83%	2.24%	2.89%	2.99%	2.33%
Fresado	0.50%	1.00%	0.25%	0.23%	0.15%	0.07%	0.23%	0.25%	0.16%	0.18%	0.49%	0.66%	0.06%
Acabados	0.50%	1.50%	1.21%	0.97%	1.41%	1.41%	2.18%	1.41%	1.83%	0.52%	0.72%	1.01%	0.68%
Embolsado	0.50%	1.00%	0.04%	0.00%	0.03%	0.07%	0.05%	0.12%	0.02%	0.03%	0.00%	0.02%	0.03%

Fuente: Elaboración Propia

Costos de No Calidad (Julio 2014 – Abril 2015):

Tabla 3. Costos de No Calidad por Proceso

	% Acumulado	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15
Fundición	S/. 10,461	S/. 2,726	S/. 871	S/. 205	S/. 555	S/. 232	S/. 560	S/. 1,387	S/. 2,458	S/. 570	S/. 899
Laminado	S/. 33,930	S/. 546	S/. 5,460	S/. 6,159	S/. 3,761	S/. 1,938	S/. 4,956	S/. 2,231	S/. 3,902	S/. 2,560	S/. 2,417
Troquelado	S/. 35,679	S/. 3,794	S/. 4,905	S/. 3,906	S/. 3,515	S/. 3,436	S/. 3,105	S/. 2,076	S/. 3,808	S/. 3,979	S/. 3,155
Fresado	S/. 5,416	S/. 514	S/. 302	S/. 170	S/. 526	S/. 501	S/. 284	S/. 314	S/. 1,122	S/. 1,548	S/. 135
Acabados	S/. 17,131	S/. 1,430	S/. 2,013	S/. 2,057	S/. 3,299	S/. 1,868	S/. 2,181	S/. 591	S/. 1,100	S/. 1,542	S/. 1,051
Embolsado	S/. 1,847	S/. -	S/. 174	S/. 372	S/. 251	S/. 581	S/. 67	S/. 131	S/. -	S/. 109	S/. 163

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Pareto de los Costos de No Calidad

Para el desarrollo del Pareto de los costos de no calidad se realizó en base a los procesos para la fabricación de llaves de cerradura;

Tabla 4. Cuadro de Costos de no Calidad en Porcentaje de Participación por Proceso

PROCESO	COSTO DE NO CALIDAD	PARTICIPACIÓN	ACUMULADO
Laminado	S/. 33,930	32.48%	32.48%
Troquelado	S/. 35,679	34.15%	66.63%
Acabados	S/. 17,131	16.40%	83.03%
Fundición	S/. 10,461	10.01%	93.05%
Fresado	S/. 5,416	5.18%	98.23%
Embolsado	S/. 1,847	1.77%	100.00%
TOTAL	S/. 104,465	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

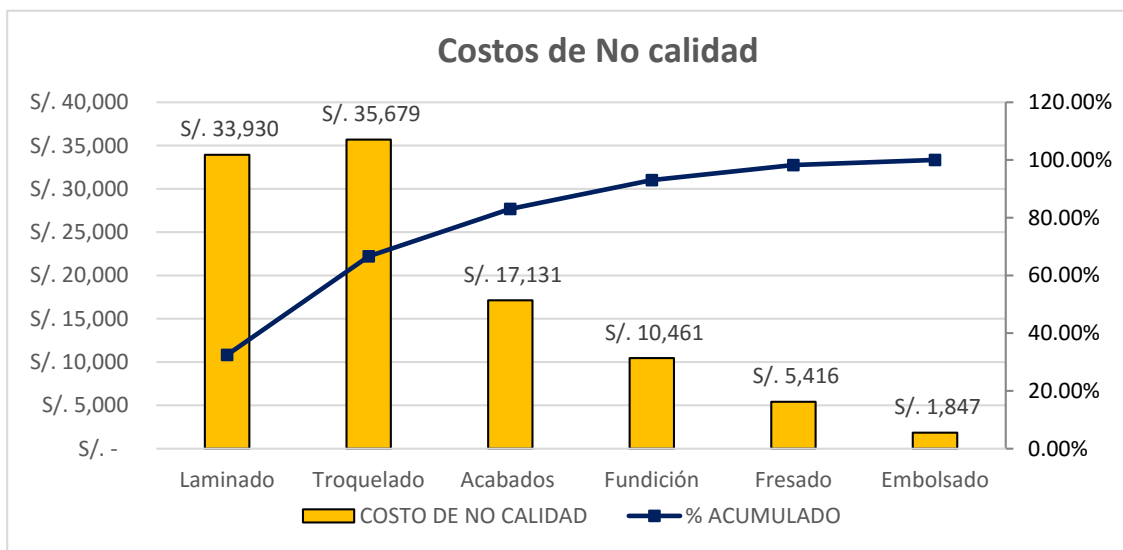


Figura 6. Gráfico de Pareto de los Costos de No Calidad por proceso

Fuente: Elaboración Propia

El 33.33% de las causas de los costos de no calidad (laminado y troquelado), generó el 66.63% de los costos de no calidad, por ello en el trabajo de investigación se desarrolló en función a estos dos procesos con el fin de reducir los productos no conformes (rechazos), en consecuencia reducir los costos de no calidad de los procesos mencionados.

Análisis de Capacidad de Producción:

Se realizó el análisis de capacidad en función a la velocidad de producción (kg/hr) de los procesos según Tabla 5, donde la menor velocidad en un determinado proceso marca el ritmo de producción, esto en base al principio del cuello de botella.

Tabla 5. Cuadro de Análisis de Cuellos de Botella por Proceso.

N°	PROCESO	SUBPROCESO	CODIGO	CAPACIDAD TOTAL KG/HR	MERMA	PRODUCCIÓN EQUIVALENTE Producto Terminado (Kg/Hr)	CUELLO DE BOTELLA
1	ALMACÉN DE MP	Almacén de Materia Prima	ALMP	4,000	72.1%	1,114	●
2	FUNDICIÓN	Fundición	FUND	501	72.1%	140	●
		Escalado	ESCA	2,091	67.7%	675	●
3	LAMINADO	Laminado Desbaste 1	DES 1	1,699	67.7%	548	●
		Recocido 1	REC 1	658	67.7%	212	●
		Laminado Desbaste 2	DES 2	1,587	67.7%	512	●
		Recocido 2	REC 2	723	67.7%	233	●
		Decapado	DECA	407	67.7%	131	●
		Laminado Acabados	LAAC	733	67.2%	240	●
4	TROQUELADO	Corte de Planchas	CORP	3,897	67.2%	1,277	●
		Troquelado	TROQ	385	29.8%	270	●
5	FRESADO	Limpieza de llaves Troqueladas	LMTR	885	29.7%	622	●
		Fresado	FRES	1,826	2.4%	1,781	●
		Limpieza de llaves Fresadas	LMFR	698	2.4%	681	●
6	ACABADOS	Abrillantado	ABRL	582	2.4%	568	●
		Secado	SECD	561	2.4%	547	●
		Estampado	ESTA	1,330	2.4%	1,298	●
		Niquelado	NIQU	360	2.4%	351	●
		Secado	SECD	561	2.4%	547	●
7	EMBOLSADO	Embolsado	EMBO	285	0.0%	285	●
		Sellado de Bolsa	SLLA	4,275	0.0%	4,275	●
8	APT y DESPACHO	Preparación de pedido	PRPE	342	0.0%	342	●

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Cuadro de Análisis de Capacidad

ANÁLISIS DE CAPACIDAD SEGÚN CUELLO DE BOTELLA		
Peso promedio de llave	9.0	gr.
Cantidad de turnos	2.0	T.
Horas Trabajo x turno	8.0	Hr.
Cantidad de días	25.0	días
Capacidad de la línea de producción	131	Kg./hr
Capacidad de producción x turno	116,601	llaves/turno
Capacidad de producción diaria	233,202	llaves/día
Capacidad de producción mensual	5,830,050	llaves/mes
Capacidad de producción mensual en Kilos	52,470	Kg./mes

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de capacidad realizado en el presente diagnóstico en la Tabla 6, determinó que el cuello de botella se encontraba en el proceso de laminado y en el subproceso decapado; en consecuencia la capacidad de producción mensual hasta ese momento es de 52,470 kg equivalente a 5,830,050 llaves por mes. Sin embargo la meta de producción en base a la demanda proyectada era de 63,000 kilos por mes equivalente a 7,000,000 llaves por mes.

CAPÍTULO VI: APLICACIÓN DEL MODELO INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE LLAVES DE CERRADURA

6.1. Descripción de la solución

Para la aplicación del Modelo Integrado de Gestión de la Producción, se desarrolló los 6 pasos del modelo, en la que se aplicó la teoría de restricciones y las herramientas Lean Manufacturing de acuerdo al diseño del modelo integrado de gestión de la producción TLM para la fabricación de llaves de cerradura.

6.1.1. Paso 1: Identificar la restricción

En el primer paso se tiene la identificación de la restricción, donde se identificó el primer cuello de botella.

Se recomendó utilizar la **herramienta del Mapa de Flujo de Valor (VSM)** para la identificación de los procesos de la fabricación de llaves de cerradura y los datos como tiempo de ciclo, Set up o cambios de utillaje, número de personas, tiempo disponible y disponibilidad del equipo, que sirvieron para calcular el ritmo de la producción o Tack Time en base a la demanda y los tiempos de producción, antes y después de la implementación del modelo integrado de gestión de la producción.

También se recomendó realizar un **Diagrama de Bloques del Proceso** de fabricación de llaves de cerradura donde se detallan los subprocesos con los datos de fabricación en base a kilos por hora, con este diagrama se logra identificar los productos por proceso. La finalidad del uso del diagrama es visualizar e identificar el cuello de botella del subproceso y con esto facilitar el fundamento de la hipótesis para la solución de los problemas específicos de la investigación.

6.1.2. Paso 2: Eliminar desperdicios

Una vez identificado el subproceso que generó el primer cuello de botella, se procedió a resolverlo en el proceso de Laminado Decapado, sin embargo antes de realizar cualquier implementación de las herramientas planteadas en las hipótesis, se propuso lo siguiente:

6.1.2.1. Propuesta de implementación de 5s como línea base

Se propuso la implementación del programa piloto de **5s** como línea base en el área de laminado, con la finalidad de que se implemente herramientas lean manufacturing sobre un ambiente de trabajo bajo los principios del orden, limpieza y seguridad.

6.1.2.2. Propuesta de implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de laminado para mejorar la capacidad de producción

Se propuso la implementación de la herramienta de trabajo estándar, ya que aporta en la mejora de tiempos en el proceso y asegura el rendimiento máximo.

Se recomendó realizar el levantamiento de información de los tiempos de operación del proceso de Laminado Decapado para el estudio de métodos. A continuación las herramientas para la implementación del trabajo estándar;

- Diagrama de Interacción y Secuencia de Procesos
- Diagrama de Flujo AS IS de Decapado de Placas
- Diagrama de Operación del Proceso AS IS del Decapado de Placas
- Diagrama de Flujo TO BE de Decapado de Placas
- Diagrama de Operación del Proceso TO BE del Decapado de Placas
- Diagrama de Flujo de Materiales del Proceso Laminado Decapado
- Diagrama de Bloques del Proceso de Fabricación de Llaves de Cerradura

6.1.2.3. Propuesta de implementación de la herramienta de cambios rápidos en el proceso de fundición para mejorar la capacidad de producción

Se propuso utilizar la herramienta de cambios rápidos en el proceso de fundición ya que del análisis del diagrama de bloques del proceso de fabricación de llaves de cerradura se identificó el 2do cuello de botella en dicho proceso; esta herramienta aporta en la mejora de los tiempos de cambio utilaje, para lo cual fue necesario seguir las siguientes etapas:

- Primera Etapa: Separación de operaciones Internas y externas
- Segunda Etapa: Conversión de tiempos internos en externos
- Tercera Etapa: Perfeccionar las operaciones internas y externas

6.1.2.4. Propuesta de implementación de la herramienta de poka yoke en el proceso de laminado para reducir productos no conformes

Se propuso utilizar la herramienta Poka Yoke porque es fundamental para reducir errores por mediciones de dimensiones críticas de un producto. La herramienta consiste en realizar las siguientes actividades:

- Evento Kaizen
- Propuesta de Mejora
- Implementación de un Poka Yoke

6.1.2.5. Propuesta de implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de troquelado para reducir los productos no conformes

Se propuso utilizar la herramienta de Trabajo Estándar, ya que permite establecer un método de trabajo y asegura el rendimiento máximo, lo cual consiste en:

- Identificación de la Causa Raíz
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Diagrama de Flujo de Materiales del Proceso
- Cartilla de Instrucción

6.1.3. Paso 3: Explotar la restricción

Se propuso explotar la restricción que quiere decir llevar el proceso a su capacidad máxima con la realización de un Evento Kaizen en el proceso de Fundición. El evento Kaizen en dicho proceso consistió en:

- Análisis de las velocidades de producción en Fundición.
- Propuesta de Mejora
- Implementación de la Mejora
- Diagrama de Bloques del Proceso de Fabricación de Llaves de Cerradura

6.1.4. Paso 4: Subordinar la restricción

Se propuso aplicar la Planificación de la Producción con DBR (Drum-Buffer-Rope) que consiste en programar a partir de la restricción (RCR) en el caso estudio será a partir de la capacidad del proceso de Laminado Decapado, para lo cual se recomendó realizar lo siguiente:

- Mapa del Flujo de Valor Futuro (VSM)
- Calculo del Tack Time

6.1.5. Paso 5: Elevar la restricción

Se recomendó elevar la restricción aplicando innovación tecnológica en el proceso de Laminado Decapado en caso de ser necesario.

6.1.6. Paso 6: Volver al paso 1

Finalmente luego de haber resuelto la restricción actual del proceso, se encontró un nuevo Cuello de Botella o Restricción según resultado y se propuso regresar al paso 1.

6.2. Implementación de la solución

6.2.1. Paso 1: Identificar la restricción

Se realizó el levantamiento de la información por procesos para la aplicación de la herramienta de Mapa de Flujo de Valor (VSM) en la Figura 7.

En la Figura 8, se muestra el diagrama de bloques del proceso de fabricación de llaves de cerradura donde se identifica el 1er cuello de botella.

Se obtuvo la siguiente información:

Proceso de Fundición:

- Tiempo de Ciclo (CT): 25.71 seg.
- Set up o Cambios de Utillaje (C/O): 240 min
- Número de personas (NP): 18 personas
- Tiempo Disponible (EN): 86,400 seg
- Disponibilidad del Equipo : 99%

Proceso de Laminado:

- Tiempo de Ciclo (CT): 27.48 seg.
- Set up o Cambios de Utillaje (C/O): 30 min
- Número de personas (NP): 6 personas
- Tiempo Disponible (EN): 56,412 seg
- Disponibilidad del Equipo : 98%
- Inventario: 22, 256 kg

Proceso de Troquelado:

- Tiempo de Ciclo (CT): 13.33 seg.
- Set up o Cambios de Utillaje (C/O): 30 min
- Número de personas (NP): 6 personas
- Tiempo Disponible (EN): 56, 412 seg
- Disponibilidad del Equipo : 95%

Proceso de Fresado:

- Tiempo de Ciclo (CT): 5.79 seg.
- Set up o Cambios de Utillaje (C/O): 162.6 min
- Número de personas (NP): 25 personas
- Tiempo Disponible (EN): 56, 412 seg
- Disponibilidad del Equipo : 95%

Proceso de Acabados:

- Tiempo de Ciclo (CT): 10.26 seg.
- Set up o Cambios de Utillaje (C/O): 15 min
- Número de personas (NP): 15 personas
- Tiempo Disponible (EN): 56, 412 seg
- Disponibilidad del Equipo : 98%
- Inventario: 5, 408 kg

Proceso de Embolsado:

- Tiempo de Ciclo (CT): 12.63 seg.
- Set up o Cambios de Utillaje (C/O): 0 min
- Número de personas (NP): 4 personas
- Tiempo Disponible (EN): 28, 188 seg
- Disponibilidad del Equipo : 100%
- Inventario: 1, 200 kg

Proceso de APT y Despacho:

- Tiempo de Ciclo (CT): 10.53 seg.
- Set up o Cambios de Utillaje (C/O): 0 min
- Número de personas (NP): 2 personas
- Tiempo Disponible (EN): 28, 188 seg
- Disponibilidad del Equipo : 100%

Mapa del Flujo de Valor Actual

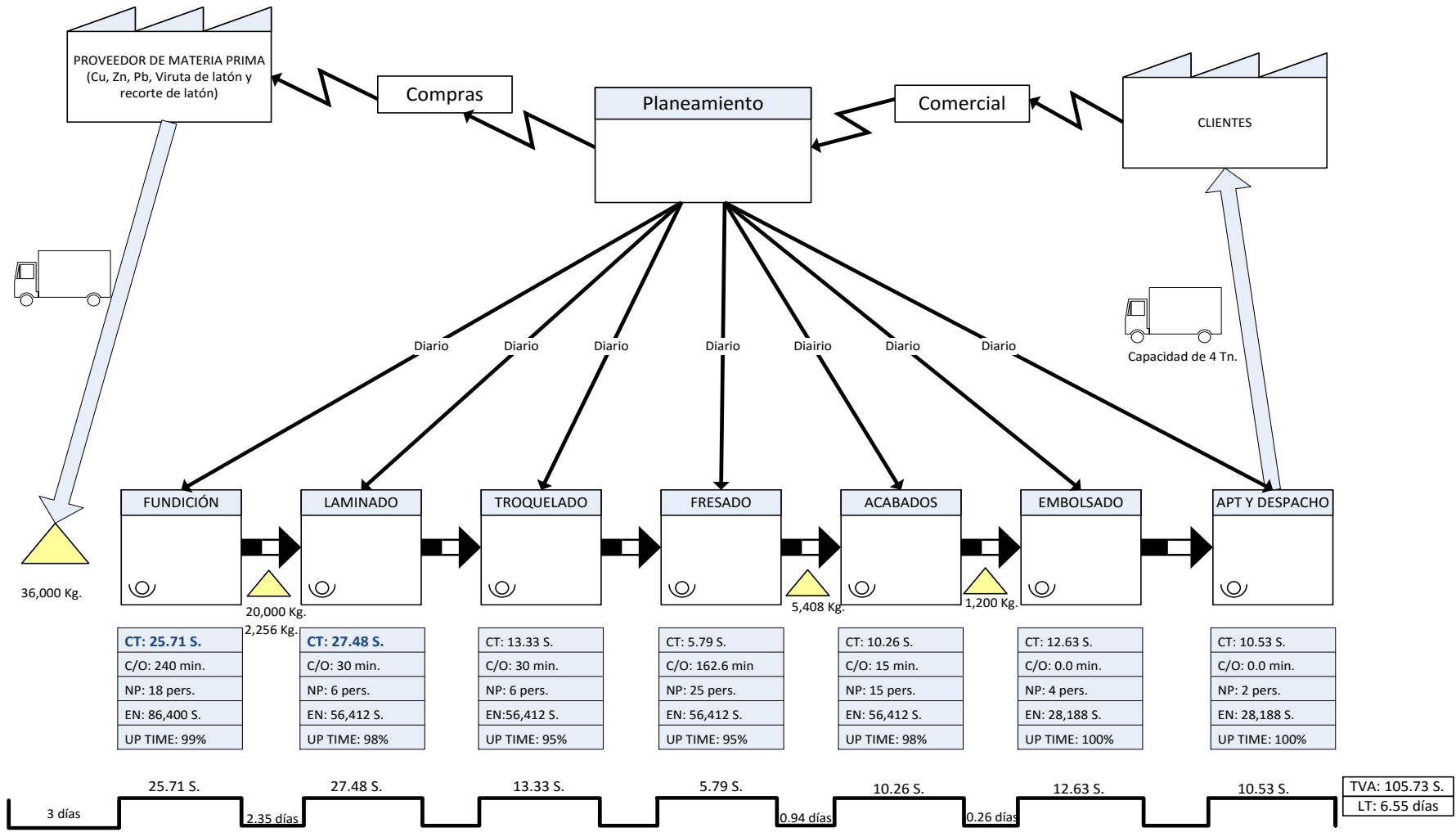


Figura 7. Mapa del Flujo de Valor Actual

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LLAVES DE CERRADURA

IDENTIFICACIÓN DEL PRIMER CUELLO DE BOTELLA

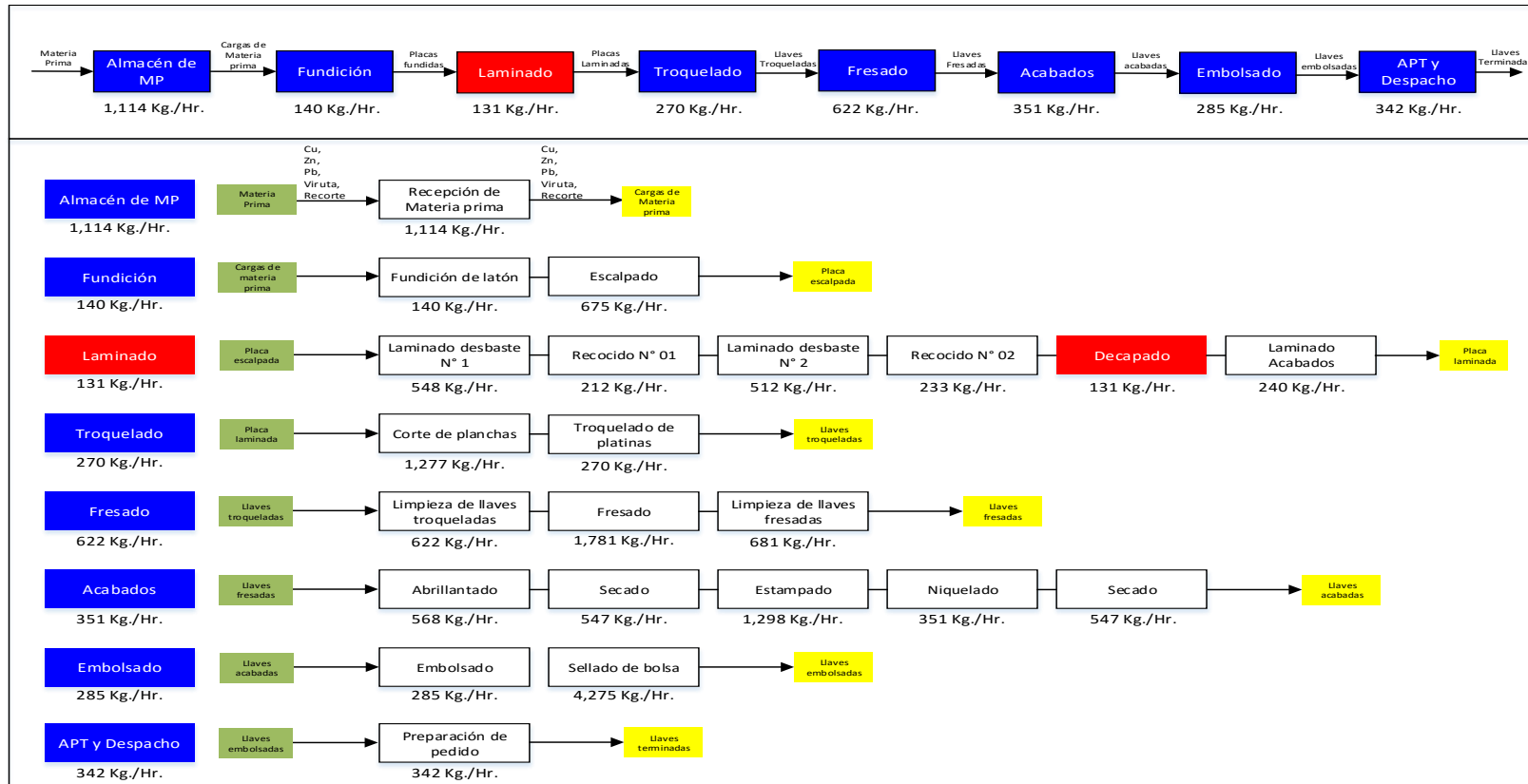


Figura 8. Diagrama de Bloques del Proceso de Fabricación de Llaves de Cerradura – Identificación del Primer Cuello de Botella

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2. Paso 2: Eliminar desperdicios

6.2.2.1. Implementación de 5s como línea base

Área Piloto de implementación

El área de implementación fue el área de Laminado, la cual cuenta con las siguientes sub-áreas: Laminado desbaste / Recocido / Decapado / Laminado acabados. La implementación se realizó en base a los procesos cuatro procesos del ciclo de mejora continua.

1. Planificación

Estrategia de implementación:

Las implementación de las 5s se dividió en 2 etapas, la primera etapa fue la implementación en el proceso piloto, en esta etapa se implementó las 5S en el proceso de Laminado, en donde se logró mantener el área limpia y ordenada asimismo ayudó a generar una sinergia entre el equipo de trabajo y sus mandos superiores.

Con la implementación de las 5s se mejoró los tiempos de operación en el proceso de laminado y puntualmente en el subproceso de decapado.

La segunda etapa de la implementación de las 5s, fue para el resto de la planta, ésta etapa aún se encuentra en ejecución y se están logrando excelentes resultados.

Para el presente estudio de investigación se analizó la implementación de la primera etapa, que es la implementación del piloto en el proceso de laminado.

El responsable de la implementación del piloto estuvo a cargo del área de mejora y la gerencia de producción en la Figura 9. El área de mejora de procesos está a cargo de un coordinador de mejora de procesos, un analista y un practicante de procesos, el área se encuentra bajo responsabilidad de la gerencia de producción, y éste a su vez es el responsable directo de la implementación.

Organigrama del Programa de 5'S

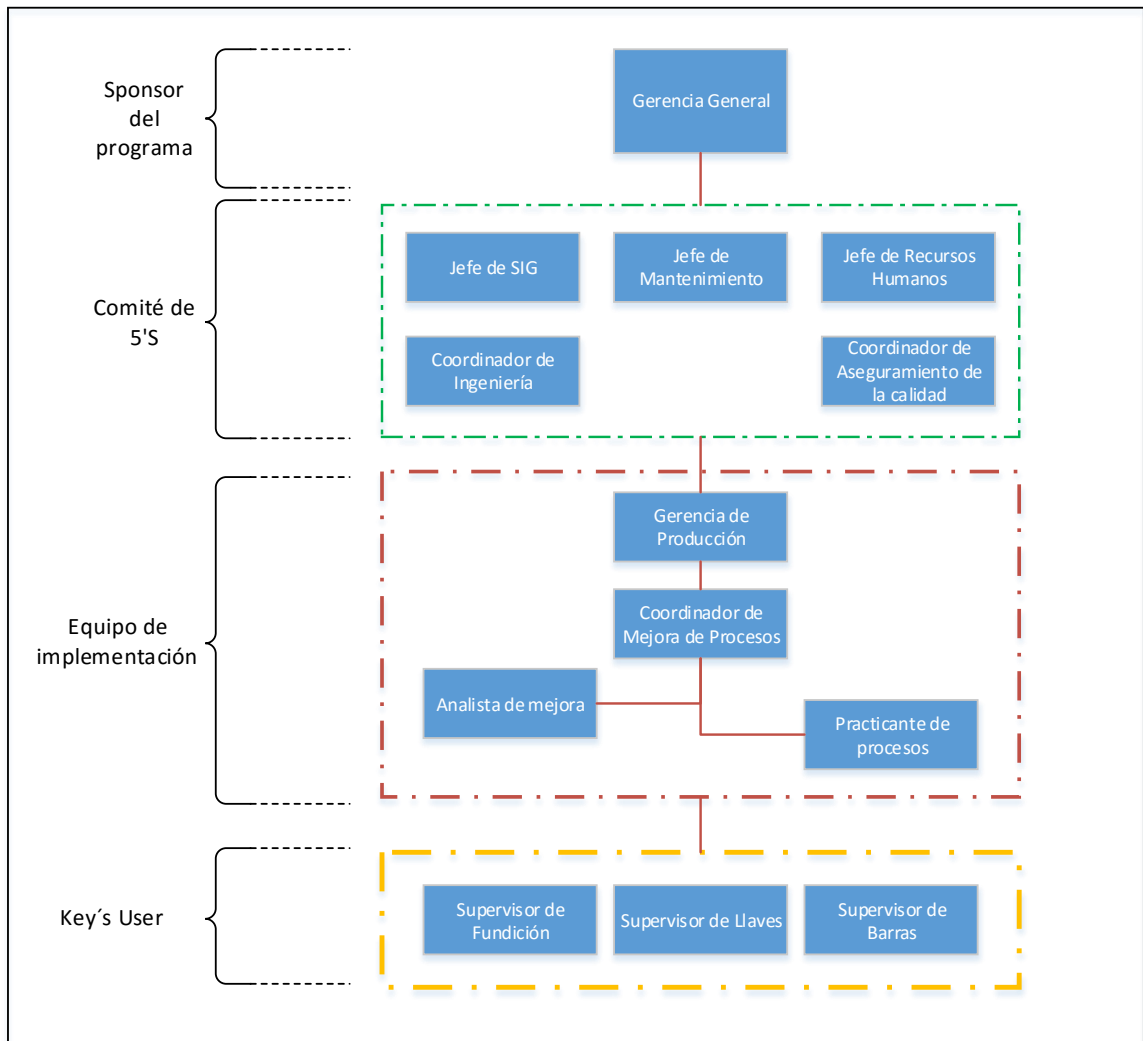


Figura 9. Organigrama del Programa de 5s

Fuente: Elaboración Propia

El comité de 5'S

El comité de 5s en la Figura 9, fue el encargado de revisar los resultados de las auditorías de 5s, asimismo fue el encargado de premiar aquellas áreas que obtuvieron el mayor puntaje de calificación.

El equipo de implementación

El equipo de implementación en la Figura 9, fueron los responsables de la implementación del programa de 5s, encargados de llevar a cabo con las

capacitaciones y controlaron la ejecución de las 5s (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke).

Los Key's User

Fueron los encargados de liderar en cada área, la ejecución de las 5s en base al Cronograma de implementación de la Figura 10.

Cronograma de Implementación de 5s

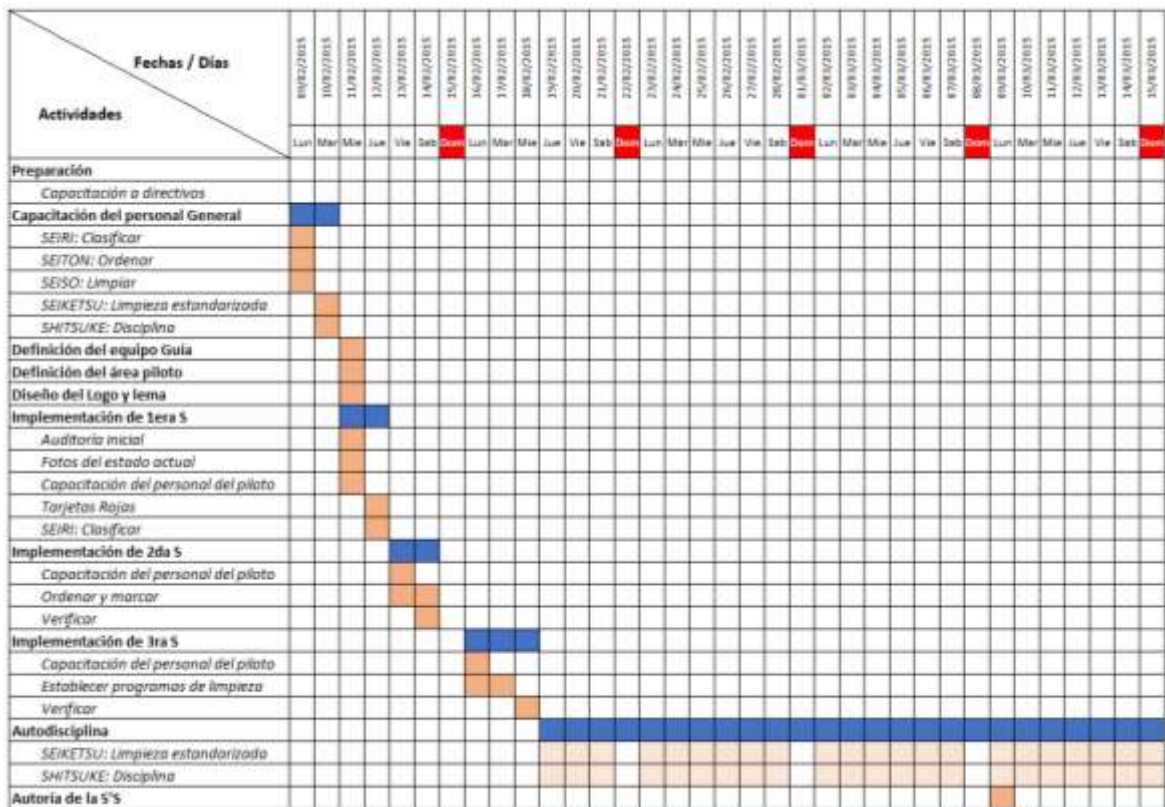


Figura 10. Cronograma de Implementación de 5s

Fuente: Empresa Klaus Brass. Área de Calidad

2. Hacer

Capacitación a los involucrados

La capacitación estuvo a cargo del equipo de implementación en la capacitación se comunicó lo siguiente:

Los objetivos de la capacitación fueron:

- Mejora de condiciones laborales. Un lugar de trabajo limpio y ordenado influye en la moral de un trabajador de forma positiva.
- Minimizar gastos de tiempo. Al localizar las herramientas de trabajo en sus lugares respectivos, la realización de las tareas se efectúan con mayor rapidez.
- Reducción de peligro de accidentes y mejora de seguridad en el trabajo.

2.1. Seiri – Clasificar

Consistió en separar los elementos necesarios de los innecesarios del área de trabajo, eliminando los innecesarios. La idea fue mantener en el área de trabajo las herramientas y los elementos que permitan realizar las tareas diarias de una forma productiva y con calidad. Al existir solo los elementos necesarios en el área de trabajo, se optimizaron espacios y se trabajó con mayor productividad. Una vez clasificados los elementos se procedió a desechar a los que se usan menos de una vez al año. Este criterio se usó según el elemento sobre el cual se debe decidir, en caso desecharlo se torne caro o la reposición sea difícil de realizar se procede a almacenaje de este.

Los elementos que se utilizaron una vez al mes fueron colocados en el almacén de la empresa o en los archivos. Los elementos utilizados una vez a la semana fueron apartados pero no tan lejos del área de trabajo para hacer fácil su acceso en caso que sea necesario su uso. Los elementos utilizables una vez por día se colocan en la misma área de trabajo.

El personal del área liderado por el supervisor de la línea, el gerente de producción y el jefe de mantenimiento iniciaron la ejecución de la primera "S", donde se generaron las tarjetas rojas en la Figura 11 para el desecho de elementos que no son necesarios en el área.

Tarjetas Rojas:

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Tina de acero inoxidable</td></tr> <tr><td>Responsable:</td><td style="text-align: right;">Jett Inquilla</td></tr> <tr><td>Fecha:</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> <tr><td>Folio:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción: Tina de decapado se encuentra ocupando espacio en el área.</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">CATEGORÍA</td></tr> <tr><td>Accesorios o herramientas</td><td style="text-align: right;">X</td></tr> <tr><td>Cubetas, recipientes</td><td></td></tr> <tr><td>Equipo de oficina</td><td></td></tr> <tr><td>Instrumentos de medición</td><td></td></tr> <tr><td>Librería, papelería</td><td></td></tr> <tr><td>Maquinaria</td><td></td></tr> <tr><td>Materia prima</td><td></td></tr> <tr><td>Material de empaque</td><td></td></tr> <tr><td>Producto terminado</td><td></td></tr> <tr><td>Producto en proceso</td><td></td></tr> <tr><td>Refacciones</td><td></td></tr> <tr><td>Otro (especifique)</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">RAZÓN</td></tr> <tr><td>Contaminante</td><td></td></tr> <tr><td>Defectuoso</td><td></td></tr> <tr><td>Descompuesto</td><td style="text-align: right;">X</td></tr> <tr><td>Desperdicio</td><td></td></tr> <tr><td>No se necesita</td><td style="text-align: right;">X</td></tr> <tr><td>No se necesita pronto</td><td></td></tr> <tr><td>Uso desconocido</td><td></td></tr> <tr><td>Otro (especifique)</td><td></td></tr> <tr><td>Responsable</td><td style="text-align: right;">J. Garcia</td></tr> <tr><td>Fecha decisión</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> <tr><td>Destino final</td><td style="text-align: right;">Chatarra</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> </table>	Tina de acero inoxidable		Responsable:	Jett Inquilla	Fecha:	12/02/2015	Folio:		Descripción: Tina de decapado se encuentra ocupando espacio en el área.		CATEGORÍA		Accesorios o herramientas	X	Cubetas, recipientes		Equipo de oficina		Instrumentos de medición		Librería, papelería		Maquinaria		Materia prima		Material de empaque		Producto terminado		Producto en proceso		Refacciones		Otro (especifique)		RAZÓN		Contaminante		Defectuoso		Descompuesto	X	Desperdicio		No se necesita	X	No se necesita pronto		Uso desconocido		Otro (especifique)		Responsable	J. Garcia	Fecha decisión	12/02/2015	Destino final	Chatarra	Fecha	12/02/2015	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Fecha:</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> <tr><td>Folio:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción: Placas Quemadas</td></tr> <tr><td>Responsable:</td><td style="text-align: right;">Jett Inquilla</td></tr> <tr><td>Fecha:</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> <tr><td>Folio:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción: Placas quemadas que no permiten el paso en el pasillo</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">CATEGORÍA</td></tr> <tr><td>Accesorios o herramientas</td><td></td></tr> <tr><td>Cubetas, recipientes</td><td></td></tr> <tr><td>Equipo de oficina</td><td></td></tr> <tr><td>Instrumentos de medición</td><td></td></tr> <tr><td>Librería, papelería</td><td></td></tr> <tr><td>Maquinaria</td><td></td></tr> <tr><td>Materia prima</td><td style="text-align: right;">X</td></tr> <tr><td>Material de empaque</td><td></td></tr> <tr><td>Producto terminado</td><td></td></tr> <tr><td>Producto en proceso</td><td></td></tr> <tr><td>Refacciones</td><td></td></tr> <tr><td>Otro (especifique)</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">RAZÓN</td></tr> <tr><td>Contaminante</td><td></td></tr> <tr><td>Defectuoso</td><td></td></tr> <tr><td>Descompuesto</td><td></td></tr> <tr><td>Desperdicio</td><td style="text-align: right;">X</td></tr> <tr><td>No se necesita</td><td style="text-align: right;">X</td></tr> <tr><td>No se necesita pronto</td><td></td></tr> <tr><td>Uso desconocido</td><td></td></tr> <tr><td>Otro (especifique)</td><td></td></tr> <tr><td>Responsable</td><td style="text-align: right;">J. Garcia</td></tr> <tr><td>Fecha decisión</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> <tr><td>Destino final</td><td style="text-align: right;">Fundición</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> </table>	Fecha:	12/02/2015	Folio:		Descripción: Placas Quemadas		Responsable:	Jett Inquilla	Fecha:	12/02/2015	Folio:		Descripción: Placas quemadas que no permiten el paso en el pasillo		CATEGORÍA		Accesorios o herramientas		Cubetas, recipientes		Equipo de oficina		Instrumentos de medición		Librería, papelería		Maquinaria		Materia prima	X	Material de empaque		Producto terminado		Producto en proceso		Refacciones		Otro (especifique)		RAZÓN		Contaminante		Defectuoso		Descompuesto		Desperdicio	X	No se necesita	X	No se necesita pronto		Uso desconocido		Otro (especifique)		Responsable	J. Garcia	Fecha decisión	12/02/2015	Destino final	Fundición	Fecha	12/02/2015	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">TARJETA ROJA</td></tr> <tr><td>Fecha:</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> <tr><td>Folio:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción: Carreta deteriorada</td></tr> <tr><td>Responsable:</td><td style="text-align: right;">Jett Inquilla</td></tr> <tr><td>Fecha:</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> <tr><td>Folio:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción: Carreta en mal estado</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">CATEGORÍA</td></tr> <tr><td>Accesorios o herramientas</td><td></td></tr> <tr><td>Cubetas, recipientes</td><td></td></tr> <tr><td>Equipo de oficina</td><td></td></tr> <tr><td>Instrumentos de medición</td><td></td></tr> <tr><td>Librería, papelería</td><td></td></tr> <tr><td>Maquinaria</td><td></td></tr> <tr><td>Materia prima</td><td></td></tr> <tr><td>Material de empaque</td><td></td></tr> <tr><td>Producto terminado</td><td></td></tr> <tr><td>Producto en proceso</td><td></td></tr> <tr><td>Refacciones</td><td></td></tr> <tr><td>Otro (especifique)</td><td style="text-align: right;">Carretas</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">RAZÓN</td></tr> <tr><td>Contaminante</td><td></td></tr> <tr><td>Defectuoso</td><td></td></tr> <tr><td>Descompuesto</td><td style="text-align: right;">X</td></tr> <tr><td>Desperdicio</td><td></td></tr> <tr><td>No se necesita</td><td></td></tr> <tr><td>No se necesita pronto</td><td style="text-align: right;">X</td></tr> <tr><td>Uso desconocido</td><td></td></tr> <tr><td>Otro (especifique)</td><td></td></tr> <tr><td>Responsable</td><td style="text-align: right;">H. Loyola</td></tr> <tr><td>Fecha decisión</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> <tr><td>Destino final</td><td style="text-align: right;">Mantenimiento</td></tr> <tr><td>Fecha</td><td style="text-align: right;">12/02/2015</td></tr> </table>	TARJETA ROJA		Fecha:	12/02/2015	Folio:		Descripción: Carreta deteriorada		Responsable:	Jett Inquilla	Fecha:	12/02/2015	Folio:		Descripción: Carreta en mal estado		CATEGORÍA		Accesorios o herramientas		Cubetas, recipientes		Equipo de oficina		Instrumentos de medición		Librería, papelería		Maquinaria		Materia prima		Material de empaque		Producto terminado		Producto en proceso		Refacciones		Otro (especifique)	Carretas	RAZÓN		Contaminante		Defectuoso		Descompuesto	X	Desperdicio		No se necesita		No se necesita pronto	X	Uso desconocido		Otro (especifique)		Responsable	H. Loyola	Fecha decisión	12/02/2015	Destino final	Mantenimiento	Fecha	12/02/2015
Tina de acero inoxidable																																																																																																																																																																																																						
Responsable:	Jett Inquilla																																																																																																																																																																																																					
Fecha:	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Folio:																																																																																																																																																																																																						
Descripción: Tina de decapado se encuentra ocupando espacio en el área.																																																																																																																																																																																																						
CATEGORÍA																																																																																																																																																																																																						
Accesorios o herramientas	X																																																																																																																																																																																																					
Cubetas, recipientes																																																																																																																																																																																																						
Equipo de oficina																																																																																																																																																																																																						
Instrumentos de medición																																																																																																																																																																																																						
Librería, papelería																																																																																																																																																																																																						
Maquinaria																																																																																																																																																																																																						
Materia prima																																																																																																																																																																																																						
Material de empaque																																																																																																																																																																																																						
Producto terminado																																																																																																																																																																																																						
Producto en proceso																																																																																																																																																																																																						
Refacciones																																																																																																																																																																																																						
Otro (especifique)																																																																																																																																																																																																						
RAZÓN																																																																																																																																																																																																						
Contaminante																																																																																																																																																																																																						
Defectuoso																																																																																																																																																																																																						
Descompuesto	X																																																																																																																																																																																																					
Desperdicio																																																																																																																																																																																																						
No se necesita	X																																																																																																																																																																																																					
No se necesita pronto																																																																																																																																																																																																						
Uso desconocido																																																																																																																																																																																																						
Otro (especifique)																																																																																																																																																																																																						
Responsable	J. Garcia																																																																																																																																																																																																					
Fecha decisión	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Destino final	Chatarra																																																																																																																																																																																																					
Fecha	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Fecha:	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Folio:																																																																																																																																																																																																						
Descripción: Placas Quemadas																																																																																																																																																																																																						
Responsable:	Jett Inquilla																																																																																																																																																																																																					
Fecha:	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Folio:																																																																																																																																																																																																						
Descripción: Placas quemadas que no permiten el paso en el pasillo																																																																																																																																																																																																						
CATEGORÍA																																																																																																																																																																																																						
Accesorios o herramientas																																																																																																																																																																																																						
Cubetas, recipientes																																																																																																																																																																																																						
Equipo de oficina																																																																																																																																																																																																						
Instrumentos de medición																																																																																																																																																																																																						
Librería, papelería																																																																																																																																																																																																						
Maquinaria																																																																																																																																																																																																						
Materia prima	X																																																																																																																																																																																																					
Material de empaque																																																																																																																																																																																																						
Producto terminado																																																																																																																																																																																																						
Producto en proceso																																																																																																																																																																																																						
Refacciones																																																																																																																																																																																																						
Otro (especifique)																																																																																																																																																																																																						
RAZÓN																																																																																																																																																																																																						
Contaminante																																																																																																																																																																																																						
Defectuoso																																																																																																																																																																																																						
Descompuesto																																																																																																																																																																																																						
Desperdicio	X																																																																																																																																																																																																					
No se necesita	X																																																																																																																																																																																																					
No se necesita pronto																																																																																																																																																																																																						
Uso desconocido																																																																																																																																																																																																						
Otro (especifique)																																																																																																																																																																																																						
Responsable	J. Garcia																																																																																																																																																																																																					
Fecha decisión	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Destino final	Fundición																																																																																																																																																																																																					
Fecha	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
TARJETA ROJA																																																																																																																																																																																																						
Fecha:	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Folio:																																																																																																																																																																																																						
Descripción: Carreta deteriorada																																																																																																																																																																																																						
Responsable:	Jett Inquilla																																																																																																																																																																																																					
Fecha:	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Folio:																																																																																																																																																																																																						
Descripción: Carreta en mal estado																																																																																																																																																																																																						
CATEGORÍA																																																																																																																																																																																																						
Accesorios o herramientas																																																																																																																																																																																																						
Cubetas, recipientes																																																																																																																																																																																																						
Equipo de oficina																																																																																																																																																																																																						
Instrumentos de medición																																																																																																																																																																																																						
Librería, papelería																																																																																																																																																																																																						
Maquinaria																																																																																																																																																																																																						
Materia prima																																																																																																																																																																																																						
Material de empaque																																																																																																																																																																																																						
Producto terminado																																																																																																																																																																																																						
Producto en proceso																																																																																																																																																																																																						
Refacciones																																																																																																																																																																																																						
Otro (especifique)	Carretas																																																																																																																																																																																																					
RAZÓN																																																																																																																																																																																																						
Contaminante																																																																																																																																																																																																						
Defectuoso																																																																																																																																																																																																						
Descompuesto	X																																																																																																																																																																																																					
Desperdicio																																																																																																																																																																																																						
No se necesita																																																																																																																																																																																																						
No se necesita pronto	X																																																																																																																																																																																																					
Uso desconocido																																																																																																																																																																																																						
Otro (especifique)																																																																																																																																																																																																						
Responsable	H. Loyola																																																																																																																																																																																																					
Fecha decisión	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					
Destino final	Mantenimiento																																																																																																																																																																																																					
Fecha	12/02/2015																																																																																																																																																																																																					

Figura 11. Tarjetas Rojas

Fuente: Empresa Klaus Brass. Tarjetas Rojas. Área de Calidad.

2.2. Seiton – Ordenar

Luego de la clasificación se procedió a ordenar las cosas que fueron clasificadas como necesarias. Usualmente el termino ordenar está relacionado con una mejora de la visualización de los elementos en el entorno de trabajo. De esta forma la demanda de tiempo por la ubicación de herramientas, pieza y maquinas se reduce. Además, un lugar más ordenado promueve una mejor cultura de trabajo y mejoró el ánimo del personal.

Se procedió con la organización del área de trabajo, Se trató de realizar este ordenamiento según criterios de uso de las herramientas u objetos. Los de mayor uso a mayor alcance del operario. Se definió claramente las locaciones de las herramientas de forma que no quede ambigüedad alguna sobre su posicionamiento.

Se señaló el área, se ordenaron las carretas, los insumos importantes como el ácido sulfúrico, los trapos industriales y los registros de producción.

2.3. Seiso – Limpieza

El objetivo de esta etapa fue establecer y mantener un lugar de trabajo limpio, fuera de cualquier tipo de suciedad y polvo en todos los elementos que lo conforman. Para lograr ello se identificó las fuentes principales de suciedad y se atacaron hasta eliminarlas o minimizarlas. Esta etapa se logró, al tener un lugar de trabajo más limpio, un mayor tiempo de vida de la maquinaria y un mejor funcionamiento. Además, se mejoró el estado de ánimo del personal al realizar sus labores diarias en un sitio ordenado y limpio.

Se establecieron equipos de trabajo de 5 a 10 minutos para rutinas de limpieza. Se definieron chequeos visuales para asegurar la primera y la segunda S.

2.4. Seiketsu – Estandarizar

La estandarización pretende mantener el estatus alcanzado a través de las tres etapas anteriores. Se buscó establecer los estándares de trabajo que se deben tener en cuenta para poder realizar las labores diarias de forma productiva y con calidad. Estos estándares buscaron recordar a los trabajadores como se debe mantener la zona de trabajo a través de métodos operativos estandarizados.

2.5. Shitsuke – Disciplina

Una vez que se logró establecer las primeras cuatro etapas lo difícil recayó en mantener este efecto, ya que desaparecerá todo lo obtenido si no se cuenta con la disciplina adecuada para mantenerlo. Se buscó establecer un control de los objetivos establecidos comparados con los objetivos obtenidos. En base a

estos se elaboraron conclusiones y propuestas de mejora. De ser necesario se realizaron las modificaciones en los procesos en búsqueda de lograr los objetivos trazados.

Para la medición y monitoreo del cumplimiento de las 5S se realizó el registro de auditoría. Este formato según figura 18: Registro de auditoría, se registró una vez por mes y los encargados en hacer la auditoría son los miembros del comité auditor.

Los resultados de la auditoría deben estar encima del 90%, es considerado una calificación baja cuando el porcentaje de la auditoría arroje menos del 70%.

3. VERIFICAR

Mejorar las 5S Continuamente. Mediante las auditorías mensuales se monitoreó el cumplimiento de las 5'S.

4. ACTUAR

Transformar las 5S en un hábito y transferir a otras áreas. El área que tiene un mayor porcentaje de cumplimiento del programa de las 5S, recibe para cada integrante del área un bono por consumo de S/. 100. Al finalizar el año se premia al área que haya ganado la mayor cantidad de veces, este premio consiste en un premio de S/. 250 en efectivo para cada integrante del área.

6.2.2.2. Implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de laminado para mejorar la capacidad de producción

Eliminar el primer cuello de botella

Los tiempos del primer cuello de botella se detallan en la Tabla 7, el tiempo de procesar un lote de 100 placas, toma 154.20 minutos, se tienen dieciséis operaciones y dos inspecciones.

Tabla 7. Tiempos de Operación Anterior del Proceso Laminado Decapado

ANTERIOR					
			TC (min)	x 100 Placas	Tiempo Total
O-1	Operación	Colocar carreta en posición	3.20	1	3.20
O-2	Operación	Verter ácido sulfurico en recipiente	0.50	1	0.50
O-3	Operación	Verter ácido sulfurico en tina	0.33	1	0.33
Ins-1	Inspección	Verificar solución	0.17	1	0.17
O-4	Operación	Registrar cantidad de ácido usado	0.58	1	0.58
O-5	Operación	Introducir placa en tina de decapado	0.08	100	8.33
O-6	Operación	Decapar	0.15	100	15.00
O-7	Operación	Retirar placa	0.10	100	10.00
O-8	Operación	Limpiar placa	0.33	100	33.33
O-9	Operación	Llenar tina con agua	1.50	1	1.50
O-10	Operación	Enjuagar placa	0.08	100	8.33
O-11	Operación	Llenar tina con agua	1.50	1	1.50
O-12	Operación	Enjuagar placa	0.13	100	12.50
Ins-2	Inspección	Inspeccionar placa	0.07	100	6.67
O-13	Operación	Colocar placa en zona de escurrido	0.17	100	16.67
O-14	Operación	Secar placa con trapo	0.25	100	25.00
O-15	Operación	Colocar carreta en posición	2.25	1	2.25
O-16	Operación	Colocar placa en carreta	0.08	100	8.33
Tiempo total (minutos)					154.20
			Operación	147.37	
			Inspección	6.83	

Fuente: Elaboración Propia

Pasos para la implementación del trabajo estándar y resolver el cuello de botella:

Paso 1. Levantamiento de información y estudio de métodos.

En este paso se procedió con el levantamiento de la información, se realizaron diagramas de interacción y secuencia de procesos para entender de manera general el proceso de laminado, posteriormente se mapeó el proceso de decapado en donde se modeló el proceso actual AS IS. Esta información permitió armar el DOP el cual ayudó a identificar las operaciones, de valor añadido y de no valor añadido.

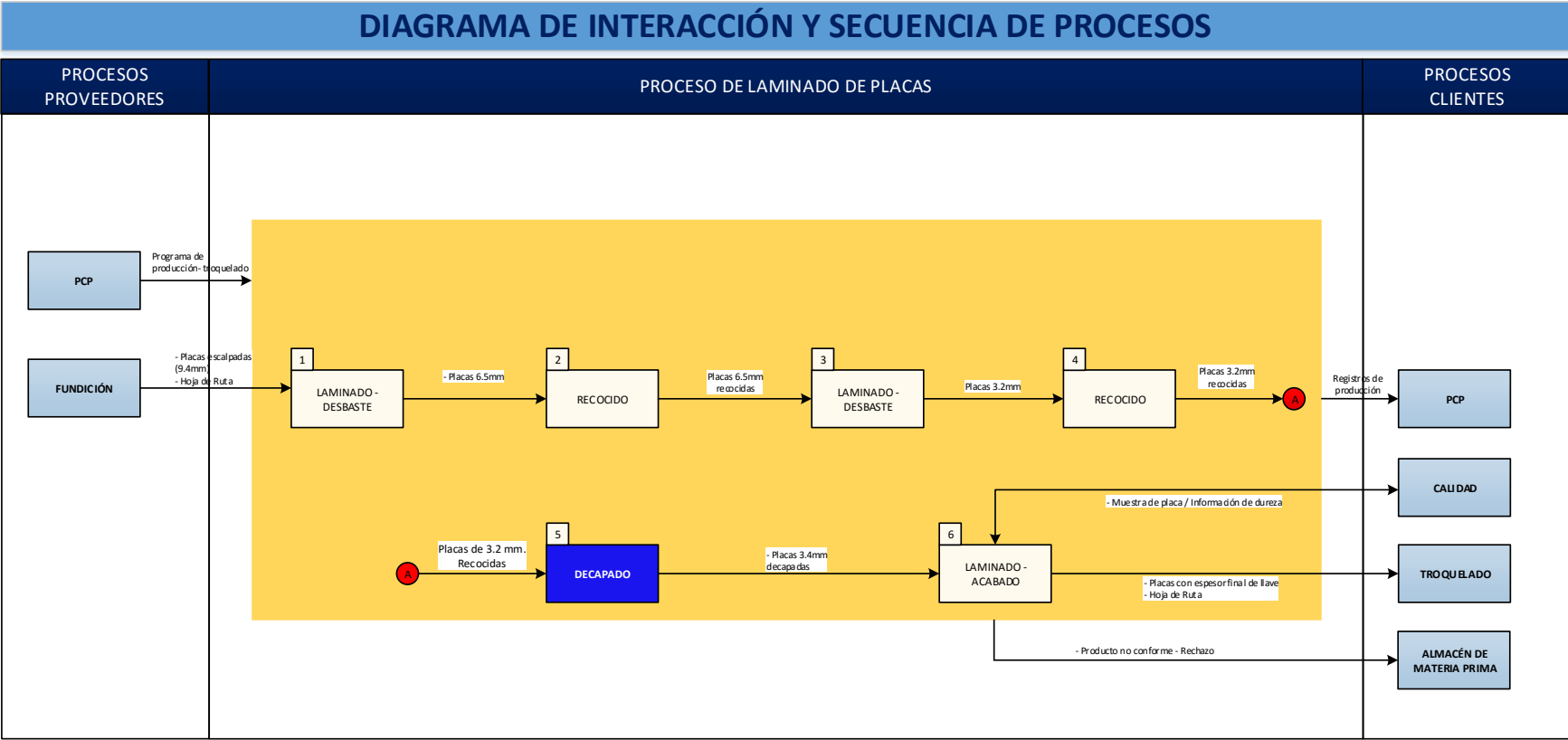


Figura 12. Diagrama de Interacción y Secuencia de Procesos de Laminado de Placas

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE FLUJO AS IS DE DECAPADO DE PLACAS

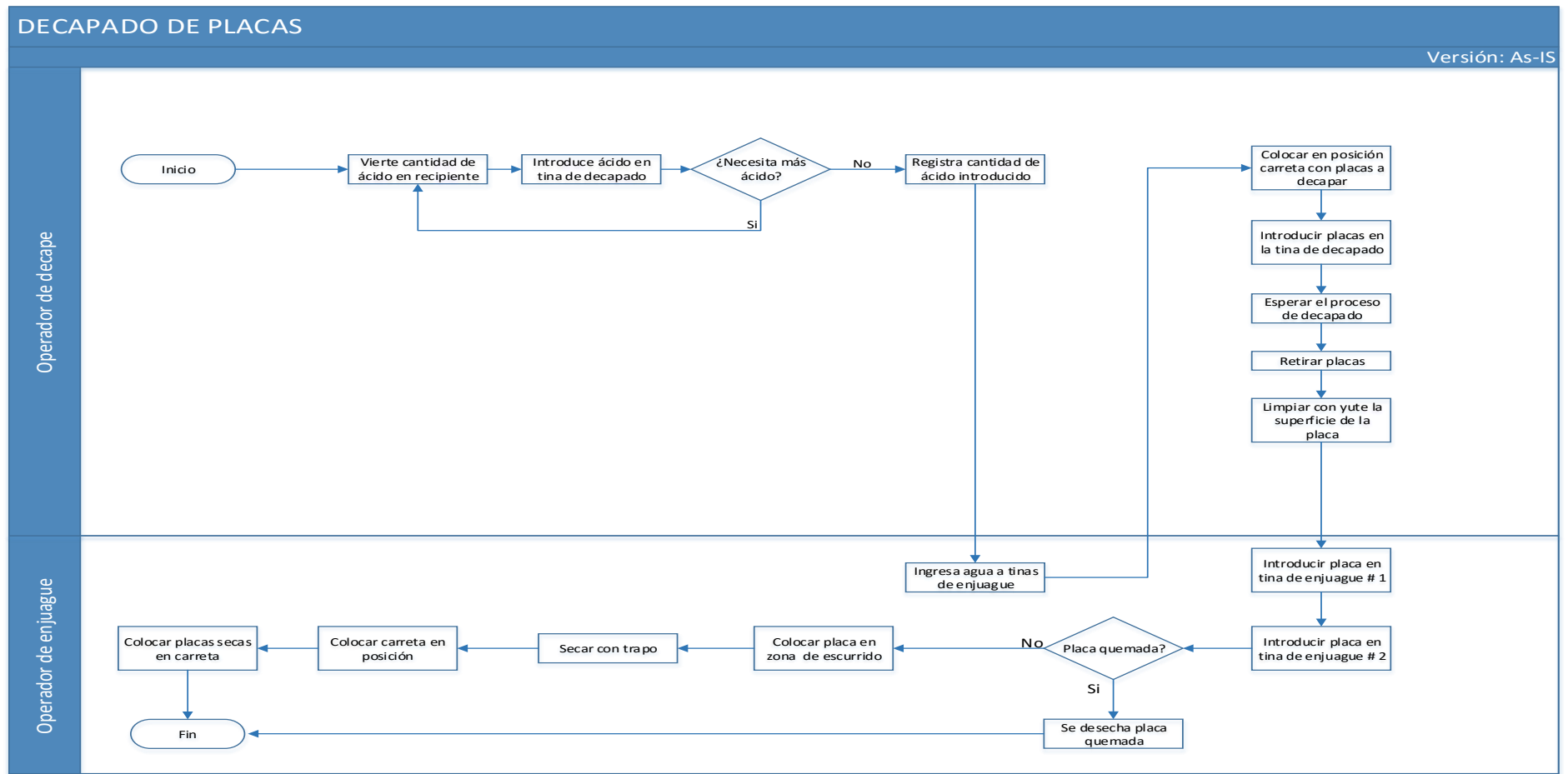


Figura 13. Diagrama de Flujo AS IS del proceso de Decapado de Placas

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE DECAPADO DE PLACAS (AS IS)

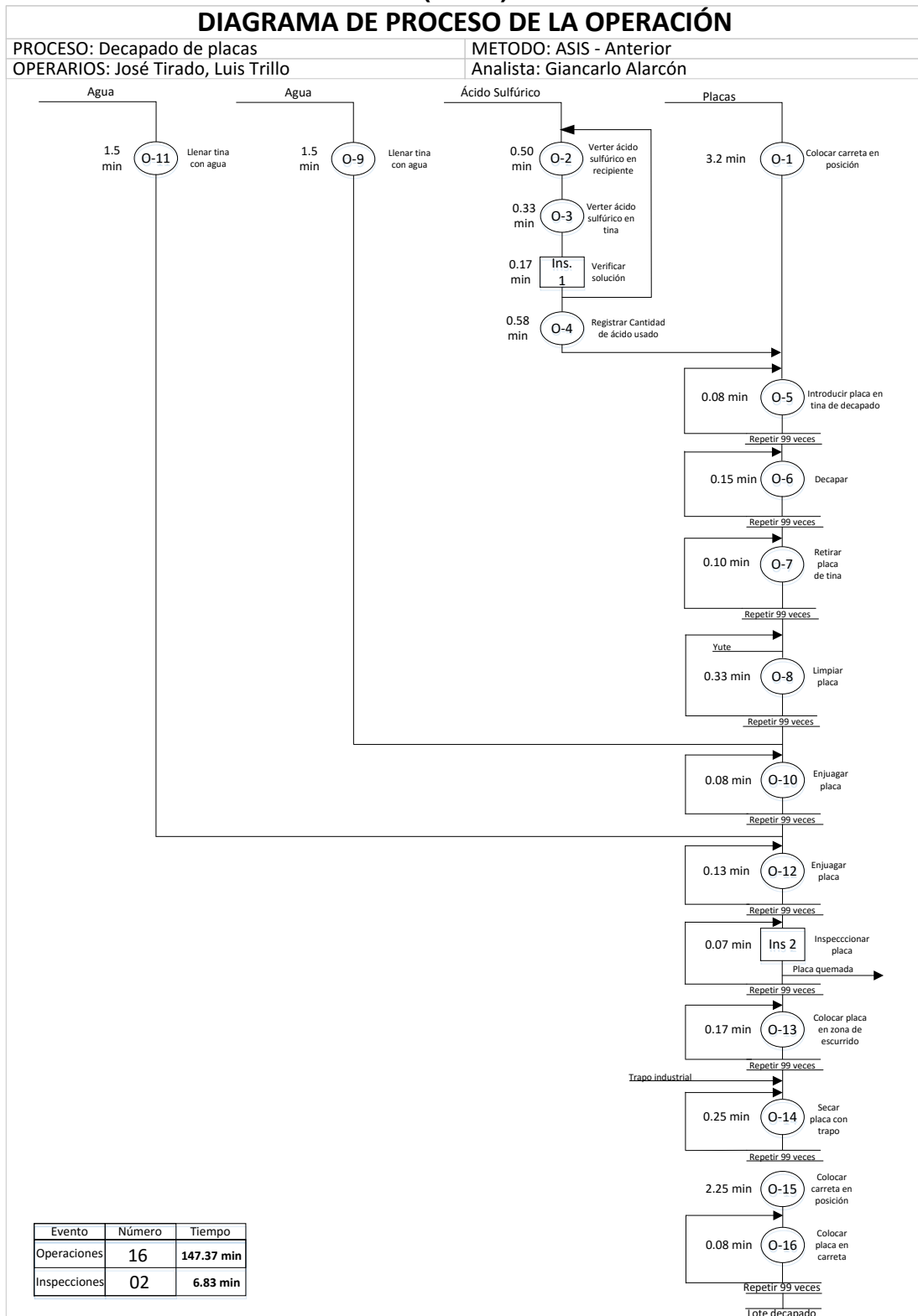


Figura 14. Diagrama de Operaciones del Proceso de Decapado de Placas – AS IS

Fuente: Elaboración Propia

Paso 2. Análisis de la información y del método de trabajo.

El análisis se realizó en base a tres factores:

- a) **Organización del trabajo:** Se realizó una lista de chequeo de la organización del trabajo en base a tres preguntas principales.
- ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?
Se observó que las instrucciones dadas al operario no son claras y es solo de forma verbal de tal manera que le es difícil recordar las indicaciones del supervisor
 - ¿Hay control de la hora? En caso afirmativo ¿Cómo se verifican la hora comienzo y fin de la tarea?
No se realiza un control de la hora de las operaciones de este proceso.
 - ¿Cómo está organizado la entrega y mantenimiento de las herramientas?
Se observó que después de la implementación de las 5S la ubicación de los materiales y herramientas tienen un lugar definido por que es fácil encontrarlos y se observó la mejora de los nuevos tiempos en las operaciones.
- b) **Análisis de la operación:** Se observó en el Diagrama de Operaciones Figura 12, Figura 13 y Figura 14, que las operaciones que no añaden valor, ya que estas suponen despilfarro y constituyen el potencial de mejora que se dispone en la tarea. Las operaciones que se eliminaron del proceso de decapado son:
- Registrar la cantidad de ácido usado:** Actividad que no agrega valor ya que esta información ya no se utiliza para los reportes de consumo.
- Verificar Solución de Agua y ácido:** Actividad que no agrega valor, esta actividad fue reemplazada por una actividad nueva el cual mide la cantidad de ácido antes de ser usado, de manera que se asegura la cantidad de ácido que tiene la tina de decapado.
- c) **Estudio de movimientos:** Se analizó la distribución del lugar de trabajo, básicamente en las herramientas y materiales que deben colocarse donde se requiere para no tener que buscarlos, para lo cual se

implementó un lugar fijo definido para todas las herramientas y materiales en la Figura 17, con el objeto de que se adquirieran hábitos. Ello ayudó mejorar notoriamente en todas las actividades del proceso.

Paso 3. Implementación de las mejoras

En este paso se implementaron las mejoras en las operaciones del proceso de Laminado Decapado en la Figura 15 y Figura 16, el cual sirvió como procedimiento para la fabricación de placas decapadas. Las operaciones que se mejoraron mediante la estandarización del trabajo fueron:

- O1. Colocar Carreta en posición:
- O4. Introducir placa en tina de decapado
- O7. Limpiar placa
- O12. Colocar placa en zona de escurrido
- O15. Colocar placa en carreta

Para la sostenibilidad de la implementación del procedimiento en este proceso se aseguró mediante el programa de auditoría del área de SIG, es cual consiste en auditorías semanales permitiendo la oportunidad de mejora en el tiempo.

En la Figura 18, se muestra el diagrama de bloques del proceso de fabricación de llaves de cerradura donde se identifica el 2er cuello de botella.

DIAGRAMA DE FLUJO TO BE DE DECAPDADO DE PLACAS

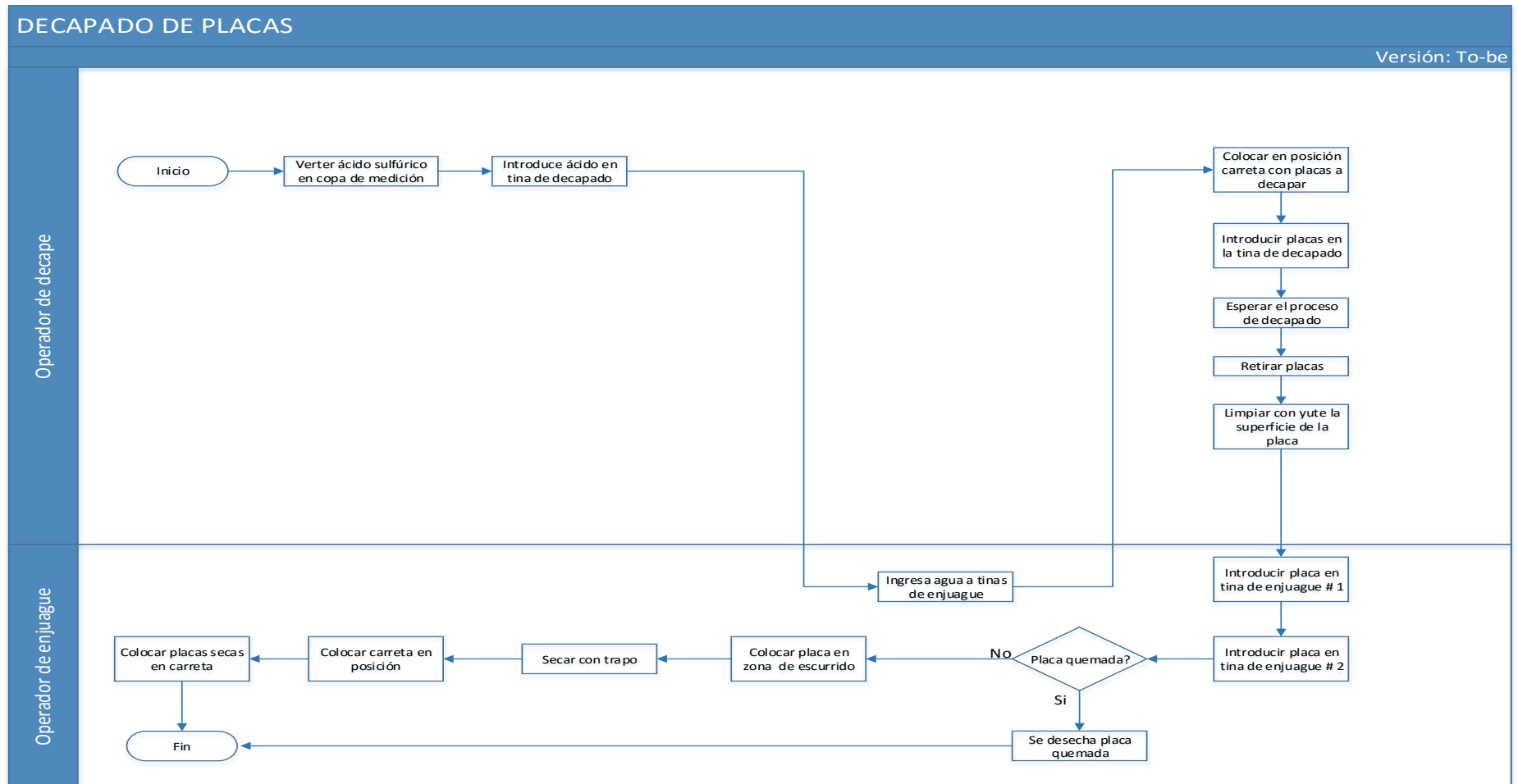


Figura 15. Diagrama de Flujo TO BE del proceso de Decapado de Placas

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO- DECAPADO DE PLACAS (TO BE)

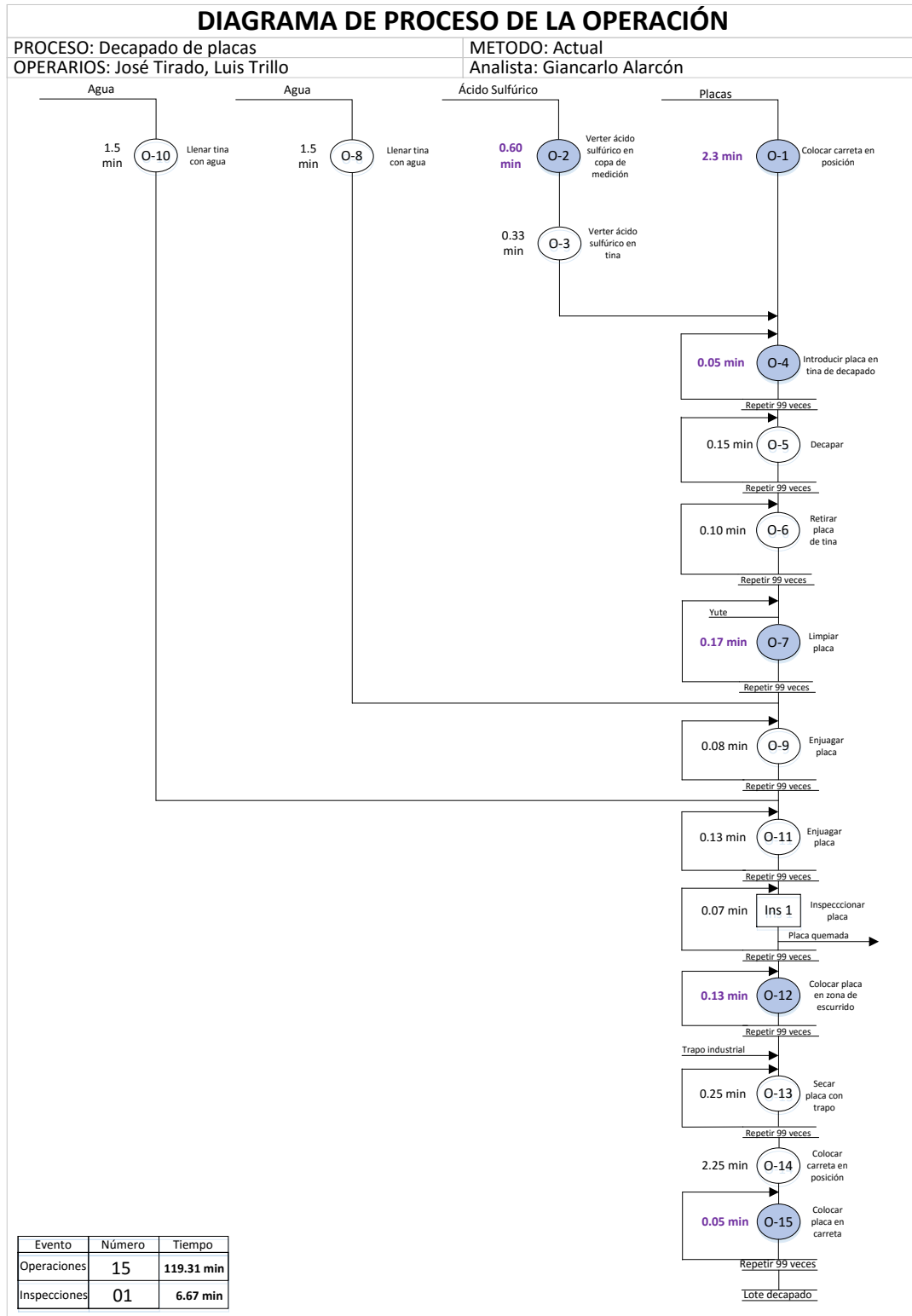


Figura 16. Diagrama de Operaciones del Proceso de Decapado de Placas – TO BE

Fuente: Elaboración Propia

CARTILLA DE INSTRUCCIÓN – PROCESO DECAPADO

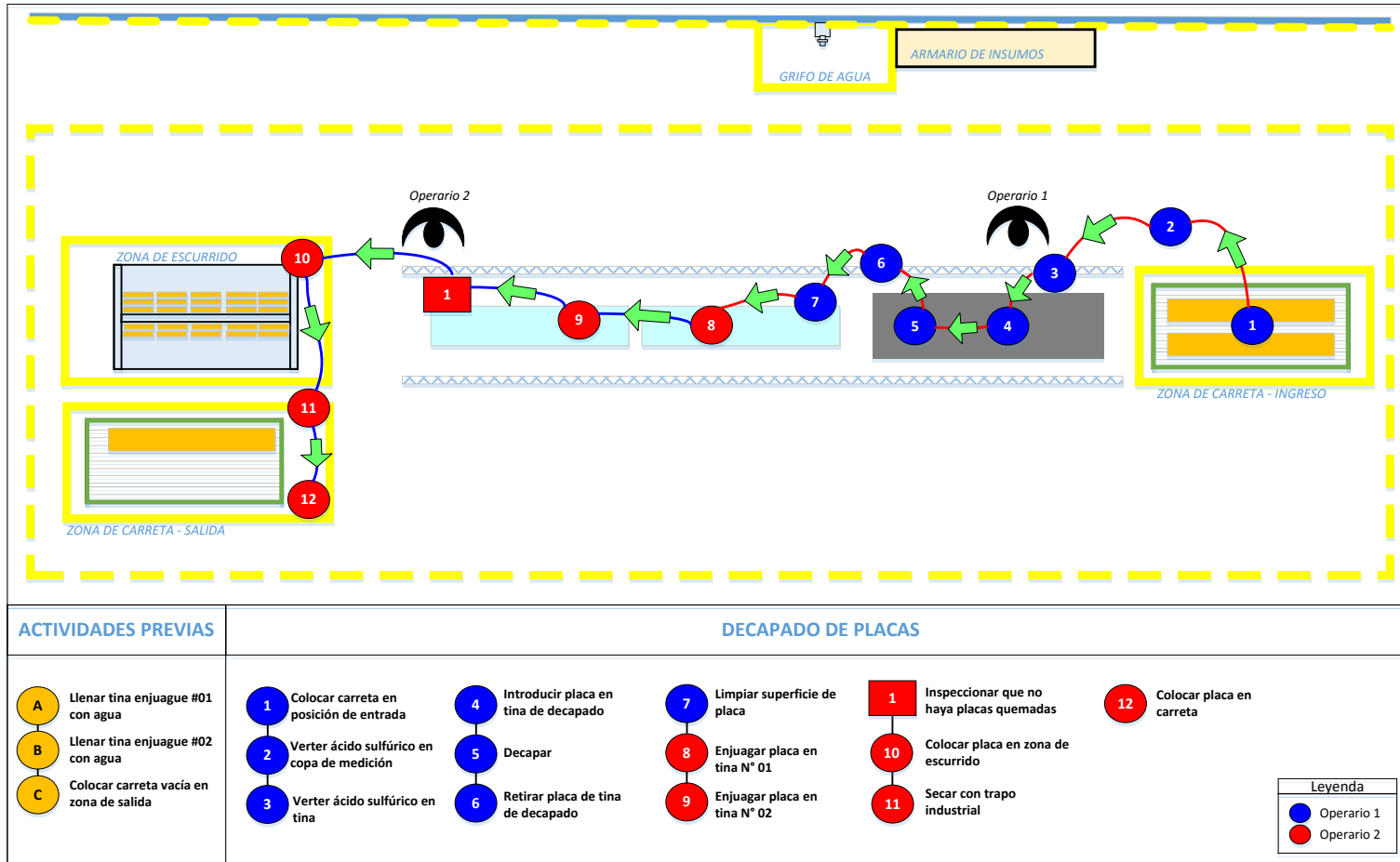


Figura 17. Diagrama de Flujo de Materiales del Proceso Laminado Decapado (Layout)

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LLAVES DE CERRADURA

IDENTIFICACIÓN DEL SEGUNDO CUELLO DE BOTELLA

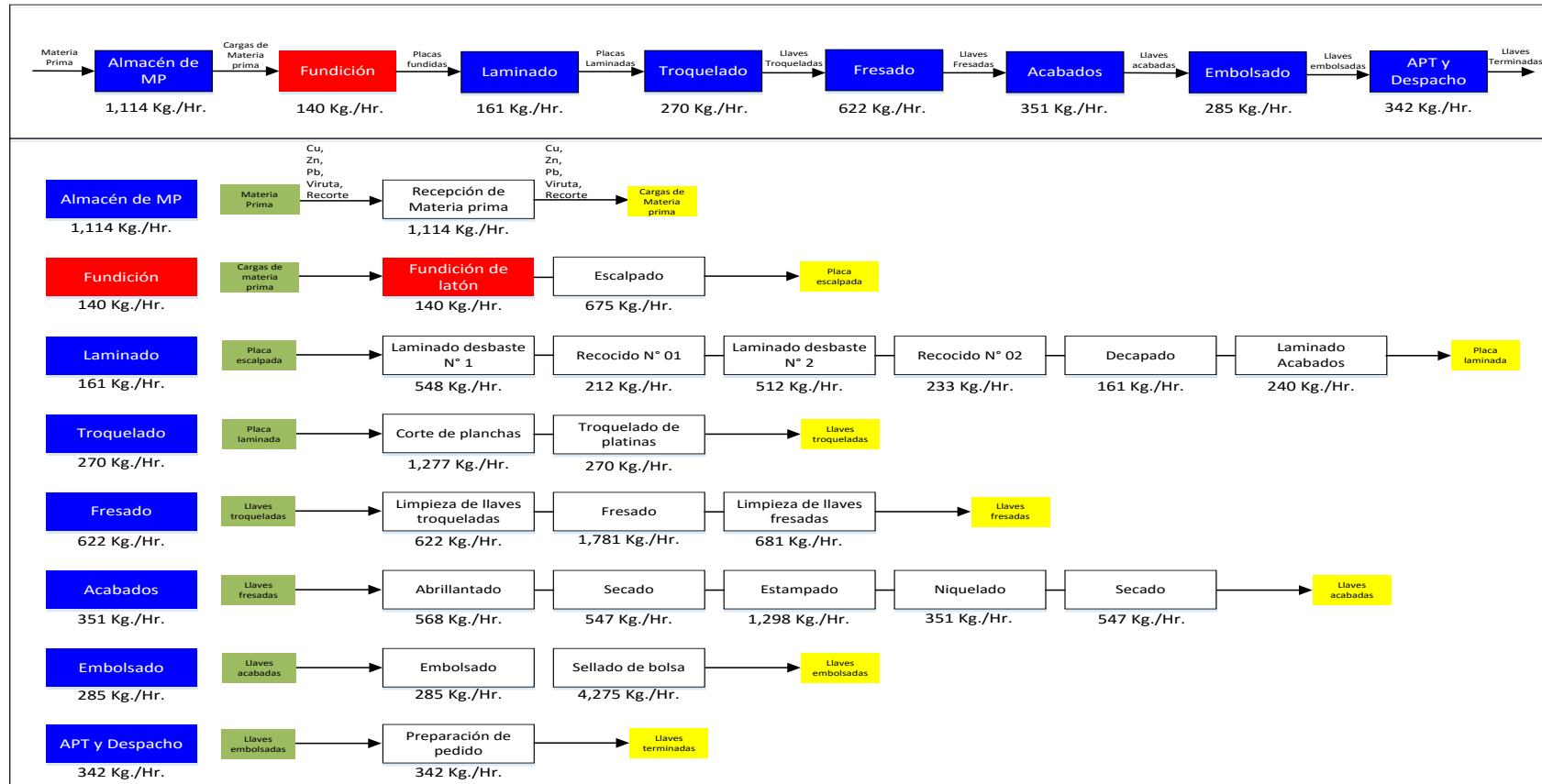


Figura 18. Diagrama de Bloques del Proceso de Fabricación de Llaves de Cerradura –
Identificación del Segundo Cuello de Botella

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.2.3. Implementación de la herramienta de cambios rápidos en el proceso de fundición para mejorar la capacidad de producción

Eliminar el segundo cuello de botella

1. Primera etapa: Separación de operaciones internas y externas.

En esta primera etapa se utilizó el levantamiento de información inicial de las operaciones del cambio de matriz en la Tabla 8.

Se procedió con la separación de las operaciones internas y externas. Las operaciones internas son aquellas que se ejecutan cuando la máquina está parada, las operaciones externas son aquellas que se pueden ejecutar cuando la máquina está en marcha.

Se realizó el levantamiento de la información y toma de tiempos en base a la observación directa. Luego se realizó la separación de las operaciones internas y externas en base al grupo de actividades para la preparación del cambio de matriz para maquina parada y maquina sobre la marcha.

2. Segunda etapa: Conversión de tiempos internos en externos.

En esta etapa se convirtieron las actividades internas en externas, las tres actividades que se convirtieron en externas se sustentan debido a que estas actividades pueden realizarse antes de efectuar la parada para el cambio de matriz. A continuación se enlistan dichas actividades.

- Colocar y posicionar cajones de madera, topes y herramientas debajo del horno inclinado
- Trasladar montacargas
- Enganchar cadena en montacargas

3. Tercera etapa: Perfeccionar las operaciones internas y externas.

En esta etapa se realizó el análisis de las operaciones de manera que se mejoró aquellas actividades que alargan el proceso de cambio de matriz.

Dentro de las actividades que se mejoraron tenemos:

- **Cortar restante de material que fueron separadas de matriz:** Esta actividad se realizaba con un equipo de corte manual, lo que hace que el tiempo sea largo y complicado, para ello se implementó el uso de un equipo semiautomático de corte.
- **Realizar limpieza del horno:** Esta actividad se realizaba con herramientas como el martillo y el cincel lo que originaba que el tiempo sea largo. Se cambió a una herramienta semiautomática.
- **Corte de últimos productos defectuosos de la colada continua:** Para esta actividad se utilizaba una herramienta de corte defectuosa, se implementó el cambio a una herramienta nueva.
- **Esperar que llegue la placa a la máquina de corte y se retira placa de jalado:** Para ello se hicieron pruebas para ver hasta qué punto se puede mejorar la velocidad de jalado inicial, se identificó e implementó el parámetro de velocidad máxima para esta operación.

Para la sostenibilidad de esta implementación el área de SIG se encargó de realizar un programa de auditorías de herramientas con el fin de alertar herramientas defectuosas que pueden perjudicar la operación, por ello los supervisores de fundición son los responsables del programa de cambio de herramientas.

Tabla 8. Análisis del Proceso de Cambio de Matriz

N°	Descripción de la operación	Tipo de operación	Distancia (m.)	Tiempo unitario (min.)	Unidades	Tiempo de operación (min)	N° Operarios	Tiempo hombre (min.)
1	Jalar máquina cortadora para separar producto de matriz	●		1.92	1.00	1.92	1.00	1.92
2	Colocar y posicionar cajones de madera	●		0.90	1.00	0.90	1.00	0.90
3	Inclinar horno de mantenimiento	●		5.09	1.00	5.09	2.00	10.18
4	Cortar restante de material que fueron separadas de matriz	●		71.83	1.00	71.83	1.00	71.83
5	Desconectar mangueras de enfriamiento de matriz	●		1.41	1.00	1.41	1.00	1.41
6	Retirar pernos que unen matriz con compuerta del horno	●		5.33	1.00	5.33	1.00	5.33
7	Retirar seguros sostenedores de matriz (Cadena con anzuelos)	●		2.51	1.00	2.51	1.00	2.51
8	Asegurar matriz con cadena	●		1.14	1.00	1.14	1.00	1.14
9	Desajustar pernos que unen matriz con ventana del horno	●		9.34	1.00	9.34	1.00	9.34
10	Trasladar montacargas	➡	15.00	0.96	1.00	0.96	1.00	0.96
11	Enganchar cadena en montacargas	●		1.10	1.00	1.10	2.00	2.19
12	Activar montacargas y elevar matriz	●		1.17	1.00	1.17	1.00	1.17
13	Bascular uno de los hornos de calentamiento	●		3.71	1.00	3.71	1.00	3.71
14	Aumentar inclinación de horno 4	●		0.96	1.00	0.96	1.00	0.96
15	Tapar compuerta de horno con asbesto	●		2.07	1.00	2.07	2.00	4.13
16	Colocar tacos de madera debajo del horno inclinado	●		3.67	1.00	3.67	2.00	7.34
17	Retirar/colocar un apoyo metálico de la mordaza jaladora	●		2.75	1.00	2.75	1.00	2.75
18	Retirar escoria del horno 4 en contenedor	●		1.38	1.00	1.38	1.00	1.38
19	Realizar limpieza del horno con martillo y cincel	●		21.13	1.00	21.13	1.00	21.13
20	Corte de últimos productos defectuosos de la colada continua	●		15.56	1.00	15.56	1.00	15.56
21	Retirar cadenas de matriz	●		1.38	1.00	1.38	1.00	1.38
22	Retirar montacargas (Traslado)	➡	5.00	0.78	1.00	0.78	1.00	0.78
23	Colocar matriz en el suelo	●		0.68	1.00	0.68	1.00	0.68
24	Verter promalgina a la nueva matriz, por la cara del refractario	●		1.38	1.00	1.38	1.00	1.38
25	Limpiar paredes del horno 4	●		1.92	1.00	1.92	1.00	1.92
26	Retirar escoria resultante de las paredes	●		5.33	1.00	5.33	1.00	5.33
27	Adelantar máquina cortadora hasta borde de riel de extracción	●		1.43	1.00	1.43	1.00	1.43
28	Realizar limpieza de viruta generada por la extracción	●		4.97	1.00	4.97	1.00	4.97
29	Alzar riel con barra de metal y cambiar soportes	●		0.78	1.00	0.78	1.00	0.78
30	Retroceder cortadora hasta tope	●		0.99	1.00	0.99	1.00	0.99
31	Levantar y acomodar canal de salida	●		3.17	1.00	3.17	2.00	6.34
32	Asegurar cadena a nueva matriz	●		5.21	1.00	5.21	1.00	5.21
33	Utilizar montacargas para elevar matriz utilizando la cadena	●		1.31	1.00	1.31	1.00	1.31
34	Soltar matriz de montacargas a stocka	●		0.96	1.00	0.96	1.00	0.96
35	Colocar matriz al lado del horno 4	●		2.17	1.00	2.17	1.00	2.17
36	Enganchar matriz a grúa fija	●		0.72	1.00	0.72	2.00	1.44
37	Jalar cadena de grúa fija manualmente para elevar matriz	●		2.27	1.00	2.27	2.00	4.55
38	Elevar matriz hasta nivel de horno	●		0.99	1.00	0.99	2.00	1.98
39	Poner matriz sobre compuerta del horno	●		0.72	1.00	0.72	2.00	1.44
40	Bajar matriz lentamente mientras se centra	●		2.15	1.00	2.15	2.00	4.31
41	Encajar matriz en pernos de compuerta del horno	●		4.13	1.00	4.13	2.00	8.26
42	Liberar matriz de montacargas	●		0.74	1.00	0.74	2.00	1.47
43	Ajustar tuercas para asegurar matriz a compuerta de horno	●		0.61	1.00	0.61	2.00	1.22
44	Colocar punta de arranque dentro de agujeros de extracción de matriz	●		1.47	1.00	1.47	2.00	2.93
45	Acomodar mangueras de enfriamiento	●		1.78	1.00	1.78	2.00	3.57
46	Ajustar mangueras a matriz	●		2.09	1.00	2.09	1.00	2.09
47	Verificar que bomba de extracción esté activa	■		0.72	1.00	0.72	1.00	0.72
48	Abrir mangueras	●		0.41	1.00	0.41	1.00	0.41
49	Retirar topes de madera que se encuentran debajo de horno	●		1.04	1.00	1.04	1.00	1.04
50	Regresar horno a posición inicial lentamente	●		4.97	1.00	4.97	1.00	4.97
51	Conectar punta de arranque a placa de jalado para extracción	●		6.17	1.00	6.17	1.00	6.17
52	Iniciar a la extracción	●		0.22	1.00	0.22	1.00	0.22
53	Ajustar rodillos	●		2.57	1.00	2.57	1.00	2.57
54	Esperar que llegue la placa a la máquina de corte	●		20.95	1.00	20.95	1.00	20.95
55	Se realiza corte para retirar punta de arranque	●		0.51	1.00	0.51	1.00	0.51
56	Separar punta de arranque de material	●		0.72	1.00	0.72	1.00	0.72
57	Acomodar canales de vaciado de hornos 1,2 y 3	●		1.38	1.00	1.38	2.00	2.75
TOTAL (min)						243.65		275.70

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2.4. Implementación de la herramienta de poka yoke en el proceso de laminado para reducir productos no conformes

Primero se realizó se identificó los defectos que se obtuvieron en el proceso antes de la implementación y se priorizó el de mayor impacto.

Como se puede ver en la Tabla 9 y Figura 19, se tuvo los defectos del área de laminado:

- Placas rajadas.
- Plata fuera de espesor.
- Placas Dobladas.
- Placas Sableadas.
- Placas quemadas.

Cuadro de defectos del área:

Tabla 9. Cuadro de Defectos de Placas del proceso de Laminado

Defecto	Cantidad Acumulada (Jul 14 - Abr 15) Kg.	Porcentaje (%)	Acumulado (%)
Placa fuera de espesor.	18,106	65.00%	65.00%
Placas quemadas.	3,371	12.10%	77.10%
Placas rajadas.	3,203	11.50%	88.60%
Placas Sableadas.	1,727	6.20%	94.80%
Placas Dobladas.	1,448	5.20%	100.00%
Totales	27,855	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

Según el cuadro de defectos del proceso de laminado, se obtuvo que el 65% de defectos fue producto de las placas fuera de espesor, lo que genera la baja productividad del proceso.

Pareto de defectos del área:

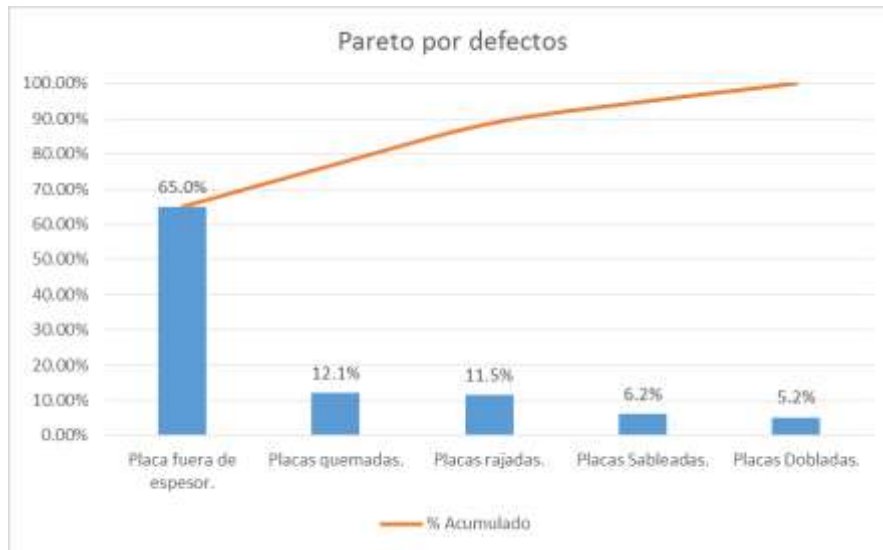


Figura 19. Gráfico de Pareto de los Defectos de Placas Del área de Laminado

Fuente: Elaboración Propia

Evento Kaizen

En el evento Kaizen participaron los siguientes puestos:

- Gerente de Producción.
- Jefe de SIG.
- El coordinador de aseguramiento de la calidad
- El coordinador de ingeniería y
- Supervisor de producción de la línea de llaves.

En el evento Kaizen se trató el tema de los defectos de laminado. Teniendo como base el análisis Pareto Figura se tomó la decisión de tomar acciones respecto al defecto: “Placa fuera de espesor”.

El siguiente paso fue armar el diagrama de Ishikawa en la Figura 20.

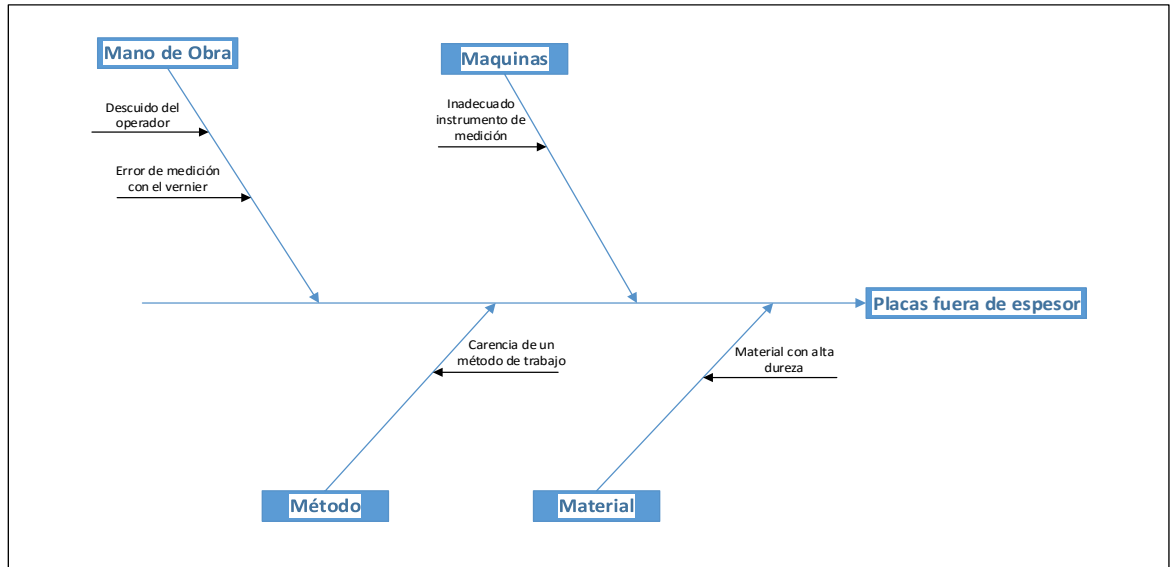


Figura 20. Ishikawa del Proceso de Laminado

Fuente: Elaboración Propia

Posterior del análisis de las principales causas y descartando aquellas causas que no impacten en el problema de estudio, se procedió con la calificación de las causas para su posterior solución. En la evaluación de las causas se tomaron los criterios y escala de puntajes de calificación que se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Escala de Prioridad de Causas

Impacto	Implementación	Urgencia	Puntaje
Alta	Fácil	Alta	5
Media	Complicado	Media	3
Baja	Muy Complicado	Baja	1

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado del análisis se tiene que la causa de mayor impacto según la Tabla 11, mayor urgencia y mayor facilidad en la implementación es el inadecuado instrumento de medición.

Tabla 11. Resultados de Evaluación de Causas

CAUSA	CRITERIO DE EVALUACIÓN			Puntaje Obtenido
	Impacto	Implementación	Urgencia	
Descuido del Operador	5	3	1	9
Error de medición con el vernier	5	3	1	9
Inadecuado instrumento de medición	5	5	5	15
Carencia de un método de trabajo	5	3	5	13
Material con alta dureza	3	3	3	9

Fuente: Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora

Como propuesta se decidió implementar patrones de medición de espesores en la Figura 21, cuyo objetivo fue mejorar la actividad de inspección de medida y asegurar el espesor de la llave final.

Prototipo implementado:

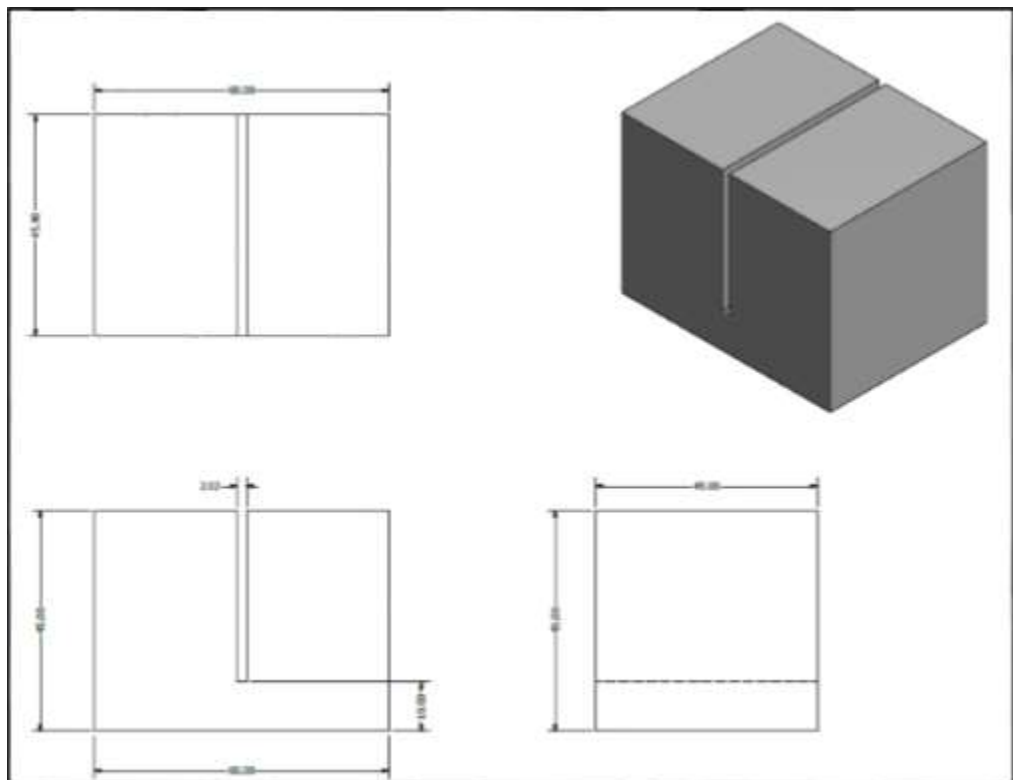


Figura 21. Prototipo de Patrón de Medición de Espesores

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.2.5. Implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de troquelado para reducir los productos no conformes

Para la implementación del trabajo estándar en el proceso de troquelado, primero se mapearon los subprocesos del proceso de Troquelado, como muestra la Figura 22, el proceso de troquelado cuenta con tres subprocesos que le permiten la operación, los cuales son: Corte de placas Figura 23, cambio de matriz Figura 24 y Troquelado Figura 25. Levantada la información se procedió con la identificación de la causa raíz de los productos no conformes.

Identificación de la Causa Raíz de PNC.

Los productos no conformes del proceso de troquelado Tabla 12, se deben a los siguientes defectos como se muestra en la Tabla 13 y Tabla 14;

- a) Llaves malas con ojo descentrado
- b) Llaves malas con rebarba
- c) Llaves picadas

Para encontrar la causa raíz de los defectos se procedió con el análisis de los “cinco ¿por qué?”

Llaves malas con ojo descentrado

¿Por qué?



Por un mal armado en las reglas de la matriz

¿Por qué?



Operario no capacitado

¿Por qué?



No existe un procedimiento ó instructivo estándar para el armado de matrices

¿Por qué?



No se consideró la actividad en el sistema calidad

¿Por qué?



No se ha definido el metodo de trabajo para el armado de las reglas de la matriz

Llaves picadas

¿Por qué?

→ No se limpian los punzones de corte

¿Por qué?

→ Desconocimiento del operador

¿Por qué?

→ Operador no fue capacitado correctamente

¿Por qué?

→ El procedimiento actual no detalla la actividad de limpieza de punzones

¿Por qué?

→ Falta de definición en el método de trabajo para la limpieza de los punzones de corte

Llaves malas por rebarba

¿Por qué?

→ La matriz no tiene filo

¿Por qué?

→ Matricería no sacó filo a la matriz

¿Por qué?

→ No se programa el afilado de la matriz

¿Por qué?

→ PCP no envía a matricería la programación de troquelado

¿Por qué?

→ No existe un procedimiento que asegure el afilado de las matrices

Para el problema de las llaves malas con ojo descentrado, se decidió implementar un procedimiento que permita y asegure el correcto armado de las reglas de la matriz Figura 24. Para las llaves malas por rebarba, cuya causa raíz es: No existe un procedimiento que asegure el afilado de las matrices. A ello se dio solución con la implementación de un procedimiento que asegure el afilado de las matrices Figura 24. Para el problema de las llaves picadas se decidió establecer el método de sopleteo como una operación estándar que permita limpiar correctamente el punzón y evitar la presencia de llaves picadas durante la operación Figura 25.

Se implementó como parte del trabajo estándar el flujo de materiales del corte de placas para la recuperación y registro de platinas defectuosas Figura 26. También se implementó la cartilla instructiva Figura 27, para el cambio correcto de la matriz con el fin de reducir los productos no conformes detallados en el párrafo anterior.

Producto No Conforme

Tabla 12. Producto No Conforme del Proceso de Troquelado

Periodo	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15
Kilos generados	2,071	2,698	2,167	1,966	1,932	1,747	1,167	2,120	2,215	1,756

Fuente: Empresa Klaus Brass. Reporte de Productos No Conformes. Área de Calidad

Tipos de defectos

Tabla 13. Producto No Conforme por Tipo de Defecto

	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15
Llaves malas con ojo descentrado	932	1,255	921	806	711	838	479	1,039	982	766
Llaves malas con rebarba	683	836	661	570	688	507	305	712	624	520
Llaves picadas	456	607	585	590	551	402	373	369	609	471

Fuente: Empresa Klaus Brass. Reporte de Productos No Conforme. Área de Calidad.

Tabla 14. Porcentajes de Producto No Conforme por Tipo de Defecto

Llaves malas con ojo descentrado	8,728	44.0%
Llaves malas con rebarba	6,106	30.8%
Llaves picadas	5,012	25.3%
Total	19,847	100.0%

Fuente: Empresa Klaus Brass. Reporte de Productos No Conforme. Área de Calidad.

TRABAJO ESTÁNDAR EN EL PROCESO DE TROQUELADO

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN Y SECUENCIA DE PROCESOS

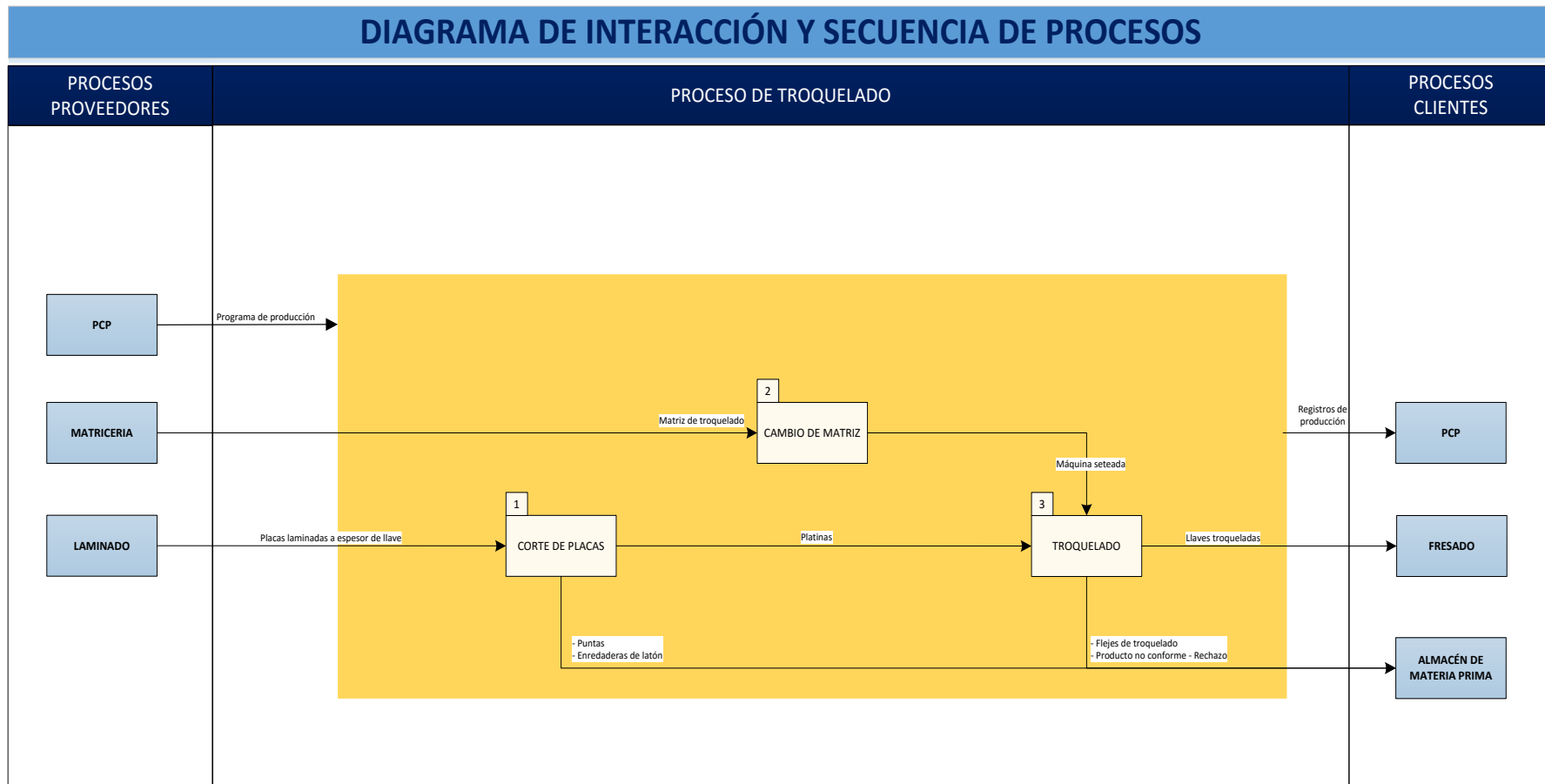


Figura 22. Diagrama de Interacción y Secuencia de Procesos de Troquelado

Fuente: Elaboración Propia.

DIAGRAMA DE FLUJO DE CORTE DE PLACAS

CORTE DE PLACAS

Operario de troquelado

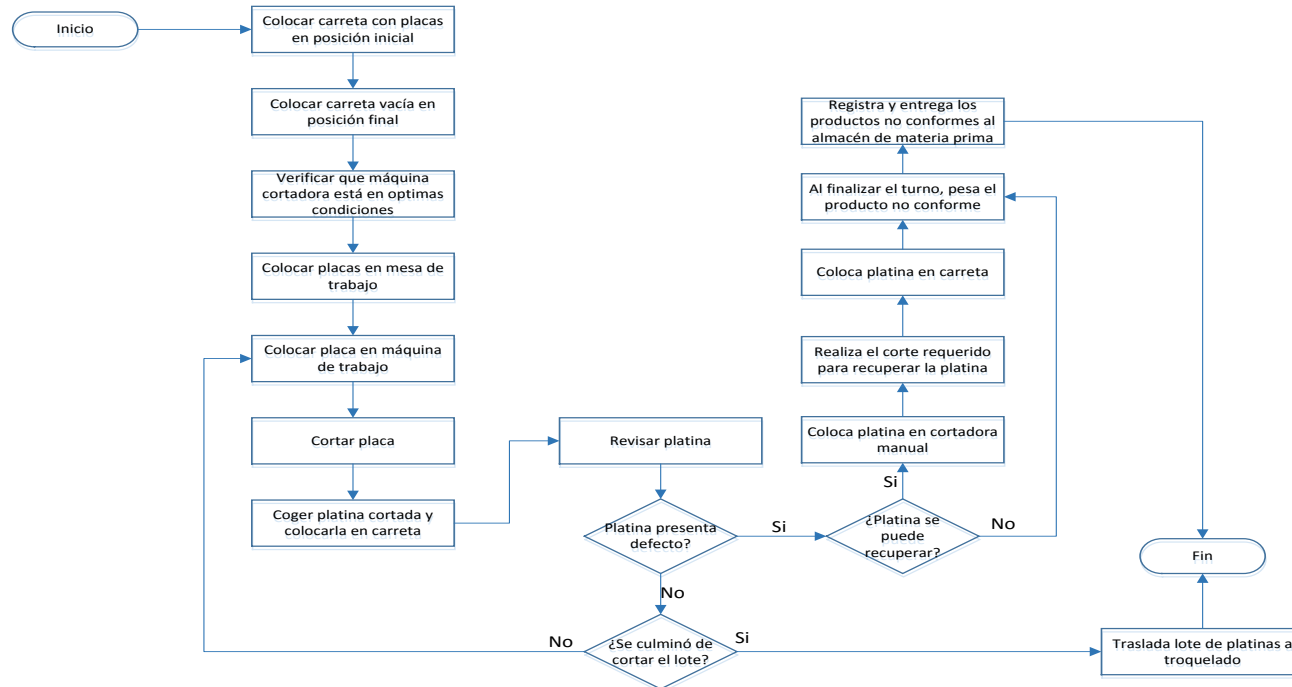


Figura 23. Diagrama de Flujo del Proceso de Corte de Placas

Fuente: Elaboración Propia.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL CAMBIO DE MATRIZ

CAMBIO DE MATRIZ DE TROQUELADO

Operario de troquelado

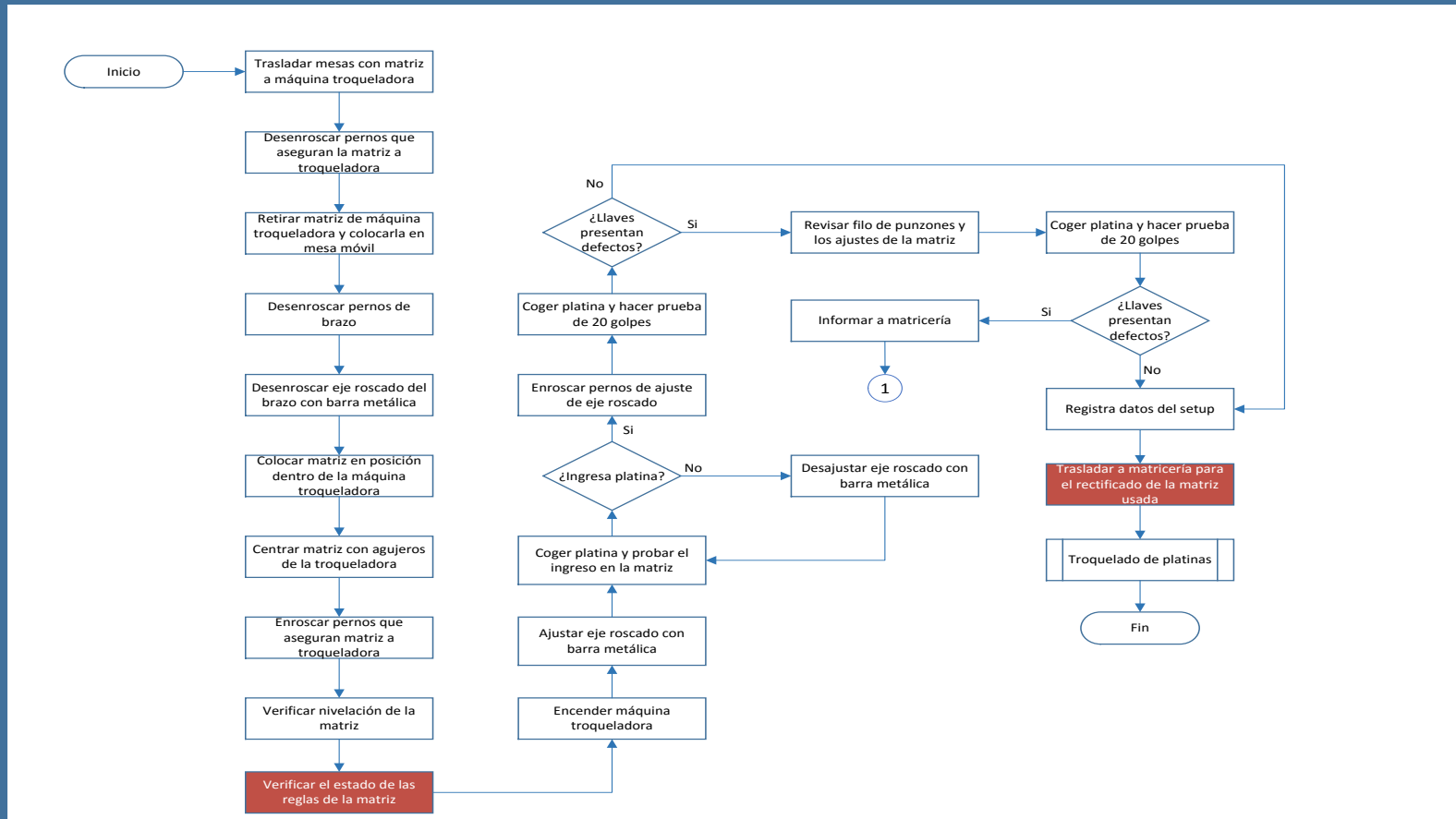


Figura 24. Diagrama de Flujo del Proceso de Cambio de Matriz

Fuente: Elaboración Propia.

DIAGRAMA DE FLUJO DE TROQUELADO

TROQUELADO

Operario de troquelado

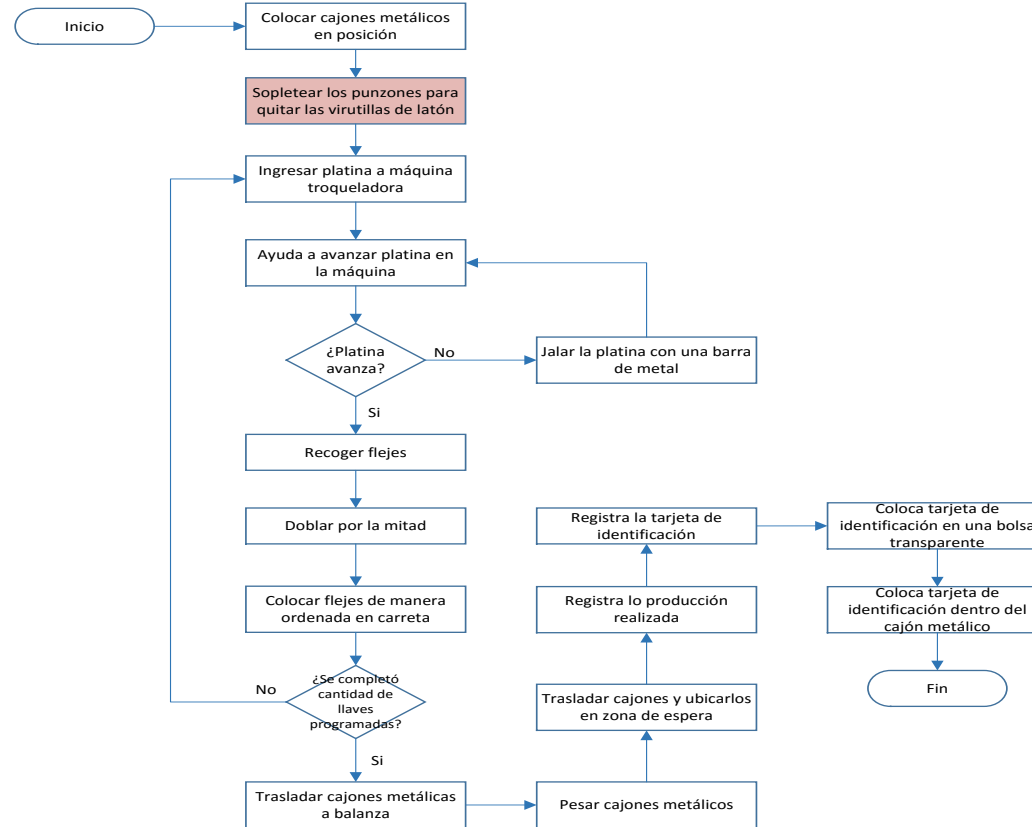


Figura 25. Diagrama de Flujo del Proceso de Troquelado

Fuente: Elaboración Propia.

FLUJO DE MATERIALES DEL PROCESO DE CORTE DE PLACAS (LAYOUT)

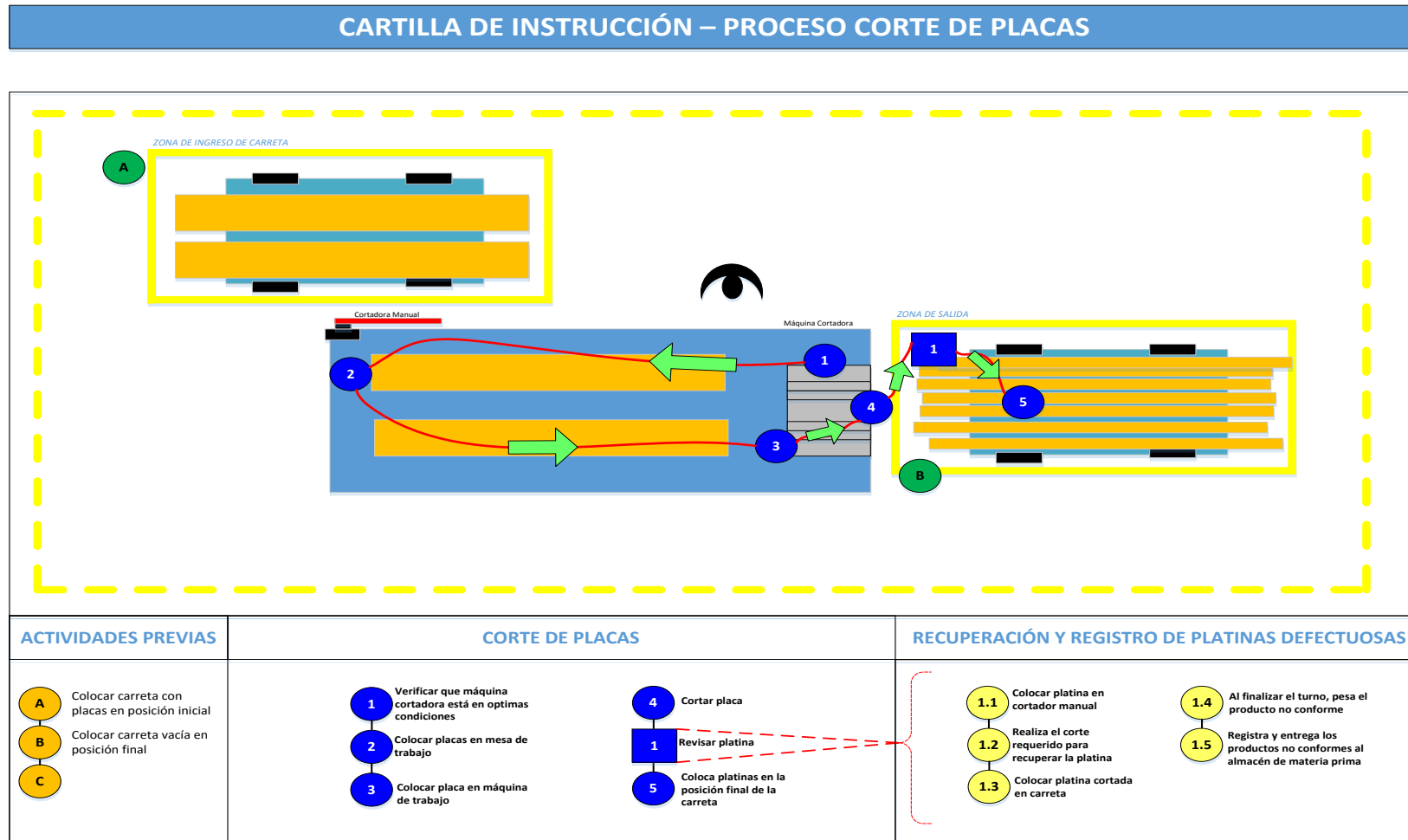


Figura 26. Diagrama de Flujo de Materiales del Proceso de Corte de Placas (Layout)

Fuente: Elaboración Propia.

CARTILLA INSTRUCTIVA PARA EL CAMBIO DE MATRIZ

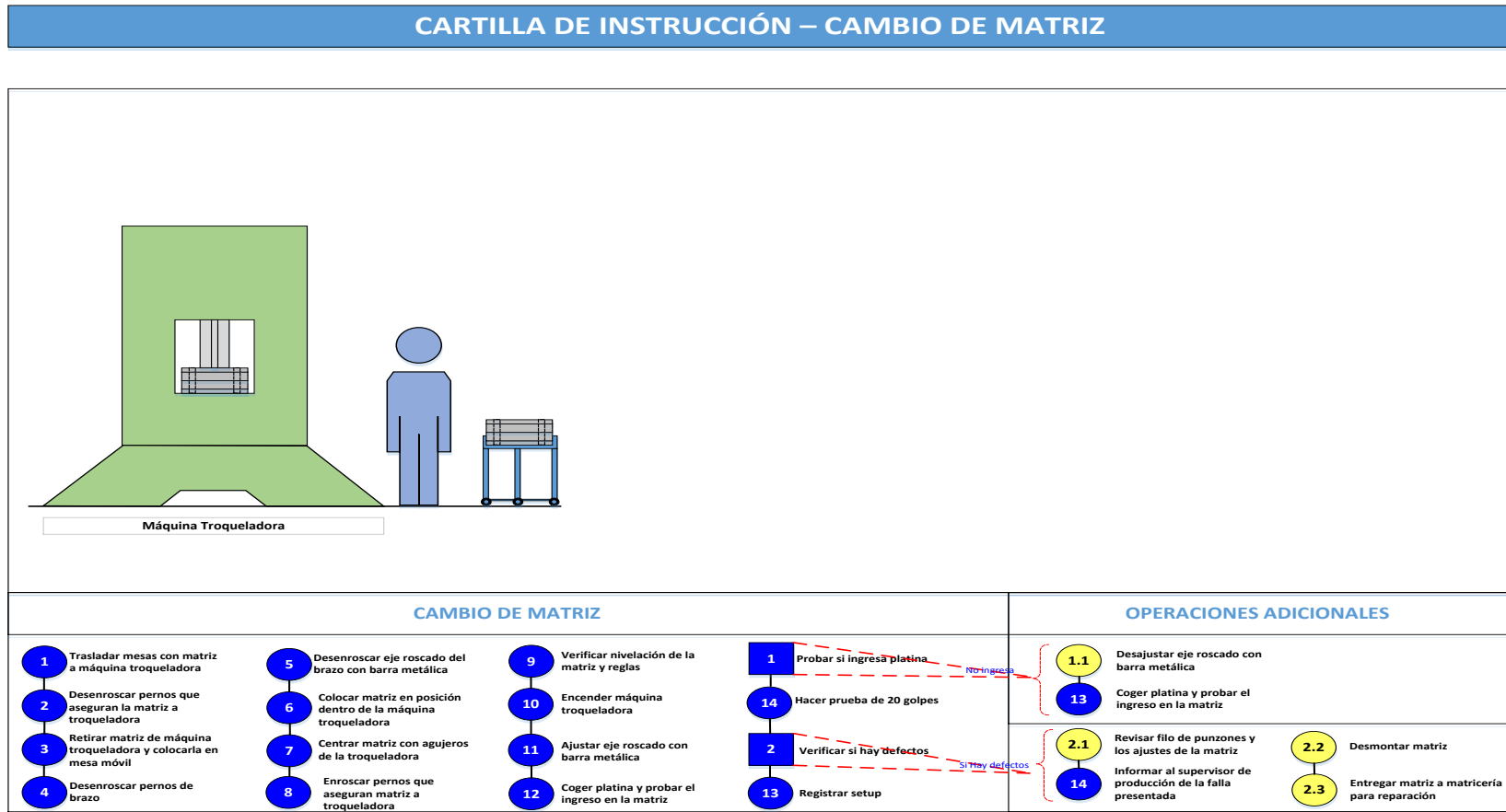


Figura 27. Cartilla Instructiva para el Cambio de Matriz

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.3. Paso 3: Explotar la restricción

Análisis de las velocidades de Producción en Fundición

Para la implementación se tuvo que realizar un análisis de las velocidades de Producción en base a la Tabla 15. En consecuencia se realizó el estudio de la estructura de carga de los hornos de inducción en la que previamente se realizaron pruebas donde la variable viruta fue la más importante, ya que esta tiene una relación directa con la generación de escoria.

Tabla 15. Velocidades de Producción en fundición

PLACA DE LATÓN			
% Viruta	Ingreso Hornos (Kg)	% (Escoria + MV)	Velocidad (Kg/Hr)
60	620	6.93	444
50	620	6.33	471
40	620	5.7	501
30	620	5.2	534
20	620	4.5	573

Fuente: Elaboración Propia.

Implementación del Evento Kaizen

Para explotar el proceso de fundición que quiere decir llevar a su capacidad máxima, se implementó un Evento Kaizen; en el cual se tenía como objetivo aumentar la velocidad sin perjudicar el costo de fabricación.

Se propuso reducir el uso de viruta de una estructura de carga con 40% de viruta y velocidad de producción de 501 Kg/Hr a una nueva estructura de carga con 20 % de viruta para lo cual se tuvo que reemplazar este material con Cu, Zn y Pb con lo cual se mejoró la velocidad de producción a 573 kg/ Hr.

En la Figura 28, se muestra el diagrama de bloques del proceso de fabricación de llaves de cerradura luego de haber explotado la restricción en fundición.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LLAVES DE CERRADURA MEJORADO

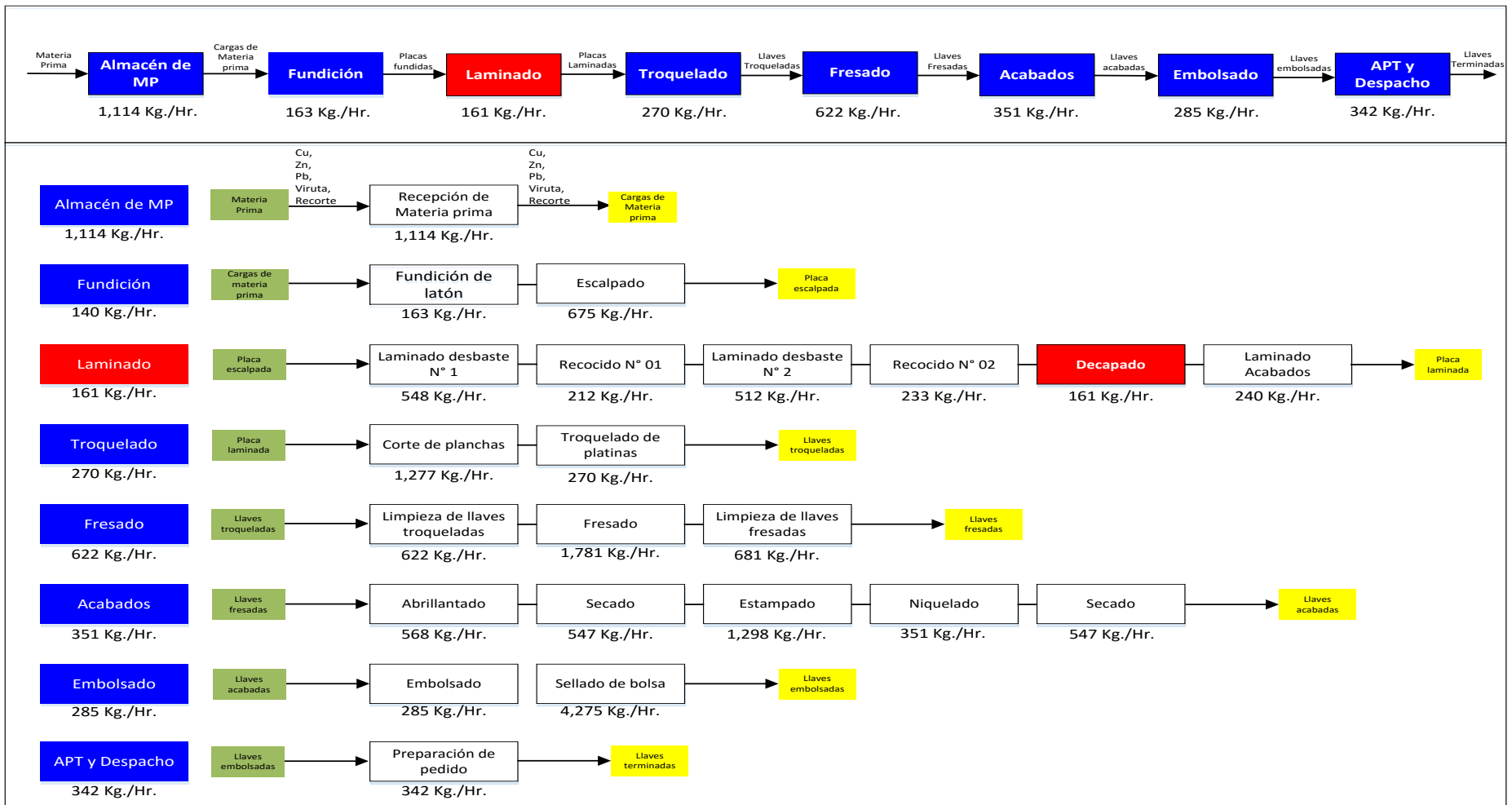


Figura 28. Diagrama de Bloques del Proceso de Fabricación de Llaves de Cerradura Mejorado

Fuente: Elaboración Propia

6.2.4. Paso 4: Subordinar la restricción

Se implementó el Mapa del Flujo de Valor Mejorado en la Figura 29, se logró evidenciar que el cuello de botella del proceso de fabricación de llaves de cerradura se encuentra en el proceso de Laminado después de haber explotado y resuelto la restricción en el proceso de fundición.

Para la aplicación del TOC a Producción, se buscó en lo posible sincronizar el flujo de producción con la demanda con la implementación del modelo integrado de gestión de la producción TLM en los pasos anteriores. En consecuencia el área de Planeamiento y Control de la Producción realiza su programación en base al nuevo cuello de botella.

MAPA DEL FLUJO DE VALOR MEJORADO

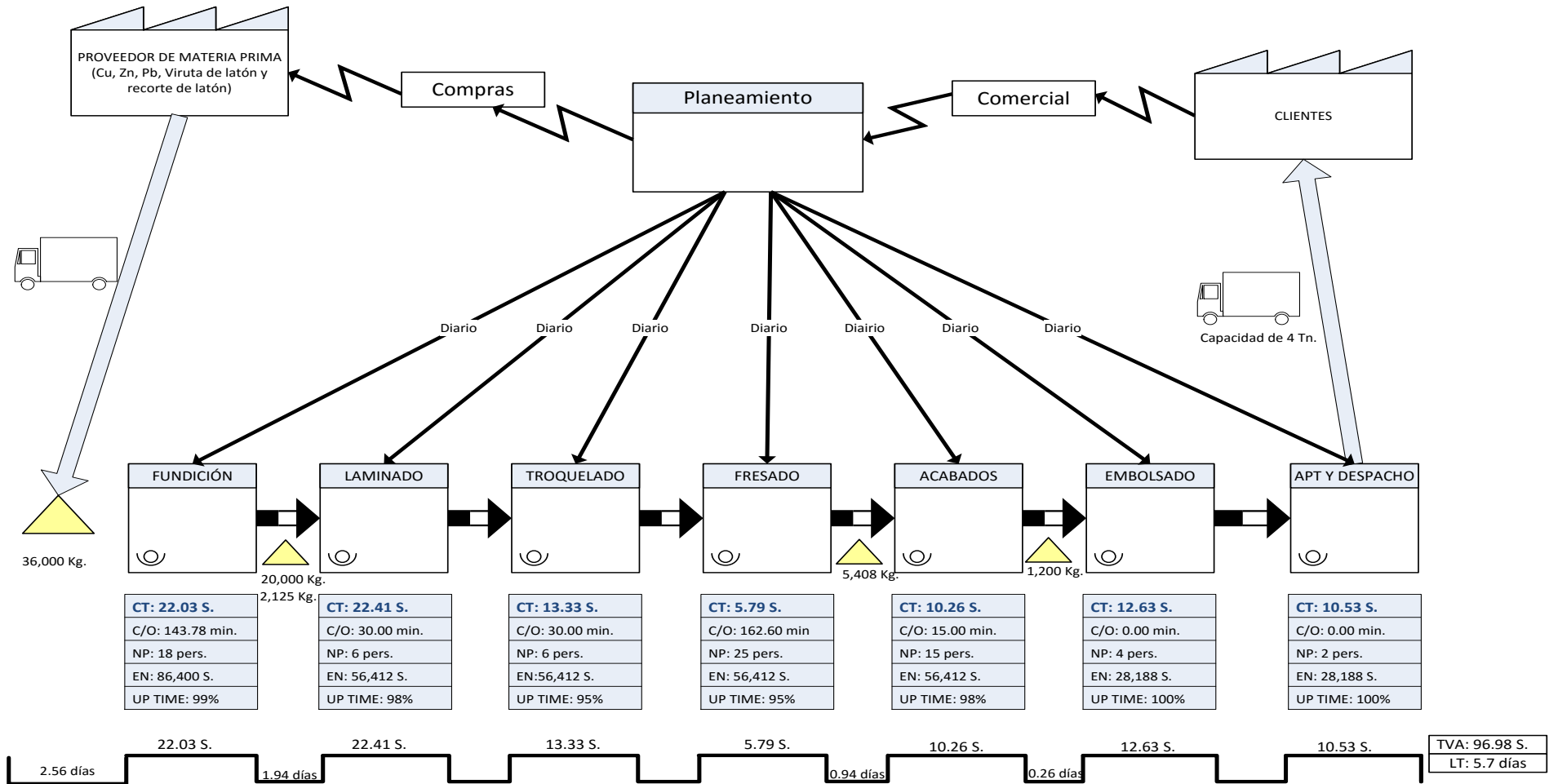


Figura 29. Flujo del Mapa de Valor Mejorado

Fuente: Elaboración Propia

6.2.5. Paso 5: Elevar la restricción

No se realizó implementación dado que los resultados hasta el paso 4 cumplieron con la demanda.

6.2.6. Paso 6: Volver al paso 1

No se realizó implementación dado que los resultados hasta el paso 4 cumplieron con la demanda. Solo se propuso identificar y analizar el cuello de botella en el proceso de laminado para oportunidades de mejora futura.

6.3. Resultados de la implementación

6.3.1. Paso 1: Identificar la restricción

RESULTADOS DEL MAPA DEL FLUJO DE VALOR ACTUAL (VSM)

En base a los datos obtenidos en la implementación se tiene el resultado del Tack Time de la herramienta Mapa de Flujo de Valor antes de la implementación;

Calculo del Tack Time o Ritmo de la Producción en función a la demanda:

Tack Time: Tiempo disponible / demanda

Tack Time: $(25 \text{ días/mes} * 16 \text{ Hr/Día}) / (7,000,000 \text{ llaves/mes} * 0.009 \text{ Kg. /llave})$

Tack Time: 0.0063 Hr. / kg de llave

Tack Time: 22.86 seg/ kg de llave

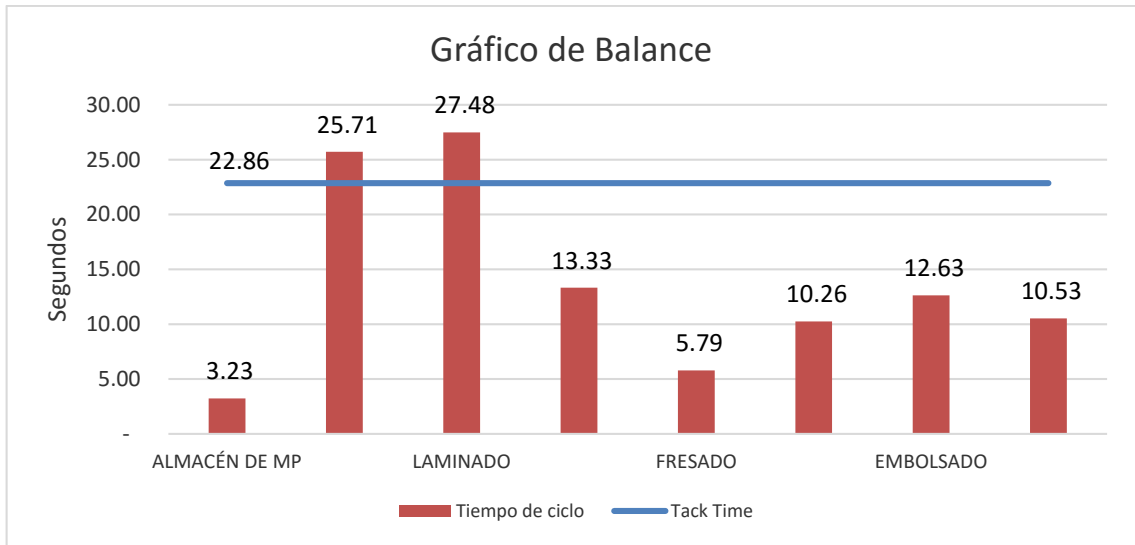


Figura 30. Gráfico de Balance

Fuente: Elaboración Propia

En el Mapa de Flujo de Valor Actual, se observó que los mayores tiempos de ciclo se encuentra en los procesos de Laminado y Fundición, los tiempos de Set Up o Cambio de Utillajes son de 240 minutos en el proceso de Fundición, lo que afecta al ritmo de producción. En consecuencia podemos confirmar que el primer cuello de botella a resolver es el proceso de Laminado.

El Grafico de Balance Figura 30, indicó que los tiempos de ciclo tanto en laminado como en fundición superan al Tack Time o Ritmo de Producción, por lo tanto se tuvo en la Figura 31, las propuestas de mejoras que se implementaron para la solución de los problemas propuestos.

MAPA DEL FLUJO DE VALOR FUTURO

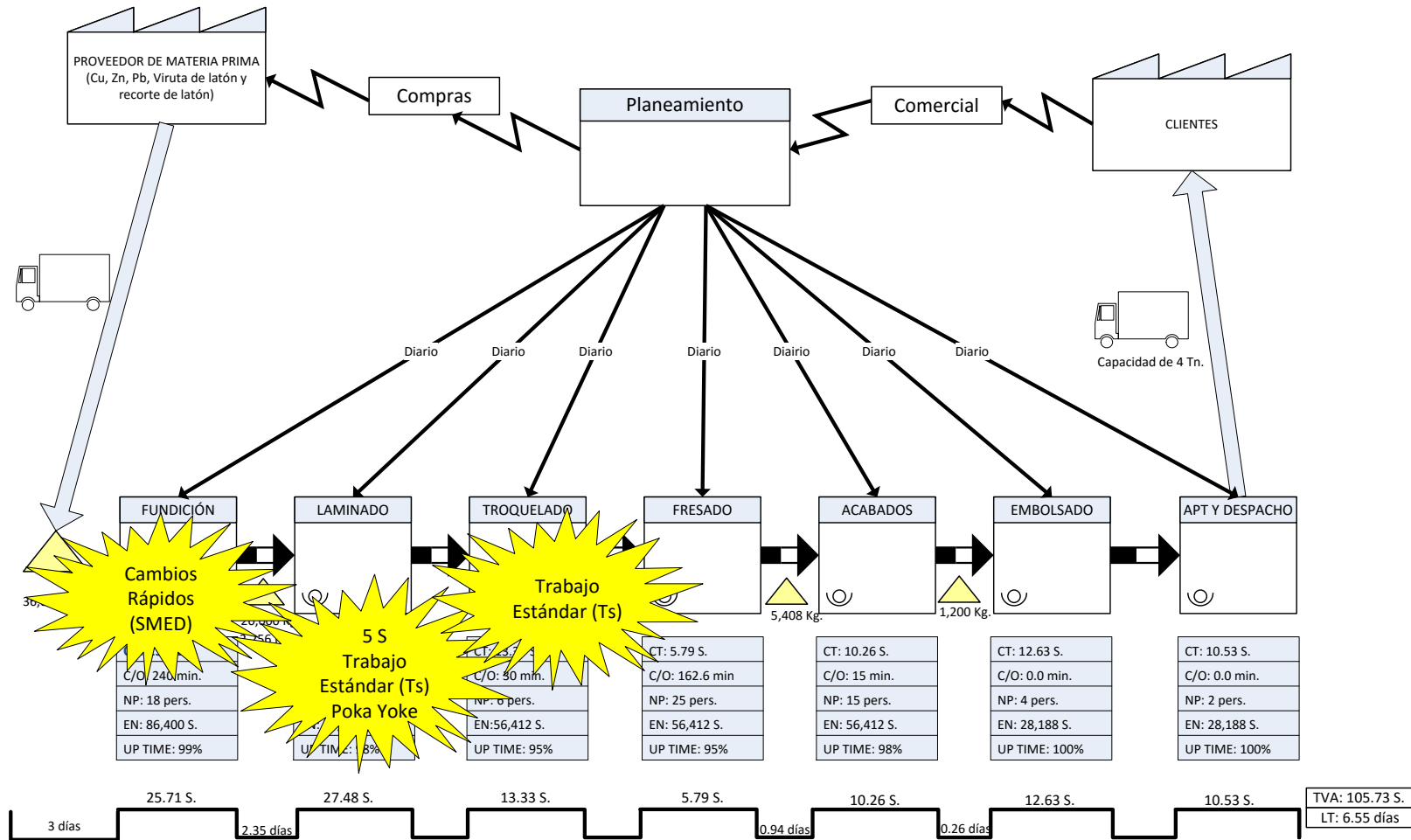


Figura 31. Mapa del Flujo de Valor Futuro

Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS DEL DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LLAVES DE CERRADURA

Se identificó y confirmó que el cuello de botella Figura 8, se encontraba en el proceso de Laminado, debido que la producción por hora fue la menor de toda la línea, esta producción fue de 131 kg/ hora.

Dentro del proceso de laminado se desarrollan subprocesos, tales como: laminado desbaste N°1, recocido N°1, laminado desbaste N°2, recocido N°2, decapado y laminado acabados; De los cuales el proceso con ritmo de producción más lento fue el decapado con 131 kg/ hora.

A partir de la identificación del primer cuello de botella, se procedió con el siguiente paso del Modelo Integrado de Gestión de la Producción TLM.

6.3.2. Paso 2: Eliminar desperdicios

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5S COMO LÍNEA BASE

Los resultados obtenidos según Tabla 16 y Figura 32, de la implementación de las 5'S en el piloto demostraron que se cumplió con los objetivos de calificación mínima de la auditoria mayores a 70% de calificación, en lo cual se logró cumplir con los principios de orden, limpieza y seguridad en los puestos de trabajo, además este resultado fue favorable para el inicio a la implementación de las herramientas de lean manufacturing. En las Figuras 33, 34 y 35 se muestran fotografías de un antes y un después de implementado las 5s.

Tabla 16. Resultados de la Implementación de las 5s

	Auditoría inicial feb-15	1era Auditoría mar-15	2da Auditoría abr-15	3era Auditoría may-15	4ta Auditoría jun-15	5ta Auditoría jul-15	6ta Auditoría ago-15	7ma Auditoría sep-15
Puntaje Meta	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
SELECCIONAR	21	21	21	21	21	21	21	21
ORDENAR	33	33	33	33	33	33	33	33
LIMPIAR	21	21	21	21	21	21	21	21
ESTANDARIZAR	15	15	15	15	15	15	15	15
PUNTAJE	90	90	90	90	90	90	90	90
Puntaje Obtenido								
SELECCIONAR	4	15	13	18	15	19	17	19
ORDENAR	4	28	25	31	30	34	26	32
LIMPIAR	0	14	11	16	14	18	18	19
ESTANDARIZAR	4	12	10	12	11	14	14	14
PUNTAJE	12	69	59	77	70	85	75	84
Puntaje Obtenido Base 100%								
SELECCIONAR	19.0%	71.4%	61.9%	85.7%	71.4%	90.5%	81.0%	90.5%
ORDENAR	12.1%	84.8%	75.8%	93.9%	90.9%	103.0%	78.8%	97.0%
LIMPIAR	0.0%	66.7%	52.4%	76.2%	66.7%	85.7%	85.7%	90.5%
ESTANDARIZAR	26.7%	80.0%	66.7%	80.0%	73.3%	93.3%	93.3%	93.3%
PUNTAJE	13.3%	76.7%	65.6%	85.6%	77.8%	94.4%	83.3%	93.3%

Fuente: Empresa Klaus Brass. Resultados de Implementación de las 5S. Área de Calidad.

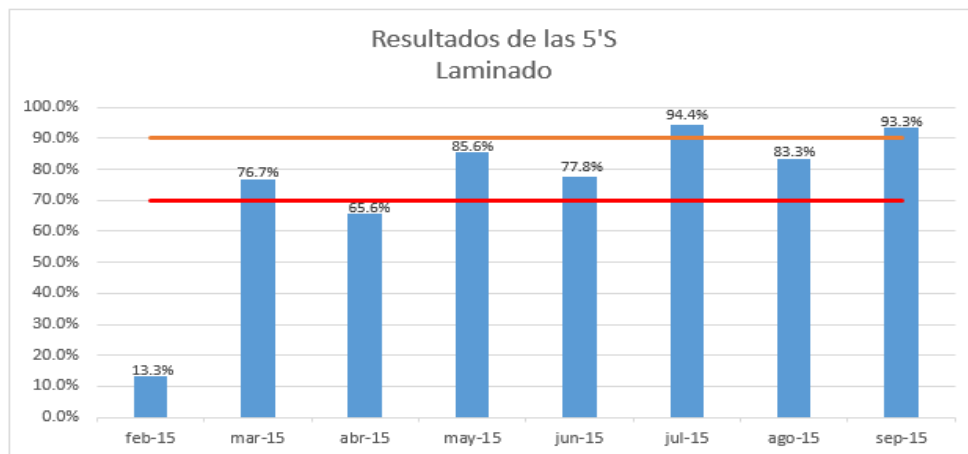


Figura 32. Gráfico de Porcentajes de los Resultados de la Implementación de las 5s

Fuente: Elaboración Propia.

FOTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

ANTES



Figura 33. Fotografía del área de Laminado Antes de la implementación de las 5s

DESPUÉS



Figura 34. Fotografía del área de Laminado Después de la implementación de las 5s



Figura 35. Fotografía del área de Laminado Después de la implementación de las 5s demarcación

Fuente: Empresa Klaus Brass. Área de Calidad

6.3.2.1. Resultados de la implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de laminado para mejorar la capacidad de producción

Se mejoró los tiempos de 154.2 min a 125.98 min por lote producido como se muestra en la Tabla 17, esto representa un 18.3% de reducción en el tiempo de fabricación en el proceso de laminado.

Tabla 17. Tiempos de Operación Mejorado del Proceso Laminado Decapado

MEJORADO					
			TC (min)	x 100 Placas	Tiempo Total
O-1	Operación	Colocar carreta en posición	2.30	1	2.30
O-2	Operación	Verter ácido sulfúrico en copa de medición	0.60	1	0.60
O-3	Operación	Verter ácido sulfúrico en tina	0.33	1	0.33
Ins-1	Inspección	Verificar solución			
O-4	Operación	Registrar cantidad de ácido usado			
O-4	Operación	Introducir placa en tina de decapado	0.05	100	5.00
O-5	Operación	Decapar	0.15	100	15.00
O-6	Operación	Retirar placa	0.10	100	10.00
O-7	Operación	Limpiar placa	0.17	100	16.67
O-8	Operación	Llenar tina con agua	1.50	1	1.50
O-9	Operación	Enjuagar placa	0.08	100	8.33
O-10	Operación	Llenar tina con agua	1.50	1	1.50
O-11	Operación	Enjuagar placa	0.13	100	12.50
Ins-1	Inspección	Inspeccionar placa	0.07	100	6.67
O-12	Operación	Colocar placa en zona de escurrido	0.13	100	13.33
O-13	Operación	Secar placa con trapo	0.25	100	25.00
O-14	Operación	Colocar carreta en posición	2.25	1	2.25
O-15	Operación	Colocar placa en carreta	0.05	100	5.00
Tiempo total (minutos)					125.98

Operación	119.31
Inspección	6.67

Fuente: Elaboración Propia

6.3.2.2. Resultados de la implementación de la herramienta de cambios rápidos en el proceso de fundición para mejorar la capacidad de producción

Resultado de la Primera Etapa: Separación de operaciones Internas y externas

El resultado de la implementación de la primera etapa, consistió en la separación de operaciones internas y externas donde se obtuvo lo siguiente:

Actividades Internas:

54 Operaciones Internas, 2 Transporte y 1 Inspección, todo ello tomó un tiempo de 4.06 horas, como se muestra en la Figura 36.

Actividades Externas:

91 Operaciones Externas, 2 inspecciones, en este grupo de actividades se tienen a la preparación de la matriz y actividades previas al cambio de matriz, todo ello tomo un tiempo de 35.42 horas, como se muestra en la Figura 36.

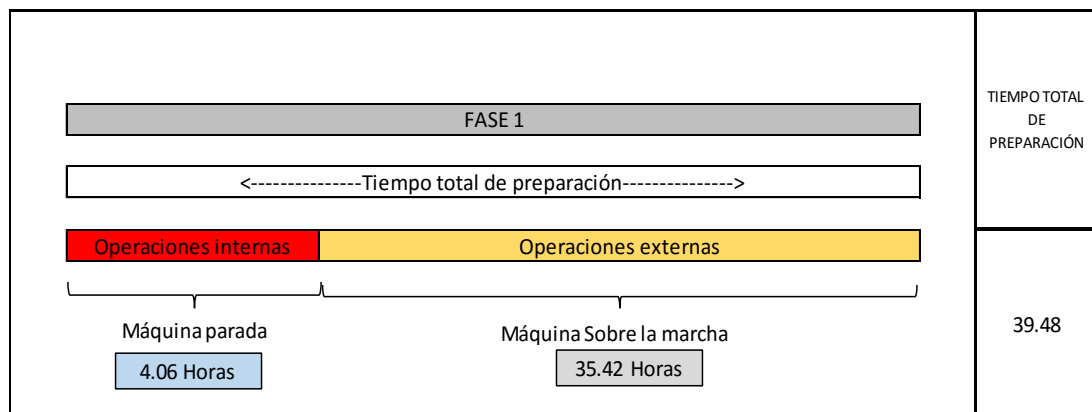


Figura 36. Tiempo de Cambio de Matriz Fase 1

Fuente: Elaboración Propia

Resultado de la Segunda Etapa: Conversión de tiempos internos en externos

Las operaciones internas que se convirtieron en operaciones externas fueron:

- Colocar y posicionar cajones de madrea, topes y herramientas debajo del horno inclinado.
- Trasladar montacargas
- Enganchas cadena en montacargas

De la implementación según Figura 37, resultó que al haberse realizado la conversión de operaciones el tiempo de operaciones internas se redujo de 4.06 horas a 4.01 horas, con la finalidad que el tiempo de parada sea menor.

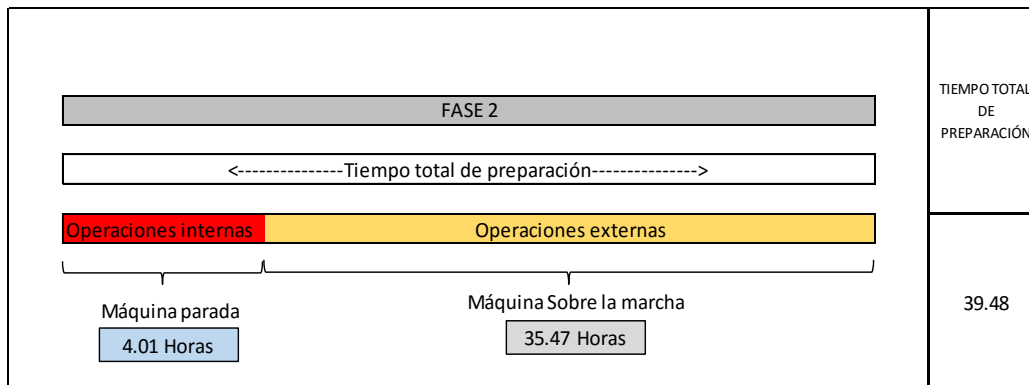


Figura 37. Tiempo de Cambio de Matriz Fase 2

Fuente: Elaboración Propia.

Resultado de la Tercera Etapa: Perfeccionar las operaciones internas y externas

El resultado de la implementación de la tercera etapa, consistió en el perfeccionamiento de las operaciones internas, se perfecciono solo las actividades internas.

Los resultados obtenidos de las operaciones que se perfeccionaron fueron:

Cortar restante de material que fueron separadas de matriz:

El tiempo que tomaba cortar el restante de material antes de la implementación era de 71.83 min/ ahora, después de la implementación, el tiempo se redujo a 10.25 min.

Realizar limpieza del horno:

El tiempo que tomaba realizar la limpieza del horno antes de la implementación era de 21.13 min, después de la implementación se redujo a 5.30 min.

Corte de últimos productos defectuosos de la colada continua:

El tiempo que tomaba realizar el corte de últimos productos defectuosos era de 15,56 min, después de la implementación mejoró a 3.20 min.

Esperar que llegue la placa a la máquina de corte y se retira placa de jalado:

El tiempo que tomaba esperar que llegue la placa a la máquina de corte y el jalado de la placa antes de la implementación fue de 20.95 min, después de la implementación se pudo mejorar el tiempo de operación a 13.80 min.

Con todas estas mejoras sencillas y rápidas aplicadas al proceso de cambio de matriz, los tiempos de cambio de matriz mejoraron en 40.88% en base a los nuevos tiempo de acuerdo al análisis realizado en la Tabla 18. Por lo tanto el nuevo tiempo para el cambio de matriz es de 2.40 Horas, según Figura 38.

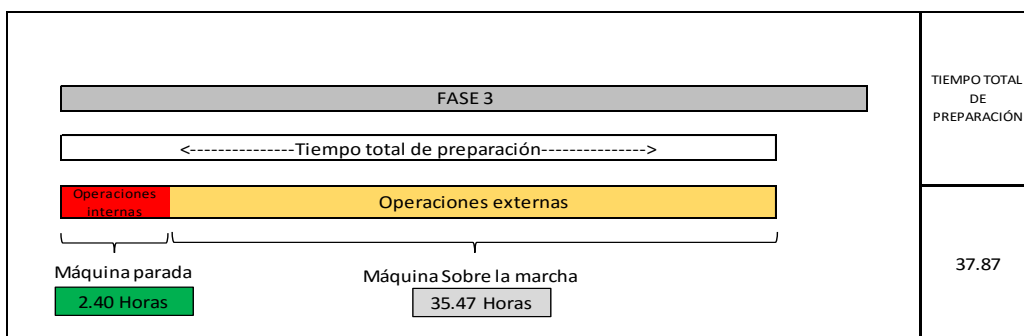


Figura 38. Tiempo de Cambio de Matriz Fase 3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Análisis del Proceso de Cambio de Matriz

CAMBIO DE MATRIZ								
N°	Descripción de la operación	Tipo de operación	Distancia (m.)	Tiempo unitario (min.)	Unidades	Tiempo de operación (min)	N° Operarios	Tiempo hombre (min.)
1	Jalar máquina cortadora para separar producto de matriz	●		1.92	1	1.92	1	1.92
2	Inclinar horno de mantenimiento	●		5.09	1	5.09	2	10.18
3	Cortar restante de material que fueron separadas de matriz	●		71.83	1	10.25	1	10.25
4	Desconectar mangueras de enfriamiento de matriz	●		1.41	1	1.41	1	1.41
5	Retirar pernos que unen matriz con compuerta del horno	●		5.33	1	5.33	1	5.33
6	Retirar seguros sostenedores de matriz (Cadena con anzuelos)	●		2.51	1	2.51	1	2.51
7	Asegurar matriz con cadena	●		1.14	1	1.14	1	1.14
8	Desajustar pernos que unen matriz con ventana del horno	●		9.34	1	9.34	1	9.34
9	Activar montacargas y elevar matriz	●		1.17	1	1.17	1	1.17
10	Bascular uno de los hornos de calentamiento	●		3.71	1	3.71	1	3.71
11	Aumentar inclinación de horno 4	●		0.96	1	0.96	1	0.96
12	Tapar compuerta de horno con asbesto	●		2.07	1	2.07	2	4.13
13	Colocar tacos de madera debajo del horno inclinado	●		3.67	1	3.67	2	7.34
14	Retirar/colocar un apoyo metálico de la mordaza jaladora	●		2.75	1	2.75	1	2.75
15	Retirar escoria del horno 4 en contenedor	●		1.38	1	1.38	1	1.38
16	Realizar limpieza del horno con martillo y cincel	●		21.13	1	5.30	1	5.30
17	Corte de últimos productos defectuosos de la colada continua	●		15.56	1	3.20	1	3.20
18	Retirar cadenas de matriz	●		1.38	1	1.38	1	1.38
19	Retirar montacargas (Traslado)	➡	5	0.78	1	0.78	1	0.78
20	Colocar matriz en el suelo	●		0.68	1	0.68	1	0.68
21	Verter promalgina a la nueva matriz, por la cara del refractario	●		1.38	1	1.38	1	1.38
22	Limpiar paredes del horno 4	●		1.92	1	1.92	1	1.92
23	Retirar escoria resultante de las paredes	●		5.33	1	5.33	1	5.33
24	Adelantar máquina cortadora hasta borde de riel de extracción	●		1.43	1	1.43	1	1.43
25	Realizar limpieza de viruta generada por la extracción	●		4.97	1	4.97	1	4.97
26	Alzar riel con barra de metal y cambiar soportes de madera de patas del riel	●		0.78	1	0.78	1	0.78
27	Retroceder cortadora hasta tope	●		0.99	1	0.99	1	0.99
28	Levantar y acomodar canal de salida	●		3.17	1	3.17	2	6.34
29	Asegurar cadena a nueva matriz	●		5.21	1	5.21	1	5.21
30	Utilizar montacargas para elevar matriz utilizando la cadena	●		1.31	1	1.31	1	1.31
31	Soltar matriz de montacargas a stocka	●		0.96	1	0.96	1	0.96
32	Colocar matriz al lado del horno 4	●		2.17	1	2.17	1	2.17
33	Enganchar matriz a grúa fija	●		0.72	1	0.72	2	1.44
34	Jalar cadena de grúa fija manualmente para elevar matriz	●		2.27	1	2.27	2	4.55
35	Elevar matriz hasta nivel de horno	●		0.99	1	0.99	2	1.98
36	Poner matriz sobre compuerta del horno	●		0.72	1	0.72	2	1.44
37	Bajar matriz lentamente mientras se centra	●		2.15	1	2.15	2	4.31
38	Encajar matriz en pernos de compuerta del horno	●		4.13	1	4.13	2	8.26
39	Liberar matriz de montacargas	●		0.74	1	0.74	2	1.47
40	Ajustar tuercas para asegurar matriz a compuerta de horno	●		0.61	1	0.61	2	1.22
41	Colocar punta de arranque dentro de agujeros de extracción de matriz	●		1.47	1	1.47	2	2.93
42	Acomodar mangueras de enfriamiento	●		1.78	1	1.78	2	3.57
43	Ajustar mangueras a matriz	●		2.09	1	2.09	1	2.09
44	Verificar que bomba de extracción esté activa	■		0.72	1	0.72	1	0.72
45	Abrir mangueras	●		0.41	1	0.41	1	0.41
46	Retirar topes de madera que se encuentran debajo de horno	●		1.04	1	1.04	1	1.04
47	Regresar horno a posición inicial lentamente	●		4.97	1	4.97	1	4.97
48	Conectar punta de arranque a placa de jalado para extracción	●		6.17	1	6.17	1	6.17
49	Iniciar a la extracción	●		0.22	1	0.22	1	0.22
50	Ajustar rodillos	●		2.57	1	2.57	1	2.57
51	Esperar que llegue la placa a la máquina de corte y se retira placa de jalado	●		20.95	1	13.80	1	13.80
52	Se realiza corte para retirar punta de arranque	●		0.51	1	0.51	1	0.51
53	Separar punta de arranque de material	●		0.72	1	0.72	1	0.72
54	Acomodar canales de vaciado de hornos 1,2 y 3	●		1.38	1	1.38	2	2.75
TOTAL (min)						143.78		174.73

Fuente: Elaboración Propia

6.3.2.3. Resultados de la implementación de la herramienta de Poka Yoke en el proceso de laminado para reducir productos no conformes

Con la puesta en marcha del Poka Yoke los indicadores mejoraron de 1.71% a 0.18% después de la implementación, se detalla en la Tabla 19.

Tabla 19. Resultados de la Implementación del Poka Yoke

PROBLEMA	INDICADOR	Acumulado	Meta	Máximo	Implementación		Monitoreo y control	
					may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Producto No Conforme	% de producto no conforme							
	Laminado	0.18%	0.50%	1.00%	0.29%	0.22%	0.18%	0.15%
Producto No Conforme	Costo de no calidad por producto no conforme							
	Laminado	S/. 1,792	S/. -	S/. 450	S/. 591	S/. 463	S/. 366	S/. 372

Fuente: Elaboración Propia

6.3.2.4. Resultados de la implementación de la herramienta de trabajo estándar en el proceso de troquelado para reducir los productos no conformes

Resultados de la implementación del trabajo estándar en troquelado:

De la Tabla 20, se obtuvo los porcentajes de producto no conforme y los costos de no calidad que resultaron dentro de los parámetros de control. Con ello se puede concluir que el trabajo estándar ayudó a reducir el producto no conforme de 2.90% a 0.43%.

Tabla 20. Resultados de la Implementación del Trabajo Estándar del Proceso de Troquelado

PROBLEMA	INDICADOR	Acumulado	Meta	Máximo	Implementación		Monitoreo y control	
					may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Producto No Conforme	% de producto no conforme							
	Troquelado	0.43%	0.50%	1.00%	0.61%	0.53%	0.45%	0.34%
Producto No Conforme	Costo de no calidad por producto no conforme							
	Troquelado	S/. 2,553	S/. -	S/. 900	S/. 763	S/. 679	S/. 575	S/. 535

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3. Paso 3: Explotar la restricción

Después de la implementación del evento Kaizen que permitió mejorar la velocidad de producción con la mejor combinación de estructura de carga.

Se mejoró de 501 Kg/ Hr. a 573 Kg/Hr.

También se analizó los riesgos y beneficios de la estructura de carga (viruta al 20%) implementada, se obtuvo lo siguiente:

RIESGOS:

- Se presume que el costo de materia prima se incrementaría ya que se emplearía material más caro (Cu, Zn, Pb).

BENEFICIOS:

- Incrementar la productividad en Fundición
- Reducir el % de escoria.
- Placas con un mejor porcentaje de dureza.

Finalmente se confirmó que la estructura de carga implementada resulto ser más económica.

Resultados de Estructura de Carga con 40% de viruta según Tabla 21:

- El costo de materia prima por Kg. fue de 12.322 SIs/Kg
- El porcentaje de escoria fue 5.80%
- El rendimiento de la materia prima llegó a 93.70%

Resultados de Estructura de Carga con 20% de viruta según Tabla 22:

- El costo de materia prima por Kg. fue de 12.115 SIs/Kg.
- El porcentaje de escoria fue 4.64%
- El rendimiento de la materia prima llegó a 94.86%

Con ello se concluyó que disminuir el porcentaje de viruta a 20% es conveniente desde el cualquier punto de vista.

Tabla 21. Costeo de Materia Prima con 40 por ciento de viruta

COSTEO CON 40% DE VIRUTA				
Cu	61.5%			
Zn	37.0%			
Pb	1.5%			
	Cantidad x Carga	% Participación	Px unitario (Sls/Kg.)	Costo total
Cobre	115	18.55%	14	S/. 1,610.00
Zinc	55	8.87%	6	S/. 330.00
Pb	3	0.48%	5.5	S/. 16.50
Viruta Interna	125	20.16%	12.1	S/. 1,512.50
Recorte Interno	150	24.19%	12.1	S/. 1,815.00
Viruta externa	130	20.97%	10.8	S/. 1,404.00
Recorte Externa	42	6.77%	11.2	S/. 470.40
TOTAL	620			S/. 7,158.40
Total de viruta empleada		41.13%		
			Costo de aleación	S/. 11.546 Kg.
			Escoria generada	5.80%
			Merma volátil	0.50%
			Rendimiento del material	93.70%
			Costo de materia prima x Kg.	S/. 12.322 Kg.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Costeo de Materia Prima con 20 porciento de viruta

COSTEO CON 20% DE VIRUTA				
Cu	61.5%			
Zn	37.0%			
Pb	1.5%			
	Cantidad x Carga	% Participación	Px unitario (Sls/Kg.)	Costo total
Cobre	190	30.65%	14	S/. 2,660.00
Zinc	100	16.13%	6	S/. 600.00
Pb	3	0.48%	5.5	S/. 16.50
Viruta Interna	81	13.06%	12.1	S/. 980.10
Recorte Interno	150	24.19%	12.1	S/. 1,815.00
Viruta externa	54	8.71%	10.8	S/. 583.20
Recorte Externa	42	6.77%	11.2	S/. 470.40
TOTAL	620			S/. 7,125.20
Total de viruta empleada		21.77%	21.77	
			Costo de aleación	S/. 11.492 Kg.
			Escoria	4.64%
			Merma volátil	0.50%
			Rendimiento del material	94.86%
			Costo de materia prima x Kg.	S/. 12.115 Kg.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del Diagrama de Bloques del Proceso de Fabricación de Llaves de Cerradura Mejorado

Después de haber llegado al paso 3 donde se explotó la restricción, es decir se llevó a su capacidad máxima en el proceso de Fundición, se pudo observar que el cuello el segundo cuello de botella fue resuelto paso de 140 Kg/ Hr. (Ver figura 18.) a 163 Kg/Hr. (Ver Figura 28.) Se concluyó entonces que el nuevo cuello de botella saltó al proceso de Laminado con una velocidad de producción de 161 Kg/Hr (Ver Figura 28.), siendo ahora este el proceso más lento en la línea de fabricación de llaves de cerradura.

6.3.4. Paso 4: Subordinar la restricción

El resultado después de la implementación del paso anterior cumple desde ya con la demanda del mercado por lo tanto se subordina el resto de procesos al proceso más lento en este caso al proceso de Laminado con velocidad de 161 kg/Hr.

En consecuencia el resultado del nuevo Tack Time fue de 22.66 seg/Kg de llave, comparado con los nuevos tiempos de fabricación por procesos están alineados a la demanda como se muestra en la Figura 39.

Calculo del Tack Time o Ritmo de la Producción en función a la demanda:

Tack Time: Tiempo disponible / demanda

Tack Time: $(25 \text{ días/mes} * 16 \text{ Hr/Día}) / (7,000,000 \text{ llaves/mes} * 0.009 \text{ Kg. /llave})$

Tack Time: 0.0063 Hr. / kg de llave

Tack Time: 22.86 seg/ kg de llave

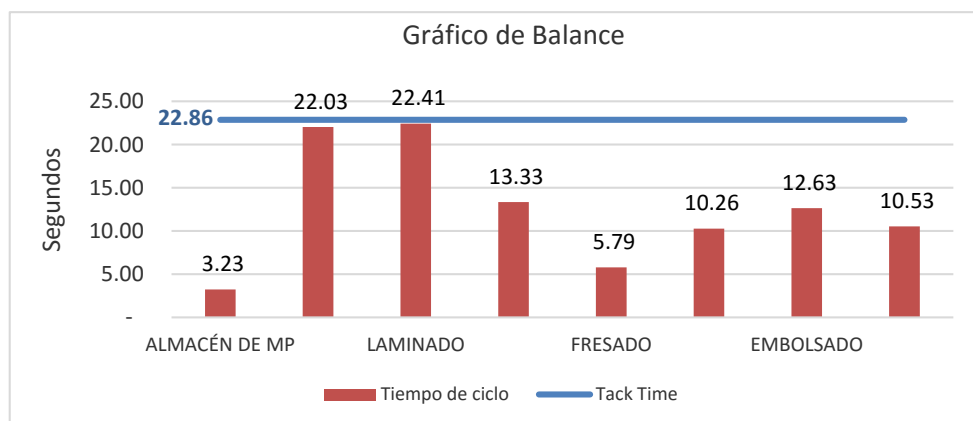


Figura 39. Gráfico de Balance Mejorado

Fuente: Elaboración Propia

6.3.5. Paso 5: Elevar la restricción

Los resultados esperados de producción cumplieron con la demanda meta, por lo tanto no aplicaría la elevación de la restricción hasta que la demanda se incremente, de ser el caso se recomienda elevar la restricción aplicando innovación tecnológica en el proceso de laminado.

6.3.6. Paso 6: Volver al paso 1

Finalmente luego de haber resuelto la restricción actual del proceso de Fundición, nos vemos ante un nuevo Cuello de Botella o Restricción en el proceso de Laminado Decapado, y volveremos al paso 1.

Resultado Final

Después de la implementación del Modelo Integrado de Gestión de la Producción TLM, mejoró la productividad en línea de fabricación de llaves de cerradura en 7.48%, ya que el costo de fabricación mejoró de 0.2042 SIs/Unid. a un costo de fabricación 0.1889 SIs/Unid, esto de acuerdo a los resultados que se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Tablero general de indicadores – Resultados finales

DESCRIPCIÓN	LI	LS	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
I.) Producto No conforme (PNC)																
FUNDICIÓN	0.50%	2.00%	2.34%	0.83%	0.19%	0.50%	0.33%	0.64%	1.89%	2.32%	0.53%	0.83%	0.12%	0.32%	0.25%	0.25%
LAMINADO	0.50%	1.00%	0.24%	2.59%	2.83%	1.68%	1.36%	2.81%	1.50%	1.84%	1.20%	1.11%	0.29%	0.22%	0.18%	0.15%
TROQUELADO	0.50%	1.00%	2.82%	3.97%	3.04%	2.66%	3.18%	2.83%	2.24%	2.89%	2.99%	2.33%	0.61%	0.53%	0.45%	0.34%
FRESADO	0.50%	1.00%	0.23%	0.15%	0.07%	0.23%	0.25%	0.16%	0.18%	0.49%	0.66%	0.06%	0.49%	0.42%	0.20%	0.33%
ACABADOS	0.50%	1.50%	0.97%	1.41%	1.41%	2.18%	1.41%	1.83%	0.52%	0.72%	1.01%	0.68%	0.89%	0.62%	0.69%	0.51%
EMBOLSADO	0.50%	1.00%	0.00%	0.03%	0.07%	0.05%	0.12%	0.02%	0.03%	0.00%	0.02%	0.03%	0.05%	0.02%	0.03%	0.02%
PNC TODA LA LÍNEA	0.50%	1.00%	4.02%	5.46%	4.63%	3.88%	3.96%	5.16%	4.53%	5.70%	3.46%	3.13%	1.08%	1.11%	0.91%	0.80%
PNC COSTO TOTAL			S/. 9,010	S/. 13,725	S/. 12,869	S/. 11,906	S/. 8,555	S/. 11,153	S/. 6,731	S/. 12,390	S/. 10,308	S/. 7,819	S/. 4,118	S/. 3,653	S/. 3,016	S/. 3,250
II.) Capacidad de Producción																
VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN (KG/HR.)																
ALMACÉN DE MP			1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114
FUNDICIÓN			140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	163.41
LAMINADO			131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	131.18	160.67	160.67	160.67
TROQUELADO			270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
FRESADO			622	622	622	622	622	622	622	622	622	622	622	622	622	622
ACABADOS			351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351
EMBOLSADO			285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285
APT y DESPACHO			342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (KG/HR)	155	158	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	140	140	160.7
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (KG/MES)	62,000	63,000	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	52,472	56,000	56,000	64,268
III.) Costo de Fabricación																
COSTO DE FABRICACIÓN TOTAL																
			S/. 1,108,500	S/. 1,111,308	S/. 1,116,600	S/. 1,126,050	S/. 1,030,622	S/. 966,275	S/. 949,736	S/. 1,107,884	S/. 1,114,405	S/. 1,124,187	S/. 1,095,776	S/. 1,190,513	S/. 1,190,985	S/. 1,286,498
IV.) Productividad																
PRODUCTIVIDAD (Sls/Kg.)																
			S/. 22.26 Kg.	S/. 22.22 Kg.	S/. 22.15 Kg.	S/. 22.04 Kg.	S/. 23.41 Kg.	S/. 24.61 Kg.	S/. 24.97 Kg.	S/. 22.27 Kg.	S/. 22.18 Kg.	S/. 22.06 Kg.	S/. 22.43 Kg.	S/. 21.31 Kg.	S/. 21.30 Kg.	S/. 20.43 Kg.
PRODUCTIVIDAD (Sls/Unid.)																
	S/. 0.1850 Unid	S/. 0.1950 Unid	S/. 0.2003 Unid	S/. 0.2000 Unid	S/. 0.1994 Unid	S/. 0.1983 Unid	S/. 0.2107 Unid	S/. 0.2215 Unid	S/. 0.2247 Unid	S/. 0.2004 Unid	S/. 0.1996 Unid	S/. 0.1985 Unid	S/. 0.2019 Unid	S/. 0.1918 Unid	S/. 0.1917 Unid	S/. 0.1838 Unid

Fuente: Empresa Klaus Brass

6.4. Impacto de la solución en el estado de resultados

El incremento de la capacidad de producción permitió el incremento de las ventas en 21.29% según Tabla 26, esto impactó favorablemente en las ventas ya que antes de la implementación del modelo integrado de gestión de la producción, la venta estaba limitada a la capacidad de producción de aquel entonces, sin embargo una vez que se resolvió esta restricción se logró atender pedidos de mayor volumen.

El impacto de la implementación del modelo integrado de gestión de la producción TLM fue favorablemente en el resultado de la utilidad de operación de la empresa, que se ve reflejado en un incremento del 5.64% equivalente a S/. 3, 467,482 soles anual según Tabla 27, esto dado por la implementación de la solución de los problemas específicos como el incremento de capacidad de producción, en la que el mayor volumen de producción ayudó a reducir los costos unitarios de fabricación, la reducción de los productos no conformes que en consecuencia, redujo los reprocesos, reflejados en el costo de conversión (mano de obra directa y costos indirectos de fabricación).

En la Tabla 24 y Tabla 25, se muestra el estado de resultados, donde se realizó el análisis horizontal y vertical de los resultados del antes y el después de la implementación del modelo integrado de gestión de la producción TLM. La información de los estados de resultados fue brindada por el área de costos y presupuestos de la empresa, en la que se consideró como proyección los meses de setiembre 2015 a mayo 2016.

Tabla 24. Estado de Ganancias y Pérdidas antes de la Implementación

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN (EN SOLES)

		Acumulado	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15
(+) Ingreso por ventas		24,389,183	2,025,783	2,145,000	2,090,000	2,100,000	2,196,500	1,903,200	1,720,000	1,621,200	2,100,000	2,212,000	2,231,750	2,043,750
(-) Costo de Ventas	53.0%	12,920,331	1,073,138	1,101,822	1,100,030	1,116,655	1,140,469	1,027,802	952,052	943,453	1,125,159	1,118,048	1,121,749	1,099,955
= Utilidad Bruta	47.0%	11,468,852	952,645	1,043,178	989,970	983,345	1,056,031	875,398	767,948	677,747	974,841	1,093,952	1,110,001	943,795
% Utilidad Bruta		47.02%	47.03%	48.63%	47.37%	46.83%	48.08%	46.00%	44.65%	41.81%	46.42%	49.46%	49.74%	46.18%
(-) Gasto Operativo	12.3%	3,010,800	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900
= Utilidad de Operación	34.7%	8,458,052	701,745	792,278	739,070	732,445	805,131	624,498	517,048	426,847	723,941	843,052	859,101	692,895
% Utilidad de Operación		34.68%	34.64%	36.94%	35.36%	34.88%	36.66%	32.81%	30.06%	26.33%	34.47%	38.11%	38.49%	33.90%

Fuente: Empresa Klaus Brass. Área de Costos y Presupuestos

Tabla 25. Estado de Ganancias y Pérdidas después de la Implementación

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN Y PROYECTADO (EN SOLES)

		Acumulado	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16
(+) Ingreso por ventas		29,581,200	2,356,000	2,379,300	2,660,000	2,465,100	2,465,100	2,465,100	2,465,100	2,465,100	2,465,100	2,465,100	2,465,100	2,465,100
(-) Costo de Ventas	49.5%	14,644,866	1,189,122	1,184,809	1,287,286	1,220,406	1,220,406	1,220,406	1,220,406	1,220,406	1,220,406	1,220,406	1,220,406	1,220,406
= Utilidad Bruta	50.5%	14,936,334	1,166,878	1,194,491	1,372,714	1,244,694	1,244,694	1,244,694	1,244,694	1,244,694	1,244,694	1,244,694	1,244,694	1,244,694
% Utilidad Bruta		50.49%	49.53%	50.20%	51.61%	50.49%	50.49%	50.49%	50.49%	50.49%	50.49%	50.49%	50.49%	50.49%
(-) Gasto Operativo	10.2%	3,010,800	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900	250,900
= Utilidad de Operación	40.3%	11,925,534	915,978	943,591	1,121,814	993,794	993,794	993,794	993,794	993,794	993,794	993,794	993,794	993,794
% Utilidad de Operación		40.31%	38.88%	39.66%	42.17%	40.31%	40.31%	40.31%	40.31%	40.31%	40.31%	40.31%	40.31%	40.31%

Fuente: Empresa Klaus Brass. Área de Costos y Presupuestos

Tabla 26. Variación de las Ventas después de la Implementación

VARIACIÓN DE LAS VENTAS	
	Venta Promedio Mensual (S/.)
Ventas - Antes	2,032,432
Ventas- Después	2,465,100
Incremento en las Ventas	21.29%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Variación de la Utilidad de Operación después de la Implementación

VARIACIÓN DE LA UTILIDAD DE OPERACIÓN			
	Mensual (S/.)	Anual (S/.)	% Utilidad de Operación Anual
Utilidad de Operación - Antes	704,838	8,458,052	34.68%
Utilidad de Operación - Después	993,794	11,925,534	40.31%
Variación de la Utilidad de Operación	288,957	3,467,482	5.64%

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- 1) Se acepta la hipótesis principal, **la aplicación del Modelo Integrado de Gestión de la Producción con Teoría de Restricciones y Lean Manufacturing (TLM)**, mejoró la productividad en línea de fabricación de llaves de cerradura en 7.48%. El costo de fabricación mejoró de 0.2042 sls/unid. a un costo de fabricación 0.1889 sls/unid. En consecuencia la combinación de la Teoría de Restricciones que permitió identificar que procesos generaban el cuello de botella y la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing tales como el Poka Yoke, el Trabajo Estándar, y los Cambios Rápidos fueron fundamentales para reducir los problemas principales de rechazos y capacidad de producción para la mejora de la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura.
- 2) Se acepta la hipótesis secundaria, **la aplicación del Poka Yoke redujo los productos no conformes en el proceso de laminado**. El porcentaje de producto no conforme mejoró de 1.71% a 0.18% posterior a la implementación. Por lo tanto la herramienta Poka Yoke permite asegurar la calidad del producto, elimina y reduce la posibilidad de cometer errores en el proceso, permite identificar la fuente de defectos; Se resolvió el problema de las placas fuera de espesor con la aplicación del mecanismo físico del Poka Yoke, se observó el proceso a detalle, se identificó el error y la causa raíz, en el cual el usuario se involucró y ayudó a encontrar el error y la solución, se diseñó el dispositivo Poka Yoke (patrón de medición) y se implementó.
- 3) Se acepta la hipótesis secundaria, **la aplicación de Trabajo Estándar redujo los productos no conformes en el proceso de troquelado**. El porcentaje de producto no conforme mejoró de 2.90% a 0.43% posterior a la implementación. Por lo tanto la herramienta del Trabajo Estándar permite fabricar productos sin desperdicio por medio de la mejor combinación de métodos de trabajo. Se resolvió el problema de llaves malas con ojo descentrado, llaves malas con rebarba y llaves picadas con

implementación de un método de trabajo que aseguró el proceso y se redujo el desperdicio.

- 4) Se acepta la hipótesis secundaria, **la aplicación de Trabajo Estándar mejoró la capacidad de producción en el proceso de laminado**. La capacidad de producción mejoró de 131.18 Kg/Hr. a 160.67 kg/Hr. un incremento en la capacidad de producción de 22.48%. Por lo tanto la herramienta de Trabajo Estándar asegura el rendimiento máximo, con un mínimo de desperdicio, por medio de la mejor combinación de operadores y máquinas. Se resolvió el problema con el estudio de métodos en base a tres factores, organización del trabajo, análisis de la operación y el estudio de movimientos, en la que se planteó las mejoras sobre esta línea base. Esto fue posible de implementar con el apoyo de la eliminación del cuello de botella en el proceso de laminado con la aplicación de la Teoría de las Restricciones, que tiene como finalidad identificar y eliminar la restricción del sistema, en la cual por medio del diagrama de bloques se identificó el primer cuello de botella en el proceso de laminado, en la que se dio inicio a la aplicación de la herramienta de Trabajo Estándar para mejorar la capacidad de producción del proceso.

- 5) Se acepta la hipótesis secundaria, **la aplicación de Cambios Rápidos (SMED) mejoró la capacidad de producción en el proceso de fundición**. La capacidad de producción mejoró de 139.57 Kg/Hr. a 163.41 kg/Hr. un incremento en la capacidad de producción de 17.08%. Por lo tanto la herramienta de Cambios Rápidos (SMED) permite la mejora de tiempos de cambios de utillajes en un proceso. Se mejoró la capacidad de producción del proceso de fundición con el estudio y mejora de tiempos de cambios de utillaje en las operaciones para el cambio de matriz, esto fue posible a que se identificó la restricción con la aplicación de la Teoría de Restricciones, en consecuencia se eliminó el segundo cuello de botella detectado en el proceso de fundición.

RECOMENDACIONES

- 1) Para la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing se recomienda como línea base la implementación de las 5S, ya que inicia el camino a la eliminación de los desperdicios y fomenta una cultura de orden y limpieza que se ve reflejado desde el primer día que se implementa en campo.
- 2) Para la sostenibilidad del patrón de medición implementado en el proceso de Laminado, se recomienda hacer inspecciones y controles periódicos, con el fin de asegurar el buen estado de los patrones.
- 3) Para los procedimientos implementados en los procesos de laminado y troquelado se recomienda darle la importancia del caso ya que son procesos críticos de la línea de fabricación de llaves de cerradura, de manera que se realicen auditorias constantes para que se mantenga el estándar ya implementado, así también se realicen las capacitaciones constantes para mitigar los impactos de la rotación del personal.
- 4) Se recomienda que se realicen inspecciones constantes de acuerdo al cronograma de inspección de herramientas para asegurar que los tiempos de cambio de matriz se realicen en el tiempo establecido para el proceso de Fundición.
- 5) Se recomienda controlar las estructuras de carga con la finalidad de asegurar la velocidad de producción de fundición.
- 6) Se recomienda que el área de Planeamiento y Control de la Producción programe la producción en base al cuello de botella.
- 7) Se recomienda elevar la restricción a innovación tecnológica cuando el proceso haya llegado a su capacidad máxima con lo que se tiene, siempre y cuando este sujeto a una demanda mayor a la actual.

Las lecciones aprendidas de la presente investigación son:

- a. Para la implementación de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing aprendimos que es importante la gestión del cambio y fomentar una cultura base en la empresa desde los mandos de la alta dirección como la Gerencia General hasta los mandos de nivel operativo como el personal operario de planta.
- b. Aprendimos que una de las filosofías de la base del Lean Manufacturing es las 5S, que permite trabajar en pilotos de corto tiempo en el que se puede observar la predisposición al cambio de los trabajadores, se puede observar si se puede mantener una cultura y que necesita para que se mantenga el sistema a implementar.
- c. Identificamos que los factores de éxito fueron el conocimiento del proceso por parte del personal del área de producción, el apoyo de la Gerencia General asignando los recursos y respaldando al equipo del proyecto de mejora y la capacitación al personal para que se diera la implementación del modelo integrado de gestión en el área de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RAJADELL, Manuel y José Sánchez (2010) "Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad", Ediciones Días de Santos, Madrid.

PULIDO, Humberto (2010) "Calidad y Productividad", Mc Graw Hill, México.

WOMACK, James y Daniel Jones (2005) "Lean thinking: Como utilizar el pensamiento lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa" Ediciones gestión 2000, España.

ROTHER, Mike y Jhon Shook (1998) "Learning to see: Value stream mapping. To add value and eliminate muda", Massachusetts, EEUU.

SHINGO, Shigeo (1993) "El sistema de producción de Toyota: Desde el punto de vista de la ingeniería", Madrid.

CUATRECASAS, Lluís (2010) "Lean Management: La gestión competitiva por excelencia", Profit, Barcelona.

MASAAKI, Imai (1998) "Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo (GEMBA)", Mc Graw Hill, Colombia.

JEFFREY, Liker (2010) "TOYOTA Cómo el fabricante más grande del mundo alcanzó el éxito", Graw Hill, Colombia.

SOCCONINI, Luis (2014) "Lean Company, más allá de la manufactura", Cargraphics, México.

CRUELLES, José Agustín (2013) "Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua", Alfaomega, México.

ELIYAHU, Goldratt (2009) "La Carrera. En busca de las ventajas competitivas", Granica, Argentina.

ELIYAHU, Goldratt (2007) "La Meta. Un proceso de mejora continua", Granica, Argentina.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	VI	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD
Principal	General	Principal				
¿En qué medida la aplicación de un Modelo Integrado de Gestión de la Producción, influye en mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura?	Aplicar el Modelo Integrado de Gestión de la Producción para mejorar la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura.	Si se aplica el Modelo Integrado de Gestión de la Producción mejorará la productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura.	Modelo Integrado de Gestión de la Producción		Productividad de la línea de fabricación de llaves de cerradura	
Secundarios	Específicos	Secundarias o subsidiarias				
1. ¿En qué medida la aplicación de Poka Yoke , influye en reducir los productos no conformes en el proceso de laminado ?	Aplicar Poka Yoke para reducir los productos no conformes en el proceso de laminado .	Si se aplica Poka Yoke se reducirá los productos no conformes en el proceso de laminado .	Poka Yoke		Producto No Conforme	Porcentaje de Producto No Conforme
2. ¿En qué medida la aplicación de Trabajo Estándar , influye en reducir los productos no conformes en el proceso de troquelado ?	Aplicar Trabajo Estándar para reducir los productos no conformes del proceso de troquelado.	Si se aplica Trabajo Estándar se reducirá los productos no conformes en el proceso de troquelado .	Trabajo Estándar		Producto No Conforme	Porcentaje de Producto No Conforme
3. ¿En qué medida la aplicación del Trabajo Estándar , influye en mejorar la capacidad de producción en el proceso de laminado ?	Aplicar Trabajo Estándar para mejorar la capacidad de producción en el proceso de laminado .	Si se aplica Trabajo Estándar se mejorará la capacidad de producción en el proceso de laminado .	Trabajo Estándar		Capacidad de Producción	Cantidad de llaves por mes
4. ¿En qué medida la aplicación de Cambios Rápidos , influye en mejorar la capacidad de producción del proceso de fundición ?	Aplicar Cambios Rápidos para mejorar la capacidad de producción del proceso de fundición .	Si se aplica Cambios Rápidos se mejorará la capacidad de producción del proceso de fundición .	Cambios Rápidos (SMED)		Capacidad de Producción	Cantidad de llaves por mes

ANEXO 2. REGISTRO DE AUDITORIA DE 5S

AUDITORIA DE 5'S							
Área <u>Laminado</u>		Fecha <u>09/09/2015</u>		Auditor <u>Mary Chavez</u>			
SELECCIONAR	Actual				Mes	Mes	Observación
	0	1	2	3	Actual	Ant.	
1. Las herramientas se encuentran en buen estado para su uso				3	3		
2. Existen objetos sin uso en los pasillos				3	3		
3. Pasillos libres de obstáculos (Carretas, mermas, etc)				3	3		
4. Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso			2		2		
5. La línea de producción está libre de objetos sin uso				3	3		
6. Se puede saber cuáles son los objetos necesarios en el área				3	3		
7. Existe material de trabajo (guantes, cepillos, pinzas, etc.) sin uso o fuera de su lugar			2		2		
ORDENAR	Actual				Mes	Mes	Observación
	0	1	2	3	Actual	Ant.	
1. El área está debidamente identificada				3	3		
2. No hay carretas superpuestas unas sobre otras				3	3		
3. Los botes de basura están en el lugar designado para éstos				3	3		
3. Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, Herramientas, etc.)				3	3		
4. Todas las sillas y mesas están en el lugar designado				3	3		
5. Los materiales están debidamente almacenados y ordenados			2		2		
6. Información oficial actualizada (manuales, instructivos, etc.)			2		2		
7. Los contenedores están en los lugares designados				3	3		
8. Los pasillos están debidamente señalados				3	3		
9. Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario				3	3		
10. Todos los equipos se encuentran en el lugar designado			2		2		
11. Todas las identificaciones en los racks de material están actualizadas y se respetan			2		2		
LIMPIAR	Actual				Mes	Mes	Observación
	0	1	2	3	Actual	Ant.	
1. Los contenedores se encuentran limpios				3	3		
2. Las herramientas se encuentran limpias				3	3		
3. Los equipos están libres de polvo y manchas				3	3		
4. Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas			2		2		
5. Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias y sin residuos.				3	3		
6. Después del mantenimiento, el piso y los equipos quedan libres de polvo, manchas y residuos			2		2		
7. Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida				3	3		
ESTANDARIZAR	Actual				Mes	Mes	Observación
	0	1	2	3	Actual	Ant.	
1. Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación				3	3		
2. Todo el personal usan uniforme adecuado dependiendo de sus labores				3	3		
3. Todas las mesas, sillas y carritos son iguales			2		2		
4. Usan el equipo de seguridad el operaciones que lo requieren				3	3		
5. Todos los pizarrones son iguales y contienen la misma información				3	3		

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">Resumen de Resultados</th> <th style="background-color: #cccccc;">Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SELECCIONAR</td> <td style="text-align: center;">19</td> </tr> <tr> <td>ORDENAR</td> <td style="text-align: center;">32</td> </tr> <tr> <td>LIMPIAR</td> <td style="text-align: center;">19</td> </tr> <tr> <td>ESTANDARIZAR</td> <td style="text-align: center;">14</td> </tr> </tbody> </table>	Resumen de Resultados	Puntaje	SELECCIONAR	19	ORDENAR	32	LIMPIAR	19	ESTANDARIZAR	14	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>0 = No hay implementación</td> </tr> <tr> <td>1 = Un 30% de cumplimiento</td> </tr> <tr> <td>2 = Cumple al 65%</td> </tr> <tr> <td>3 = Un 95% de cumplimiento</td> </tr> </table>	0 = No hay implementación	1 = Un 30% de cumplimiento	2 = Cumple al 65%	3 = Un 95% de cumplimiento
Resumen de Resultados	Puntaje															
SELECCIONAR	19															
ORDENAR	32															
LIMPIAR	19															
ESTANDARIZAR	14															
0 = No hay implementación																
1 = Un 30% de cumplimiento																
2 = Cumple al 65%																
3 = Un 95% de cumplimiento																

Fuente: Empresa Klaus Brass. Reporte de Auditoria. Área de Calidad.