

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE
MANUFACTURA ESBELTA PARA OBTENER UN SISTEMA DE
PRODUCCIÓN COMPETITIVO EN UNA EMPRESA DEL
SECTOR CONSTRUCCIÓN”**

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

ELABORADO POR:

JAIME ALEXANDER DEXTRE URBANO

ORCID: 0009-0008-3518-298X

ASESOR:

DR. FRANCO LUCIANO KRAJNIK STULIN

ORCID: 0000-0003-3378-9370

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres Jaime y Catty por todo su sacrificio, amor y entrega en mi formación académica, por guiar siempre mis pasos y por haberme hecho el actual profesional; a mis hermanos Paola y Christian, por acompañarme y alentarme en este reto; a mi esposa Anyi por su gran amor, apoyo incondicional desde que nos conocemos, ser soporte en todo este proceso y por siempre creer en mí; y a mis queridas hijas Ámbar y Alaia por ser fuente de motivación e inspiración para que día a día sea una mejor persona y un mejor profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por bendecirme siempre el poder estudiar, a mi gran amigo por haber confiado en mí y haber dado la oportunidad del reto desafiante de mejorar los procesos de la empresa. Agradezco también, a la Universidad Nacional de Ingeniería por ser mi alma mater y formar parte de ella; así como también a todos los docentes que me brindaron sus conocimientos y en especial a mi querido profesor y amigo Adolfo Valencia por ser fuente de inspiración en la transmisión del conocimiento.

RESUMEN

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional trata sobre el impacto que tiene la aplicación de las herramientas o metodologías de uno de los nuevos sistemas de gestión de la producción conocida como “Manufactura Esbelta” o “Lean Manufacturing”, cuyo principal objetivo es posicionarse como una empresa competitiva del sector construcción no tradicional basado en que el cliente demanda cada vez un menor precio y menor tiempo de respuesta del producto, pero manteniendo un alto nivel de calidad. Para lograr esto necesita incrementar su capacidad de gestión de la producción mediante el aumento de su productividad y la necesidad de la mejora continua en cada uno de sus procesos.

Para el desarrollo del proyecto se definieron cuatro etapas:

1. Diagnóstico de la Operación y oportunidad de mejora.
2. Entrenamiento del personal, creación de hábitos y cambio de mentalidad.
3. Aplicación de aquellas herramientas y/o metodologías Manufactura Esbelta que se adapten al negocio.
4. Análisis del impacto de la mejora continua y la optimización del sistema de producción.

La primera etapa consiste en identificar los puntos críticos del proceso y

los controles establecidos por la organización en función al despliegue de objetivos y estrategias de la empresa; la segunda etapa consiste en un cambio mentalidad del personal mediante la implementación del sistema 5s como base de la mejora continua de los procesos; la tercera etapa consiste en elaborar una propuesta solución a los puntos críticos del proceso de manufactura mediante la utilización de una colección de herramientas y/o metodologías (5´S, Kaizen y SMED), que permita lograr las 2 características básicas del sistema de producción Lean: elimine toda aquella actividad que no agrega valor al producto entendido como “desperdicio” y se logre “flexibilidad” ya sea en el producto, proceso y puestos de trabajo; finalmente, la cuarta etapa consiste cuantificar la mejora continua y optimización de la gestión de la producción mediante la medición de los KPI's y todos los beneficios colaterales.

ABSTRACT

This Professional Sufficiency Paper deals with the impact of the application of the tools or methodologies of one of the new production management systems known as "Lean Manufacturing" or "Lean Manufacturing", whose main objective is to position itself as a competitive company in the non-traditional construction sector based on the fact that the client demands a lower price and shorter product response time, while maintaining a high level of quality. To achieve this, it needed to increase its production management capacity by increasing its productivity and the need for continuous improvement in each of its processes.

Four stages were defined for the development of the project:

1. Diagnosis of the operation and opportunity for improvement.
2. Training of personnel, creation of habits and change of mentality.
3. Application of those tools and/or Lean Manufacturing methodologies that adapt to the business.
4. Analysis of the impact of continuous improvement and optimization of the production system.

The first stage consisted in identifying the critical points of the process and the controls established by the organization according to the deployment of objectives and strategies of the company; the second stage contemplated a

change of mentality of the personnel through the implementation of the 5s system as a basis for the continuous improvement of the processes; the third stage worked on a proposed solution to the critical points of the manufacturing process through the use of a collection of tools and methodologies (5'S, Kaizen and SMED), the same that allowed to achieve the two basic characteristics of the Lean production system: eliminating all activities that do not add value to the product, understood as "waste", and achieving "flexibility" in the product, process and workstations. Finally, the fourth stage quantified the continuous improvement and optimization of production management by measuring the KPIs and all the collateral benefits.

PRÓLOGO

El presente trabajo de suficiencia profesional surge como una necesidad de solucionar los distintos problemas operacionales y administrativos que tenía una empresa de manufactura, el cual gozaba de una prestigiosa marca, muy reconocida por su calidad y solución innovadora en el mercado de construcción no tradicional. Es decir, su posicionamiento empezaría a decaer si es que no empezaba a fortalecer su competitividad afectando seriamente el objetivo final que es la creación de valor para los accionistas. Es entonces, que después de una experiencia de 6 años en áreas de operaciones logísticas, recibo una oferta atractiva y decido dar un vuelco total a mi carrera profesional asumiendo un nuevo reto como responsable de la Producción de esta empresa. El panorama no era muy alentador, pero finalmente se trataba de un proceso como cualquier otro. Si bien es cierto que siempre desde mi experiencia profesional he estado inmerso en lo que es la cultura de la calidad y la mejora continua de los procesos; recién es en esta empresa donde realmente se tiene la oportunidad de implementar un modelo de excelencia operacional que permita mejorar significativamente la productividad de los procesos sin recurrir a la tradicional reingeniería. Con la confianza de la gerencia, se tuvo la oportunidad de viajar a Japón, experimentar su cultura y sobre todo conocer de cerca el sistema de

producción Toyota y aprender cómo lograr resultados implementando de forma correcta sus distintas herramientas, las cuales se interrelacionan como parte de una gestión integral del sistema de producción, donde el recurso humano es lo más importante.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	v
PRÓLOGO	vii
ÍNDICE	ix
LISTA DE TABLAS.....	xv
LISTA DE FIGURAS	xvii
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL.....	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	3
1.3. OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	3

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	4
1.4. INDICADORES O KPI'S	4
1.5. JUSTIFICACIÓN	4
1.6. ALCANCE DE LA IMPLEMENTACIÓN	7
1.7. METODOLOGÍA DE LA IMPLEMENTACIÓN	7
CAPITULO II	11
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. PRESENTACIÓN DE LAS TENDENCIAS ACTUALES EN LOS MODELOS DE GESTIÓN.....	11
2.2. EL MODELO LEAN MANUFACTURING O MANUFACTURA ESBELTA	13
2.2.1. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE TOYOTA Y LA PRODUCCIÓN LEAN O AJUSTADA.....	15
2.2.2. LOS DESPERDICIOS O LOS DESPILFARROS	16
2.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE GESTIÓN LEAN.	19
2.3. KAIZEN.....	22

2.4. LAS “5 S”. LA BASE PARA LA IMPLANTACIÓN EFICIENTE.....	28
2.5. SMED. LA PREPARACIÓN RÁPIDA DE MÁQUINAS.....	35
CAPITULO III	44
DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	44
3.1. HISTORIA DE LA EMPRESA.....	44
3.2. MISIÓN	45
3.3. VISIÓN.....	45
3.4. ORGANIZACIÓN	46
3.5. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS.....	46
3.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN MTO...	46
CAPITULO IV.....	49
IMPLEMENTACION DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.....	49
4.1. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA... ..	49
4.2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y CAUSA-RAÍZ.....	50
4.3. RELACIONAR PROBLEMAS CON DESPERDICIOS	52

4.4. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN.....	52
4.5. IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA	58
4.5.1. SISTEMA 5S	58
a) SEIRI – SELECCIONAR.	60
b) SEITON – ORDENAR	63
c) SEISO – LIMPIAR	64
d) SEIKETSU – ESTANDARIZAR	70
e) SHITSUKE – DISCIPLINA	73
4.5.2. KAIZEN – MEJORAS ENFOCADAS	74
4.5.3. .SMED.....	97
CAPITULO V.....	107
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	107
5.1. INDICADOR “CUMPLIMIENTO DE LAS ORDENES DE FABRICACIÓN A TIEMPO”	107
5.2. INDICADOR “REDUCCIÓN DE LOS INVENTARIOS DE PRODUCCIÓN”	108

5.3. INDICADOR DE “REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN”	109
5.4. INDICADOR “INCREMENTO DE LA CALIDAD PARA UNA MEJOR SATISFACCIÓN DEL CLIENTE”	112
5.5. INDICADOR “MEJORA DE LA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIMA LABORAL”	113
5.6. INDICADOR “REDUCCIÓN DE ÍNDICE DE ACCIDENTABILIDAD”	116
5.7. TABLERO DE INDICADORES INTEGRAL	119
5.8. COSTOS Y BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN .	121
CONCLUSIONES.....	125
RECOMENDACIONES	127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
ANEXOS	131
ANEXO 1: PROGRAMAS DE LIMPIEZA EN LINEAS PRODUCCIÓN CON FRECUENCIA MENSUAL.....	131
ANEXO 2: CHECK LIST DE CUMPLIMIENTO.....	133
ANEXO 3: LAYOUT DE PLANTA.....	136

ANEXO 4: MAPEO DE PROCESO PARA ATENCIÓN PEDIDOS DE PRODUCTOS DE COLOR ESPECIAL.....	137
ANEXO 5: FORMATO A3.....	138

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los Indicadores Claves de Gestión	5
Tabla 2. Tipos de Resistencia a las 5S.....	29
Tabla 3. Líneas de Producto PROMETESA	47
Tabla 4. Indicadores Claves de la Gestión de Producción.....	51
Tabla 5. Análisis Causa-Raíz del incumplimiento del Plan de Producción ..	54
Tabla 6. Relación Muda, Causa-Raíz y Herramienta.....	55
Tabla 7. Definición de Metas para el Objetivo de Reducción del Sobreprocesamiento de Bobinas.....	80
Tabla 8. Especificaciones de Materia Prima como Parámetros para la Producción de Bobinas Pintadas.....	81
Tabla 9. Impacto del Sobreprocesamiento de Bobinas Pintadas de Color Especial.....	82
Tabla 10. Contramedidas para las 15 Causa-raíz identificadas en el diagrama de Ishikawa.....	85
Tabla 11. Definición de los Planes de Acción para las 8 Priorizadas, Utilizando la Herramienta 5W-1H.....	87
Tabla 12. Parámetros Técnicos del Proceso Producción de Línea Pintura.	91
Tabla 13. Estructura de Fabricación para la Producción Bobinas Pintada. .	92
Tabla 14. Cálculo del Ahorro Económico.....	93
Tabla 15. Formulario para Definir La cantidad a Fabricar Bobina Pintada...	94
Tabla 16. Listado de Factor de Conversión de kilogramos a metros por Tipo de Espesor.....	95
Tabla 17. Listado de Bobina Pintada (metros) utilizado en la preparación o	

proceso por máquina.	96
Tabla 18. Distribución de Horas de Preparación en la Línea de Inyección de Paneles PUR.	98
Tabla 19. Listado de Operaciones con su Correspondiente Tiempo Observado.	100
Tabla 20. Separación de Operaciones en Internas y Externas.	101
Tabla 21. Planes de Acción para Conversión de Actividad Interna “Preparar marco” en Actividad Externa.	103
Tabla 22. Planes de Acción Para Optimización de las Operaciones Internas y Externas.	105
Tabla 23. Listado de Operaciones Internas y Externas Estandarizados	106
Tabla 24. Dimensiones a medir en la Gestión del Clima Laboral.	115
Tabla 25. Tablero de Indicadores de la Manufactura MTO.	120
Tabla 26. Inversión Realizada para la Implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta.	122
Tabla 27. Ahorro Generado por la Implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta.	123
Tabla 28. Programa de Limpieza en Línea Inyectora de Paneles PUR.	131
Tabla 29. Programa de Limpieza en Línea Pintura.	132
Tabla 30. Check List de Revisión Diaria de Limpieza	133
Tabla 31. Formato de Evaluación del Programa Anual de Revisión 5S.	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología de la implementación	10
Figura 2. Modelo del sistema de producción Toyota.....	20
Figura 3. Elementos y técnicas que componen el sistema de producción ...	23
Figura 4. Definición de Kaizen en Kanjis japoneses	24
Figura 5. Principios rectores del Kaizen.....	25
Figura 6. El enfoque Toyota Business Practice (TBP) de resolución de problemas en ocho etapas o conocido también como A3.....	27
Figura 7. Beneficios de las 5´s.....	31
Figura 8. Separación de elementos innecesarios y necesarios.	33
Figura 9. Metodología SMED.....	39
Figura 10. Convertir internas en externas.....	41
Figura 11. Eliminar ajustes	41
Figura 12. Reducción de los desplazamientos del operario.....	43
Figura 13. Organigrama de PROMETESA	46
Figura 14. Diagrama de las Líneas de Producción MTO	48
Figura 15. Indicador de Cumplimiento del Plan de Producción	50
Figura 16. Análisis Causa-Raíz del incumplimiento del Plan de Producción	53
Figura 17. Roles de Organización Sistema 5´s.....	59
Figura 18. Lanzamiento Sistema 5S y Programa de Capacitación 5S.....	60
Figura 19. Centro de Acopio de chatarra, parte de las áreas comunes	61
Figura 20. Centro de Acopio de otros materiales, parte de áreas comunes	62
Figura 21. Armarios de repuestos y suministros obsoletos.....	63
Figura 22. Zona roja o zona de cuarentena, luego de ejecutar el paso	

Seleccionar	64
Figura 23. Identificación o control visual de cada equipo, material o zona de trabajo.....	64
Figura 24. Identificación o control visual en áreas administrativas.	66
Figura 25. Falta de herramientas para limpieza en Línea Inyectora de Paneles PUR	67
Figura 26. Falta de limpieza en piso producción de Línea Inyectora de Paneles PUR	68
Figura 27. Línea de Producción ordenada y limpia.....	70
Figura 28. Estandarizaciones en Zonas de Almacenamiento	71
Figura 29. Estandarizaciones en Líneas de Producción.....	72
Figura 30. Capacitación de equipos de trabajo de Líneas de Producción. ..	73
Figura 31. Premiación del Programa de Orden y Limpieza.	75
Figura 32. Evolución de Producción de Bobinas Pintadas por tipo de color. 77	
Figura 33. Participación porcentual de Bobinas de Color Especial.	78
Figura 34. Clasificación de la Producción de Bobinas Pintadas por tipo de espesor.....	78
Figura 35. Sobreprocesamiento de Bobinas Pintadas de color especial.	79
Figura 36. Análisis de causa-raíz en el Genba con equipo de producción ..	83
Figura 37. Diagrama de Ishikawa para el problema “generación de saldos de bobina de color especial”	84
Figura 38. Matriz impacto-dificultad	86
Figura 39. Evolución del sobreprocesamiento de producción de bobinas pintadas.	88

Figura 40. Comparación del sobreprocesamiento de producción de bobinas con el objetivo.....	89
Figura 41. Stock de bobinas de Lento Movimiento por muda de sobreprocesamiento.	90
Figura 42. Reuniones matinales de 15min al inicio del turno.....	96
Figura 43. Bobinas pintadas con embalaje y rotulación.....	97
Figura 44. Histograma de tiempos de preparación en el proceso de Inyección de Paneles PUR.	99
Figura 45. Distribución de las mesas de armado de paneles.	102
Figura 46. Indicador cumplimiento de las ordenes de fabricación a tiempo.	108
Figura 47. Indicador del inventario de Lento movimiento (flejes de acero). 109	
Figura 48. Indicador de uso eficiente de la materia prima (merma) de principales líneas.....	109
Figura 49. Indicador de costo de producción unitario - manufactura MTO. 111	
Figura 50. Indicador de productividad mano de obra - manufactura MTO. 111	
Figura 51. Indicador de reducción de los Productos No Conforme.....	112
Figura 52. Indicador de encuesta de satisfacción, clima laboral de la producción MTO.	114
Figura 53. Actividades de compensación al personal involucrado en la mejora continua.	117
Figura 54. Indicador de Índice de accidentabilidad.....	118
Figura 55. Logro significativo en el camino hacia meta “cero accidentes”. 119	
Figura 56. Check List de Evaluación.....	135

Figura 57. Lotización de planta	136
Figura 59. Diagrama de Flujo para el proceso de Pintado de Bobinas de color especial.....	137
Figura 60. Formato A3 para el Kaizen-Mejora Enfocada relacionado al Sobreprocesamiento de Bobina Pintada.....	138

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DEL PROBLEMA

La manufactura del negocio MTO (make to order, “bajo pedido”), desde la formulación de color hasta el empaquetado de los paneles metálicos/aislantes, perfiles y accesorios; tenía como principal problema el cumplimiento del plan de producción. Los pedidos no eran atendidos a tiempo, los cuales eran reflejados en un indicador del 93-95% de cumplimiento; esta falta de disponibilidad del producto a tiempo, generaba un alto impacto negativo al cliente por los retrasos en el proceso constructivo en obra. Finalmente, esto desencadenaba una pérdida de competitividad y su correspondiente pérdida de participación del mercado. Dentro de los principales problemas que se observaban eran:

1. Falta de comunicación asertiva entre los departamentos de planeamiento y producción, con ratios de velocidades y capacidades desactualizados. Adicionalmente, las restricciones o imprevistos no eran informados oportunamente.
2. Paradas inesperadas que atrasaban la producción.

3. Baja polifuncionalidad de los operarios para activación de máquinas y turnos necesarios para el cumplimiento del programa de producción.
4. Falta de flexibilidad del operario que permita completar el equipo de trabajo asignado a una maquina programada.
5. Cambios de formatos de producción con tiempos excesivos.
6. Materiales, insumos, productos en proceso, no disponibles para la producción.
7. Reprocesos por problemas de calidad, dada la falta de estandarización y control en la fuente.
8. Falta de seguimiento y control oportuno del proceso de producción por el supervisor.
9. Exceso de inventario en proceso.

Al principal problema habría que sumar que se tenía un clima laboral no aceptable con valores del 68% y un alto índice de accidentabilidad en las operaciones provocado principalmente por una falta de liderazgo en gestión de la seguridad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cómo incrementar el indicador “cumplimiento del plan de producción” que permita generar una mayor competitividad reflejado en una reducción del tiempo de entrega, una reducción de costos y maximización de la calidad; mediante la mejora continua del sistema de producción de la empresa?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál de las herramientas y/o metodologías de Manufactura Esbelta en una empresa del sector construcción, puede lograr una producción ajustada y regular; así como lograr un impacto positivo en el sistema de seguridad del personal y por ende en el clima laboral?

¿Cuál de las herramientas o metodologías de Manufactura Esbelta en una empresa del sector construcción, puede lograr una participación, motivación y formación de las personas?

¿Cuál de las herramientas o metodologías de Manufactura Esbelta en una empresa del sector construcción, puede asegurar su adaptación a la flexibilidad del mercado y sus productos?

1.3. OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Incrementar el indicador “cumplimiento del plan de producción” en niveles superiores al 98% que permitan generar una mayor competitividad de la manufactura MTO y su correspondiente participación del mercado. El incremento se logrará a través de la implementación de las 3 herramientas y/o metodologías de Manufactura Esbelta, conocidas como sistema 5´s, Kaizen y SMED, pero que inicia con el “Involucramiento de la Alta Dirección”. Estas herramientas o metodologías para la mejora continua de los procesos del sistema de producción enfocada en la reducción de desperdicios generan una reducción del tiempo de entrega, una reducción de los costos y un incremento en la calidad.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

La implementación de la herramienta y/o metodología de Manufactura Esbelta conocida como “5´s” y el “Involucramiento de la Alta Dirección” en una empresa del sector construcción, puede lograr una producción ajustada y regular; así como lograr un impacto positivo en el sistema de seguridad del personal y por ende en el clima laboral.

La implementación de la herramienta y metodología de Manufactura Esbelta conocida como “KAIZEN” en una empresa del sector construcción, puede lograr una participación, motivación y formación de las personas.

La implementación de la herramienta y/o metodología de Manufactura Esbelta conocida como “SMED” en una empresa del sector construcción, puede asegurar su adaptación a la flexibilidad del mercado y sus productos.

1.4. INDICADORES O KPI'S

Para la medición de los resultados tangibles por la implementación de las herramientas o metodologías de Manufactura Esbelta se utilizarán los siguientes indicadores claves de la producción. La evolución y mejora de estos indicadores radica en la reducción de los diferentes tipos de desperdicios o actividades que no agregan valor que pueden estar presentes en la operación de manufactura. Estos indicadores se encuentran resumidos en la Tabla 1.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La empresa PROMETESA (Productos Metálicos Especializados S.A.) se encarga de proveer soluciones con un enfoque no tradicional del sistema de

construcción. Uno de sus sistemas de manufactura es aquella relacionada al MTO (Make to order), el cual soluciona necesidades del cliente a través de productos personalizados, por lo tanto, la producción es bajo pedido. Este sistema de manufactura MTO implica la atención de pedidos con una alta calidad del producto que requiere una mayor flexibilidad en tiempo y modelo; dados los aspectos cambiantes del proceso constructivo en obra, tanto en la parte de planificación como la ejecución en campo. Esta empresa mediana cuenta con áreas de soporte, tales como el área de Calidad y la de Ingeniería; ambas tienen como objetivo la búsqueda de herramientas de mejora continua de los procesos que generen una mayor competitividad del negocio, manteniendo una alta calidad del producto.

Tabla 1.

Descripción de los Indicadores Claves de Gestión

Indicadores de Gestión de Producción
1. Cumplimiento de las órdenes de fabricación a tiempo
2. Reducción de los inventarios de producción
3. Reducción de los costos de producción
4. Incremento de la Calidad para mejorar la satisfacción del cliente
5. Mejora de la encuesta de satisfacción del clima laboral
6. Reducción del índice de accidentabilidad

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Adicionalmente, existen programas del área de Recursos Humanos orientados a la formación y tecnificación del personal operativo que

contribuyan a la gestión del conocimiento y el fortalecimiento del Know How de la empresa.

Los principales problemas identificados, cada uno de ellos relacionados a actividades que no agregan valor, necesitan una solución que se pueda implementar en el corto a mediano plazo, dada la naturaleza del negocio: (a) de mediana inversión económica, (b) de iniciativas innovadoras y sobre todo (c) una solución que sea sostenible en el tiempo. Los procesos de manufactura de MTO en general tienen una importante tecnología instalada y en algunos de los procesos usan mano de obra intensiva; por lo tanto, es necesario un modelo de sistema de gestión hecho a la medida de las necesidades del negocio.

En ese sentido, la aplicación de las herramientas o metodologías de Manufactura Esbelta se encuentran orientadas a desarrollar ese nivel intermedio de intensidad tanto de mano de obra como de tecnología. Su principal objetivo es la eliminación de todo aquello que no agrega valor para asegurar que el producto fluya y obtenga esa “flexibilidad” que necesita el negocio para garantizar la disponibilidad del producto a tiempo. Los beneficios logrados por este modelo de gestión de la producción se centran en (a) la reducción del tiempo de fabricación, (b) aseguramiento de la calidad, (c) reducción de costos e inventario y (e) la reducción de los accidentes que impactan de forma positiva en el clima laboral. Finalmente, la base de la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta inicia con el involucramiento de la alta dirección quien lidera una metodología que definirá la base cultural del personal, un cambio de mentalidad que se logra con la

práctica de nuevo hábitos y su entrenamiento para la mejora continua.

1.2. ALCANCE DE LA IMPLEMENTACIÓN

La presente implementación se efectuó en las instalaciones de la planta de manufactura de la Empresa PROMETESA S.A., ubicada en el distrito del Cercado de Lima. Las líneas de fabricación que serán estudiadas y analizadas pertenecen a la línea de manufactura MTO, desde la formulación de color hasta el empaquetado de los paneles metálicos/aislantes, perfiles y accesorios. Adicionalmente, se estudió la línea de producción Slitters que fabrica los diferentes productos en proceso “fleje” para ambos tipos de negocio (MTO y MTS). El tiempo de desarrollo de la implementación se dio en un periodo de 4 años (2018-2021).

La implementación se desarrolla como un mejoramiento y optimización del sistema de producción; y gracias a la evaluación de los impactos que generan se ofrecen soluciones puntuales que nos permiten medir la evolución de manera específica para un corto plazo o mediano plazo de tiempo. Se tomarán indicadores que nos permitirán medir la evaluación y alcanzar metas a corto y mediano plazo, las cuales ayudaran a minimizar los gastos que se desembolsaron para la implantación de una mejora continua.

1.3. METODOLOGÍA DE LA IMPLEMENTACIÓN

El método general corresponde a una investigación cuantitativa porque utiliza el enfoque científico y racional, para poder dar solución a una realidad objetiva consistente en “planificar-realizar-observar”. Mediante la recolección

y análisis de los datos numéricos de la realidad objetivo llamada problema, plasmados en los indicadores claves se partirá de una situación inicial con el objetivo de llegar a una situación futura donde el problema es resuelto mediante la implementación de herramientas de un modelo de gestión de la producción.

La implementación del sistema de gestión “Manufactura Esbelta” nos permitirá reducir los problemas identificados en el sistema de producción MTO que se manifiestan en el incumplimiento del plan de producción y por consiguiente en la insatisfacción de los clientes. Estos problemas se relacionarán con los desperdicios de productividad para facilitar la identificación de las herramientas a escoger basándose en la filosofía Lean. Y de esta forma procederemos en desarrollar una manufactura esbelta que permitirán eliminar los problemas según el diagnóstico.

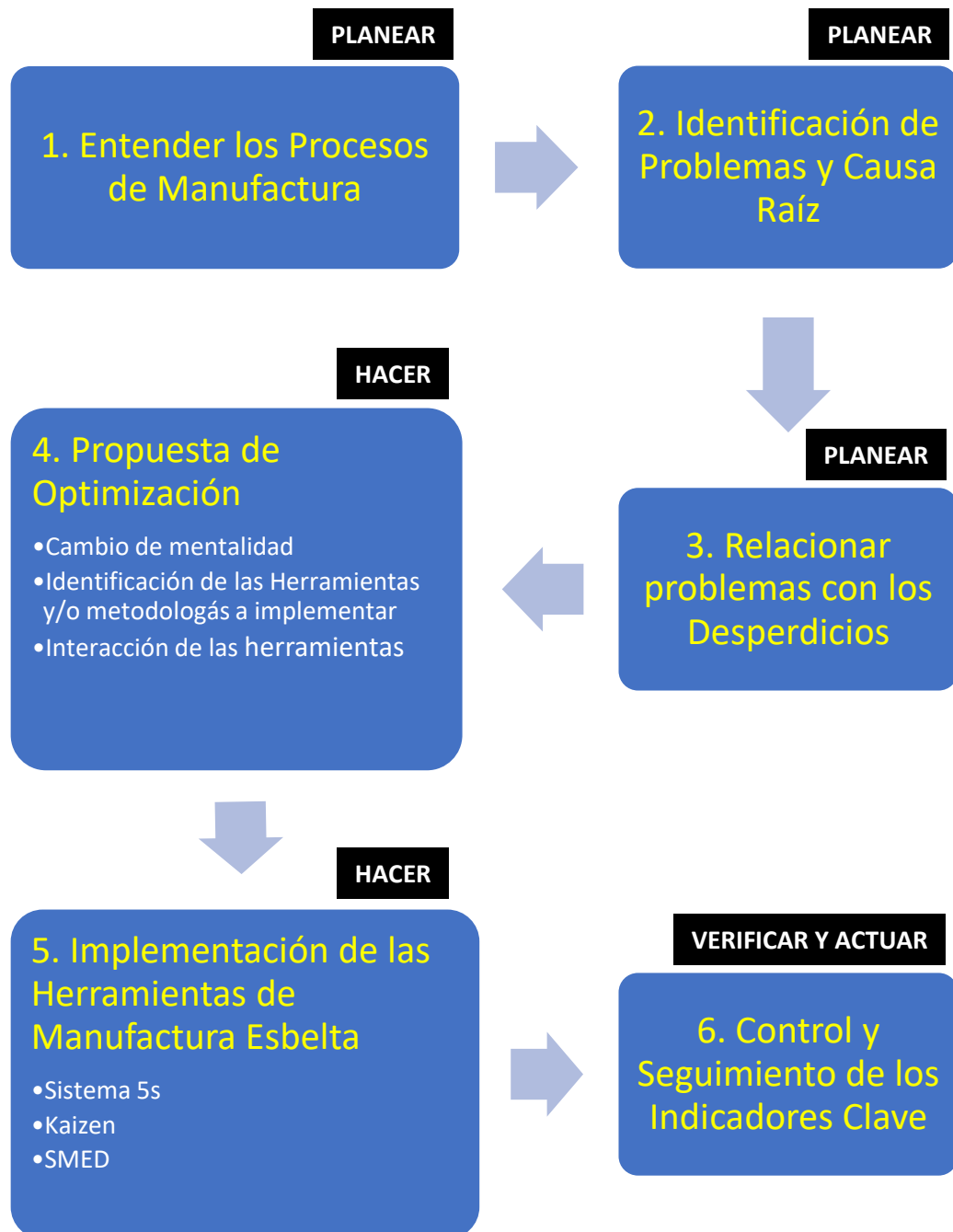
La metodología específica para la implementación de la solución a los problemas identificados se basa en el “mejorar continuamente los procesos y los productos” llamado proceso KAIZEN, cuya continuidad usa como vehículo el ciclo “Planear, Hacer, Verificar y Actuar”. Vehículo más conocido como ciclo PDCA que es un acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar); estrategia ideada por William Edwards Deming quien ha contribuido a divulgar amplia y profundamente la mentalidad de la mejora continua que nunca acaba. Este proceso Kaizen basado en el ciclo PDCA se ha plasmado en la Figura 1 mediante la secuencia de seis pasos, el cual inicia con:

1. Planear: implica el entendimiento del proceso para identificar actividades que generen valor para el cliente desarrollado en el capítulo II. Posteriormente, dentro de las actividades se buscaron las causas de los problemas y aquellas que generan pérdidas de dicho flujo de valor. Finalmente, se relacionan los problemas con los desperdicios; todo ello desarrollado en el capítulo III.
2. Hacer: se identifica las herramientas a utilizar y se ejecuta la implementación desarrollada en el capítulo III.
3. Verificar y Actuar: aquí se verifica la evolución mediante indicadores clave de los procesos, los cuales serán analizados en el capítulo IV de “Análisis de los Resultados”.

Es importante aclarar que no solo basta con aplicar las herramientas de Manufactura Esbelta sino lograr comprender cómo interaccionan todas juntas como un sistema.

Antes de la implementación, es importante construir el marco teórico que se utilizará como guía de estudio basado en la revisión de literatura concerniente a las herramientas de Manufactura Esbelta.

Figura 1. Metodología de la implementación



Nota. La Empresa. Elaboración propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. PRESENTACIÓN DE LAS TENDENCIAS ACTUALES EN LOS MODELOS DE GESTIÓN

Siempre se presentan constantes cambios económicos, sociales, culturales y tecnológicos en los que está inmersa una empresa. Esto determina un nuevo entorno que afecta a la situación actual de toda manufactura que pertenece a un sistema productivo o industrial. Por esa razón, es necesario gestionar una empresa de operaciones con un nuevo enfoque, la misma que permita analizar en detalle la demanda y tener esa flexibilidad de adaptarse a los cambios o especificaciones del cliente como (a) cantidad, (b) variedad, (c) categoría y (d) prestación del producto.

Por lo anteriormente descrito, Cuatrecasas (2011) comprende la demanda y los cambios ocurridos en el entorno económico y social; a lo que él denomina como corriente actual y por sus analistas como orgánica en los siguientes conceptos:

1. Debe entenderse la existencia de que la gestión se desarrolla de forma distinta de acuerdo a estos nuevos tiempos. En ese sentido, los métodos de trabajo han cambiado y, por ende, los objetivos de

productividad también. De esta manera surgen beneficios y unos nuevos sistemas de control, los mismos que generan el concepto de Tecnicidad.

2. El otro punto que toma en consideración es que antes de estos acelerados cambios en la producción, una de las motivaciones de los colaboradores se basaba en el incremento de su economía. No obstante, esta actitud ha cambiado pues las empresas han notado que los reconocimientos económicos son importantes, pero si a ello se le suma posibilidades de desarrollo, participación en la empresa e iniciativa, nos encontramos frente al segundo concepto: el psicológico.

Asimismo, el autor expone la existencia de un sistema de organización y gestión de los sistemas productivos actuales en tres ejes: (a) la fabricación y los procesos, técnicas de manufactura y administración de los recursos; (b) la demanda y las mercancías y su ajuste a la acomodación que exigen; y (c) capitales humanos y su alineación, animación, estímulo y colaboración.

En la actualidad, se tienen diversas formas de gestionar un sistema productivo, los cuales pueden agruparse en dos grandes enfoques:

1. Producción en Masa. De acuerdo a Madariaga (2013), tres grandes personalidades de la historia participaron en el impulso de esta transformación: Frederick Winslow Taylor, Henry Ford y Alfred Pritchard Sloan. Por ello es conocida como la segunda revolución industrial. Este enfoque determina que la producción se base en la fabricación de enormes importes de producto para obtener economías

de escala, con el objetivo de incrementar la productividad y por ende reducir los costos.

2. Producción Lean. De acuerdo a Cuatrecasas (2011), cuando la empresa automovilística Toyota perfeccionó sus sistemas de gestión generó el sistema más moderno de gestión. Por ello, se suma Madariaga (2013), quien esgrime que el modelo de producción en masa fue superado con amplitud. Así, lo denomina Sistema de Producción de Toyota (SPT). Los gestores de este nuevo arquetipo de gestión, denominado LEAN, por su traducción del inglés, que significa magro, fueron tres miembros de la familia de la empresa Toyota y el ingeniero Taiichi Ohno. Ahora bien, el modelo operacionaliza con el mínimo empleo de recursos y se adapta a todas las necesidades de los consumidores; todo ello basado en una operación bajo el sistema PULL y un servicio encaminado sobre la demanda, pero sumado a las maleabilidades y fluctuaciones de esa demanda.

2.2. EL MODELO LEAN MANUFACTURING O MANUFACTURA ESBELTA

Este concepto proviene de Lean Management. Tal como hemos visto en líneas anteriores, la empresa automovilística Toyota desarrolló un sistema aplicable a cualquier sector de la industria. Por ello, la gran mayoría de empresas del siglo XXI, las mismas que se encuentran en una continua consecución de objetivos y metas, terminan haciendo uso de los principios de Lean Management.

Ahora bien, se debe señalar que de acuerdo a Cuatrecasas (2017), el nombre más conocido del Lean Management es Lean Manufacturing; siempre y cuando este sea aplicado a procesos industriales. Se trata de una guía que diseña e implanta los procesos y solo se remite a la entrega de la materia que se necesita para entregar al cliente el producto deseado; por supuesto, todo ello implica una cantidad, un tiempo deseado y sumado a un costo competitivo. Dicho de otra manera, el Lean Manufacturing expone un sistema cuyo objetivo es la entrega de un determinado producto o servicio a un cliente con tres elementos base: (a) calidad; es decir, convenido a las especificaciones; (b) costo, uso mínimo de recursos productivos y (c) tiempo, rapidez en la respuesta al usuario.

Por otro lado, Madariaga (2013) nos dice de la existencia de otro término: "Lean Production", el mismo que fue impreso en el año 1990 por James P. Womack, Daniel T. Jones y Daniel Rossen, directores del MIT International Motor Vehicle Program y autores del libro "La máquina que cambió al mundo", donde plasmaron de manera muy didáctica cómo este nuevo modelo de producción en materia de automóviles, llamado primeramente Lean Manufacturing consiguió que cada acción se lleve a cabo en el momento, lugar y tiempo precisos, y definiendo que cada actividad se haga cuándo y cómo se precisa, priorizando así la polifuncionalidad por encima de la especialización del trabajador. Además, destaca el hecho que extiende los sistemas de consejos y conjuntos de mejora con los recursos humanos, todo ello con el propósito de que los trabajadores tomen parte del perfeccionamiento y

optimización de los procesos de producción, entre otros. Por último, podríamos concluir que se trata de una estrategia empresarial para responder rápidamente a las necesidades de nuestros clientes (propósito), desarrollando personas capaces y procesos Lean, utilizando el método científico de solución de problemas y sobre todo creando valor para los accionistas. (Cuatrecasas, 2011).

2.2.1. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE TOYOTA Y LA PRODUCCIÓN LEAN O AJUSTADA.

Siguiendo a Cuatrecasas (2017), para que se logre desarrollar en una empresa el Lean de procesos solo será posible si se llevan a cabo actividades que sumen valor al producto y todo ello aunado a un empleo de los recursos disminuidos pero necesarios. La descripción de este proceso nos conduce al modelo central: el despilfarro, *waste* en inglés o *muda* en japonés, el mismo que fue ideado en las instalaciones de la automovilística Toyota, el mismo en que se generó el famoso *Just in Time*, modelo que ahora usan la mayoría de empresas.

Resulta en este momento necesario llevar a cabo una comparación entre la productividad de las empresas de Occidente y Oriente. Las empresas del segundo que sí aplicaron este modelo de gestión frente a las occidentales que decidieron no tomar ese camino, las diferencias son abismales. Asimismo, hay que resaltar que dichas industrias orientales, específicamente japonesas no solo han hecho uso del modelo, sino se han adaptado a los nuevos cambios del presente siglo y las enormes exigencias de los consumidores mundiales.

Cuatrecasas (2011) señala que pocos años después de haber finalizado la segunda guerra Mundial, empezó a tomar relevancia el milagro Japonés, una etapa crítica en la cual el país del sol naciente se recuperó de una crisis económica y social sin precedentes. Por lo tanto, Toyota se propuso como meta reestructurar la idea de su planta de manufactura de autos. El encargado de semejante responsabilidad estuvo a cargo de Taiichi Ohno. La primera decisión que tomó fue visitar las fábricas de automóviles estadounidenses y observó una producción en masa o de grandes series de autos con un alto grado de normalización. En segundo lugar, Ohno entendió que el futuro de la industria requeriría la manufactura de autos en lotes pequeños y modelos variados, pero se debía mantener el bajo costo. La solución a ese problema se centraba en la reducción de los stocks y de cualquier despilfarro.

Continuando con Cuatrecasas (2011). Toyota nombró *Just in Time* (JIT) a todas las acciones de ahorro capaces de eliminar el uso de recursos innecesarios. Entonces, solo se requería la producción a demanda y esta última estaba basada en la necesidad del cliente. Había que entender que este paso era parte del proceso en la cadena de valor del producto. Es por ello que, desde el mundo de la gestión, se han perfeccionado una serie de modelos de gestión basados en el principio del JIT y la visión de Ohno.

2.2.2. LOS DESPERDICIOS O LOS DESPILFARROS

Rajadell & Sánchez (2010), anotan que el gran aporte de la aplicación de Lean Manufacturing a las empresas se sostiene en los deseos del cliente. Y por lo tanto, no existe otra forma de atender la demanda de los estos si en la

empresa no se eliminan los gastos innecesarios. Cabe señalar que al aplicar el modelo se aprecia que aquellas acciones que incrementan el valor del producto no alcanzan el 1% de todo el proceso de producción; por el contrario, el 99% de todas las operaciones no suman valor. Por ende, representan un gasto innecesario. El meollo del asunto está en la tradición, la misma que considera que aquellos procesos de mejora siempre han estado dirigidos hacia el 1% del valor del producto. Por lo tanto, es necesario entender y aceptar que solo la eliminación del elevado porcentaje de gasto del proceso productivo conllevará a oportunidades de mejora.

Para Cuatrecasas (2011) el concepto del despilfarro desarrollado por Toyota se centra en el uso de lo mínimo en equipos, materiales, piezas, espacio y hasta el tiempo del operario absolutamente esenciales para sumarle valor al producto. Sobre este punto, Madariaga (2013) nos comenta que una de las preocupaciones de Taiichi Ohno en su búsqueda de resolver este problema era necesario vislumbrar en su totalidad la realidad objetiva; ello implicaba analizar de manera directa las acciones en *Genba*, este término japonés significa el lugar real o verdadero de la fábrica donde se crea el valor. Y solo es posible entenderla desde la perspectiva de aquellas personas que han laborado en el *Genba*.

Madariaga (2013) indica que, en la observación directa de los hechos en el *Genba*, Taiichi Ohno identificó siete despilfarros (*muda*):

1. **Sobreproducción.** La producción se da por adelantado. Se termina produciendo más de lo que se necesita en todos los procesos. Esto crea exceso de inventario, materiales y lo que es peor, se ocultan los

defectos de línea y solo produce gastos innecesarios.

2. **Inventario** innecesario: existencia de inventarios con exceso, lo que incluye desde materias primas hasta el producto terminado. Al final solo se almacenan más productos de lo necesario para satisfacer la demanda del cliente.
3. **Transporte** innecesario de materiales: movilización redundante originado por un mal diseño de línea de producción.
4. **Espera** del operario: el tiempo de espera del operario genera pérdida de uso de la maquinaria y pérdida de hora hombre.
5. **Movimientos** del operario que no añaden valor: acciones de los obreros que no suman valor cualitativo al producto final; estos van desde la movilización de materiales, cargas de piezas y movimiento de máquinas.
6. **Defectos**, selecciones, reprocesos y chatarra. Los defectos generan un malgasto enorme en materiales y en material humano. Son creadores de volver a la selección, rehacer procesos y chatarra. En este punto debe entenderse que la sobreproducción engrandece su resultado. Es una peligrosa combinación la unión de defectos y altos inventarios, pues conllevan a costosísimas selecciones y segregaciones, tanto en la empresa como para el cliente.
7. **Sobreprocesamiento**: como su nombre lo dice, son todos aquellos procesos innecesarios que generan un producto con características que el cliente no necesita. Se trata de acciones que no suman valor alguno y nacen de productos mal diseñados.

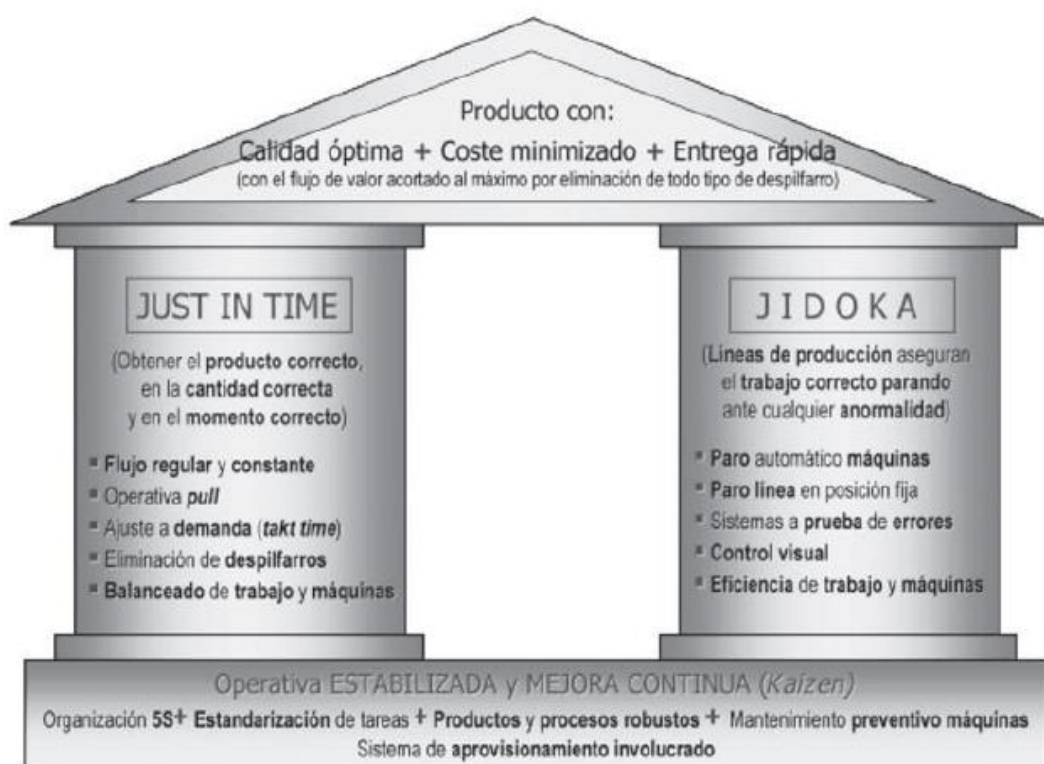
2.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE GESTIÓN LEAN.

Cuatrecasas (2011) define en un modelo completo el sistema de producción de Toyota, tal como se muestra en la Figura 2, que sirve base para el modelo de Lean Manufacturing. El modelo empieza sentando una base sólida apoyada por un sistema sometido a “mejora continua llamado Kaizen” integrado a una “operación estabilizada”; el cual inicia con la estandarización de los métodos cuyos movimientos se ejecutan con el mejor método que se haya podido determinar hasta ese momento, continúa con la organización del personal y con la implementación de la metodología 5´s. Respecto a estos procesos estandarizados debieran en teoría, permitir la obtención de productos robustos, cuya calidad sea asegurada con el mínimo gasto, uso o complejidad posible. Ello generará procesos fuertes y sostenidos en los que los equipos productivos deben tener asegurada su disponibilidad en todo momento, debido a un correcto mantenimiento autónomo y preventivo.

Finalmente, la base del sistema debe ser edificada sobre la confianza y cooperación entre la dirección y los trabajadores, sumado al respeto y al liderazgo. En ese sentido cabe señalar que en teoría y en el papel resulta altruista y positivo; sin embargo, el implantar en el sistema el método y herramienta del Lean manufacturing resulta muy sensible hacia la predisposición de los empleados. Por ello es total y absolutamente necesario que exista una dirección que lidere, impulse y apoye la aplicación del Lean Manufacturing. Además, la única forma de obtener resultados sostenibles en el tiempo y el espacio requerirá que la metodología del sistema antes mencionado sea aplicada en un se apliquen en un ambiente de respeto y

confianza recíproca entre la dirección y el personal. El Lean Manufacturing busca la desaparición del gasto. Su objetivo no es prescindir de sus obreros. En el peor de los casos, si esto llegase a ocurrir; es decir, eliminar a las personas, no sería posible la construcción de relaciones de respeto, confianza y cooperación. Madariaga, (2013)

Figura 2. Modelo del sistema de producción Toyota



Nota. Sistema Producción Toyota (p.123), de LL. Cuatrecasas, 2011, de Díaz de Santos.

Cuatrecasas (2011) menciona que sobre la base descrita en líneas anteriores se constituye un sistema de dos pilares:

1. Pilar de la gestión: Just in Time (JIT), el cual debe cumplir el objetivo de garantizar la liquidez del negocio. Para lograr esto define una operación pull gestionada por el "sistema Kanban". Entiéndase que

sobre una circulación de un determinado artículo que se mueve en el mercado de forma regular y constante en pequeñas demandas requiere del concepto takt time, en el que se eliminen todos los despilfarros a través de técnicas como Smed, y equilibrar las cargas entre la cantidad de trabajadores y máquinas con la técnica Heijunka.

2. El pilar del control: enfocado en garantizar la calidad de primera intención de los productos trabajando en la fuente que asegure de manera correcta el funcionamiento de todo el sistema sin que se incurra en pérdidas. Para ello existe la acción de autonomatización o llamada automatización toque humano. El mismo que implica la detención de la maquinaria y de las líneas de producción ante cualquier problema que pueda desequilibrar el proceso.

Ahora bien, luego de conocer los dos pilares del sistema Toyota se tiene como objetivo: (a) evitar los desperdicios generados por la maquinaria y (b) evitar los desperdicios provocados por los obreros. En ese sentido, el Just in time obedece a la realización de las tareas de forma correcta por parte de los trabajadores; todo ello de acuerdo al ritmo de la producción prevista. Por otra parte, el Jidoka genera que sean los mismos trabajadores quienes controlen sus deberes y que puedan detener la línea de producción si surgen inconvenientes.

Cuatrecasas, (2011) explica cómo el mismo Taiichi Ohno distingue la relevancia y relación mutua de los dos pilares del sistema de Toyota, al cual compara con un equipo de beisbol, donde la técnica/talento de los jugadores sería el Jidoka y el sistema de juego sería el Just in Time. Entonces, el objetivo

de la base y los dos pilares es conseguir la eliminación absoluta de las pérdidas e improductividad. Finalmente, el modelo, si bien busca la eliminación de pérdidas, lo que genera es una operatividad eficiente, con calidad, mínimo costo y rápida atención de la demanda.

Finalmente, el sistema de producción de Toyota utiliza técnicas o herramientas que gestiona de manera efectiva toda la estructura del modelo (base y pilares). El objetivo es cubrir los siguientes aspectos:

1. Producción ajustada y regular (aspecto cuantitativo), con técnicas a nivel proceso y flexibilidad.
2. Calidad total (aspecto cualitativo), con técnicas controladas.
3. Colaboración, motivación y adiestramiento de las personas (aspecto humano).

Las técnicas y aspectos de gestión relacionados son los que pueden observarse en la Figura 3. Tal como puede apreciarse, el objetivo es conseguir un sistema de producción flexible y autocontrolado, que evite por todos los medios la pérdida de medios, recursos, mano de obra y hasta existencias; todo ello sumado a una reducción de todos los costes por cualquier concepto posibles, incluyendo financieros, administrativos y comerciales. Cuatrecasas, (2011).

2.3. KAIZEN.

KAIZEN es un término japonés que se entiende como *cambio para mejorar, para progresar, para renacer, es decir, mejorar para ser mejor cada día de tu vida*. La palabra Kaizen literalmente es la unión de dos ideogramas

Figura 3. Elementos y técnicas que componen el sistema de producción



Nota. Sistema Producción Toyota (p.127), de LL. Cuatrecasas, 2011, de Díaz de Santos.

japoneses (Kanjis) que significan: KAI = cambio, y ZEN = Bueno (para mejorar, para renacer) tal como se observa en la Figura 4. (Suarez, 2021) En la figura se explica que tanto el kanji de “Kai”, como el kanji de “Zen”, tienen un

significado interrelacionado que hacen un concepto más profundo. El ideograma de “Kai” de cambio tiene que ver con la imagen de una persona; mientras que el kanji de “Zen” ilustra un árbol con raíces fuertes. Cuando se combina ambos ideogramas la palabra Kaizen significa “la persona que es capaz de cuidar su árbol interno para hacerlo crecer y desarrollarlo con troncos y raíces fuertes”.

Figura 4. Definición de Kaizen en Kanjis japoneses



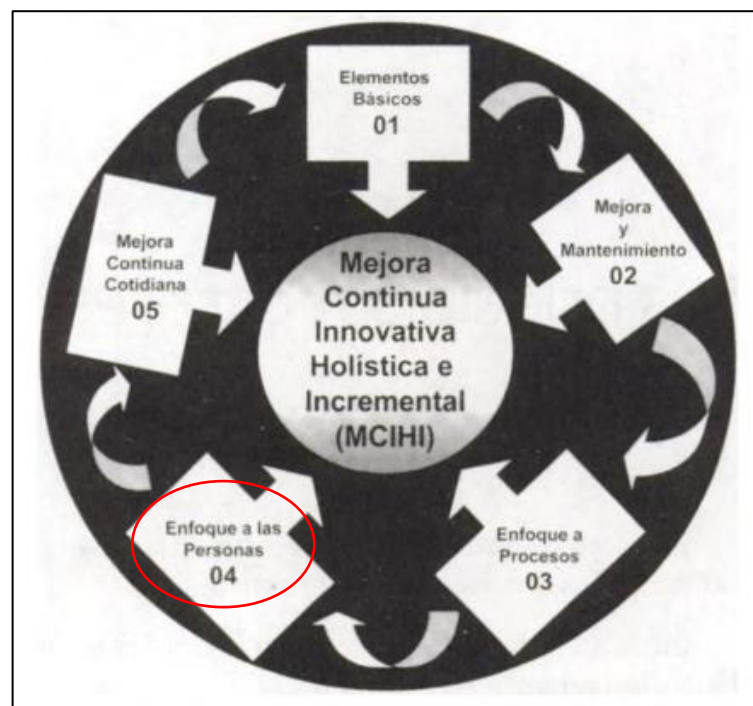
Nota. K´AAT-KAIZEN El modelo Maya-japonés que le brinda sentido a cada día de tu vida (p. 16), de Suárez Barraza, Manuel Francisco, 2021, Ágora Medios S.A.

El término KAIZEN simboliza un mejoramiento continuo en la vida social, familiar, personal y de trabajo. Por ello, cuando este término es usado en una fábrica o en un lugar donde se trabaja, este incluye a todas las entidades involucradas, llámense gerentes y trabajadores por igual. (Imai, 1989, p.23). En otras palabras, Kaizen se hace en todo momento, en todo

lugar e involucra todas las personas. Es una forma de ser y pensar que se ha construido a lo largo del tiempo.

Este concepto relacionado a la administración se entiende como: “Una filosofía de gestión que genera mejoras incrementales en el método de trabajo (o procesos de trabajo), la cual permite reducir desperdicios y por consecuencia mejorar el rendimiento del trabajo, y la satisfacción del empleado. Adicionalmente, el Kaizen está soportado por cinco principios rectores que guían a esta filosofía de trabajo donde uno de ellos es el “enfoque a las personas o Kodowari-Kaizen” tal como se observa en la Figura 5. (Suárez, 2007) .

Figura 5. Principios rectores del Kaizen



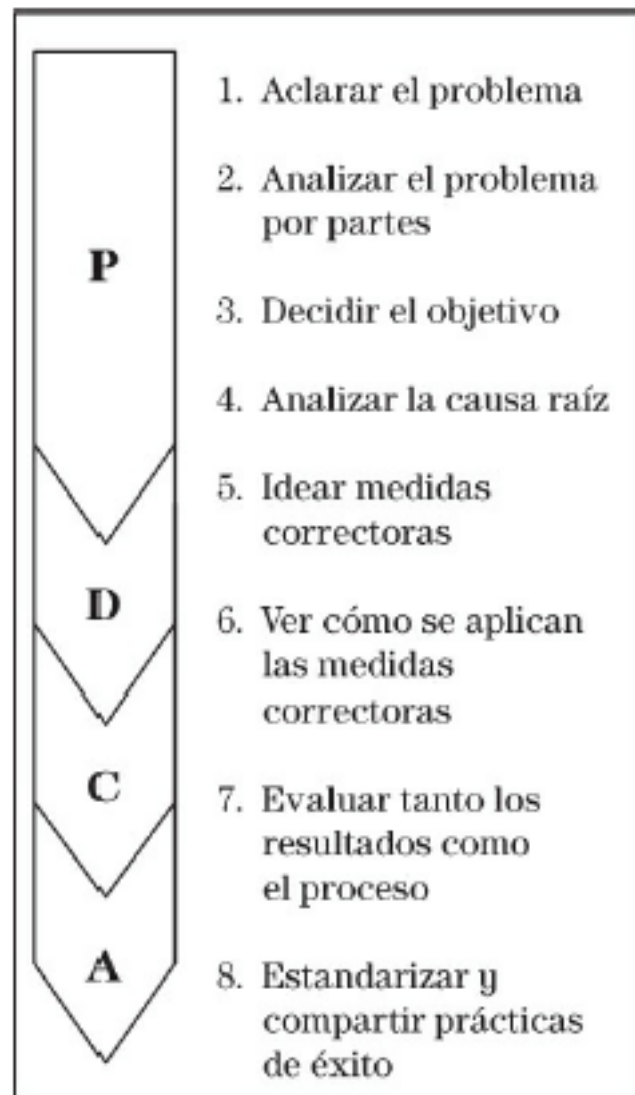
Nota. EL KAIZEN: la filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por calidad total (p. 104), de Suárez Barraza, Manuel Francisco, 2007, Panorama.

Kaizen parte con un problema, mejor aún, reconoce la existencia de un problema. Debe entenderse que, si no existiese un problema, tampoco existiría el potencial para el mejoramiento. Ahora bien, el problema en un negocio o empresa origina inquietudes e inconvenientes con los colaboradores que ejecutan sus labores u operaciones y estas son llevadas hasta el proceso final; es decir, llegan a los consumidores. Así que el punto de partida en cualquier mejoramiento se sostiene en identificar el problema. (Imai, 1989, p.207).

En la actualidad, lo que se denomina el método A3 de resolución de problemas se ha vuelto convertido en tendencia. Se conceptúa bajo el proceso Kaizen y alcanza un enfoque de ocho etapas. El A3 es un método estructurado con un enfoque de mejora continua que se implementó por primera vez en Toyota. Proporciona una perspectiva simple y estricta para dirigirse sistemáticamente hacia la resolución de problemas con soluciones enfocadas. Se llama A3 puesto que en los años cincuenta y sesenta el medio de envío de información más usado era el Fax y el tamaño de hoja más grande que se podía enviar era la del tamaño A3. La Toyota Business Practice (TBP) nació a principios del nuevo milenio y en una acción por normalizar y robustecer la resolución de complicaciones a medida que las operaciones de la compañía se iban haciendo cada vez más internacionales creó las ocho etapas del enfoque de resolución de problemas TBP, las mismas que se observan en la Figura 6. (Imai, 2015, p.105)

Toyota al inventar este método de resolución de problemas denominado A3 estableció lo que se llama el “Arte de la Simplificación: una

Figura 6. El enfoque Toyota Business Practice (TBP) de resolución de problemas en ocho etapas o conocido también como A3.



Nota. Gemba Kaizen: un enfoque de sentido común para una estrategia de mejora continua (p. 105), de Imai, Masaaki, 2015, McGraw-Hill.

visión global del proceso de una hoja Kaizen A3". Esta hoja resumen A3 contiene los 8 pasos normalizados para lograr resultados en un evento Kaizen o Mejora Enfocada el cual permite: simplificar y estandarizar el proceso de

mejora, considerarlo como una herramienta de comunicación, y verificar la eficacia de la mejora de procesos y perpetuar el conocimiento de la organización.

Existen también similitudes prácticas del Kaizen en su versión occidental llamado “Kaizen Blitz” (o bombardeo de mejoras). Este consiste en la realización de una serie de eventos por dos a cinco días. Se busca identificar cualquier desperdicio o muda en los procesos de trabajo del piso de producción. La eliminación de la muda mejora la calidad de los procesos y de los productos, además de reducir el lead time y optimizar la entrega a tiempo de los productos. También se utilizan las ideas de mejora de los operarios que conocen los procesos de trabajo a fondo y se obtienen resultados positivos de manera rápida llamados comúnmente “quick wins”. (Suárez y Miguel, 2008, p. 295,300).

2.4. LAS “5 S”. LA BASE PARA LA IMPLANTACIÓN EFICIENTE

Los sistemas productivos, cuya implantación se pretende llevar a cabo bajo los principios de la producción ajustada, basándose en evitar actividades y consumo de recursos innecesarios, ven muy favorecidos sus objetivos con la implantación de un programa “5 S”, cuya aportación en la mejora de la eficiencia es directa y total. La expresión «cinco S» proviene de las cinco palabras japonesas (a) seiri (separar); (b) seiton (ordenar); (c) seiso (limpiar); (d) seiketsu (estandarización) y (e) shitsuke (disciplina), que resumen los cinco pasos a seguir para implantar esta metodología.

Cualquier empresa que introduzca las 5S es probable que encuentre varias clases de resistencias, bien en el personal de la planta o en el de las oficinas. Hirano (1997) agrupó tales resistencias en los doce tipos mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2.

Tipos de Resistencia a las 5S

Resistencia # 1	¿Qué hay de realmente importante en la Organización y el Orden?
Resistencia # 2	¿Por qué yo, el presidente, debo dirigir las 5S?
Resistencia # 3	¿Por qué limpiar cuando pronto se ensuciará de nuevo?
Resistencia # 4	La implantación de la Organización y el Orden no aumentará la producción
Resistencia # 5	¿Por qué preocuparnos de asuntos tan triviales?
Resistencia # 6	Todo eso ya lo tenemos en práctica
Resistencia # 7	Ya sé que mi sistema de archivo es un caos, pero sé cómo trabajar con él.
Resistencia # 8	Hace ya 20 años que implantamos las 5S
Resistencia # 9	Las 5S y mejoras relacionadas son sólo para las fábricas
Resistencia # 10	Estamos demasiado ocupados para gastar tiempo en Organización y Orden
Resistencia # 11	¿Por qué tiene que decirme otro lo que tengo que hacer?
Resistencia # 12	No necesitamos las 5S. estamos ganando dinero, de modo que déjenos hacer nuestro trabajo del modo que deseamos hacerlo

Nota. 5 Pilares de la Fábrica Visual: La fuente para la implantación de las 5S (p. 13), de Hirano, Hiroyuki, 1997, TGP Hoshin S.L.

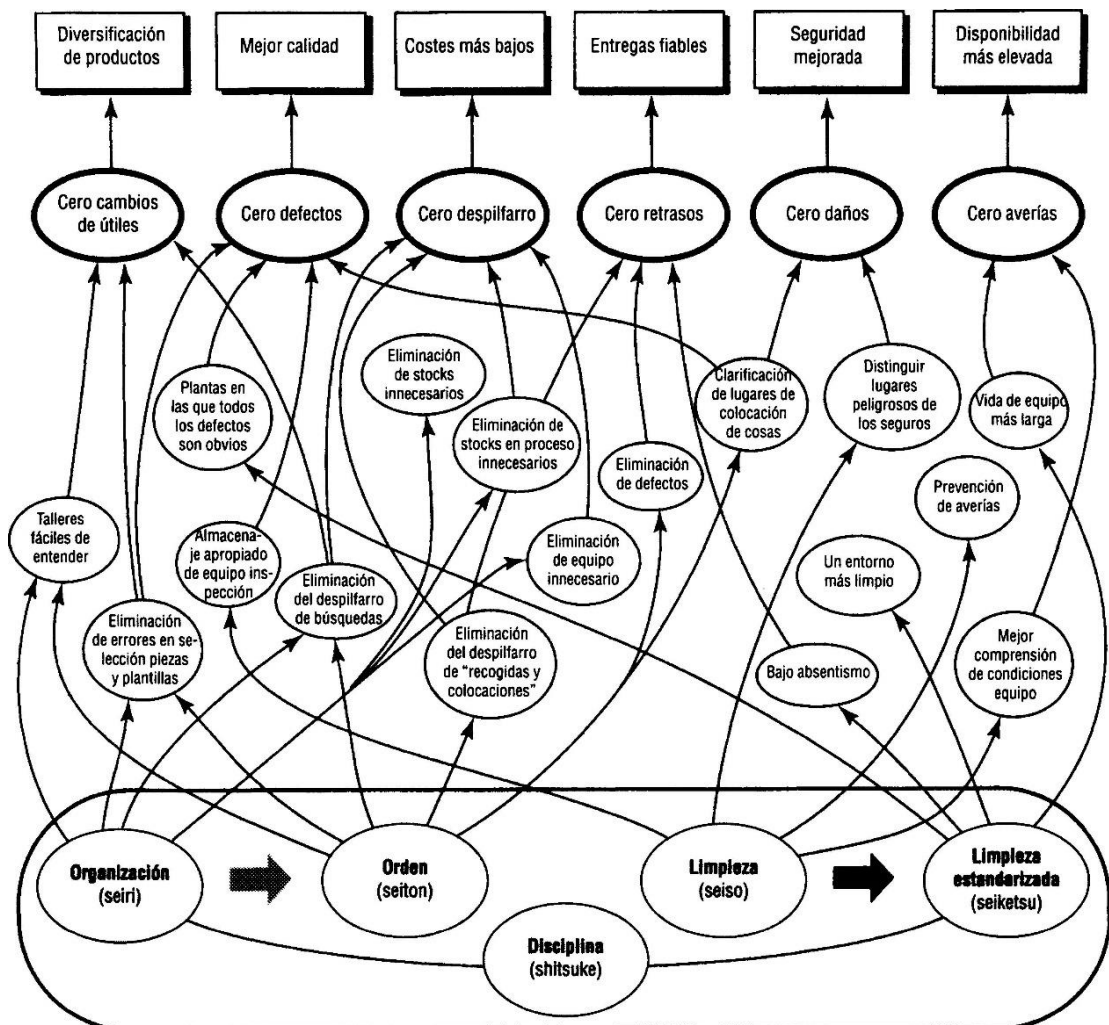
Debe entenderse que las cinco S son una metodología cuyo objetivo se centra en la mejora de las condiciones del puesto de trabajo y a su vez es la columna vertebral que sostiene sistemas y técnicas más complejas. Su uso proporciona a la empresa:

1. Optimización de la calidad y mejora del sistema de seguridad.
2. Reducción de los desperfectos. La aplicación del sistema implica el primer paso de implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).
3. Reducción de los tiempos de cambio porque se obvia el paso de búsqueda y desplazamiento en el uso de las herramientas. La tecnificación de preparación de maquinaria es un aliciente al programa, puesto que se elimina el sistema de preparación rápida antes concebido.
4. Reducción de los tiempos de los operarios y optimización de la disposición de su material de trabajo y herramientas.

En esa misma línea, Hirano (1997) refiere que el establecimiento de las 5S genera una serie de beneficios de manera directa e indirecta. Los mismos que pueden ser observados en la Figura 7.

Por otra parte, Madariaga (2013) describió de forma clara los pasos que deben llevarse a cabo para poner en marcha en un área piloto la aplicación de las 5S:

Figura 7. Beneficios de las 5's.



Nota. 5 Pilares de la Fábrica Visual: La fuente para la implantación de las 5S (p. 19), de Hirano, Hiroyuki, 1997, TGP Hoshin S.L.

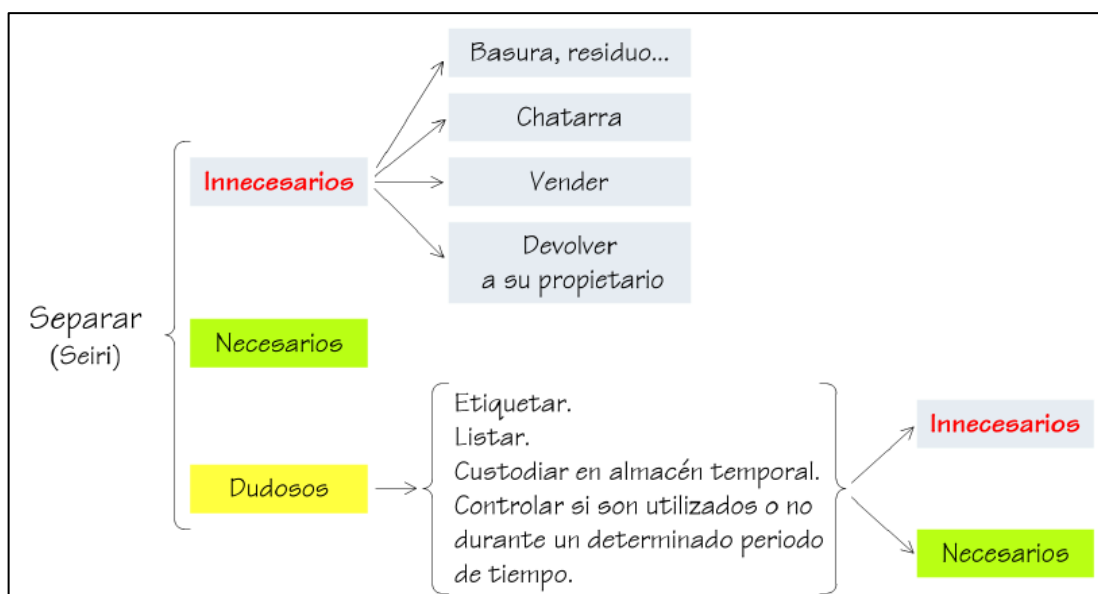
1. SEIRI – Separar. Este es el primer paso. Aquí se separan los elementos de trabajo en dos categorías: (a) necesarios y (b) innecesarios. Este último comprende a todos aquellos materiales que no serán usados ni a corto ni a mediano plazo dentro de las actividades productivas. Esto se lleva a cabo porque los elementos contemplados en este concepto

no van a la par con los necesarios y terminan convirtiéndose en fuentes variables dentro del trabajo. Así, se realiza una separación y se retira todo ello del puesto de trabajo. Si algún objeto generase duda será clasificado y puesto en almacenes temporales. Es necesario que transcurra un tiempo determinado para que posteriormente sea categorizado. Este proceso puede verse en la Figura 8.

2. SEITON – Ordenar. En el primer paso se identificaron los elementos innecesarios. Entonces, en este punto se ubicarán e identificarán los elementos necesarios bajo el concepto de que quien los use; es decir, el operario, los encuentre, use y reponga con comodidad. Este proceso consta de tres caminos: (a) se definen las ubicaciones de los elementos necesarios; cada objeto en su respectivo sitio. La disposición de estos será ergonómica y dependiendo del uso serán colocados cercanos al lugar de trabajo; (b) las ubicaciones serán identificadas por símbolos y referentes. Finalmente, (c) se realiza una identificación vertical. es decir, en paredes; horizontal en el suelo; y micro, señalética de símbolos en estantes. En resumen, el desorden genera fuentes de variación y por ende de pérdida; pero el orden simplifica búsqueda, lo que se traduce a eliminación del despilfarro.
3. SEISO – Limpiar. La llegada a este punto implica que ya tenemos ordenados, codificados y hasta almacenados tanto los elementos necesarios como innecesarios. Entonces se llevan a cabo las siguientes tareas: (a) eliminación de todos aquellos puntos sucios o con fugas; (b) salvar cualquier desecho con el fin de evitar caída de

materiales y evitar dispersión de suciedad; (c) accesibilidad a lugares complejos de limpieza; (d) corregir las improvisaciones y ejecutarlas de acuerdo a protocolo; (e) remplazo de todos los materiales dañados y (f) implementación de los procedimientos de limpieza. La suciedad en un puesto de trabajo genera deterioro y dificulta la observación de irregularidades, además de generar el deterioro de objetos y componentes. Por ello, la tercera S contribuye de manera directa a la disminución de problemas. Por último, la limpieza como concepto es parte de las tareas de cualquier trabajador productivo del TPM.

Figura 8. Separación de elementos innecesarios y necesarios.



Nota. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos (p. 37), de Madariaga Neto, Francisco, 2013, TGP Hoshin S.L.

4. SEIKETSU – Estandarización. En el cuarto paso se ponen de manifiesto los estándares. Estos se relacionan con una comparación hacia un referente, el mismo que debe ser claro y simple para ser controlado con facilidad, de manera que, ante cualquier situación extraña, esta sea identificada con rapidez. La aplicación de la estandarización implica: (a) demarcación de la funcionalidad de las zonas con colores verdes y rojos sobre los instrumentos de la fábrica; (b) delimitación de los niveles de aceite; (c) identificación de puntos de llenado de los líquidos de la máquina, tales como aceites y lubricantes empleados; (d) descripción del sentido de los fluidos en las tuberías señalados con colores; (e) identificación de las llaves de paso, si estas están abiertas o cerradas; (f) marcación de las cantidades mínimas y máximas para ejercer el control sobre los stocks de lo consumido en el puesto de trabajo y (g) sustitución de estructuras metálicas por recubrimientos transparentes para la inspección de los elementos internos. La aplicación de la cuarta S implica que se cumplan los primeros tres conceptos bajo el método adecuado y solo cuando se haya ejecutado podrá darse paso a la estandarización para asegurar su correcta aplicación.
5. SHITSUKE – Disciplina. La aplicación de la normativa requiere que se mantengan en el tiempo y el espacio todos los parámetros establecidos en los cuatro pasos anteriores. Por ello, en esta fase se requiere de auditorías periódicas y acciones correctoras que conlleven a alcanzar y mantener el nivel de cinco S esperado. En esa línea, implantar las 5S

en un área implica el uso de un panel de gestión donde cada número de S mostrará una línea de desarrollo donde se defina, ejemplifique y enliste acciones realizadas o por realizar con indicadores de desempeño. Solo después de instauradas las 5S y luego de asegurar resultados en el tiempo y el espacio es posible el retiro del panel de gestión. Ello no implica que se dejen de realizar las auditorías periódicas y el mantenimiento de indicadores de evolución de las cinco S.

Por último, es necesario considerar que implantar y mantener las 5S no siempre termina en éxito, esto se debe, en muchos casos, a la falta de rigor en su aplicación por parte de dirección. También es necesario entender que, si no se alcanza ni se mantiene el nivel correcto de las 5S será casi imposible aplicar el Lean Manufacturing.

2.5. SMED. LA PREPARACIÓN RÁPIDA DE LAS MÁQUINAS.

La aplicación de las técnicas “SMED” han generado cambios muy aceleradas de producto, cuyo concepto fue desarrollado por Shigeo Shingo. La historia dice que el primer encuentro se dio en la primavera del año 1950 cuando Shingo investigó la mejora de eficiencia en la planta de Toyo Kogyo's Mazda (empresa de fabricación de automóviles). Shingo solicitó una inspección directa de un análisis de producción de una semana de duración. El administrador de la sección se resistió a esta porque conceptuaba que se trataba de una pérdida de tiempo. No obstante, al tercer día del análisis se llevó a cabo un cambio de un troquel de una prensa de 800 toneladas donde

su operador necesitaba de un perno y tardó una hora en concluir que no lo iba a encontrar; además, en su tesón por dar solución al problema, se lo quitó a otro molde y lo cortó a la medida; lo que generó que esta pieza esté faltante en el molde al que se lo había quitado. Entonces, en medio de ese proceso, del operador buscando resolver el problema del perno, Shingo llegó a la conclusión de que las operaciones de cambio en una se componen por dos puntos fundamentales:

1. IEDs (Internal Exchange of Die = Cambios Internos). Montaje y desmontaje de matrices, los mismos que solo pueden llevarse a cabo cuando una máquina está detenida.
2. OEDs (External Exchange of Die = Cambios Externos). Forma de transporte de matrices antiguas al almacén o traslado de nuevas matrices hacia la máquina, operación que puede darse mientras esta se encuentra en uso.

Shingo, (1990) conceptúa SMED a partir de la comprensión de que preparar los pernos era una mera operación externa. Por ello, después de la experiencia del perno se da cuenta que no se puede detener maquinaria pesada por un hecho insignificante. Así establece un procedimiento de preparación externa, en el que se pueda verificar que los pernos estén listos para la siguiente operación. Todas estas acciones elevaron la eficiencia del procedimiento en un 50%.

El segundo momento de SMED se da cuando a Shingo le proponen llevar a cabo un estudio en la industria de astilleros de Hiroshima. Realiza un análisis de la producción y advierte que marcar el centro y dimensionar la cama de la

máquina de un rectificador se realizaba en esa misma mesa. Entonces considera la instalación de una segunda mesa para realizar este proceso por separado y reducir el tiempo de cambio. Tiempo después observó que la productividad incrementó en un 40% y con ello concluyó que el concepto de SMED se hubiese perfeccionado solo si hubiese advertido la importancia de conversión de una preparación interna en otra externa.

El tercer momento se produce en 1969 cuando Shingo visita la planta de Toyota Motor Co. Aquí observa que un cambio de prensa de 4 toneladas demoraba cuatro horas; no obstante, la compañía Volkswagen en Alemania llevaba a cabo estos cambios en dos horas. Advierte entonces que debía cambiar el concepto diferenciando entre tiempos internos y externos. Así, luego de seis meses mejora los dos tipos de tiempos y reduce el tiempo de cambio a 90 minutos. Posteriormente el reto se centró en disminuir aún más los tiempos y se fijaron a tres minutos, labor que un principio pareció imposible. Allí es donde Shingo idea la conversión de tiempos internos en tiempos externos; enlista ocho técnicas de disminución de tiempo a tres minutos luego de tres meses de grandes esfuerzos.

Para concluir, en el supuesto que todos los cambios antes mencionados puedan llevarse a cabo en menos de 10 minutos, la acción en sí fue denominada por Shingo como Single Minute Exchange of Die (SMED). El desarrolló del concepto de SMED tomó 19 años en desarrollarse. Fue la culminación de su visita profunda en la práctica y los aspectos teóricos de mejora en los cambios. Los toques finales se dieron por el requerimiento de Toyota Motor Co de reducir el tiempo de cambio en una prensa de 1000

toneladas de 4 horas a 90 minutos. (Shingo, 1990).

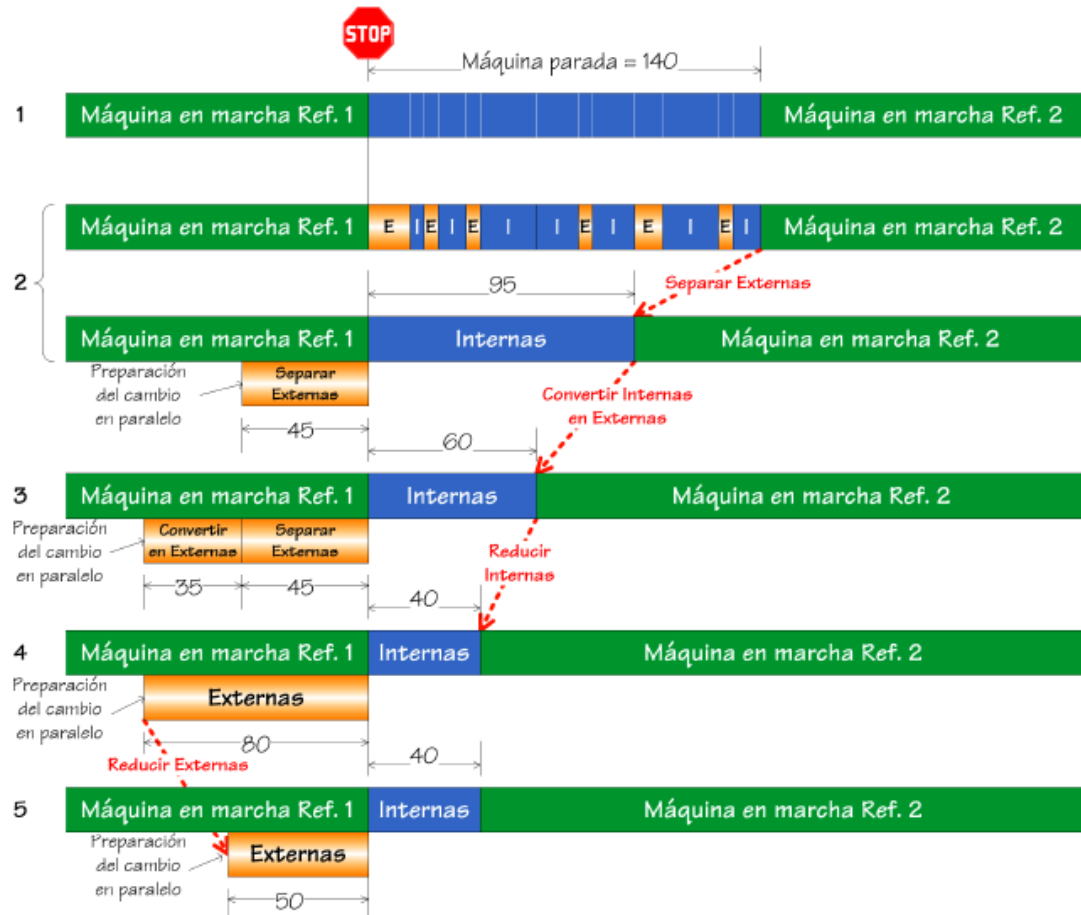
En la Figura 9 se representa un esquema con los pasos de la metodología SMED. En esa línea, Madariaga (2013) menciona todas las etapas fundamentales para la implantación de las técnicas con este enfoque a partir de la siguiente secuencia.

1. Primero se debe observar y descomponer el cambio en operaciones:
 - (a) formación de equipos de trabajo multidisciplinares donde participe el personal de producción, ingeniería de procesos y mantenimiento;
 - (b) registrar a través de filmaciones los cambio de la “Referencia 1” a la “Referencia 2” en la máquina seleccionada;
 - (c) poder visualizar el cambio y finalmente
 - (d) operacionalizar el cambio a través de una descomposición.
2. Separar las operaciones en “externas” e “internas”:
 - (a) identificación como “externas” aquellas operaciones que pueden realizarse con la máquina en marcha, mientras se procesa la referencia saliente;
 - (b) identificación de “internas” a aquellas operaciones que deben realizarse con la máquina parada;
 - (c) a través de acciones organizativas, llevar a cabo en simultáneo con la máquina en marcha las operaciones que son identificadas como externas, tal como acopiamiento de documentación y piezas de la referencia entrante, acercamiento del utillaje de la referencia entrante, limpieza del utillaje entrante e inspección del buen estado de los elementos necesarios para el cambio. Finalmente,
 - (d) operaciones externas como las que pueden realizarse con la máquina en marcha, después de hacer el

cambio, mientras se procesa la nueva referencia, tal como devolver a la estantería el utillaje saliente.

3.

Figura 9. Metodología SMED.



Nota. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos (p. 138), de Madariaga Neto, Francisco, 2013, TGP Bubok.

4. Conversión de operaciones internas en externas. Para este proceso es necesario modificar el diseño del utillaje, herramientas y la adquisición de nuevos medios físicos. Por ejemplo, tenemos tres procesos, tales como (a) precalentamiento de moldes de inyección; pre-montaje y pre-

reglaje de herramientas de mecanizado; y (c) pre-posicionamiento del utillaje en altura como se ve en la Figura 10.

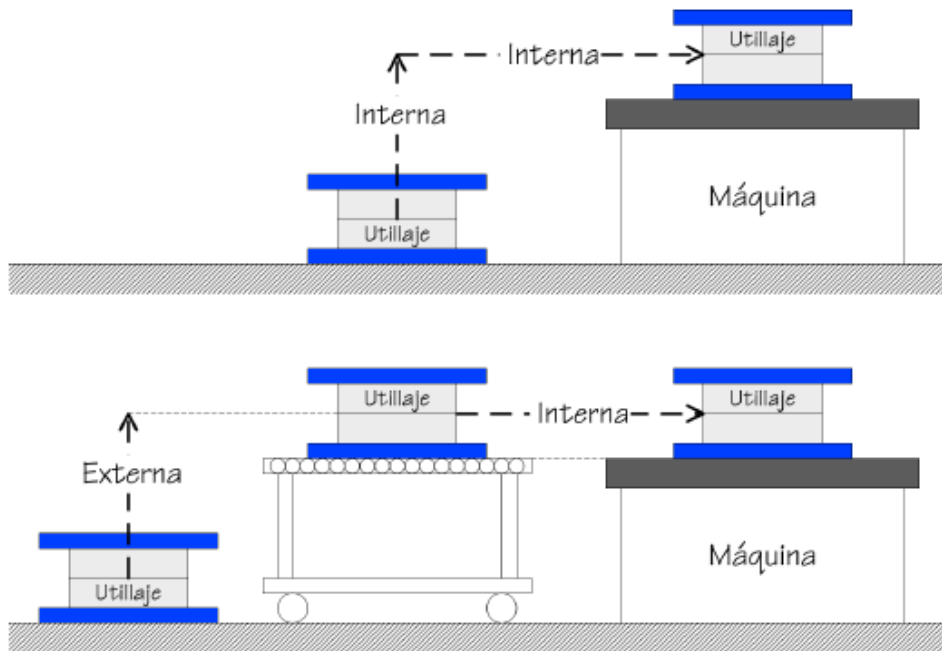
5. Sincronización de ambas preparaciones. Es necesaria optimizar:

La reducción de las operaciones internas. Aquí se actúa sobre los ajustes, los elementos de fijación, los desplazamientos del operario y el trabajo en paralelo. **Ajustes:** eliminación de ajustes a través de estandarizaciones y también de estandarización de alturas, recorridos, forma y dimensiones de los utillajes. Ver Figura 11. **Elementos de fijación:** (a) estandarización y disminución del número de elementos de fijación: tornillos, tuercas; (b) mejoramiento de los elementos de fijación para no tener que soltar completamente los tornillos/tuercas y que sea suficiente con aflojarlos media vuelta y (c) sustitución de tornillos y tuercas por bridas manuales, neumáticas o hidráulicas.

Desplazamientos del operario: (a) posicionamiento de los elementos necesarios para el cambio junto a los puntos de uso, y tanto más próximos cuanto mayor sea su frecuencia de uso; (b) confección y diagramación de los desplazamientos del operario durante el cambio, analizarlo y eliminar aquellos que sean innecesarios. Por ejemplo, en la Figura 12 se han eliminado los desplazamientos de retorno al banco de trabajo, ya sea posicionando los elementos necesarios para el cambio junto a los puntos de uso o bien transportándolos el operario mediante un carrito adecuado;

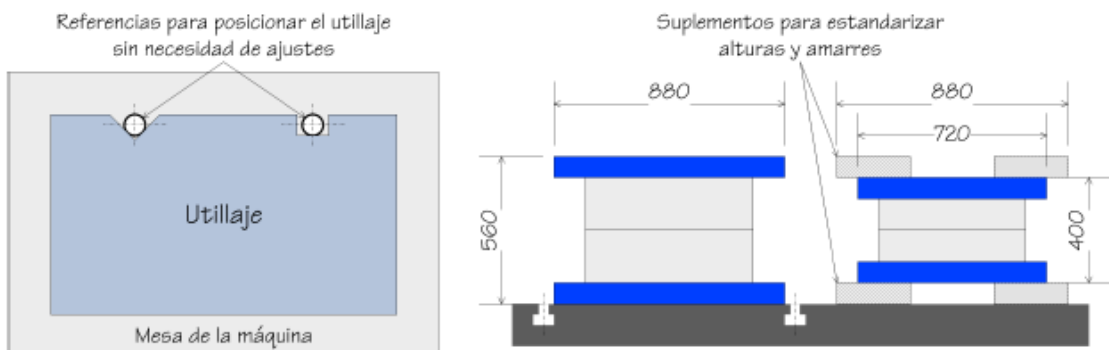
Trabajo en paralelo: Realizar el cambio entre dos o más personas trabajando en paralelo.

Figura 10. Convertir internas en externas



Nota. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos (p. 140), de Madariaga Neto, Francisco, 2013, Bubok.

Figura 11. Eliminar ajustes



Nota. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos (p. 140), de Madariaga Neto, Francisco, 2013, Bubok.

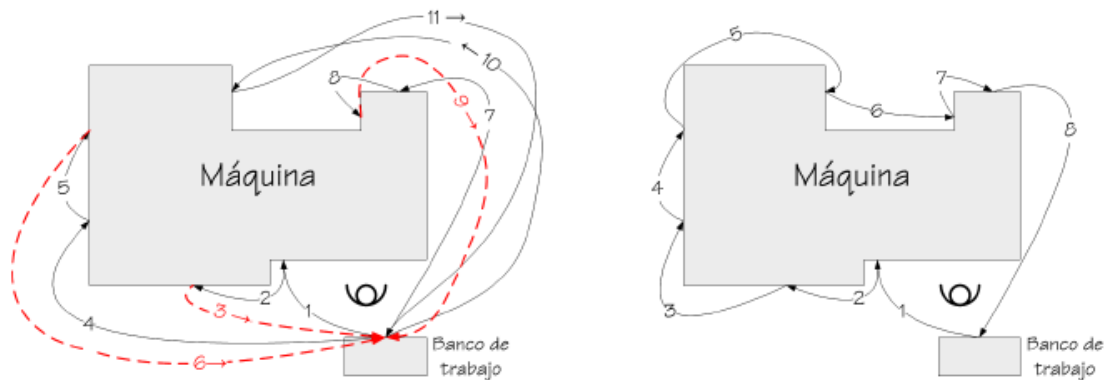
La reducción de las operaciones externas. La reducción de los tiempos que el operario dedica a la preparación externa en actuación sobre búsquedas, desplazamientos y esperas: (a) Eliminar las búsquedas; es decir, organizar el puesto de trabajo (primera S) mediante la eliminación de los elementos innecesarios; (b) ordenamiento del puesto de trabajo (segunda S) mediante la identificación de los elementos necesarios. Minimizar los desplazamientos a través del almacenamiento de los utillajes en la proximidad de la máquina. Eliminar los tiempos de espera por medio de la sustitución de los medios de manipulación generales (grúas, carretillas, etc.) por carritos específicos para manipular y transportar los utillajes.

Finalmente, se procede con la estandarización del cambio y para ello es necesario realizar una documentación del nuevo método de cambio; formar a los operarios sobre el nuevo método de cambio; y llevar a cabo el cambio de acuerdo al nuevo procedimiento y filmarlo de nuevo.

Por último, de acuerdo a Cuatrecasas (2011), en la actualidad, la aplicación de las técnicas de cambio rápido de utillajes se encuentra extendidas por el mundo entero y como tal, su aplicación ha traído ventajas relevantes a los procedimientos de producción. Entre ellos tenemos:

1. Programación de fabricaciones que combinan pequeñas cantidades de diferentes productos sin gastos excesivos.
2. Aumento de la tasa de utilización y por ende rendimiento de la maquinaria.

Figura 12. Reducción de los desplazamientos del operario



Nota. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos (p. 142), de Madariaga Neto, Francisco, 2013, Bubok.

3. Simplificación y automatización con reducción de operaciones de cambio de línea y uso de personal menos calificado.
4. Realización de cambios en el programa de producción e intercambio de trabajos con mayor rapidez.
5. Obtención de respuestas más rápido del sistema, relacionado a información sobre de problemas generados durante la preparación o ejecución posterior de trabajo en máquina, identificando posibles defectos y por ende acciones correctivas rápidas.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LA EMPRESA

3.1. HISTORIA DE LA EMPRESA

PROMETESA S.A. fue fundada en 1982, es una de las empresas industrial líder en sistemas de construcción en acero en el Perú. Las soluciones constructivas de PROMETESA se dirigen a todos los sectores económicos, entre los cuales destacan (a) el minero, (b) comercial, (c) agroindustria, (d) pesca y (e) industrial. La innovación es una importante fortaleza que la distingue y permite mantener la posición de liderazgo de PROMETESA a lo largo de los años. Por ello, desde su creación, se ha caracterizado por introducir nuevas tecnologías y sistemas de edificación en el mercado peruano, los cuales han permitido ir mejorando el estándar de la construcción nacional. A lo largo de sus 40 años de historia, PROMETESA ha trabajado posicionando las principales familias de productos, como tubos y perfiles de acero, paneles metálicos con y sin aislamiento, como el referente del mercado, con lo que ha logrado en cada una de estas categorías, posiciones de sólido liderazgo.

La propuesta de PROMETESA está presente en diversos rubros, donde se ha reemplazado el uso del cemento por productos más modernos que

favorecen trabajar sobre estructuras de acero de una manera más rápida, segura y con mejor desempeño, además de permitir aislar ruidos y controlar las temperaturas de los ambientes de las edificaciones, entre muchas otras nuevas tecnologías aplicadas y muy ventajosas. Antes de la creación de PROMETESA el sector construcción en el Perú se limitaba a utilizar ladrillo y cemento.

A partir del inicio de sus operaciones, la empresa marca un punto de quiebre introduciendo nuevos sistemas de construcción en muros y fachadas, en coberturas y revestimientos, entre otras, que modernizan las construcciones en el país. Estas tecnologías gradualmente se han introducido a la vida diaria, permitiendo construir en forma rápida y segura, al facilitar la funcionalidad de instalaciones y ahorrar costos en construcción y energía en todos los sectores económicos. Entre sus principales clientes destacan supermercados, centros comerciales, estaciones de servicio, edificios corporativos, campamentos mineros, viviendas, colegios, entre otros.

3.2. MISIÓN

Ofrecer soluciones no tradicionales del sistema de construcción en Acero a la medida de las necesidades del cliente.

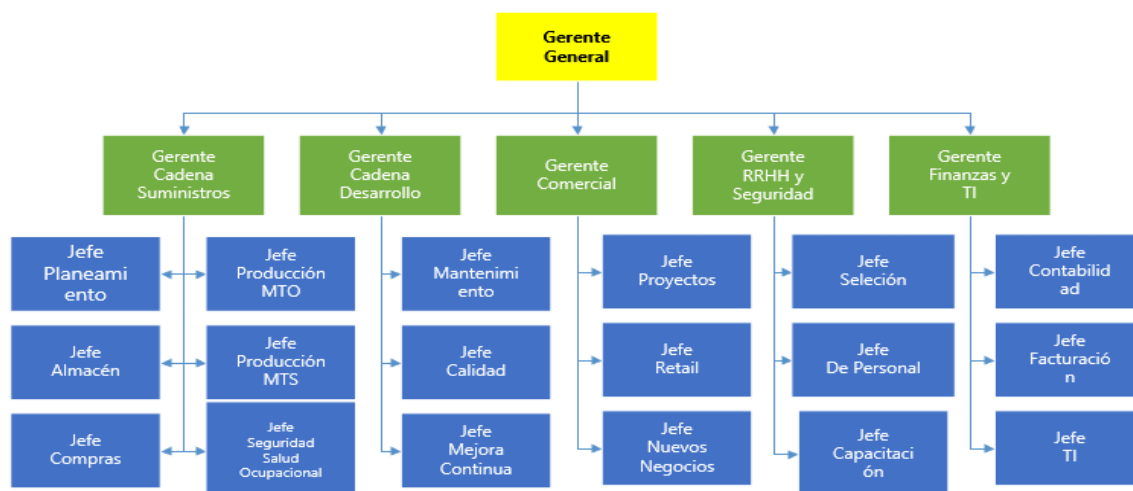
3.3. VISIÓN

Ser reconocida como la empresa líder del Perú comprometida con sus requerimientos mediante la búsqueda continua de soluciones constructivas e innovadoras para brindar un alto valor a sus clientes.

3.4. ORGANIZACIÓN

La empresa PROMETESA se encuentra organizada tal como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Organigrama de PROMETESA



Nota. La Empresa. Elaboración propia

3.5. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

En la actualidad, la empresa cuenta en la Producción MTO con más de 14 diferentes líneas de producción y tiene un universo de 3,000 productos, tal como se muestra en Tabla 3.

3.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN MTO

La empresa cuenta con una planta industrial que tiene una capacidad de procesar 150 mil toneladas al año de bobinas de acero, con las que se elaboran diversos productos como los mencionados en líneas anteriores. Estos productos tienen tanto un uso funcional, por su valor de durabilidad

(protección anticorrosiva) como belleza arquitectónica, ofreciendo un producto personalizado que llega a ser la imagen corporativa del cliente

Tabla 3.

Líneas de Producto PROMETESA

Líneas de producción	de Descripción
Paneles metálicos	Coberturas, muros y fachadas metálicos de acero Aluzinc
Paneles aislantes	Coberturas, muros y fachadas metálicos de acero Aluzinc con aislamiento de poliuretano o poliestireno. Incluye sistema MBI (lana de vidrio c/foil polipropileno)
Componentes estructurales	Tubos y perfiles estructurales de acero LAC.
Planchas y bobinas	Planchas lisas y bobinas de acero, Aluzinc prepintado.

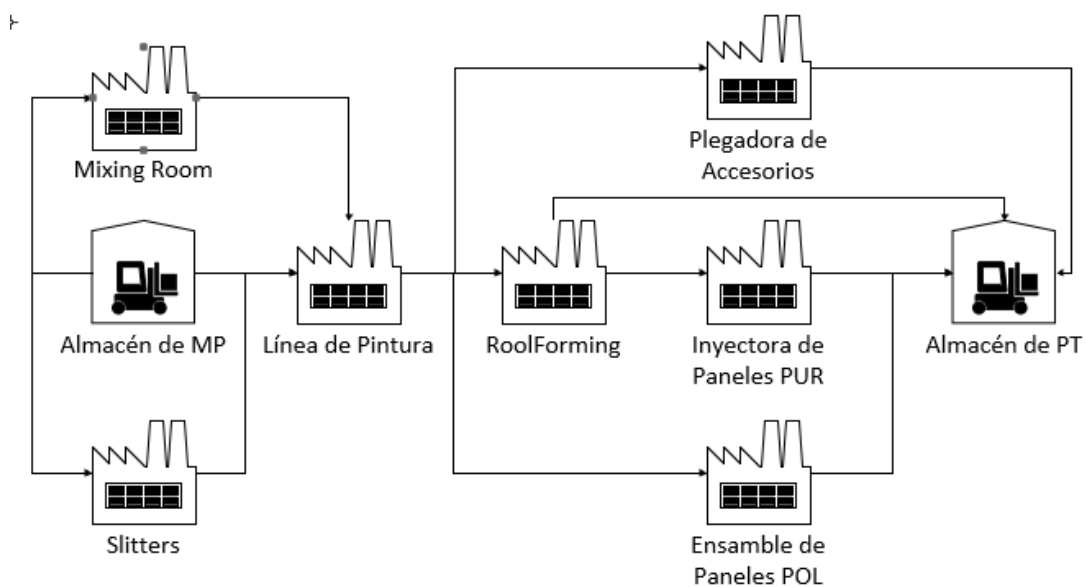
Nota. La Empresa. Elaboración propia

La producción MTO fabrica todos los elementos utilizados en la construcción de una nave o almacén como las estructuras metálicas como las columnas y viguetas, las cubiertas metálicas para los techos o coberturas, los cerramientos metálicos para las fachadas, y los correspondientes elementos de accesorios o fijación. En la Figura 14 se observa el diagrama de procesos

que integra los distintos productos que son utilizados en este sistema constructivo no tradicional.

Entonces, la producción MTO se encarga de fabricar paneles de acero que tienen diferentes características como forma, color, espesor, tamaño, aislamiento, termicidad y luminosidad. En algunos casos se especifica inclusive propiedades únicas como el sistema antibacterial.

Figura 14. Diagrama de las Líneas de Producción MTO



Nota. La Empresa. Elaboración propia

CAPITULO IV

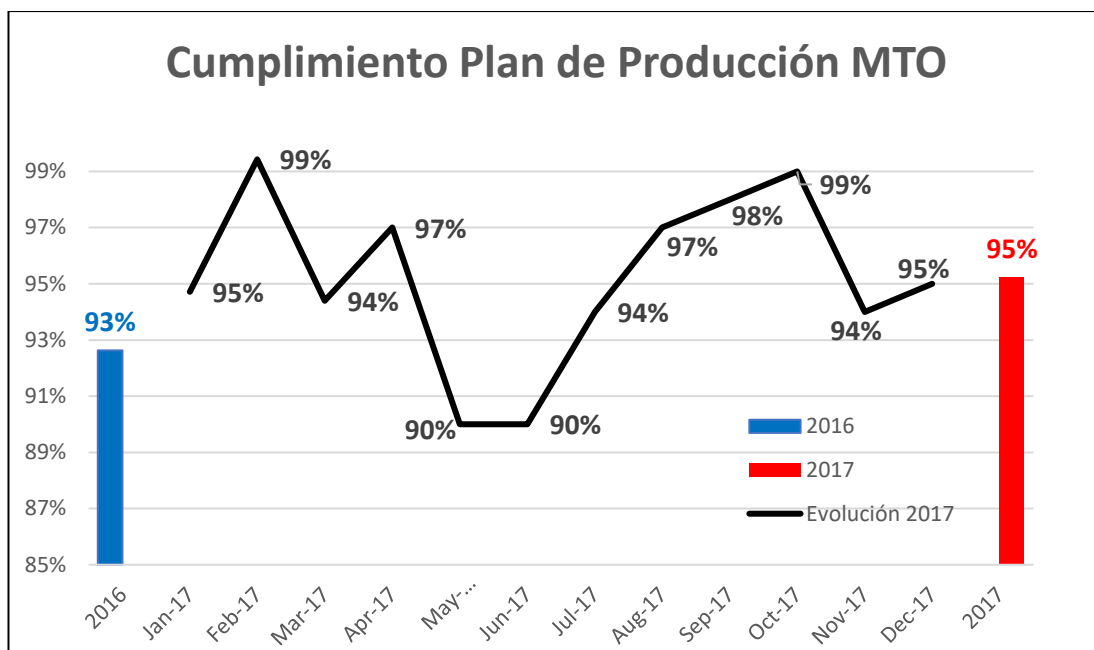
IMPLEMENTACION DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

4.1. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA

La producción MTO tenía como principal indicador el “cumplimiento del plan de producción”, el cual se calculaba como un porcentaje de los pedidos cumplidos tanto en fecha como en cantidad del total de pedidos programados en el mes. En el año 2016 se obtuvo un 93% de cumplimiento de pedidos, mientras que al cierre del 2017 se obtuvo un 95%, cuya evolución mensual se muestra en la siguiente Figura 15.

Todavía había una brecha significativa por cerrar, dado el gran impacto que causaba el incumplimiento de los pedidos. La gerencia de producción determinó que el objetivo debería ser como mínimo un 98% y mantenerlo en tiempo. El tiempo de atención de un pedido estaba en promedio en 15 días desde que se programaba la orden de fabricación hasta que se despachaba el pedido al cliente. El reto era reducir el tiempo de entrega en un 50% en el mediano plazo. Además, se tenían resultados de una gestión de la producción con diversas oportunidades de mejora. Los indicadores reflejaban los siguientes resultados del tablero tal como se muestra en Tabla 4.

Figura 15. Indicador de Cumplimiento del Plan de Producción



Nota. La Empresa. Elaboración propia

4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS Y CAUSA-RAÍZ

Luego de haber entendido los procesos e identificado los principales defectos o problemas se procede a realizar el análisis de causa-raíz para proceder a identificar las probables herramientas de solución. Como el principal problema de la manufactura estaba relacionado con “mejorar la satisfacción del cliente” se realiza el diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa para el incumplimiento del plan de producción, tal como se observa en la Figura 16. En este análisis se ha definido utilizar las categorías relacionadas con las “5M” conocidas como: maquinaria, materiales, mano de obra, métodos y medio ambiente; adicionalmente se ha incluido la categoría “Comercial” por existir diversas causas relacionadas con el proceso anterior al de “manufactura y planeamiento”, que por la naturaleza del negocio MTO influyen directamente en el incumplimiento del plan de producción.

Tabla 4.

Indicadores Claves de la Gestión de Producción

TABLERO DE INDICADORES			
Objetivo	Indicador de Gestión	Descripción	2017
Mejorar la satisfacción del cliente	Cumplimiento Plan de Producción	Número OF's a tiempo / (Total de OF's)	95%
		ACERO: + Slitter TM Merma / TM Input	2.30%
Optimizar los Costos	Mermas (%)	PUR/PIR: KRAUSS Kilos Merma (Real - Estándar) / Kilos Consumidos	5.82%
		Línea de Pintura (acero)	Ref. 6.3%
	Costo Producción	Costo Directo Fabricación (Soles) / ton producido (No se considera MP y alquiler)	Ref. 1428
	Productividad Mano Obra	Horas Hombre / Toneladas Producidas	8.45
	Nivel de Inventario "Lento Movimiento"	Stock Flejes LM / Stock Total de Flejes	Ref. 35%
Incrementar la seguridad de las Operaciones	Seguridad	N° de Accidentes Incapacitantes	Ref. 25
Aseguramiento de la Calidad	Calidad	Disminuir el número de productos no conformes por hallazgos y devoluciones % Ton PNC (Hallazgos)/Ton Fabricadas	Ref. 0.01%

Nota. La Empresa. Elaboración propia

4.3. RELACIONAR PROBLEMAS CON LOS DESPERDICIOS

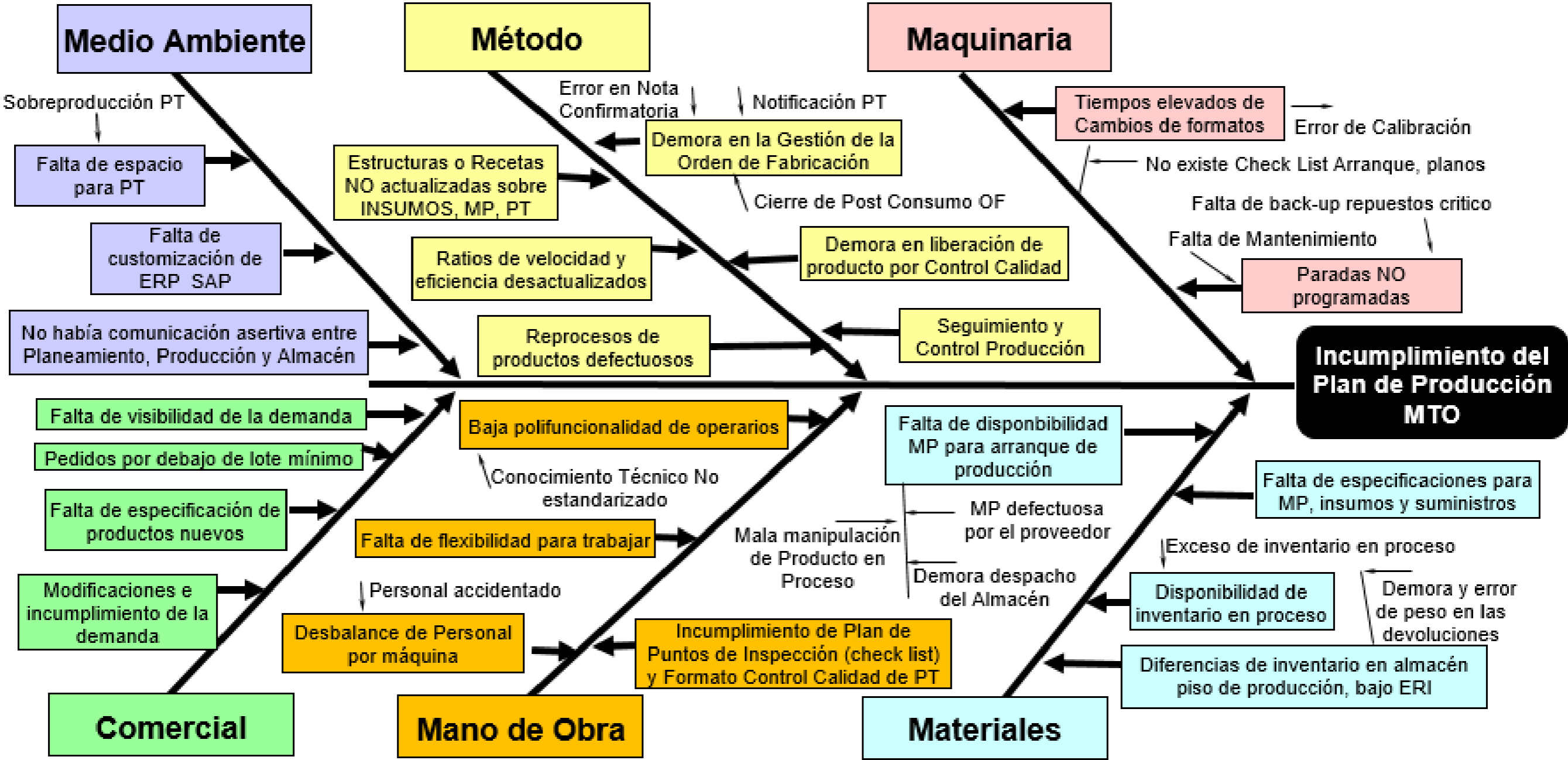
En el diagrama de causa-efecto se observan diversas causa-raíces en cada una de las categorías, las cuales se ordenaron y correlacionaron con las siete categorías de MUDAS o “desperdicios” definidas como toda aquella actividad que no agrega valor, tal como se observa en la Tabla 5.

4.4. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN

Una vez identificados como se relacionan las causas-raíces con las categorías de la MUDA, se propone las herramientas o metodologías que mediante su implementación contribuyen a la solución del principal problema definido como “Incumplimiento del Plan de Producción”, los cuales se verán reflejados en los distintos indicadores de gestión clave relacionados con las variables que generan la competitividad en la empresa conocidas como “tiempo de entrega, calidad y costos”.

La propuesta que sería la guía a seguir para la implementación de cada una de las herramientas, es la que muestra en la Tabla 6. Asimismo, es importante mencionar que antes de la implementación de cada una de las herramientas es importante insertar en el personal un “**cambio de mentalidad**” que permita gestionar de manera positiva la resistencia al cambio que aparece de forma natural cuando se inicia con una nueva forma de trabajar. La importancia radica, porque sin las personas no se podría

Figura 16. Análisis Causa-Raíz del incumplimiento del Plan de Producción



Nota. La Empresa. Elaboración propia

operar los procesos de trabajo y la organización no alcanzaría el éxito a largo plazo; cada una de las acciones necesarias para la implementación de las herramientas dependen de las capacidades y las motivaciones de la gente. El cambio de mentalidad inicia con el compromiso o involucramiento de la alta dirección quienes deberán establecer una visión clara, la cual debe ser comunicada de forma efectiva generando un sentido de urgencia ante el problema identificado y el riesgo que asume la empresa sino se hace algo al respecto, evitando así cualquier confusión de la nueva forma de trabajar.

Tabla 5.

Análisis Causa-Raíz del incumplimiento del Plan de Producción

MUDA	Causa - Raíz de Ishikawa
Transporte	Falta de disponibilidad MP, PP
Espera	Elevados Cambios de Formatos
	Paradas No Programadas
Inventario	Exceso de inventario en proceso
	Inventario en "Lento Movimiento"
Defectos	Incumplimiento PPI y FCPT
	Demora en Liberación producto
Sobre-Producción	Baja polifuncionalidad
	Falta de espacio de PT
Sobre-Procesamiento	Incumplimiento Demanda
	Estructuras desactualizadas
	Ratios de Velocidad desactualizado
Movimiento	Falta de flexibilidad operarios
	Demora en gestión OF
	Diferencias Piso Producción (ERI)
	Falta de customización de ERP SAP

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Tabla 6.

Relación Muda, Causa-Raíz y Herramienta

MUDA	Causa - Raíz de Ishikawa	Herramienta Manufactura Esbelta	
Transporte	Falta de disponibilidad MP, PP	Sistema 5's	Kaizen (mejoras enfocadas)
Espera	Elevados Cambios de Formatos		SMED / Kaizen
	Paradas No Programadas		Mantenimiento Autónomo
Inventario	Exceso de inventario en proceso		Kaizen (mejoras enfocadas)
	Inventario en "Lento Movimiento"		Kaizen (mejoras enfocadas)
Defectos	Incumplimiento PPI y FCPT		Estandarización
	Demora en Liberación producto		Estandarización
	Baja polifuncionalidad		Shojinka
Sobre-Producción	Falta de espacio de PT		Control Visual
	Incumplimiento Demanda		Estandarización
Sobre-Procesamiento	Estructuras desactualizadas		Kaizen (mejoras enfocadas)
	Ratios de Velocidad desactualizado		Kaizen (mejoras enfocadas)
	Falta de flexibilidad operarios		Shojinka
Movimiento	Demora en gestión OF		Estandarización
	Diferencias Piso Producción (ERI)		Estandarización
	Falta de customización de ERP SAP	Estandarización	

Nota. La Empresa. Elaboración propia

A continuación, hay que planificar el cambio de paradigma del personal en general para evitar un falso comienzo y por el contrario aprovechar sus mejores destrezas, habilidades y conductas. Para esto, se creará un equipo guía formado por individuos influyentes y responsables que actualmente ocupan el cargo de "supervisores de producción" y los "líderes de línea de

producción”. Con el compromiso y buen liderazgo de ellos se minimizará la resistencia al cambio, rechazo de algunas personas con actitud negativa o por el contrario se transmitirá confianza para aquellas personas neutrales que pasarán a tener una actitud positiva en la implementación.

Adicionalmente, con la participación de estos “Líderes de Línea de producción” se facilitarán los entrenamientos y reforzará las habilidades del personal para evitar generar ansiedad durante el proceso de cambio. A esto se sumará la creación de todo un plan de incentivos a todo el personal que participa en este cambio de mentalidad y nueva forma de trabajar con el objetivo de evitar el cambio sea lento. Se recompensará el avance y cumplimiento de los programas de mejora con incentivos tipo: Almuerzos, Bonos de Productividad y Reconocimiento en la “Alfombra Roja” de fin de año.

Finalmente, es clave saber cómo se relacionan o cómo se genera la **“interacción de las herramientas”** para cumplir con el objetivo final de incrementar la competitividad de la empresa y por ende generar mayor valor para los accionistas. Si perdemos competitividad es porque hemos reducido nuestra productividad, el cual se ve reflejado en el “incumplimiento del plan de producción”, fundamentado por la existencia de desperdicios que provocan un mayor tiempo total de ciclo para atender una orden. Por lo tanto, hay que aplicar las técnicas y herramientas de forma correcta para asegurar una manufactura esbelta sostenible en el tiempo.

La secuencia correcta sería iniciar con el involucramiento de la alta dirección con respeto y liderazgo para persuadir al personal a hacer Kaizen. A continuación, se tiene que adoptar el Kaizen como una filosofía de trabajo

presente en todo el personal involucrado; cuyo orden para realizar las mejoras sería empezar por el “Kaizen al trabajo manual/individual”, luego pasar por el “Kaizen a las herramientas” de trabajo y por último por el “Kaizen al proceso” llamado también “mejoras enfocadas”. El Kaizen manual es el que está al alcance de los operadores y se enfoca en la creación de estándares, si se tiene estándares entonces se procede a mejorarlos. Luego, en la secuencia se implementaría la “metodología 5´s” que está totalmente relacionado con la introducción al Kaizen y a los estándares. La implementación de esta metodología de orden y limpieza servirá de base para toda aplicación o herramienta de mejora continua.

Después de la 5´s, seguiría la implementación de la herramienta “Control Visual” para identificar los problemas, anomalías y todo tipo de desperdicio que exista en el lugar del trabajo. Esta herramienta se integra con la “facultación de la mano de obra” para tomar decisiones acertadas, mejorar las cosas y lograr los cambios propuestos; que eviten la intervención constante de la supervisión y funcione como sería un sistema nervioso autónomo. Finalmente, se implementaría las herramientas de mayor complejidad como el SMED o el mantenimiento autónomo, los cuales soportarán la viabilidad de los principios JIT (Just in time) al permitir que los procesos de manufactura tengan un flujo regular, constante y ajustado a la demanda. Con esta secuencia se lograría mejorar u optimizar el indicador “cumplimiento del plan de producción” debido a que obtendría el producto correcto, en la cantidad correcta y en el momento correcto.

4.5. IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

4.5.1. SISTEMA 5S

Luego de varios intentos fallidos por mantener una planta ordenada, sumado a los distintos problemas operacionales de producción como los tiempos de espera y demoras, transportes y movimientos innecesarios, errores de producción y una falta de orientación hacia la mejora que generaban el incumplimiento del plan de producción; se tomó la decisión de inaugurar el Programa “Orden y Limpieza” basado esta vez en la metodología japonesa, cuyo objetivo era contribuir con un sistema de trabajo ordenado y limpio como parte habitual de las actividades diarias en Planta, generando un compromiso en el trabajador por mantener los logros y mejorarlos en el tiempo, a fin de laborar en un ambiente adecuado y acorde a una excelente imagen institucional.

Se involucró a la alta dirección con la participación de la Gerencia General y las diferentes gerencias que lideraban las áreas de Cadena de Suministros, Comercial, Recursos Humanos y Finanzas; a quienes se les rendía cuenta de forma mensual sobre el avance del Programa. La participación de ellos fue fundamental para dar el primer paso en este cambio de mentalidad y establecimiento de la nueva forma de trabajar que se quería adoptar. El siguiente paso fue establecer los roles en todos los niveles de la organización tal como se muestra en la Figura 17.

Luego se establecieron los indicadores de medición para ver el progreso de la implementación del programa, basado en el *check list* de

evaluación mostrado en el anexo 1 (Figura 56).

A continuación, se realizó el “Lanzamiento del Sistema 5S” y se procedió con las capacitaciones a todo el personal administrativo y operativo tal como se muestran en la Figura 18.

Figura 17. Roles de Organización Sistema 5´s



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Cabe destacar que como parte del programa fue imprescindible hacer la lotización de la planta, para identificar al responsable o dueño de área quien tendría que responder por el avance del Programa 5S en su lote asignado, incluyendo las áreas comunes. El objetivo es que no exista ninguna área de la planta que no mantenga los principios de orden y limpieza; por esa razón se tuvo la lotización que se muestra en el anexo 3. Siguiendo con la metodología de la 5S se procedió a implementar cada paso de la siguiente forma:

Figura 18. Lanzamiento Sistema 5S y Programa de Capacitación 5S



Participación del gerente en
lanzamiento



Capacitación por jefatura



Entrenamiento a los trabajadores



Entrenamiento a los trabajadores

Nota. La Empresa. Elaboración propia

a) SEIRI – SELECCIONAR.

Se coordinó con la Gerencia de Cadena de Suministros el definir un día para el inicio de este primer paso de “Seleccionar” y se le bautizó como el “Día de la Gran Limpieza”. Todas las áreas sean de operaciones o administrativas iniciaron con la actividad de seleccionar según la metodología. Se identificaron todos aquellos materiales u objetos innecesarios como insumos, suministros, repuestos, equipos, mobiliarios, herramientas, documentos, etc., que se encontraban en su lote respectivo y que no se usaban. Se llevaron hacia una

zona roja o cuarentena, donde debían esperar por espacio de una semana para definir su destino final: traspaso hacia otra área, eliminación al centro de acopio devolución luego de reparación, o almacenamiento separado. Este último aplicaba para ciertos herramientas de producción que se usaban por temporada ya que la demanda del producto era estacional. Una de las áreas más convulsionadas era las zonas comunes de planta como el centro de acopio de chatarra tal como se muestra en la Figura 19.

Figura 19. Centro de Acopio de chatarra, parte de las áreas comunes



Forma de acopiar la Chatarra



Almacén de Chatarra

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Otra de las áreas comunes de planta era el centro de acopio de todos aquellos materiales como retacerías metálicas, mermas o subproductos de producción producto de las calibraciones de máquina, materiales de embalaje o empaque de la materia de prima “bobinas de acero”, depósitos de insumos químicos, parihuelas en desuso, etc. Estas se almacenaban tal como se muestra en la siguiente Figura 20.

Figura 20. Centro de Acopio de otros materiales, parte de las áreas comunes



Nota. La Empresa. Elaboración propia

En la mayoría de las diferentes líneas de producción se encontraron armarios de herramientas repuestos y suministros obsoletos, así como estructuras antiguas en desuso como se observan en la Figura 21.

Figura 21. Armarios de repuestos y suministros obsoletos.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Finalmente, todos los materiales identificados como innecesarios se llevaron hacia la zona roja o cuarentena como se muestra en la Figura 22.

b) SEITON – ORDENAR

Luego de haber cumplido con el primer paso de seleccionar, se procedió a definir “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar” de aquello considerado como necesario en el área respectiva. La ubicación final de cada objeto o material se definió en función a su frecuencia de uso en el proceso de producción, luego se procedió a implementar control visual del sitio de trabajo como se muestra en la Figura 23: siluetas de la ubicación de los equipos, sombras de las superficies consideradas como área de trabajo, rotular con nombres las zonas de trabajo, pintado de líneas peatonales, etc.

Figura 22. Zona roja o zona de cuarentena, luego de ejecutar el paso
Seleccionar



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Este segundo paso no solo se aplicó a las áreas operativas dentro de planta, sino también a las oficinas como la supervisión de producción y calidad; y áreas administrativas como las de planeamiento operaciones, ingeniería y compras. Tal como se muestra en la Figura 24.

c) SEISO – LIMPIAR

Este tercer paso consistió en limpiar continuamente las zonas de trabajo y mantener la planta limpia, para fácilmente identificar y eliminar defectos. Las

áreas de trabajo deberían limpiar constantemente para eliminar el polvo, suciedad, materiales extraños o rebabas que resultaban del proceso de fabricación de los productos terminados. Por ejemplo, durante la manufactura de los paneles aislantes en la “Línea Inyectora de Paneles PUR” se tenían dos aspectos críticos que generaban suciedad y un aspecto desagradable en el lugar de trabajo: la zona de inyección de los paneles y la zona de acabados, tal como se aprecia las imágenes de la Figura 26.

Figura 23. Identificación o control visual de cada equipo, material o zona de trabajo.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Figura 24. Identificación o control visual en áreas administrativas.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Asimismo, no se contaban con materiales de limpieza necesaria y adecuados para la limpieza del área de trabajo, así como la ubicación física de los mismos; tal como se aprecia en la Figura 25.

Figura 25. Falta de herramientas para limpieza en Línea Inyectora de Paneles PUR



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Figura 26. Falta de limpieza en piso producción de Línea Inyectora de Paneles PUR



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Entonces, después de haber definido los materiales de limpieza se procedió a elaborar un cronograma de limpieza o programa donde se definió la zona específica de limpieza dentro de línea de producción, la frecuencia y los responsables; todo plasmado dentro de un mes calendario. El tiempo establecido para cada actividad de limpieza se determinó que se realice durante los últimos 30 minutos del turno, así como realizar una limpieza rápida los 10 minutos antes del refrigerio a cargo de las personas que están siendo relevadas.

A continuación, se implementaron los programas de limpieza de la Línea “Inyectora de Paneles PUR” y el correspondiente a la Línea de “Pintura”, tal como se muestra en el anexo 1. Este programa de limpieza se implementó con el objetivo de crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones. Para garantizar el mantener en el tiempo se elaboró un check list diario de limpieza a cargo del supervisor del área tal como se observa en el anexo 2, la Tabla 30.

Como se puede apreciar, lo que se logró en esta etapa fue el de crear el “hábito de limpieza continua” que sería la base del aseguramiento de la “calidad” al empezar a identificar y eliminar defectos. Adicionalmente como se observa en la Figura 27, se obtuvo un lugar de trabajo agradable, ambiente seguro al disminuir los accidentes por condiciones inseguras, equipos e instalaciones con mayor tiempo de vida útil, entre otras.

Figura 27. Línea de Producción ordenada y limpia.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

d) **SEIKETSU – ESTANDARIZAR**

En este cuarto paso se definieron los estándares, es decir, la mejor manera de hacer las primeras 3S (Seiri, Seiton y Seiso) con el objetivo de mantenerlas en el tiempo. Se definieron procedimientos, controles visuales, instructivos o listas de chequeo con el objetivo de evitar cometer el error como: volver a generar elementos innecesarios, generar continuamente suciedad o que el área nuevamente este desorganizada y no se encuentre lo que se busca. Por ejemplo, en la Figura 28 se observan las siguientes

estandarizaciones: se implementaron cubos metálicos para garantizar el nuevo procedimiento de acopiar la chatarra o residuos metálicos; se generó espacio en la antigua zona de acopio y se utilizó para el almacenamiento de racks utilizados para los productos terminados; se implementaron estructuras metálicas para asegurar el nuevo procedimiento de almacenamiento de residuos no peligrosos; y control visual para la identificación del almacén de balones de gas.

Figura 28. Estandarizaciones en Zonas de Almacenamiento



Nuevo procedimiento de acopiar la chatarra



Liberación de espacio para almacenar racks



Nuevo estándar para almacenar Residuos



Identificación de almacén de balones de gas

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Como parte de la estandarización se procedió con la identificación de las zonas de trabajo y zonas de tránsito para cada una de las líneas de producción tal como se observa en la Figura 29.

Figura 29. Estandarizaciones en Líneas de Producción.



Línea Producción– Inyectora Panel PUR



Línea Producción– Ensamble Panel Pol



Línea Producción – Pintado de Bobinas



Línea Producción – Roll Forming



Estructura para Curado de paneles

Nota. La Empresa. Elaboración propia



Procedimiento para almacenar Flejes

Un aspecto fundamental para asegurar la etapa de la estandarización fue la capacitación constante al equipo de trabajo sobre los nuevos procedimientos, los controles visuales o listas de chequeos. Se les enseñó a mantener el estándar y a pensar en Kaizen definitivos con el objetivo de eliminar el error como son las fuentes que generan la suciedad. En la Figura 30 se evidencia al equipo de trabajo motivado y retado luego de una reunión de capacitación, listos para implementar el plan de acción definido en el lugar de trabajo.

Figura 30. Capacitación de equipos de trabajo de las Líneas de Producción.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

e) SHITSUKE – DISCIPLINA

El último paso de la 5S tenía como objetivo tener la “disciplina” para cumplir con la metodología correctamente, es decir, genera el hábito 5S. Para ejecutar este paso, se tenía que evaluar al personal y a toda el área como equipo, de

una determinada zona de trabajo. Entonces se creó un grupo de inspectores liderados por el área de Calidad y Seguridad Industrial, que cumplieron con realizar un “Programa Anual de Revisiones” de manera mensual como se observa en la Tabla 31 del anexo 2. Consistía en llenar un formato de evaluación tipo Check List con alcance a las principales en áreas operativas como Producción, Almacén y Mantenimiento.

Los resultados de la revisión mensual, eran publicados en folletos, banners y videos reproducidos en salas de recepción y comedor. El objetivo era fomentar la evolución de las 5S y conocer cual eran aquellas áreas líderes en adoptar responsablemente esta nueva forma de trabajar. Esta comunicación fluida generaba motivación e involucramiento para la participación de todo el personal que integraba cada área.

Se generó un incentivo económico mediante el pago correspondiente a un “porcentaje del bono de producción mensual” para todos aquellos trabajadores que cumplían con la metodología 5S. Adicionalmente, se organizó una premiación de fin de año como se muestra en la Figura 31, con el objetivo de hacer un reconocimiento especial para el equipo de determinada zona de trabajo que terminó liderando el tablero de resultados del “Programa Anual de Revisiones”.

4.5.2. KAIZEN – MEJORAS ENFOCADAS

Uno de los despilfarros de gran impacto en la empresa estaba relacionado con el “sobreprocesamiento” y el “Inventario”. En este caso, todo pedido de manufactura MTO que requería de una personalización del producto iniciaba

con la formulación del color en el Mixing Room para luego utilizarse para la producción de pintado de bobinas en la Línea de Pintura. Terminado este proceso se tenía el producto en proceso “bobina pintada” que ingresaba en las siguientes líneas de producción “perfiladoras” para su transformación en “paneles metálicos” y dependiendo del producto requerían de un proceso adicional en las líneas de producción “paneleras” donde se hacía la transformación final como “paneles aislantes”.

Figura 31. Premiación del Programa de Orden y Limpieza.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

El sobreprocesamiento o proceso inadecuado se generaba en la Línea de Pintura, dado que se producía consumiendo más recursos de los necesarios. Por lo tanto, era necesario abordar el problema mediante la formulación de un proyecto de mejora específico en el sitio de trabajo. Entonces, se decidió con el equipo utilizar la metodología de trabajo A3 para analizar y solucionar el problema en ocho pasos, los cuales se plasman de forma sintetizada en un formato de tamaño aproximado A3 (tamaño de hoja).

A continuación, se aplicará cada uno de los ocho pasos del formato A3:

Paso 1: Razón para la Acción/ Problema

El problema identificado es la Generación de saldos de bobina de “color especial” que generan un stock intermedio de lento movimiento o exceso de inventario en proceso. En promedio se generan un poco más de 250 toneladas por año de bobina pintada (semielaborado) que no se usa desde el año 2016 y 2017.

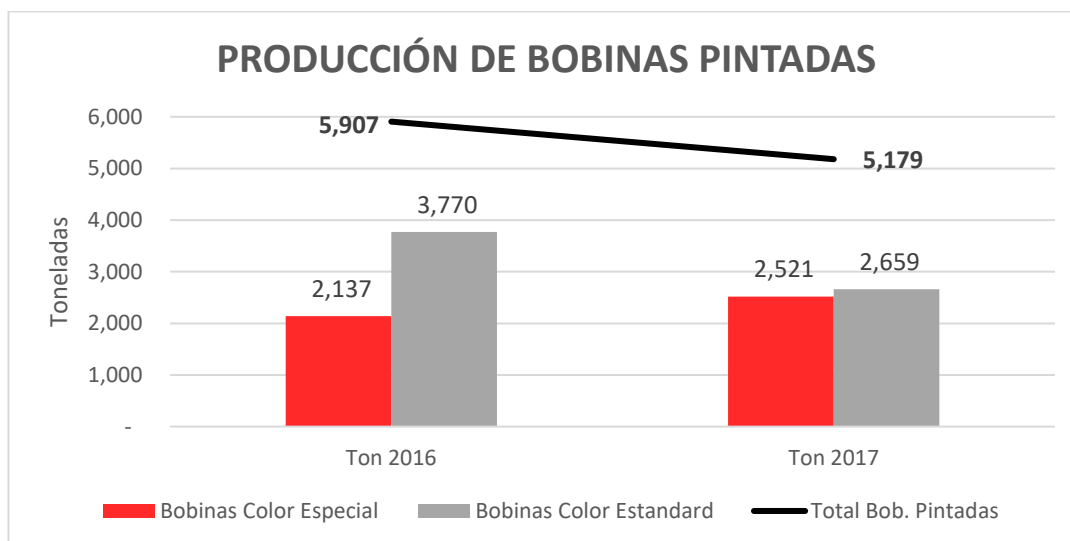
El alcance del proyecto de mejora es la Fabricación de bobinas pintadas de “color especial” en la Línea de Pintura. Producto en Proceso que será el INPUT de procesos adicionales. Algunos puntos claves a considerar en el análisis y solución del problema son:

1. Las Ordenes de Fabricación son emitidas por el sistema SAP.
2. En el sistema SAP se encuentran las recetas o estructuras de fabricación de la Línea de Pintura.
3. Para la atención del pedido de un cliente la cantidad a programar y a fabricar es en función al Peso de bobina pintada solicitada.
4. Se utilizan pinturas estándar y/o pinturas especiales para la atención de una OF de bobina pintada.
5. Las bobinas de acero que ingresan al proceso tienen diferentes espesores (0.35mm, 0.45 mm, etc.).
6. Las pinturas especiales son formuladas para determinado cliente en función a su necesidad: Imagen institucional, colores corporativos, etc.

Paso 2: Estado inicial / actual

La producción de bobinas pintadas en los años 2016 ascendía a 5907 toneladas, de los cuales 2137 toneladas correspondían a fabricación de bobinas de color especial, es decir, bobinas que procesaron para atender un pedido específico de un determinado cliente. Por lo tanto, estas bobinas deberían ser consumidas en su totalidad en los siguientes procesos. En la Figura 32 se observa la evolución de los años 2016 y 2017.

Figura 32. Evolución de la Producción de Bobinas Pintadas por tipo de color.



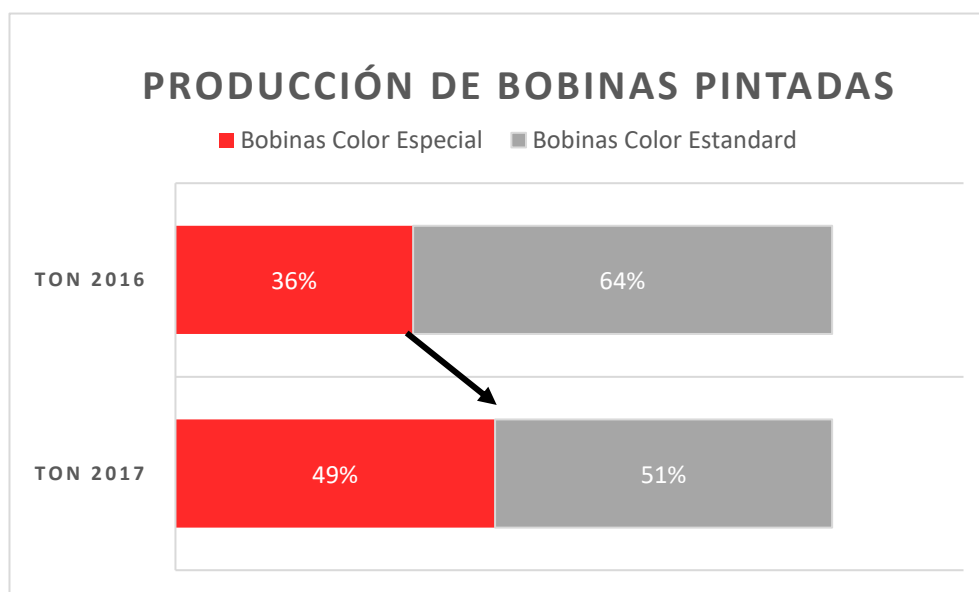
Nota. La Empresa. Elaboración propia

La producción de bobinas pintadas de color especial tiene una mayor participación en la producción total conforme avanzan los años, dado que el mercado demanda cada vez una mayor personalización de su producto. En la Figura 33 se observa como pasa de un 36% de la producción total en el 2016 a un 49% de la producción total en el 2017.

En la especificación del pedido del cliente, se tiene que considerar que la personalización no solo es con el tipo de color, sino con el espesor que

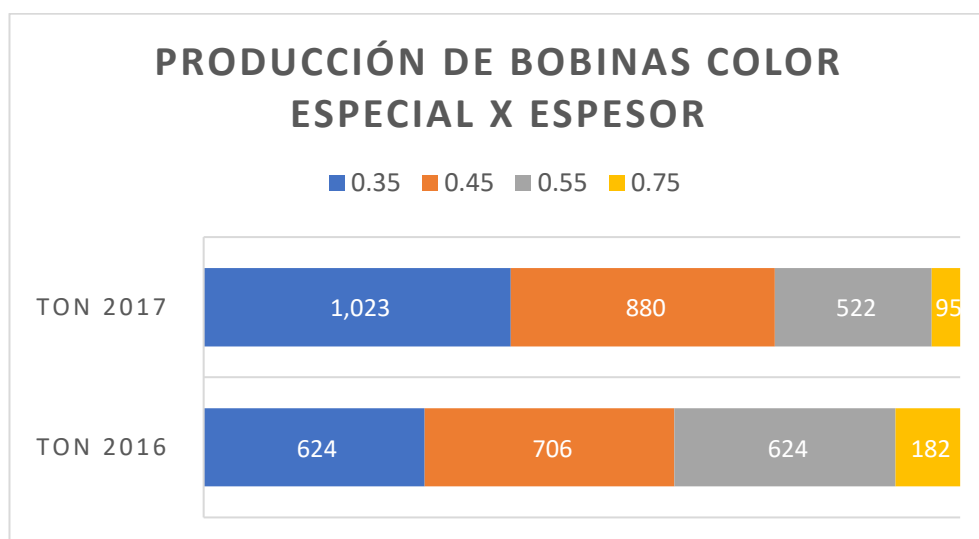
requiere el producto para satisfacer su necesidad. Por lo tanto, la producción de bobinas pintadas de color especial se clasifica por el espesor de bobina de acero, donde los espesores 0.35 mm y 0.45mm son el Pareto de la producción total, tal como se muestran en la Figura 34.

Figura 33. Participación porcentual de Bobinas de Color Especial.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

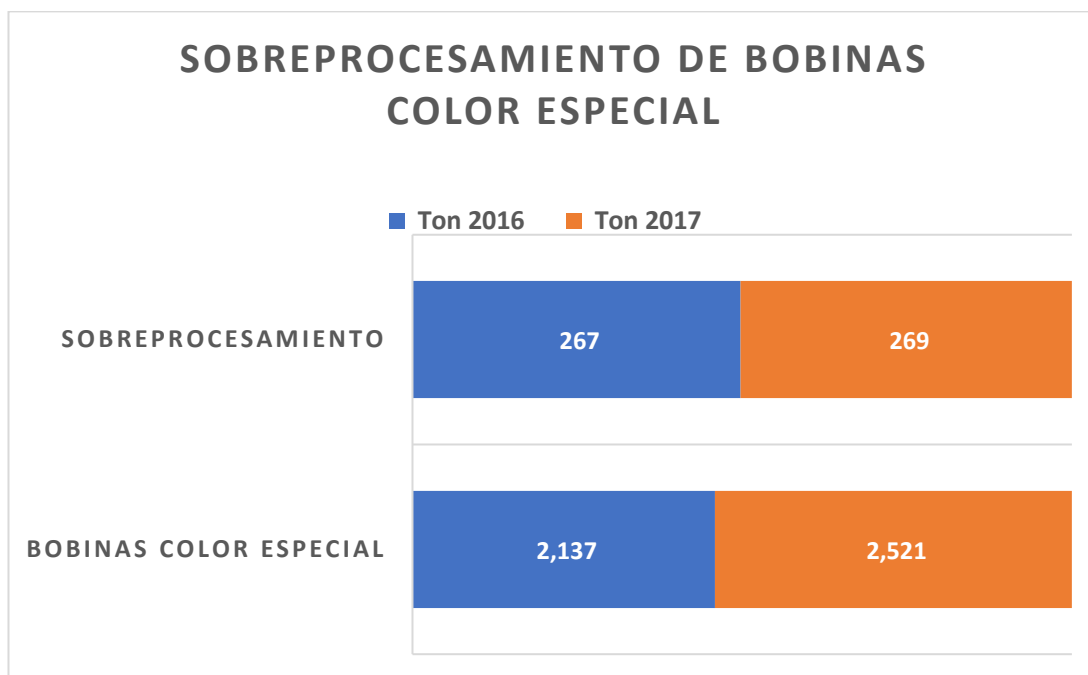
Figura 34. Clasificación de Producción Bobinas Pintadas por tipo de espesor.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Finalmente, en este proceso de fabricación de bobinas pintadas de color especial, se genera un “sobreprocesamiento” o proceso inadecuado en la Línea de Pintura, que consume más recursos de los necesarios. Este despilfarro o muda genera un inventario que no tiene rotación y termina convirtiéndose en un lento movimiento. En la Figura 35 se muestra como entre los años 2016 y 2017 ya se había generado un sobreprocesamiento de más de 250 toneladas.

Figura 35. Sobreprocesamiento de Bobinas Pintadas de color especial.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Paso 3: Estado deseado / Futuro

El objetivo final de este proyecto de mejora o Kaizen en la Línea de Pintura es eliminar el despilfarro o muda del “sobreprocesamiento” y por consiguiente la muda de “inventario” o stock de Lento Movimiento. En el equipo se definieron metas retadoras pero alcanzables en el tiempo, tal como

se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7.

Definición de Metas para el Objetivo de Reducción del Sobreprocesamiento de Bobinas.

MÉTRICOS	ACTUAL		FUTURO			
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sobreprocesamiento Tons	267	269	50	30	20	10
Stock Tons LM	267	536	400	350	300	200
		% Reduccion LM	25%	35%	44%	63%

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Paso 4: Análisis del GAP / Brecha

Las características de la materia prima, la bobina de acero para pintar, que son suministradas desde el exterior debe cumplir con ciertas especificaciones para satisfacer las necesidades del cliente final. El control aleatorio que se hacía en el proceso de recepción del almacén estaba orientado a validar dentro de las tolerancias variables como peso, espesor, ancho y atributos como defectos superficiales, abolladuras, manchas, etc.

En la Tabla 8 se observa algunas de las especificaciones de la materia prima que utilizaba el área de planeamiento de operaciones para el cálculo de las necesidades de material que requería el área de producción para atender una determinada orden de fabricación.

Dado que los pedidos del cliente se solicitaban en función a metros cuadrados se tenía que utilizar un factor de conversión para calcular la cantidad de toneladas de bobina de acero necesario para el proceso de producción. Este factor utilizado era la “densidad del acero”, el cual consideraba que un metro cúbico de acero rolado tiene un peso de 7,850

kg. El peso está calculado con mediciones nominales normales.

Tabla 8.

Especificaciones de Materia Prima como Parámetros para la Producción de Bobinas Pintadas.

ESPECIFICACIONES DE MP - BOBINA PARA PINTAR					
Peso Bobina acero	kg	1000			
Espesor bobina acero	mm	0.35	0.45	0.55	0.75
Densidad Acero	kg/m ³	7850			
Ancho bobina acero	mm	1250			
Bobina	m ²	364	283	232	170
	m	291	226	185	136

→ Factor Teórico

Nota. La Empresa. Elaboración propia

En los primeros años no se tenía problema alguno en generar un stock intermedio o exceso de inventario en proceso, porque las bobinas eran pintadas con colores estándares cuyo saldo era consumido sin problemas en las siguientes ordenes de fabricación. Asimismo, esto se convirtió en un problema cuando se empezó a atender pedidos de “color especial” porque la propuesta de valor era la capacidad de personalización del producto que requería el cliente. Por lo tanto, el factor teórico del acero generaba una diferencia longitudinal en la bobina que ingresaba a la línea de pintura.

Por ejemplo, en una bobina de espesor 0.45 mm el metraje teórico que calculaba el sistema en la orden de fabricación para una tonelada de bobina de acero ascendía a 226 metros. Luego, se calculó el metraje promedio (longitud de bobina) especificada en la etiqueta que colocaba el proveedor para este espesor dando como resultado una longitud de bobina de 243 metros para una tonelada. Finalmente, se generaba una diferencia de 17 metros por tonelada de bobina que ingresaba a la Línea de Pintura en el



espesor 0.45mm.

En la Tabla 9 se puede observar cómo esta diferencia generaba un impacto significativo en la producción anual de los años 2016 y 2017 por tipo de espesor. En total se generó en promedio 260 toneladas de bobina pintada de “color especial” causado por la muda del “sobreprocesamiento” y por consiguiente generando la muda de “inventario” o stock de Lento Movimiento.

Tabla 9.

Impacto del Sobreprocesamiento de Bobinas Pintadas de Color Especial.

SOBREPROCESAMIENTO DE BOBINAS PINTADAS					
Espesor bobina acero	mm	0.35	0.45	0.55	0.75
Metraje real promedio x 1Ton	m	314	243	196	143
Metraje Teórico x 1T según OF	m	291	226	157	115
Producción adicional x TON	m	23	17	39	29
Bob. Pintadas 2013	ton	624	706	624	182
Bob. Pintadas 2014	ton	1023	880	522	95
Peso Bobina Pintada	kg/m	3.32	4.28	5.35	7.33
Toneladas adicionales producidas Bob Pintadas 2013	ton	46.85	50.23	131.27	38.38
Toneladas adicionales producidas Bob Pintadas 2014	ton	76.83	62.66	109.78	19.94

 Diferencia Longitudinal Teórico vs Real
 Factor Real (promedio anual)

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Para poder identificar la causa raíz del problema “generación de saldos de bobina de color especial” se utilizó la técnica del Diagrama de Causa-Efecto o conocido como “diagrama de espina de pescado” o “diagrama de Ishikawa”. En la Figura 37 se observan 6 categorías compuestas por las 5 M’s (maquinaria, método, materiales, mano de obra y medio ambiente) y una categoría llamada “comercial” dado que en dicha área se especificaba los metros lineales que requería el cliente para su proyecto.

Cabe resaltar que antes de realizar este análisis de causa fue necesario ir al piso de producción (lugar de trabajo) y así entender el

problema, con el objetivo de identificar las variables del proceso y clasificar las causas para poder elaborar un análisis confiable con el equipo de trabajo integrado por el operario líder de la Línea de Pintura, el supervisor de producción, el asistente de producción, el programador de la producción y la jefatura de planta.

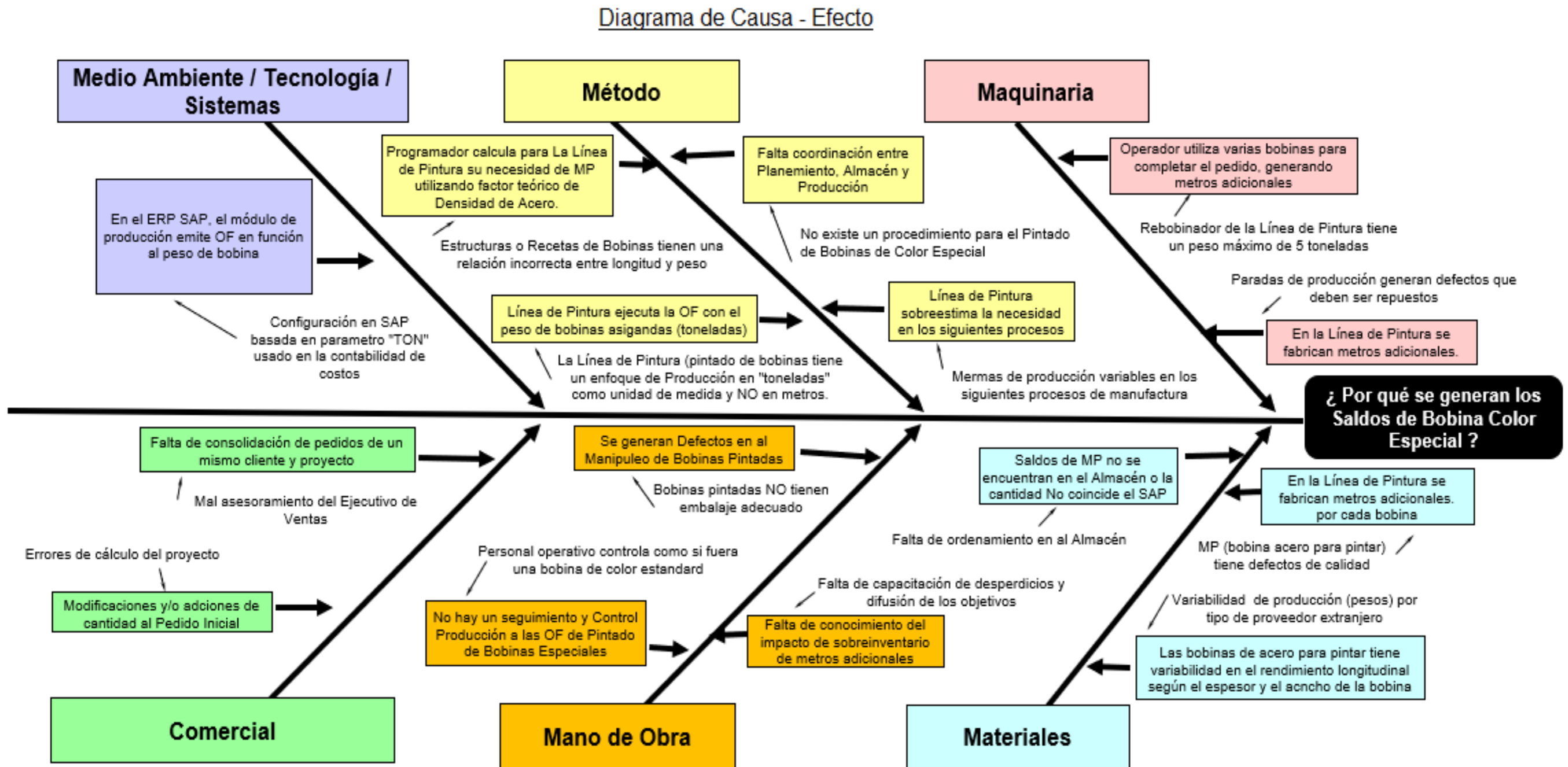
La participación de cada uno de estos integrantes fue clave en este proyecto de mejora tal como se observa en la Figura 36, porque ellos intervienen en cada uno de las actividades del proceso desde que se genera la orden de fabricación hasta la entrega del producto “bobina pintada” al almacén, y donde la experiencia individual aporta significativamente a la solución del problema.

Figura 36. Análisis de causa-raíz en el Genba con equipo de producción



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Figura 37. Diagrama de Ishikawa para el problema “generación de saldos de bobina de color especial”.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Paso 5: Contramedidas / hipótesis de solución

Se identificaron 15 causas-raíces potenciales entre las 6 categorías, las cuales fueron analizadas en la Tabla 10 para definir las contramedidas e hipótesis de solución respectivas.

Tabla 10.

Contramedidas para las 15 Causa-raíz identificadas en el diagrama de Ishikawa.

#	CAUSA - RAÍZ	SI HACEMOS ...	ENTONCES ...	SOLUCIÓN ADOPTADA	MÉTRICO A MEJORAR
1	No existe un procedimiento para el Pintado de Bobinas de Color Especial	Mapeo de Procesos y/o Diagrama de Flujo	Se ejecutará según la actividad definida	Estandarización - Cumplimiento Procedimiento.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
2	Mermas de producción variables en los siguientes procesos de manufactura	Levantamiento de Información de las mermas naturales de cada proceso subsiguiente	Se fabricará solo la cantidad del pedido más la cantidad adicional (merma natural)	-Lista de Verificación de Mermas por Máquina. -Actualizada semanalmente.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
3	La Línea de Pintura (pintado de bobinas) tiene un enfoque de Producción en "toneladas" como unidad de medida y NO en metros	Identificación del metraje o longitud de la MP (bobina de acero)	Se fabricará solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso	-Aplicar 3 primeras 5'S en el almacén de MP. -Control Visual de Bobinas de acero (metros en el rótulo).	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
4	Estructuras o Recetas de Bobinas tienen una relación incorrecta entre longitud y peso	Levantamiento de un factor que relacione "longitud/peso" de la MP (bobina de acero)	Se fabricará solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso	-Lista de FACTOR "kg/m" para cada espesor de bobina. -Actualización mensual	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
5	Configuración en SAP basada en parámetro "TON" usado en la contabilidad de costos	Modificación en la Receta o en la Estructura de fabricación basada en "metros"	Se fabricará solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso	Parametrización o configuración el ERP - módulo de producción "Estructuras y Recetas"	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
6	Rebobinador de la Línea de Pintura tiene un peso máximo de 5 toneladas	Rediseño de la estructura del soporte metálico del debobinador	Se generará menor número de bobinas necesarios para completar el pedido	Rediseño del Proceso de Rebobinado	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
7	Paradas de producción generan defectos que deben ser repuestos	Trabajo en Equipo con Mantenimiento para mejorar la Disponibilidad de Máquina	Reducirá el número de paradas por lo tanto la reducción de bobina quemada	-Mantenimiento Preventivo -Mantenimiento Autónomo	Calidad de bobinas pintadas
8	MP (bobina acero para pintar) tiene defectos de calidad	Control de Calidad en el proceso de Recepción del Almacén	Se identificará oportunamente los defectos	Muestreo Aleatorio de Inspección de bobinas por cada embarque	Calidad de bobinas pintadas
9	Variabilidad de producción (pesos) por tipo de proveedor extranjero	Controlamos al ingreso de Recepción los pesos y longitudes de las bobinas	Se retroalimentará oportunamente la variabilidad de los pesos	Control Calidad al ingreso, en el proceso de recepción de bobinas	Calidad de bobinas pintadas
10	Falta de ordenamiento en al Almacén	Aplicamos 5S' s	Reducción de saldo de bobina de acero (no hay necesidad de apertura de nuevo lote)	Aplicar 3 Primeras 5 ´ s	Exactitud Registro de Inventarios
11	Falta de capacitación de desperdicios y difusión de los objetivos	Capacitación y entrenamiento al personal	Identificar oportunamente cualquier desviación del objetivo	-Capacitaciones -Reuniones Matinales -Publicación de Resultados	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
12	Personal operativo controla como si fuera una bobina de color estándar	Capacitación y entrenamiento al personal	Identificar oportunamente cualquier desviación del objetivo	-Capacitaciones -Reuniones Matinales -Publicación de Resultados	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
13	Bobinas pintadas NO tienen embalaje adecuado	Prototipo de embalaje temporal de la bobina pintada	Se reducirá la merma por manipuleo de la bobina	Kaizen de Embalaje de Semielaborado	Calidad de bobinas pintadas
14	Mal asesoramiento del Ejecutivo de Ventas	Capacitación y entrenamiento al personal	Se consolidará los pedidos y los metros a pintar	-Capacitaciones -Reuniones de coordinación	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
15	Errores de cálculo del proyecto	Capacitación y entrenamiento al personal	Se consolidará los pedidos y los metros a pintar	-Capacitaciones -Reuniones de coordinación	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Luego, con el equipo de trabajo se procedió a priorizar las contramedidas e hipótesis de solución utilizando la “matriz impacto-dificultad” con el objetivo de enfocarse en aquellas soluciones viables en el tiempo/costo y de gran impacto para la resolución del problema. En la Figura 38 se observa las 8 contramedidas priorizadas que pasarán a su ejecución.

Figura 38. Matriz impacto-dificultad

IMPACTO	+	1 3 10 12	5 8
		2 4 11 13	7
-		14 15	9 6
		-	+
		DIFICULTAD	

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Paso 6: Plan de acción y ejecución

Las 8 contramedidas propuestas fueron agrupadas en 7 planes de acción cuyo detalle se encuentra en la Tabla 11. Se utilizó la herramienta “5w-1H” para determinar en cada plan de acción información específica para su ejecución como: ¿qué se necesita?, ¿cómo?, ¿dónde se necesita?, ¿quién es el responsable?, ¿por qué se necesita así? y ¿cuándo se necesita?

Tabla 11.

Definición de los Planes de Acción para las 8 Priorizadas, Utilizando la Herramienta 5W-1H.

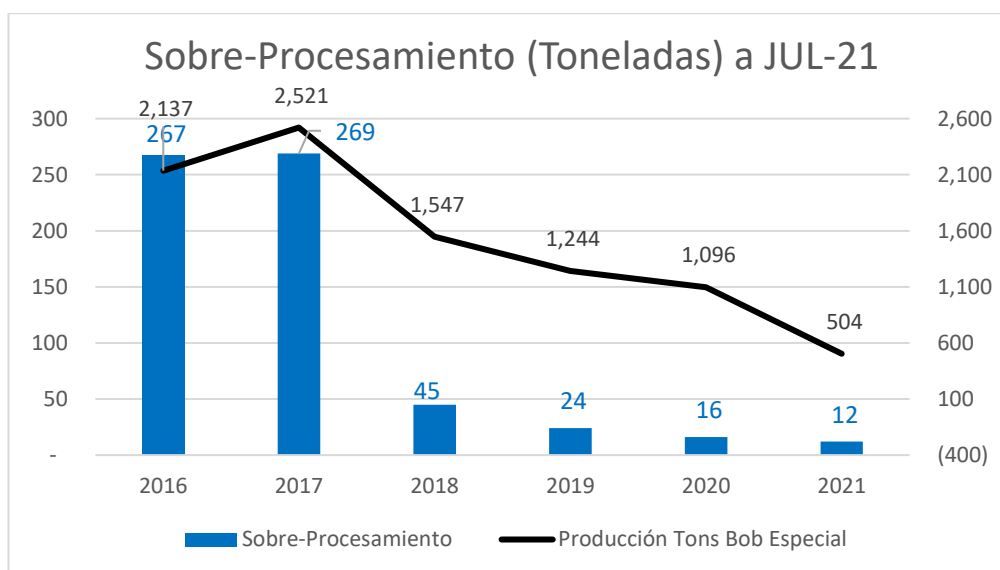
PLAN DE ACCION								
#	What?	How?	Where?	Who?	Why?	Where?	Fecha Fin	Estado
Causa Raíz	¿Qué se necesita?	¿Cómo se necesita?	¿Dónde se necesita?	¿Quién es el responsable?	¿Por qué se necesita así?	¿Cuándo se necesita?		
1	Un procedimiento para el Pintado de Bobinas de Color Especial.	Mapeo de Procesos y/o Diagrama de Flujo.	Oficina Planeamiento Oficina Producción	Asistente de Producción	Estandarización de OF (cantidad a pintar).	15-Oct-18	15-Nov-18	Finalizado
2	Metros de "Merma de producción natural" en los siguientes procesos de manufactura.	-Lista de Verificación de Mermas por Máquina. -Actualizada semanalmente.	Oficina Producción Línea de Pintura	Supervisor de Producción	Fabricar solo la cantidad del pedido más la cantidad adicional (merma natural).	1-Oct-18	15-Nov-18	Finalizado
3	La Línea de Pintura (pintado de bobinas) debe tener como unidad de medida de producción "metros".	-Bobinas de acero con el Rótulo de "metros" (Control Visual). -Listado del metraje o longitud de la MP (bobina de acero).	Línea de Pintura	Operario Líder de Pintura	Fabricar solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	20-Oct-18	30-Nov-18	Finalizado
4	Las Estructuras o Recetas de Bobinas Pintadas deben considerar el "Factor longitud/peso" según el espesor de la bobina de acero.	-Listado de FACTOR "kg/m" para cada espesor de bobina. -Actualización mensual.	Línea de Pintura	Operario Líder de Pintura	Fabricar solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	20-Oct-18	30-Nov-18	Finalizado
10	Ordenamiento en el Almacén	Implementación de las tres Primeras 5 ´ s	Almacén de Materias Primas	Supervisor de Almacén	Reducción de saldo de bobina de acero (no hay necesidad de apertura de nuevo lote).	20-Oct-18	30-Nov-18	Finalizado
11,12	Capacitación de desperdicios y difusión de los objetivos.	-Programa de Capacitaciones -Reuniones Matinales de 15 min. -Publicación de Resultados.	Línea de Pintura	Jefe de Planta	Identificar oportunamente cualquier desviación del objetivo. Personal controlará la bobina de color especial.	1-Nov-18	30-Nov-18	Finalizado
13	Protección de Bobinas pintadas para evitar daños por manipuleo.	Bobinas pintadas con embalaje adecuado.	Línea de Pintura	Operario Líder de Pintura	Reducción de la merma por manipuleo de la bobina.	20-Oct-18	30-Nov-18	Finalizado

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Paso 7: Comprobación de resultados

Una vez terminado la implementación de los planes de acción se empezó con una reducción significativa en la generación de saldos de bobina de color especial, es decir, se fabricaba en lo posible solo la cantidad necesaria para la atención de los pedidos. En la Figura 39 se puede observar que a partir del año 2018 se llegó a tener un sobreprocesamiento de toneladas de bobina pintada especial menores al 3% como las 45 toneladas generada en el 2018; un resultado muy inferior a lo registrado en el 2017 con 269 toneladas que equivalen al 10.7% de la producción.

Figura 39. Evolución del sobreprocesamiento de producción de bobinas pintadas.

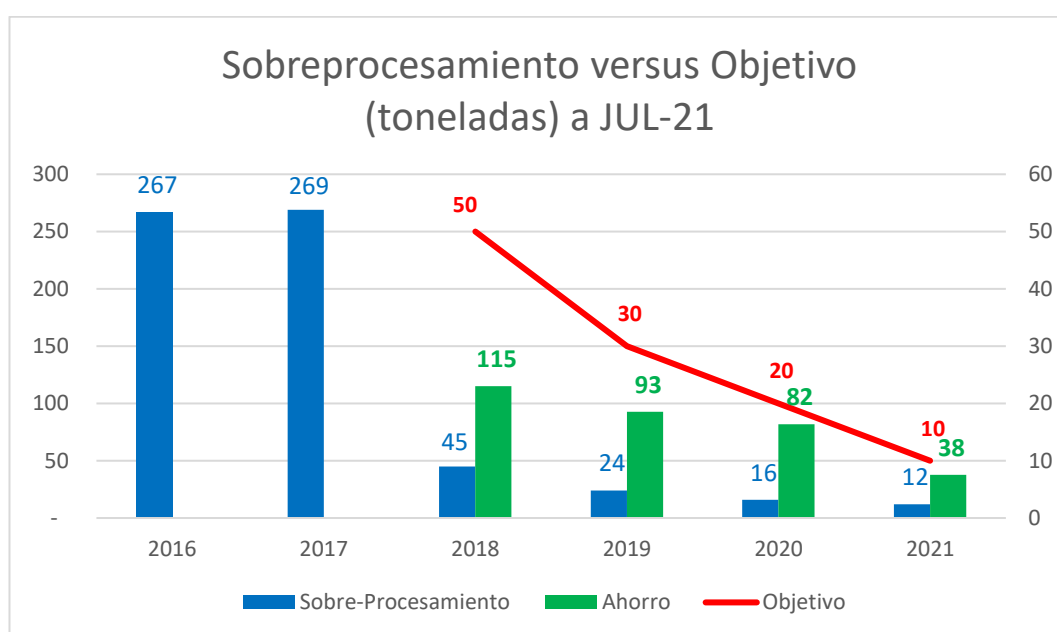


Nota. La Empresa. Elaboración propia

El objetivo del proyecto definido en el Paso 3 referente a “eliminar el despilfarro o muda del sobreprocesamiento” se cuantifica en la Figura 40. Se observa el cumplimiento del objetivo desde el año 2018 hasta el 2020; en el caso del 2021, las 12 toneladas registradas en el 2018 corresponden solo al

primer semestre (enero a julio). También se puede observar en las barras de color verde las toneladas ahorradas, es decir, las toneladas no fabricadas producto de la implementación de los planes de acción; en este caso se tiene por ejemplo que se ahorraron 115 toneladas de Sobreprocesamiento en el año 2018.

Figura 40. Comparación del sobreprocesamiento de producción de bobinas con el objetivo.



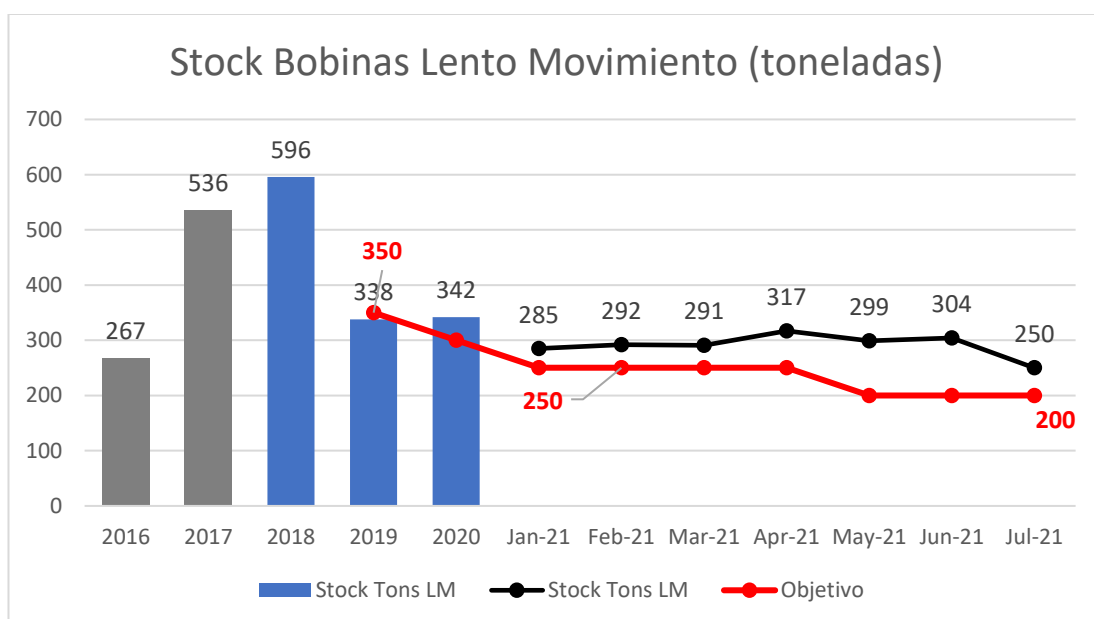
Nota. La Empresa. Elaboración propia

En la Figura 41, correspondiente al stock de bobinas de Lento Movimiento o inventario generado por la muda de sobreprocesamiento, se observa las toneladas objetivo definidas en el Paso 3 iniciando con 350 toneladas en el año 2019 hasta llegar a un nivel máximo de 200 toneladas a fines del año 2021. En este caso el indicador monitoreaba los niveles de inventario con el objetivo de alertar cualquier posible incremento de stock y sobre todo mostrar la reducción de inventario como consecuencia de los

planes de acción de consumo de aquellas bobinas pintadas de color especial en los años 2016 y 2017.

Por ejemplo, se tuvo un consumo extraordinario en el año 2019 producto de la implementación del proceso de “repintado de bobinas”, el cual consistía en fabricar las bobinas pintadas usando como materia prima las “bobinas pintadas de lento movimiento” y no las bobinas de acero que se importaban.

Figura 41. Stock de bobinas de Lento Movimiento por muda de sobreprocesamiento.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Para cuantificar el ahorro generado del proyecto de mejora enfocada “eliminar el despilfarro o muda del sobreprocesamiento en la Línea de Pintura” se utilizaron los datos técnicos que se muestran en la Tabla 12; referidos a los recursos significativos utilizados en la Línea de Pintura y el costo unitario de cada uno de ellos como son la mano de obra, el gas natural usado para los

hornos de curado y la energía necesaria para el funcionamiento de la línea de producción.

Tabla 12.

Parámetros Técnicos del Proceso de Producción de la Línea de Pintura.

Datos de Producción Línea de Pintura	Cantidad	Unidad
Operadores por turno	7	personas
Costo Unitario de operador	4.5	Soles/hora
Consumo de Gas	162.49	m3/hr
Costo Unitario de GAS	0.67	Soles/m3
Potencia total de la Línea Pintura	300	Kw/hr
Costo Unitario Electricidad Kw/hr	0.31	Soles/Kw
Velocidad de la Línea Pintura	10	m/min
Factor (kilos/metros) Espesor 0.45	4.28	kg/m
Factor (kilos/metros) Espesor 0.35	3.32	kg/m

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Otro recurso significativo es la materia prima y los insumos utilizado en la fabricación de bobinas pintadas. La Tabla 13 se muestra los componentes y sus respectivos costos unitarios para la producción de una tonelada de bobina pintada.

Tabla 13.

Estructura de Fabricación para la Producción de Bobinas Pintada.

Descripción	Um	Cantidad por tonelada	Costo unitario	Costo por tonelada
Bobina 0.45x1250mm	KG	1	3	2,660
Bonderite 1402w	KG	0.24	44	11
Poli film 12/2/40d hd tranp 1.25x1.00	M2	-	0.39	128
Spray cleaner 1235	KG	5.04	11	53
Pintura polyester Blanco 9003	GLN	2.46	109	376
Primer uretano	GLN	1.54	84	183
Monobacker gris ral 9002	GLN	1	86	149
			Soles/Tn	3,560
			Dólares/Tn	1,087

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Finalmente, con las toneladas anuales de bobina pintada “no fabricadas” se calcula el ahorro económico producto de la reducción de los diferentes recursos utilizados en la Línea de Pintura. A ese ahorro económico se le resta el costo residual correspondiente a la venta de los saldos de bobina y se tiene un impacto económico total de \$ 250,475 tal como se muestra en la siguiente Tabla 14.

Tabla 14.

Cálculo del Ahorro Económico.

Año	Ahorro (ton)	Ahorro Producción Bob Especial (m)	Reducción de costo por HH	Reducción de costo por consumo de Gas	Reducción de costo por consumo Eléctrico	Reducción de costo por materiales (MP + Insumos)	Ahorro Total (Soles)	Tipo de Cambio	Ahorro Total (Dolares)	Recuperación por ventas	Ahorro Final (Dolares)	
2018	115.33	30,350	1,593	5,530	4,671	399,741	411,535	3.18	129,413	30%	90,589	
2019	92.73	24,404	1,281	4,446	3,756	321,418	330,901	3.37	98,190	30%	68,733	
2020	81.75	21,513	1,129	3,919	3,311	283,346	291,706	3.26	89,480	30%	62,636	
2021	37.56	9,884	519	1,801	1,521	130,186	134,027	3.29	40,738	30%	28,516	
							Total Soles	1,168,168			Total USD	250,475

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Paso 8: Estandarización y Lecciones aprendidas

Se generaron los medios para no perder la mejora y mantenerla en el tiempo; es decir se generaron estándares haciendo referencia a “la mejor forma de hacer las cosas hasta ese momento”. La mayoría de ellos eran resultados de los planes de acción implementados como, por ejemplo:

- Implementación de un formulario (macro que genera una base de datos) para el ingreso de información estandarizada para calcular la cantidad a fabricar de bobina pintada como la que se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15.

Formulario para Definir La cantidad a Fabricar de Bobina Pintada.

INFORMACIÓN PARA PINTAR EN FUNCIÓN A METROS			
Fecha recep. Solic.	8/20/2018	Metros del Pedido	1081
Máquina	TRAPEZ	OF de PT INICIAL	1236914-917
OV (Orden de Venta)	30023545	CODIGO DE LA BOBINA SAP (KG)	442266
Nombre del Cliente	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION	Nec. SAP (KG)	4762
Código de PT	444584	Saldo de Bobina Pintada N°1 (KG) - Tx mmbe SAP	0.00
Descripción de PT	PANEL TR-4 X 1000 X 0.5 071/200	Saldo de Bobina Pintada N°2 (KG) - Tx mmbe SAP	0.00
Espesor de la bobina sin pintar	0.45	Saldo de Bobina Pintada N°3 (KG) - Tx mmbe SAP	0.00
Ancho útil de bobina a pintar (metros)	1.25	Saldo de Bobina Pintada N°4 (KG) - Tx mmbe SAP	0.00
Metraje mayor de piezas	10.80	Saldo de Bobina Pintada N°5 (KG) - Tx mmbe SAP	0.00
Código de matizado que va en la cara de bobina (TX cs03) SAP	433214	Stock del matizado cara principal (mb52) SAP	15.80
Código de la trascara (Txcs03) (Solo llenar si no es 200/001) SAP		Stock del matizado de trascara (mb52) SAP	
Ingresar datos		Borrar datos	

Nota. La Empresa. Elaboración propia

- Listado de Factor “kg/m” para cada espesor de bobina con una actualización mensual, tal como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16.

Listado de Factor de Conversión de kilogramos a metros por Tipo de Espesor.

FACTOR KG/M	BOBINA SIN PINTAR	BOBINA PINTADA				
<u>Desarrollo</u> Espesor	1250	1250	1220	1200	1060	1000
0.35	3.137	3.32	3.24	3.19	2.82	2.66
0.45	4.09	4.28	4.18	4.11	3.63	3.42
0.55	5.09	5.35	5.22	5.14	4.54	4.28
0.75	6.97	7.33	7.15	7.04	6.22	5.86

Nota. La Empresa. Elaboración propia

- Lista de Verificación de Mermas de preparación o set-up por Máquina con una actualización mensual, tal como se muestra en la Tabla 17.
- Programa de Capacitaciones, reuniones matinales de 15 min y mantener las pizarras de control actualizadas, tal como se muestra en la Figura 42.
- Bobinas pintadas con embalaje y rotulación con información de la producción como se observa en la Figura 43.
- Realizar el Genba Walk en equipo liderado por el jefe de producción cada quince días.

Tabla 17.

Listado de Bobina Pintada (metros) utilizado en la preparación o proceso por máquina.

MÁQUINA PREDECESORA	MÁQUINA	MERMA DE SET UP	MERMA DE PINTURA
Pintura	Trapez	15	5
Pintura	Hilleng	18	25
Pintura	Trap1050	12	5
Pintura	Tr3-3	18	5
Pintura	Pc1	12	5
Pintura	Pc2	13.5	5
Pintura	Pc3	15	5
Pintura/abbey	Secco	25	5
Pintura	Plana	14	5
Pintura	Krauss	20	5
Pintura	Slicidan	12	6
Pintura /abbey/prensa	Secco ranurado	25	5
Pintura	Plegadora	12	5
Pintura/trapez	Curv	18	5
Pintura/abbey	Lamipol	22	5
Pintura	Techos	60	5

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Figura 42. Reuniones matinales de 15min al inicio del turno



Nota. La Empresa. Elaboración propia.

Figura 43. Bobinas pintadas con embalaje y rotulación.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

- Mapeo de Procesos y/o Diagrama de Flujo, con el objetivo de tener un procedimiento para el Pintado de Bobinas de Color Especial como se observa en la Figura 59 del anexo 4.

Finalmente, en la Figura 60 del anexo 5 se muestra el formato A3 que integra los 8 pasos de la mejora enfocada.

4.5.3. .SMED

Uno de los principales efectos o problemas identificados en el indicador del cumplimiento de la producción está relacionada con los cambios de formatos de producción con tiempos excesivos; los cuales generan una falta de flexibilidad en tiempo y modelo que garantice la atención de los productos personalizados solicitados en los pedidos MTO. Para entender la situación actual se hizo un análisis estadístico del tiempo que duraba el cambio de formato en la línea Inyección de Paneles PUR, una línea de producción no continua, donde se fabricaba los paneles aislantes utilizados como cerramientos o coberturas del proyecto de construcción no tradicional. Para

generar el histograma se calculó el número de intervalos referidos a “horas de preparación” para 31 cambios de formatos del año 2017, obteniéndose 6 intervalos con un ancho de clase de 0.875 horas, tal como se observa en la siguiente Tabla 18.

Tabla 18.

Distribución de Horas de Preparación en la Línea de Inyección de Paneles PUR.

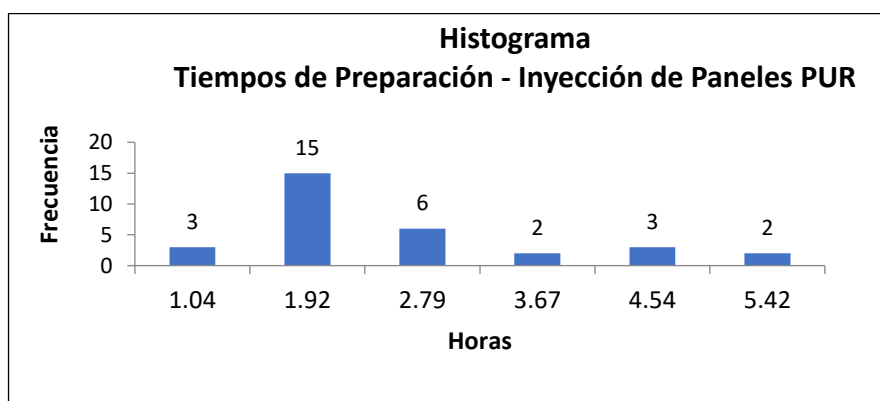
Distribución de datos (horas de preparación) en intervalos				
<i>Intervalo de clase</i>				
<i>Nro.</i>	<i>Intervalo</i>	<i>Intervalo</i>		
<i>Intervalo</i>	<i>Inf.</i>	<i>sup.</i>	<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
1	0.167	1.042	0.604	3
2	1.042	1.917	1.479	15
3	1.917	2.792	2.354	6
4	2.792	3.667	3.229	2
5	3.667	4.542	4.104	3
6	4.542	5.417	4.979	2
			y	
			mayor...	0

Nota. La Empresa. Elaboración propia

En la Figura 44 se observa como los tiempos de preparación o cambio de formato tienen una alta frecuencia en los tiempos de preparación en el rango de 2 horas a 3 horas. Con esta referencia del excesivo tiempo se procedió a

ejecutar paso a paso la aplicación de la técnica SMED para reducir los tiempos eliminando todas aquellas actividades que no agregan valor.

Figura 44. Histograma de tiempos de preparación en el proceso de Inyección de Paneles PUR.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

A continuación, se aplicará cada uno de los 4 pasos o fases de la técnica SMED desarrollada por el japonés Shigeo Shingo, porque se ha generado la oportunidad de maximizar el margen, enfocándose en la optimización de los cambios de formatos para aumentar la capacidad de producción de la línea, reducir los costos y generar una mayor rentabilidad.

Fase 1: Observar y Medir todas las Operaciones

En la línea de producción Inyección de Paneles PUR, se hacían al menos entre 11 y 12 cambios de formatos al mes. Estos productos eran personalizados y varían en su especificación técnica tanto utilitaria como arquitectónica. Para su fabricación se debe definir el color, largo de panel,

espesor, tipo de aislante, etc.; por lo tanto, son los productos de mayor valor agregado de la empresa cuyos precios generaban un alto margen en las ventas. En la Tabla 19 se muestra la información de las actividades y el tiempo observado (T.O.) de cada una de ellas:

Tabla 19.

Listado de Operaciones con su Correspondiente Tiempo Observado.

	ACTIVIDADES / OPERACIONES	MOMENTO DE EJECUCION ACTUAL	T.O. (minutos)	OBSERVACIONES
1	Traslado de perfiles desde línea perfiladora a línea Inyección de Paneles PUR	Línea Parada (no necesariamente)	45.0	-
2	Forrado de perfiles.	Línea Parada (no necesariamente)	10.0	-
3	Preparar marco a utilizar en mesa (retirarlo de anaquel)	Línea Parada (no necesariamente)	73.5	Ruta Crítica
4	Desarmado de panel (mesa superior)	Línea Parada	12.0	Ruta Crítica
5	Desmontaje marco/separadores utilizados de mesa (mesa superior)	Línea Parada	20.6	Ruta Crítica
6	Montaje marco/separadores a utilizar en mesa (mesa superior)	Línea Parada	05.7	Ruta Crítica
7	Armado de panel en mesa de prensado (mesa superior)	Línea Parada	12.0	Ruta Crítica
8	Preparación del sistema de inyección	Línea Parada	09.4	Se hace en paralelo
9	Inyección de Paneles PUR.	Línea Parada	05.2	Ruta Crítica
10	Desarmado de panel (mesa inferior)	Línea Parada	12.0	Ruta Crítica
11	Desmontaje marco/separadores utilizados de mesa (mesa inferior)	Línea Parada	20.6	Ruta Crítica
12	Montaje marco/separadores a utilizar en mesa (mesa inferior)	Línea Parada	05.7	Ruta Crítica
13	Armado de panel en mesa de prensado (mesa inferior)	Línea Parada	12.0	Ruta Crítica
14	Inyección	Línea Parada	05.2	Ruta Crítica
15	Traslado de mesas de prensado	Línea Parada	02.0	Ruta Crítica

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Fase 2: Separar las Operaciones Internas y Externas

Se identificó en las operaciones del cambio de formato cuales son del tipo externo (maquina en funcionamiento) y cuáles son las actividades del tipo interno (máquina parada). Podemos observar en la Tabla 20 que las únicas

operaciones externas son “Traslado de perfiles desde línea perfiladora a línea Inyección de Paneles PUR”, “Forrado de perfiles” porque se ejecutan con Línea en funcionamiento; tampoco se considera la operación 8 “Preparación del sistema de inyección” porque no forma parte de la ruta crítica, se hace en paralelo; todas las demás son actividades internas. El tiempo en minutos del cambio de formato actual es de 186.5 minutos.

Tabla 20.

Separación de Operaciones en Internas y Externas.

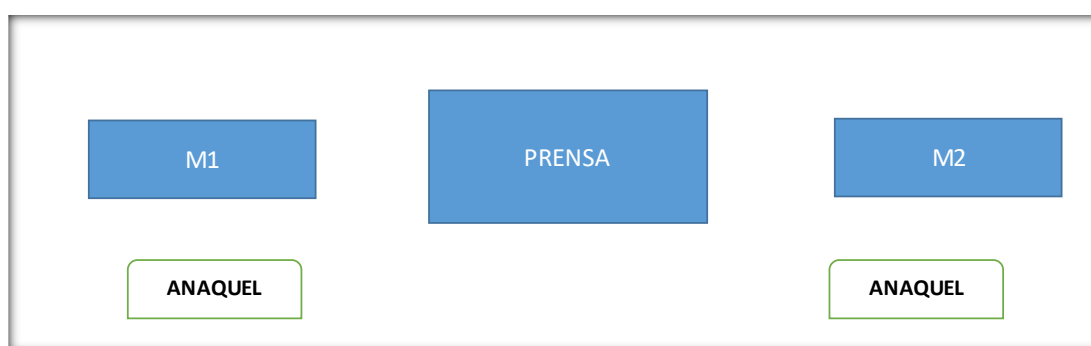
	ACTIVIDADES / OPERACIONES	MOMENTO DE EJECUCION ACTUAL	T.E (tiempo externo en min)	T.I. (tiempo interno en min)
1	Traslado de perfiles desde línea perfiladora a línea Inyección de Paneles PUR	Línea Parada (no necesariamente)	45.0	-
2	Forrado de perfiles	Línea Parada (no necesariamente)	10.0	-
3	Preparar marco a utilizar en mesa (retirarlo de anaquel)	Línea Parada (no necesariamente)	00.0	73.5
4	Desarmado de panel (mesa superior)	Línea Parada	00.0	12.0
5	Desmontaje marco/separadores utilizados de mesa (mesa superior)	Línea Parada	00.0	20.6
6	Montaje marco/separadores a utilizar en mesa (mesa superior)	Línea Parada	00.0	05.7
7	Armado de panel en mesa de prensado (mesa superior)	Línea Parada	00.0	12.0
8	Preparación del sistema de inyección	Línea Parada	09.4	00.0
9	Inyección	Línea Parada	00.0	05.2
10	Desarmado de panel (mesa inferior)	Línea Parada	00.0	12.0
11	Desmontaje marco/separadores utilizados de mesa (mesa inferior)	Línea Parada	00.0	20.6
12	Montaje marco/separadores a utilizar en mesa (mesa inferior)	Línea Parada	00.0	05.7
13	Armado de panel en mesa de prensado (mesa inferior)	Línea Parada	00.0	12.0
14	Inyección	Línea Parada	00.0	05.2
15	Traslado de mesas de prensado	Línea Parada	00.0	02.0
		Tiempo Externo T.E.	64.4	
		Tiempo Interno T.I.		186.5

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Fase 3: Convertir las Operaciones Internas a Externas

La siguiente Figura 45 muestra cómo está distribuido las mesas (M1 y M2) donde se arman/desarman los paneles. La prensa es la máquina donde se inyecta los paneles y se les deja en reposo por espacio de 20 minutos.

Figura 45. Distribución de las mesas de armado de paneles.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

La operación o actividad número 3 llamada “Preparar marco a utilizar en mesa (retirarlo de anaquel)” que actualmente es “interna” puede convertirse a “externa”, es decir, después del análisis se concluyó que se pueden ejecutar sin necesidad de que la prensa deje de producir. Para lograr esto se tuvo que implementar las acciones correctivas mostradas en la Tabla 21.

Fase 4: Optimización de las Operaciones Internas y Externas

En esta fase se analizó todas aquellas actividades de cada una de las operaciones internas y externas que podrían optimizarse, mediante la eliminación de desperdicios e implementación de ajustes o fijaciones rápidos tal como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 21.

Planes de Acción para Conversión de Actividad Interna “Preparar marco” en Actividad Externa.

ACTIVIDAD	PROBLEMAS	ACCION CORRECTIVA	MEJORA	RECURSOS	
Preparar marco a utilizar en mesa (retirarlo de anaquel)	Demora en selección de marcos	Rótulo en estante	5s - Pintado y rotulado de Racks	Recursos Propios	
		Código en marcos, aumentar tamaño	5s - Pintado y rotulado de marcos	Servicio	
		Apilar en orden de montaje	5s - Orden y Limpieza	Recursos Propios	
		Mapa de montaje	Planos	Servicio	
	Demora en el traslado	Desechar marcos que no se usan	5s - Seleccionar	Recursos Propios	
		Colocar marcos cercanos	Fabricación Racks y equipozaje (araña)	Compra	
		Incrementar velocidad de la grúa	Disminución de tiempo de traslado	Servicio	
		Trasladar con la grúa en enzunchados	Fabricar cadena con estrobo	Compra	
		Movimientos innecesarios	Asignar tareas por persona	Organización personal	Recursos Propios

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Las principales acciones que permiten optimizarlas operaciones internas son:

1. Operación de Armado / Desarmado de Panel: Organización del personal, las 3 primeras 5s (mejorando la localización, identificación visual y organización de útiles, herramientas y resto de elementos

necesarios para el cambio.); herramental de fijación rápida; fabricación de topes y estandarización de control de medida.

2. Operación de Desmontaje marco/separadores utilizados de mesa: implementación de planos y gavetas; compra de marco fijo colocando topes al borde de la mesa (se buscó métodos de sujeción rápidos y se eliminó los ajustes.
3. Operación de Traslado de mesas de prensado: se modificó el ingreso de mesas para que ingresen en simultáneo ambas mesas; con el objetivo de aumentar la velocidad de ingreso.

Los tipos de muda que se eliminaron son: tiempos de esperas, movimientos innecesarios, transporte, reproceso. Las actividades que se estandarizaron fueron el montaje y desmontaje, así como el armado y desarmado de panel. Finalmente, El tiempo en minutos del cambio de formato luego de aplicación de la técnica SMED es de 46.6 minutos.

Como se observa en la Tabla 23, después de aplicar SMED se establece que la operación #3 llamada "Preparar marco a utilizar en mesa (retirarlo de anaquel)" es la única operación que inicialmente es interna, y se convierte a externa. Por lo tanto, ya no se considera este tiempo como parte de la ruta crítica del cambio de formato. La operación # 8 llamada "Preparación del sistema de inyección" tampoco se considera porque se hace en paralelo.

Tabla 22.

Planes de Acción Para Optimización de las Operaciones Internas y Externas.

ACTIVIDAD	PROBLEMAS	ACCION CORRECTIVA	MEJORA	RECURSOS
Armado / Desarmado de Panel	Movimientos innecesarios	Asignar tareas por persona	Organización personal	Recursos Propios
	Búsqueda de herramientas	Seleccionar herramientas a usar	5s	Recursos Propios
		Mantener herramientas cerca de mesa		
		Rotular herramientas		
	Demora en girar tuercas	Estandarizar tuercas y distancias	Fabricar herramental de fijación rápida	Servicio
		Acortar espárragos largos	Fabricar herramental de fijación rápida	Compra
	Demora por pegado del marco fijo y premarco	Ajuste simultaneo de pernos	Fabricar herramental de fijación rápida	Compra
		Migrar a metal (antes de madera)	Cambio de herramental	Servicio
Demora colocar marco fijo	Usar siliconas (Cera)	Uso de suministros	Compra	
	Fijar Topes en borde de la mesa	Fabricar topes (eliminar marco fijo)	Compra	
Demora y/o mal verificación de medidas	Fabricar varillas de patrón	Estandarizar control de medida	Servicio	
Desmontaje marco/separadores utilizados de mesa (superior / inferior)	Búsqueda de herramientas	Seleccionar herramientas a usar	Planos y Gavetas	Compra
		Mantener herramientas cerca de mesa	Planos y Gavetas	Compra
		Rotular herramientas	Planos y Gavetas	Compra
	Demora en Desmontaje de Marco Fijo	Convertir Premarco en Marco Fijo	Eliminar marco fijo colocando topes al borde de la mesa	Compra
Traslado de mesas de prensado	Demorar en ingresar mesa	Aumentar la velocidad de ingreso de mesa	Modificar ingreso de mesas para que ingresen en simultáneo ambas mesas	Servicio

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Tabla 23.

Listado de las Operaciones Internas y Externas Estandarizados

PERSONAL	# OPER	OPERACIONES	MOMENTO DE EJECUCION ACTUAL	T.O.	OBSERVACIONES
OPERADOR 5 y 6	1	Traslado de perfiles desde línea perfiladora a línea Krauss	Línea en funcionamiento	45.0	-
OPERADOR 5 y 6	2	Forrado de perfiles	Línea en funcionamiento	10.0	-
OPERADOR 1 Y 2	3	Preparar marco a utilizar en mesa (retirarlo de anaquel)	Línea Parada (no necesariamente)	11.0	T.I. Ruta Crítica
OPERADOR 3 Y 4	4	Desarmado de panel (mesa superior / inferior)	Línea Parada	11.3	T.I. Ruta Crítica
OPERADOR 1 / 2 / 3 / 4	5	Desmontaje marco/separadores utilizados de mesa superior / inferior (trabajan 2 grupos en paralelo)	Línea Parada	12.0	T.I. Ruta Crítica
OPERADOR 1 / 2 / 3 / 4	6	Montaje marco/separadores a utilizar en mesa superior / inferior (trabajan 2 grupos en paralelo)	Línea Parada	07.5	T.I. Ruta Crítica
OPERADOR 1 / 2 / 3 / 4	7	Armado de panel en mesa de prensado superior / inferior (trabajan 2 grupos en paralelo)	Línea Parada	09.6	T.I. Ruta Crítica
INYECTADOR	8	Preparación del sistema de inyección	Línea Parada	04.8	Se hace en paralelo
INYECTADOR	9	Inyección	Línea Parada	05.2	T.I. - Ruta Crítica
OPERADOR 4	10	Traslado de mesas de prensado	Línea Parada	01.0	T.I. - Ruta Crítica
				Tiempo Interno T.I.	46.6 minutos
					0.78 horas

Nota. La Empresa. Elaboración propia

CAPITULO V

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

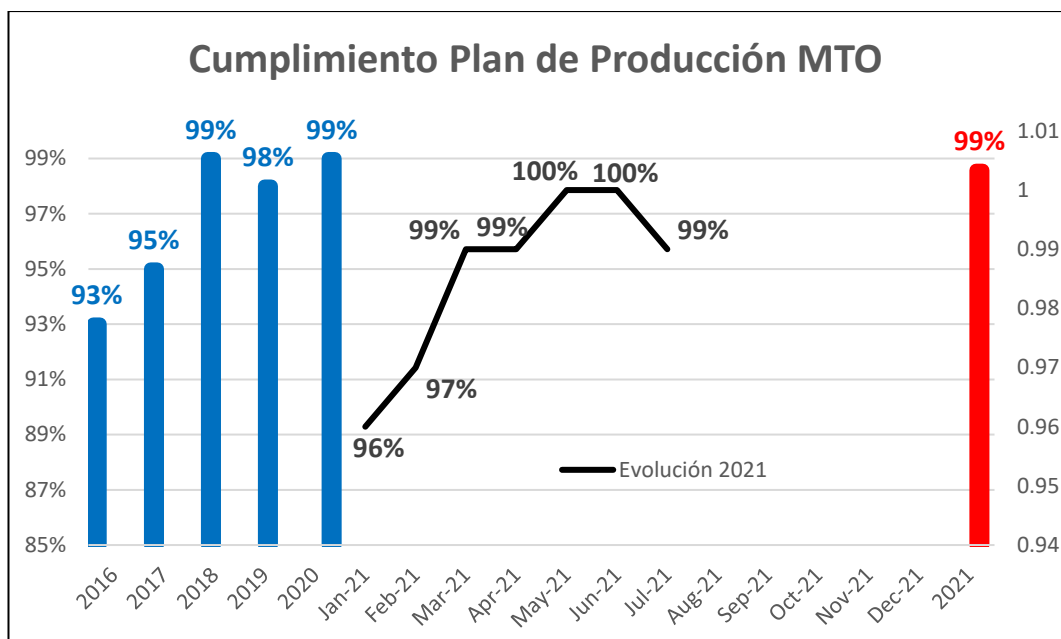
Para medir el impacto que ha tenido la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta como solución al problema principal y a los problemas específicos planteados en este informe de suficiencia, se va a cuantificar cada uno de los indicadores definidos en el primer capítulo, los mismos que fueron resumidos en la Tabla 1.

A continuación, se va a mostrar su evolución en el tiempo de cada uno de los indicadores claves de gestión de la producción:

5.1. INDICADOR “CUMPLIMIENTO DE LAS ORDENES DE FABRICACIÓN A TIEMPO”

En la Figura 46 se observa como la reducción de los principales desperdicios como tiempos de espera, demoras, transportes y movimientos innecesarios, defectos y sobreprocesamientos; impactan positivamente en el cumplimiento del plan de producción. Se paso de un 95% en el año 2017 a un 99% en el año 2018, luego bajó a un 98% en el 2019 y finalmente se retomó el nivel máximo del 99% en el 2020. Esto significa que, de cada 100 pedidos de órdenes de fabricación, 99 órdenes fueron fabricadas a tiempo; garantizando así un significativo nivel de servicio al cliente.

Figura 46. Indicador cumplimiento de las ordenes de fabricación a tiempo.

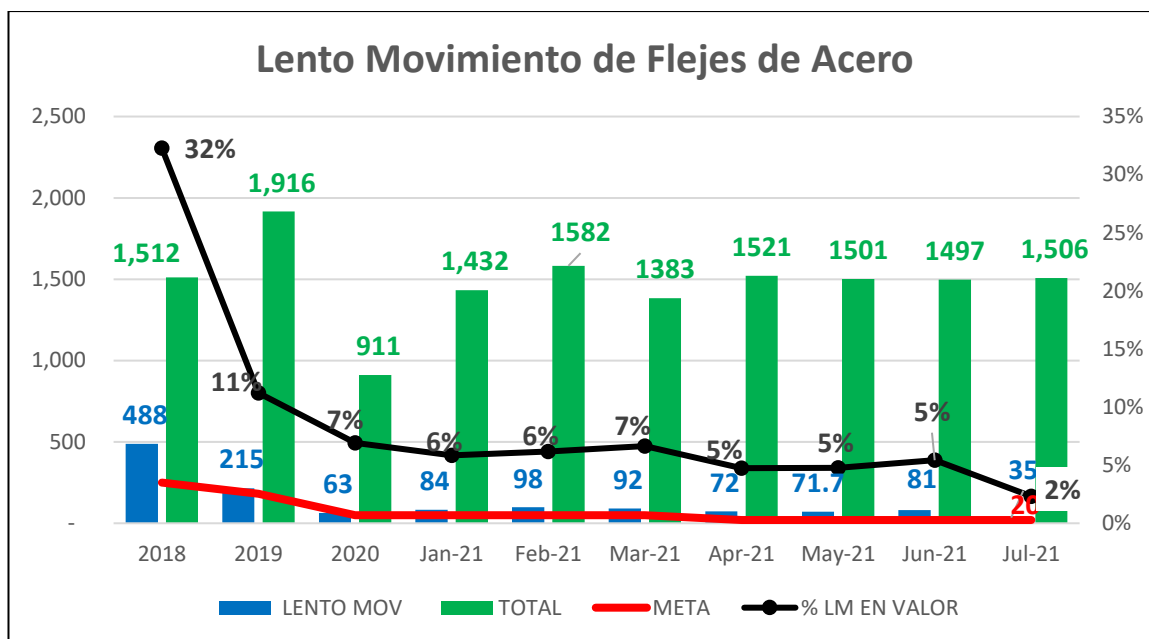


Nota. La Empresa. Elaboración propia

5.2. INDICADOR “REDUCCIÓN DE LOS INVENTARIOS DE PRODUCCIÓN”

Una de las prioridades en la reducción de los desperdicios es el sobreinventario, en este caso se tiene la acumulación de materiales en el almacén llamado “Fleje de acero de Lento Movimiento”. Se considera fleje lento movimiento a los flejes que tienen más de dos meses en stock que por alguna razón no ha sido consumido. Con una mejora enfocada se elimina todo aquello que no agrega valor (no tienen rotación) y se mantiene como inventario lo necesario. En la Figura 47 se observa la reducción de stock Lento movimiento (flejes de acero) del total stock toneladas, que va desde un 32% (488 ton en el 2018) a un 2% (35 ton en el 2021), cuyo stock tiene una cobertura máxima de 7 días.

Figura 47. Indicador del inventario de Lento movimiento (flejes de acero).

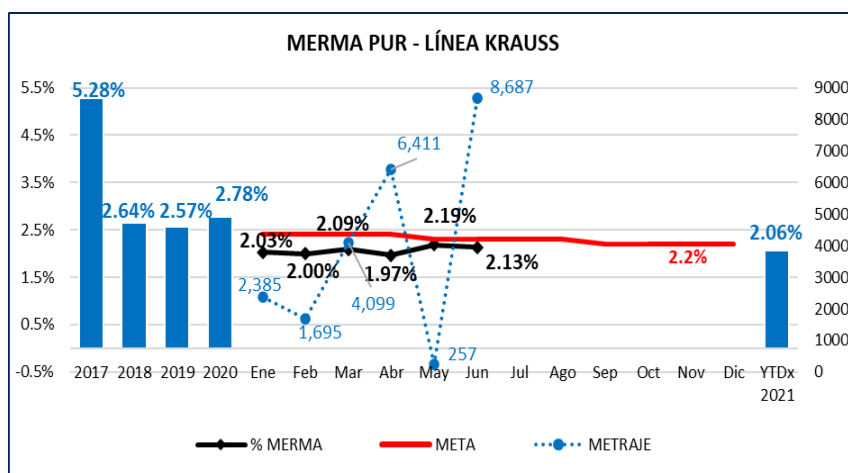
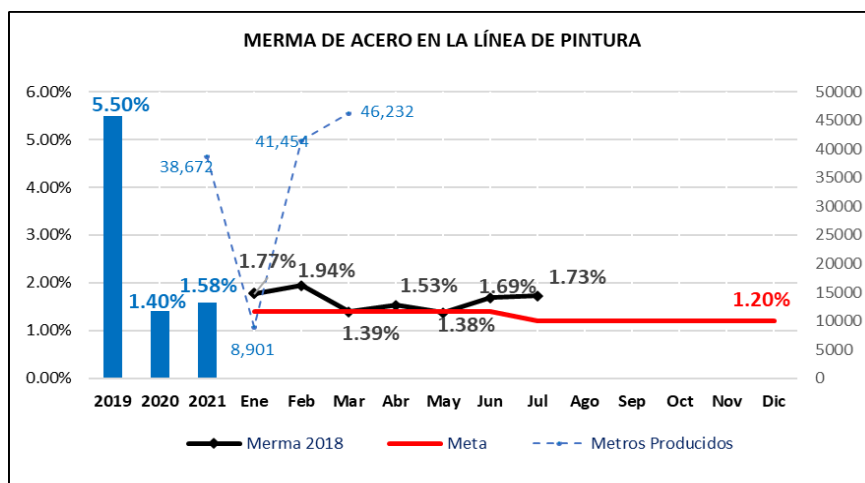
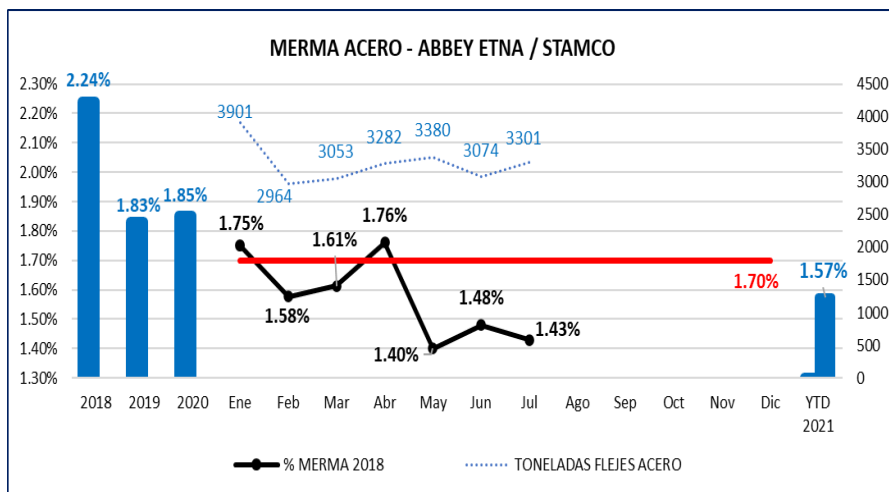


Nota. La Empresa. Elaboración propia

5.3. INDICADOR DE “REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN”

Todos aquellos indicadores que tienen como objetivo “Optimizar los costos” miden la mejora realizada en el uso eficiente de los recursos tales como: menor consumo de material mostradas en la reducción de las mermas de materia prima en las principales líneas como las Slitters, Línea de Pintura y la de Inyección de Paneles PUR. Cada uno de estos indicadores fueron trabajados bajo la metodología de “Mejoras Enfocadas” donde se define una meta, se monitorea de forma diaria, semanal y mensual. Luego, se compara el resultado con la meta, se realiza el análisis GAP y finalmente se formula el plan de acción. En la Figura 48 se observa el indicador de uso eficiente de los materiales desde el año 2018 al 2021, para las principales líneas de producción como: Slitters, Línea de Pintura y la de Inyección Paneles PUR.

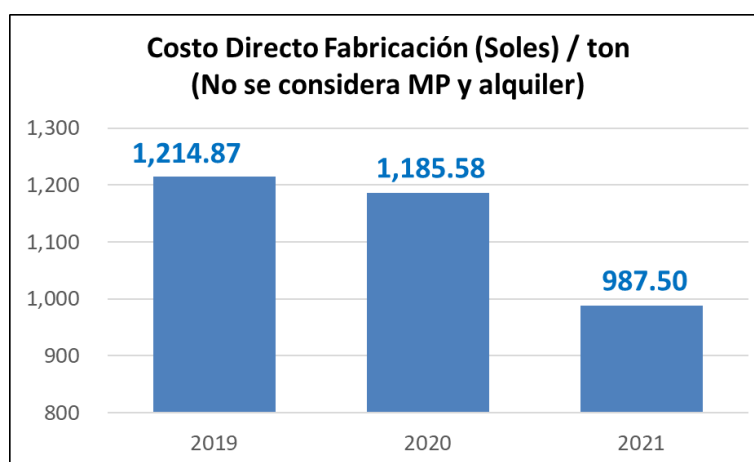
Figura 48. Indicador de uso eficiente de la materia prima (merma) de principales líneas



Nota. La Empresa. Elaboración propia

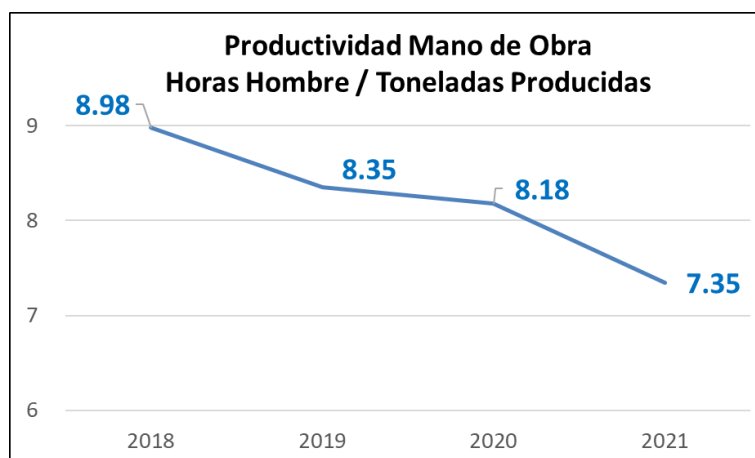
A estas mejoras en los recursos de materiales, se suma otras mejoras relacionadas a: los gastos indirectos de fabricación (suministros, repuestos, embalajes, etc.) representadas en el indicador de costos de producción por tonelada del proceso de manufactura MTO, mostrado en la Figura 49; y las mejoras enfocadas en la reducción de la mano de obra directa en un 18% desde el año 2018 a julio 2021 como se observa en la Figura 50.

Figura 49. Indicador de costo de producción unitario - manufactura MTO.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Figura 50. Indicador de productividad mano de obra - manufactura MTO.

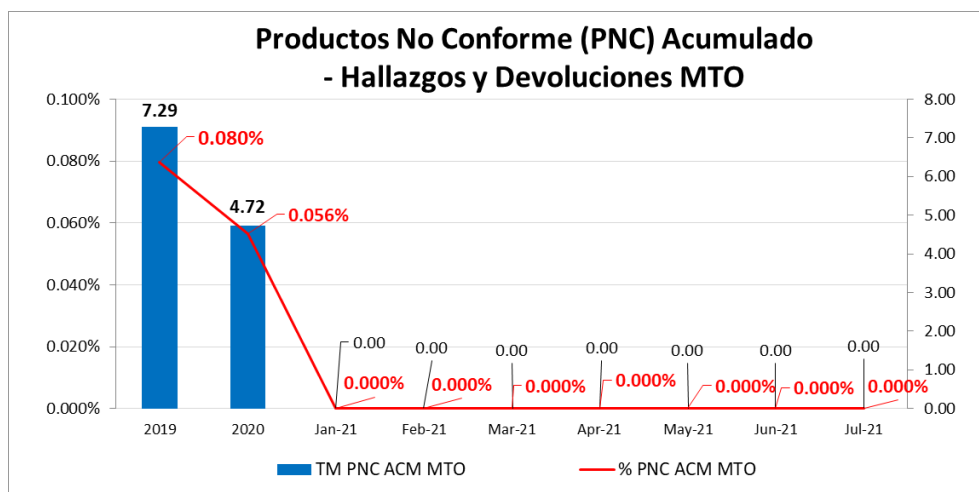


Nota. La Empresa. Elaboración propia

5.4. INDICADOR “INCREMENTO DE LA CALIDAD PARA UNA MEJOR SATISFACCIÓN DEL CLIENTE”

O llamado “Disminuir el número de productos no conformes por hallazgos y devoluciones”. En la Figura 51 se observa que la reducción del desperdicio como los “defectos” identificados en la empresa como PNC (Productos No Conforme), los cuales provienen de las Devoluciones o Hallazgos generados en el proceso de fabricación, tiene un impacto positivo en la satisfacción del cliente quien no recibe producto terminado fuera de especificación y conforme a los estándares normativos. Para la empresa la reducción de defectos implica generar valor porque reduce los costos de no calidad.

Figura 51. Indicador de reducción de los Productos No Conforme.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Esta reducción de los PNC es el resultado de la eliminación de las causa-raíces que generan los defectos como: el incumplimiento del “Plan de Productos de Inspección” (PPI) antes y durante del proceso, incumplimiento de la “Ficha de Control de Producto Terminado” (PCPT), la demora en la liberación de producto, baja polifuncionalidad del personal para operar la

máquina, etc.

Las causa-raíces fueron eliminadas con la implementación de aquellas herramientas de mejora continua como: sistema 5's, Kaizen (mejoras enfocadas) y la Estandarización. Todas estas herramientas sumadas a un Plan de Entrenamiento de los Operarios, capacitaciones y liderazgo comprometido, permiten evolucionar desde un "Control de Calidad", continuar por un "Aseguramiento de la Calidad", luego pasar a "Gestionar la Calidad", para llegar finalmente a tener una "Cultura de Calidad" basada en la mejora continua de los procesos de forma autónoma.

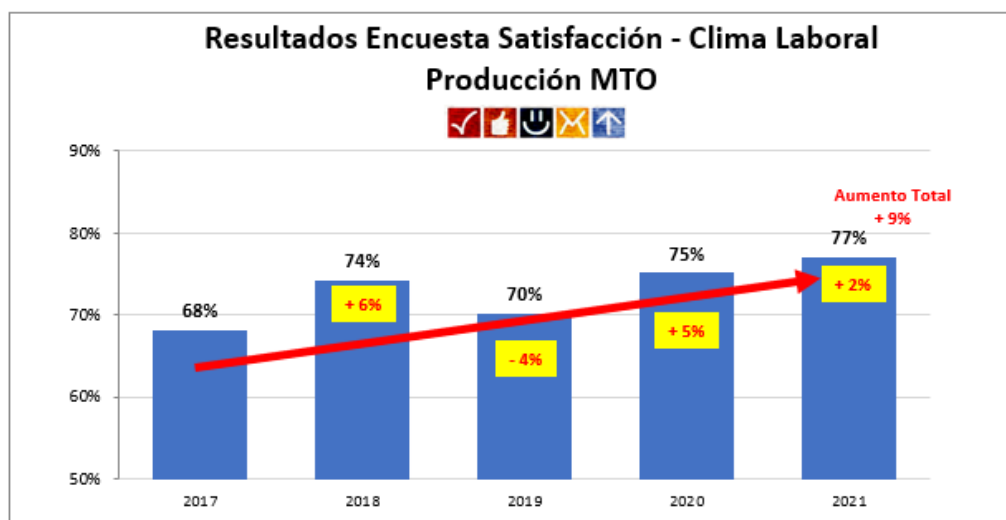
5.5. INDICADOR "MEJORA DE LA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIMA LABORAL"

Podemos observar en la Figura 52 como fue evolucionando los resultados de la encuesta de satisfacción orientado a medir el Clima Laboral de las personas que trabajan en el área de producción MTO. Dado que el clima laboral mide la calidad de las relaciones entre el colaborador con sus compañeros, jefes y la cultura o política de la empresa; un incremento del 9% solo es posible con un cambio cultural que inicia con el involucramiento de la Alta Dirección y sobre todo con el Liderazgo de la jefatura directa.

Como hemos visto en el marco teórico y luego en la implementación, el enfoque de la "producción lean" centrada en implementar procesos integrados por actividades que añadan valor o dicha de otra forma eliminando todo desperdicio o despilfarro, permite a través de una sólida base como la "operación estabilizada" y sometida a "mejora continua" obtener resultados

positivos no solo en el ámbito de incremento de productividad sino también en el “bienestar de las personas”.

Figura 52. Indicador de encuesta de satisfacción, clima laboral de la producción MTO.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Recordemos que para tener una operación estable debemos tener un “trabajo estándar” que inicia con el cumplimiento de hacer el trabajo más seguro y hacer más fácil el trabajo, es decir mejorar las condiciones de trabajo. Hasta ese momento es la mejor forma de hacer las cosas; luego con la práctica del Kaizen liderados por las jefaturas directas se involucra al personal en el proceso de mejora, el cual genera un impacto positivo en la creatividad y fomenta la participación, motivación y formación de las personas.

Las dimensiones de la gestión del clima utilizados en la empresa y la medición de ellos en los años lo podemos observar en la Tabla 24. Una de las dimensiones clave en mejorar fue sin duda el Liderazgo enfocado en la Gestión de la Seguridad Laboral donde el objetivo es capacitar al personal,

entrenarlo y facultarlos. Esto se materializa en acciones concretas como: las caminatas de seguridad que permiten la identificación oportuna de condiciones inseguras/subestándar de los procesos para mejorar las condiciones físicas de trabajo; las caminatas de seguridad para la retroalimentación al personal mediante abordajes positivos; y las capacitaciones específicas en los puestos de trabajo mediante videos de entrenamiento donde se muestre la forma correcta de hacer una actividad e identificando los peligros y riesgos (IPER); charlas de seguridad en las reuniones matinales con el personal donde se tenga participación de todos para analizar los problemas y gestionar su solución.

Tabla 24.

Dimensiones a medir en la Gestión del Clima Laboral

DIMENSIONES	2017	2018	2019	2020	2021
Toma de Decisiones	72%	80%	77%	79%	79%
Camaradería e Integrations	68%	73%	76%	78%	79%
Estructura Organizacional	75%	79%	74%	76%	76%
Compromiso y Orgullo	66%	73%	74%	76%	77%
Liderazgo	69%	78%	66%	76%	79%
Comunicación	63%	72%	65%	75%	75%
Trabajo en Equipo	71%	73%	70%	74%	76%
Condiciones Físicas de Trabajo	70%	68%	68%	74%	75%
Seguridad Laboral	76%	77%	71%	73%	78%
Reconocimiento	56%	64%	57%	70%	72%
Porcentaje de Satisfacción	68%	74%	70%	75%	77%

Menos de 67%: Intervalo de riesgo

Entre 67% y 72%: Intervalo de control

Más de 72%: Intervalo de consolidación

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Las mejoras en las dimensiones de “condiciones físicas de trabajo” y el “compromiso y orgullo” es posible porque se reduce el estrés en el trabajo (Muri) y por consiguiente se reduce la Muda. En la Figura 53 se evidencia como el recompensar los pasos hacia la mejora mediante los programas de “Premio al Orden y Limpieza”, “Almuerzos”, “Bonos de Productividad” y “Alfombra Roja” sin duda impactan positivamente en las dimensiones de “Reconocimiento” y “Camaradería e Integración.

5.6. INDICADOR “REDUCCIÓN DE ÍNDICE DE ACCIDENTABILIDAD”.

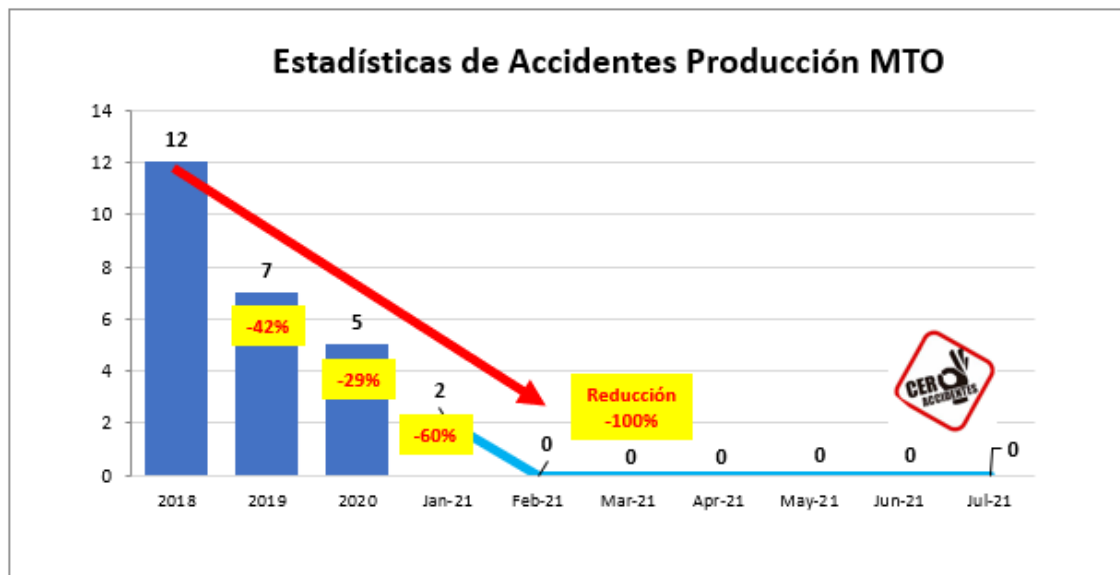
En la Figura 54 se observa cómo evoluciona los accidentes de la producción MTO desde el año 2018 como consecuencia de la implementación de los sistemas 5s y Kaizen, el cual enfoca sus esfuerzos en mejorar constantemente el lugar de trabajo como la eliminación de condiciones inseguras/subestándar y todo aquello que no agregue valor. Recordemos que el objetivo es fabricar buenos productos, pero cumplir en primer lugar con los requisitos de seguridad. Razón por la cual desde la “2S-Seiton” relacionado al “Orden” se define que uno de los criterios para tomar en cuenta en el layout es el “factor seguridad”; luego en la “4S-Seiketsu” relacionado a la “Estandarización” permite que el “mantener ordenada y limpia una zona de trabajo” sea el primer paso para lograr la seguridad en el trabajo. Es en esta “4S-Seiketsu” donde se identifica que si existe una desviación que nos aleja del “estándar” se debe proceder a identificar la causa raíz del problema, formular las acciones correctivas/preventivas e iniciar con las mejoras.

Figura 53. Actividades de compensación al personal involucrado en la mejora continua.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Figura 54. Indicador de Índice de accidentabilidad.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Finalmente, en la “5S-Shitsuke” relacionado a la “Disciplina” se logra cumplir con la metodología de forma correcta al generar un hábito en las personas. Entonces se ha creado una nueva forma de trabajar en los distintos niveles de la organización, desde el personal que trabaja en el piso de producción quienes practican la “disciplina operativa” al ejecutar de forma estricta y permanente los procedimientos e instructivos de trabajo; hasta la supervisión y jefaturas que lideran la operación cuya responsabilidad es trabajar en la gestión preventiva de seguridad que permita una transformación cultural en seguridad.

Con una Disciplina Operativa se logra resultados como los que vemos en la Figura 55, donde se observa que en cada año hay una reducción significativa llegando ya en febrero del 2021 a la meta de “cero accidentes”, el cual se mantiene hasta julio del 2021.

Hay que tener claro que la empresa será competitiva si y solo si es productiva, es decir, si usa eficientemente sus recursos. Esto implica no tener recursos en exceso, no tener desperdicios o tener recursos desbalanceados en el proceso productivo. Por medio de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta y como interaccionan entre ellas es posible la reducción de todo aquello que no agrega valor.

5.7. TABLERO DE INDICADORES INTEGRAL

En la Tabla 25 llamada Tablero de Indicadores se integra todos los resultados de los indicadores claves de gestión de la producción que han evolucionado de forma positiva con la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta.

Figura 55. Logro significativo en el camino hacia la meta “cero accidentes”.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

Tabla 25.

Tablero de Indicadores de la Manufactura MTO.

TABLERO DE INDICADORES							
Objetivo	Indicador de Gestión	Descripción	2017	2018	2019	2020	2021 jul
Mejorar la satisfacción del cliente	Cumplimiento o Plan de Producción	Número OF's a tiempo / (Total de OF's)	95%	99%	98%	99%	99%
		ACERO: +Slitter TM Merma / TM Input	2.30%	2.24%	1.83%	1.85%	1.57 %
		PUR/PIR: KRAUSS Kilos Merma (Real - Estándar) / Kilos Consumidos	5.82%	2.64%	2.57%	2.78%	2.06 %
Optimizar los Costos	Mermas (%)	Línea de Pintura (acero)	Ref. 6.3%	Ref. 5.8%	5.50%	1.40%	1.58 %
		Costo Directo Fabricación (Soles) / ton producido (No se considera MP y alquiler)	Ref. 1428	Ref. 1524	1215	1186	987
		Productividad Mano Obra	8.45	8.98	8.35	8.18	7.35
		Nivel de Inventario "Lento Movimiento"	Ref. 35%	32%	11%	2%	2%
Incrementar la seguridad de las Operaciones	Seguridad	N° de Accidentes Incapacitantes	Ref. 25	12	7	5	2
Aseguramiento de la Calidad	Calidad	Disminuir el número de productos no conformes por hallazgos y devoluciones % Ton PNC (Hallazgos)/Ton Fabricadas	Ref. 0.01%	Ref. 0.01%	0.08% (7.29 ton)	0.056 % (4.72 ton)	0.00 %

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Todos los indicadores relacionados con el objetivo “Optimizar los Costos”, están orientados a la eficiencia de los recursos utilizados en la operación. Es decir, se usa mejor los recursos (mano de obra, material directo e indirecto, máquina, método) por tonelada producida, porque no se tienen en exceso, no se desperdicia y no se tiene desbalanceado. Los resultados logrados en el 2021 muestran el menor valor obtenido en los 4 años de cada uno de los indicadores. Por lo tanto, al ser más productivos la empresa Prometesa es más competitiva, permitiendo que pueda ingresar a mercados más exigentes porque al mantener la calidad del producto a un costo menor es posible manejar la variable precio.

5.8. COSTOS Y BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Para lograr estos resultados positivos mostrados en los indicadores claves de gestión de la producción, se ha incurrido en costos para la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta, el cual inicia con desembolsos realizados desde capacitaciones, entrenamientos, fabricaciones, herramientas, difusiones, reuniones de retroalimentación y reconocimientos al personal. Todos estos son parte de la inversión realizada para la implementación, los cuales se muestran en la Tabla 26 y cuyo monto total del costo de la inversión asciende a S/. 330,139.00 nuevos soles.

Por otro lado, los resultados de los indicadores relacionados a la optimización de costos permitieron generar beneficios o ahorros a la manufactura MTO (Make to order) cumpliendo así la misión principal de la empresa que es la generación de valor para los accionistas. En la Tabla 27

se resume al ahorro generado como producto de la implementación de las distintas herramientas o metodologías de la manufactura esbelta como son: Kaizen (Mejoras Enfocadas), 5's, Estandarización, Kaizen Blitz, SMED. El monto total del ahorro o beneficio anual asciende a S/. 1,093,638.00 nuevos soles.

Tabla 26.

Inversión Realizada para la Implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta.

INVERSIÓN				
Actividad	Descripción	Detalle	Costo (US\$)	Costo Soles
FORMACIÓN Y APRENDIZAJE	Entrenamiento Ejecutivo - Jefe de Producción	Viaje a Japón - convenio AOTS-HIDA	2,500	8,500
	Entrenamiento Asistente Producción	Diplomado Lean Manufacturing	1,200	4,080
ENTRENAMIENTO - IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA	KAIZEN			
	Capacitación Kaizen	60 operarios, 4 sesiones de 1.5 horas	529	1,800
	Capacitación Estandarización	60 operarios, 2 sesiones de 1.5 horas	265	900
	Formalización de procedimientos, controles de Calidad	Publicación a pie de máquina, Formatos de Control	2,000	6,800
	Capacitación Costos de No calidad - Defectos - Parada de Línea	60 operarios, 2 sesiones de 1.5 horas	265	900
	Inversión en proyectos mejora Kaizen Blitz	Fabricación de accesorios, adaptación de equipo, consumibles, pruebas.	2,949	10,026
	5S			
	Capacitación y Entrenamiento en 5S a los líderes de la implementación.	20 Líderes (Supervisores y Operarios Líderes), 4 sesiones de 1.5 horas	588	2,000
	Capacitación y Entrenamiento en 5S para todo el personal en 5S	60 operarios, 10 sesiones de 1.5 horas	1,324	4,500
	Señalización e instalación de Estructuras Racks, Herram., Pisos	Suministros y materiales para señal.	3,000	10,200
	Señalización y mantenimiento de Equipos	Suministros y materiales para señal. 10 líneas de producción	2,000	6,800
	Promoción y Difusión	Banners y artículos promocionales	1,400	4,760
	5s Diarias de 15 min	60 oper. Orden/Limpieza Fin Turno	6,882	23,400
	SMED			
	Capacitación SMED	15 operarios, 8 sesiones de 1.5 horas	265	900
	Codificación de marcos de madera - utillaje	Pintado y rotulado de marcos	225	765
	Planos de montaje de marcos según familia productos	Planos para evitar la demora en ubicación de marco	250	850
	Fabricación Racks y equipo izaje (araña)	Colocar marcos cercanos a la mesas	1,286	4,373
	Fabricar cadena con estrobo para izaje	Traslado de marcos de forma segura	240	816
	Fabricar herramental de fijación rápida	Ajuste simultáneo de pernos	3,000	10,200
	Cambio de herramental - Migrar a metal (antes de madera)	Optimiza unión marco fijo/premarco	3,000	10,200
	Fabricar topes (eliminar marco fijo)	Fijar topes en el borde de la mesa	800	2,720
Planos y Gabetas para eliminar búsqueda de herramientas	Seleccionar, mantener y rotular herr.	250	850	
INVOLUCRAMIENTOS AL PERSONAL - RETROALIMENTACIÓN	REUNIONES			
	Diarias de 10 min	Temas de errores/defectos del día anterior, resultados productividad	4,588	15,600
	Mensuales de 30 min	Indicadores costos, productividad, calidad, seguridad, planes de acción	529	1,800
	Trimestrales de 60 min	Resultados económicos, estatus proyectos, cultura de seguridad	353	1,200
CONTROL VISUAL				
Tableros de control indicadores claves (cumplimiento Plan de Producción, Seguridad, Mermas)	Seguimiento diario de los indicadores claves de los procesos	1,608	5,466	
REMUNERACIÓN, RECONOCIMIENTOS Y PREMIOS DE APOYO A LP	Bono Productividad	Resultados de 5's, Cambios formatos, mermas, cumplimiento Plan producción, tasa calidad, seguridad	48,000	163,200
	Premio sobre ideas aplicadas	Liderazgo proyectos 5's, programa cultura seguridad, cultura calidad	5,000	17,000
	Almuerzos	Records de productividad, resultados significativos en proyectos	2,000	6,800
	Alfombra Roja	Generación de ahorros por implementación de proyectos mejora	804	2,733
TOTAL INVERSIÓN (millones)			S/ 0.33	

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Tabla 27.

Ahorro Generado por la Implementación de las Herramientas de Manufactura Esbelta.

AHORROS								
Línea de Producción	MUDA	Herramienta MANUFACTURA ESBELTA	% Reducción Total Merma - MP	Reducción Total (ton)	Reducción Anual (ton)	Costo Soles/ton	Ahorros Totales Soles	Ahorro Anual Soles
Slitters	Sobreprocesamiento	Kaizen (Mejoras Enfocadas) - Estandarización	0.73%	306.6	197.4	1,190.0	S/ 364,854	S/ 234,906
Línea de Producción	MUDA	Herramienta MANUFACTURA ESBELTA	% Reducción Stock Lento Movimiento	Reducción Total (ton)	Reducción Anual (ton)	Costo Soles/ton	Ahorros Totales Soles	Ahorro Anual Soles
Slitters	Inventario (semielaborado)	Kaizen (Mejoras Enfocadas)	30%	453	273	1,190.0	S/ 32,344	S/ 19,492
Línea de Producción	MUDA	Herramienta MANUFACTURA ESBELTA	% Sobreprocesamiento Bob. Color Especial	Reducción Total (ton)	Reducción Anual (ton)	Costo Soles/ton	Ahorros Totales Soles	Ahorro Anual Soles
Mixing Room - Pintura Bobinas	Sobreprocesamiento	Kaizen (Mejoras Enfocadas) - Estandarización	7%	327	115	2,497.8	S/ 817,718	S/ 288,074
Línea de Producción	MUDA	Herramienta MANUFACTURA ESBELTA	# Cambios al año	Tiempo Cambio Promedio Actual (horas)	Tiempo objetivo SMED (horas)	Reducción de tiempo (horas)	Ahorros Totales Soles	Ahorro Anual Soles
Inyectora de Paneles PUR	Espera	SMED - 5's - Estandarización	128	3.08	0.78	294	S/ 313,716	S/ 104,572
Ensamble de Paneles POL	Espera	SMED - 5's - Estandarización	48	7.50	5.50	270	S/ 134,958	S/ 44,986
Línea de Producción	MUDA	Herramienta MANUFACTURA ESBELTA	Descripción de la mejora				Ahorro Soles	
Pintura de Bobinas y RoolForming (Perfil plano)	Inventario (insumo, suministro)	Kaizen Blitz - 5's	Recuperación de rollos de film 1200mm (protector de bobina pintada) deteriorado para la formadora rodillos PLANA.				S/ 31,862	
Plegadora de Accesorios	Inventario (materia prima)	Kaizen Blitz - 5's - Estandarización	Optimización de los cortes que se necesitan para los plegados en bobinas de color de línea. Reducción costo de fabricación según estructura. No se genera exceso de inventario.				S/ 43,658	
Pintura de Bobinas	Inventario (insumo, suministro)	Kaizen Blitz - 5's	Recuperación del 80% del consumo de Primer Blanco identificado como stock de lento movimiento. Adaptación de máquina.				S/ 22,068	
RoolForming (Perfiles estructurales)	Defectos	Kaizen Blitz - 5's - Estandarización	Calibración de máquina para ajustes de tolerancias en los perfiles Z,C y U. Garantizar la calidad para clientes "exigentes" como FIANSA, quien solicita especificaciones más rigurosas.				S/ 10,631	
RoolForming (Placas colaborantes)	Espera	Kaizen Blitz - 5's - Estandarización	Reducción de los tiempos de cambio de formato: disminución paradas por montacargas, optimización programación (consolidación por espesor 0.4 y 0.3).				S/ 13,378	
Ensamble de Paneles POL	Sobreprocesamiento	Kaizen Blitz - 5's - Estandarización	Reducción del consumo de adhesivo químico por metro de panel, mediante Control de procesos en la producción: variables de caudal y temperatura.				S/ 18,400	
Ensamble de Paneles POL	Inventario (materia prima) / Defectos	Kaizen Blitz - 5's	Recuperación de stock de materia prima con defectos, relacionado a stock de bobina con menor ancho útil.				S/ 78,076	
RoolForming (Perfil plano, trapezoidal, estructural)	Inventario (semielaborado)	Kaizen Blitz - 5's	Reducción de inventarios lento movimiento relacionados a bobinas y flejes pintadas en color especial, en exceso o saldos discontinuados.				S/ 92,783	
Slitters	Sobreprocesamiento	Kaizen Blitz - 5's - Estandarización	Optimización de Costo para la cuenta de Suministro, consumibles y embalaje. Reducción del 45% de Consumo de zuncho y frazada.				S/ 56,369	
Pintura de Bobinas, RoolForming y Inyectora de Paneles PUR	Sobreprocesamiento	Kaizen Blitz - 5's - Estandarización	Optimización de Costo para la cuenta de Suministro, consumibles y embalaje. Reducción del 27% de Consumo cintas transparentes, cintas embalaje, tacos y butil glicol.				S/ 34,382	
							Ahorros Totales Soles	Ahorro Anual Soles
TOTAL AHORRO (millones)							S/ 1.66	S/ 1.09

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Finalmente, se realiza un comparativo del costo de la implementación y el ahorro obtenido por la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta. Con los resultados obtenidos en la Tabla 26 y Tabla 27 calcularemos la relación del beneficio sobre el costo utilizando la Ecuación 1:

$$\text{Beneficio sobre costo} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{B}{C} \quad (1)$$

Si reemplazamos el resultado del Costo de la inversión “C” que asciende a S/.330,139.00 y el resultado del Beneficio anual “B” que asciende a S/.1,093,638.00; se obtiene 3.31 como resultado. Esto representa para la empresa que por cada sol invertido se genera un beneficio de 3.31 soles.

Inclusive, si analizamos el rendimiento de la inversión con el indicador financiero ROI (retorno de la inversión) expresada como porcentaje utilizando la Ecuación 2:

$$ROI = \frac{\text{Ingresos} - \text{Costos}}{\text{Costo}} \quad (2)$$

Reemplazado los montos correspondientes se obtendrá un resultado de 231%, el cual evalúa de forma positiva la viabilidad de la inversión realizada para la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta.

CONCLUSIONES

1. La producción MTO de la empresa necesita garantizar el cumplimiento de su programa de producción para darle confianza de los tiempos de entrega a su cliente y fidelizarlo. Por lo tanto, un nivel de cumplimiento del 95% obtenido en el 2018 solo generará la pérdida de los proyectos y por ende la reducción en las ventas. En este tipo de producción donde el cliente se ve directamente afectado por el tiempo de entrega es necesario tener un tiempo de fabricación libre de actividades que no agregan valor y tener la suficiente flexibilidad para atender los distintos pedidos de manera oportuna.
2. La eliminación de los desperdicios en las distintas etapas de producción con la implementación de las principales herramientas de Manufactura Esbelta va a permitir reducir el tiempo de fabricación y por ende garantizar el cumplimiento de los pedidos. Esto inicia con la metodología base como son las 5S y el Kaizen en todos los niveles, en todo momento y en todo lugar de la producción.
3. Los resultados obtenidos en el tablero de indicadores claves de gestión nos muestran que la producción MTO ha incrementado su productividad y por lo tanto es más competitiva en su sector. Tiene la capacidad de manejar los precios en mercados más exigentes

manteniendo en todo momento la calidad del producto.

4. La clave para que estas herramientas y/o metodologías se mantengan en el tiempo es posible solo si la alta dirección y la jefatura directa están involucradas. Estas herramientas deben interactuar de forma integrada como un sistema, siendo el personal operativo uno de los pilares fundamentales para que el negocio funcione cumpliendo con los indicadores clave de productividad, costo, calidad y seguridad.
5. Involucrar al personal significa capacitarlo, entrenarlo y facultarlo en la toma de decisiones de las operaciones. Su participación genera compromiso y orgullo en el proceso de producción, el cual se ve reflejado en mejores resultados del clima laboral. Un mejor clima laboral reduce los accidentes de seguridad y el ausentismo; e incrementa la motivación y el rendimiento del personal.

RECOMENDACIONES

1. Antes de iniciar con la implementación de las herramientas y/o metodologías para la mejora de procesos de manufactura, es necesario primero identificar el tipo de empresa en las que el volumen de producción y la calidad de producto dependen de: principalmente de la tecnología, principalmente de la mano de obra, o en partes equivalentes de la tecnología y la mano de obra. Sobre la base de estos tipos de puede plantear un modelo ajustado a cada necesidad. Si es una empresa que depende principalmente de la tecnología se recomienda aplicar TPM (Total Productive Maintenance), si la empresa es intensa en mano de obra se recomienda aplica TQM (Total Quality Managment), y si la empresa tiene una importante tecnología instalada y que buena parte de sus procesos usan mano de obra intensiva (como es el caso del presente informe) se recomienda aplicar las herramientas de Manufactura Esbelta basada en el modelo japonés TPS (Toyota Production System).
2. Es importante saber que ninguno de los sistemas de gestión de la producción será posible aplicar sin una base cultural que el personal debe tener para una correcta implementación de las herramientas. Esta base está conformada por principios básicos que no solo debe conocer,

sino principalmente practicar de manera habitual. Los dos más importantes y primeros en ser trabajados son el sistema 5's y el Kaizen.

3. Se recomienda la aplicación de la herramienta SMED para aquellas líneas de producción donde realmente se requiere la flexibilidad de la planta, como son aquellas líneas que producen una diversidad de productos y que se convierten normalmente en cuellos de botella.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuatrecasas Arbós, Lluís (2017), Ingeniería de procesos y de planta, Ingeniería Lean. Primera Edición. Barcelona, España. Profit Editorial.
- Cuatrecasas Arbós, Lluís (2011), Organización de la Producción y Dirección de Operaciones. Primera Edición. Madrid, España. Díaz de Santos.
- Hirano, Hiroyuki (1997), 5 Pilares de la Fábrica Visual: La fuente para la implantación de las 5S. Primera Edición. Madrid, España. TGP Hoshin S.L.
- Imai, Masaaki (1989), KAIZEN: La clave de la ventaja competitiva japonesa. Primera Edición. México D.F., México. Compañía Editorial Continental S.A.
- Imai, Masaaki (2015), Gemba Kaizen: un enfoque de sentido común para una estrategia de mejora continua. Primera Edición. Aravaca, Madrid. McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Madariaga Neto, Francisco (2013), Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Primera Edición. Madrid, España. Bubok.
- Rajadell, Manuel & Sánchez, José (2010), Lean Manufacturing, La evidencia de una necesidad. Primera Edición. Madrid, España. Díaz de Santos.
- Shigeo, Shingo (1990), Una revolución en la producción: El sistema SMED.

Primera Edición. Madrid, España. TGP Tecnologías de Gerencia y Producción, S.A.

Suárez Barraza, Manuel Francisco (2021), K´AAT-KAIZEN El modelo Maya-Japonés que le brinda sentido a cada día de tu vida. Primera Edición. Toluca, México. Ágora Medios S.A.

Suárez, M. y Miguel, J. (2008). Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. *Pecunia*, 7(2), 285-311.


Suárez Barraza, Manuel Francisco (2007), EL KAIZEN: la filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por calidad total. Primera Edición. México D.F., México. Panorama.

ANEXOS

ANEXO 1: PROGRAMAS DE LIMPIEZA EN LINEAS PRODUCCIÓN CON FRECUENCIA MENSUAL

Tabla 28.

Programa de Limpieza en Línea Inyectora de Paneles PUR.

		PROGRAMA DE LIMPIEZA - 3ERA "S"																															
AREA: KRAUSS		MES : MAYO																															
DETALLE	FRECUENCIA DE LIMPIEZA	RESPONSABLE	5/1/2018	5/2/2018	5/3/2018	5/4/2018	5/5/2018	5/6/2018	5/7/2018	5/8/2018	5/9/2018	5/10/2018	5/11/2018	5/12/2018	5/13/2018	5/14/2018	5/15/2018	5/16/2018	5/17/2018	5/18/2018	5/19/2018	5/20/2018	5/21/2018	5/22/2018	5/23/2018	5/24/2018	5/25/2018	5/26/2018	5/27/2018	5/28/2018	5/29/2018	5/30/2018	5/31/2018
			martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves
Limpieza de Prensa China	Lunes y jueves	Marco Tuero																															
Limpieza de Prensa Manni	Martes y Viernes	Manuel Juarez																															
Limpieza de zona de limpieza	Miercoles y Sábado	Keissel Olivas																															
Limpieza de zona de caldero	Lunes y jueves	Javier Salazar																															
Limpieza de zona de forrado Manni	Martes y Viernes	Victor Principe																															
Limpieza de zona de forrado China	Miercoles y Sábado	Carlos Rocha																															
Limpieza de zona de bombas de inyección	Lunes y jueves	Jorge Puruguay																															
Limpieza de Manifold de componentes	Martes y Viernes	Ángel Lazo																															
Limpieza de armarios de herramientas y cintas	Miercoles y Sábado	José Baez																															
Limpieza de Racks de marcos	Lunes y jueves	Derli Dominguez																															
Limpieza de Mesas China lado este	Martes y Viernes	Keller Rojas																															
Limpieza de mesas china lado oeste	Miercoles y Sábado	Fernando León																															
Limpieza de mesas Manni Oeste y este	Lunes y jueves	Mark Rojas																															
V'B' del Super.																																	
FIRMA																																	

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Tabla 29.

Programa de Limpieza en Línea Pintura.

PROMETESA		PROGRAMA DE LIMPIEZA - 3ERA "S"																															
AREA: LÍNEA DE PINTURA		MES : MAYO																															
DETALLE	FRECUENCIA DE LIMPIEZA	RESPONSABLE	5/1/2018	5/2/2018	5/3/2018	5/4/2018	5/5/2018	5/6/2018	5/7/2018	5/8/2018	5/9/2018	5/10/2018	5/11/2018	5/12/2018	5/13/2018	5/14/2018	5/15/2018	5/16/2018	5/17/2018	5/18/2018	5/19/2018	5/20/2018	5/21/2018	5/22/2018	5/23/2018	5/24/2018	5/25/2018	5/26/2018	5/27/2018	5/28/2018	5/29/2018	5/30/2018	5/31/2018
			martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves
Limpieza de Zona de Entrada	2 x Sem.	Marlo Herrera																															
Limpieza de Zona de Proceso 1	2 x Sem.	Jorge Heredia																															
Limpieza de Zona de Proceso 2	2 x Sem.	José Chávez J.																															
Limpieza de zona de Salida	2 x Sem.	Jesús Rolando																															
Limpieza de Almacén 1207	Interdiario	José Arellano																															
Limpieza Zona de almas de acero	Diario	Carlos Tume																															
Limpieza de Laboratorio y Cuarto eléctrico	Interdiario	José Chávez B.																															
V'B* del Superr.																																	
FIRMA																																	


DESCRIPCIÓN DE ZONAS	
ZONA	Desde-Hasta
Zona de Entrada	Debobinador 2 hasta Horno químico
Zona de Proceso 1	Desde Soplador de aire N1 hasta Horno Primer
Zona de Proceso 2	Desde Tina N5 hasta Horno Final
Zona de Salida	Desde Tina N6 hasta Rebobinador
Zona de Almacén 1207	Almacén de consumibles - Pintura
Zona de almas de acero	Almas de acero y patio frente a módulo
Laboratorio- Cuarto eléctrico	Laboratorio de Pintura y cuarto eléctrico

Nota. La Empresa. Elaboración propia

ANEXO 2: CHECK LIST DE CUMPLIMIENTO

Tabla 30.

Check List de Revisión Diaria de Limpieza

		CHECK LIST DE REVISIÓN DIARIA DE LIMPIEZA																													
AREA / MAQUINA:		MES:														TURNO DIA:															
<i>Nombre del Responsable Semanal Turno día</i>		SEMANA:							SEMANA:							SEMANA:							SEMANA:								
		L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S						
INICIO DEL TURNO		HORA																													
Se verifico Orden y Limpieza del área antes de iniciar el turno y se corrigieron las irregularidades: residuos en piso, retacería, otros que deberían destinarse a los contenedores, desorden, materiales fuera de lugar.																															
DURANTE DEL TURNO																															
Se destino todos los residuos generados por la actividad a los contenedores correspondientes y se verifico que no rebalsen.																															
Se verifico que no existan objetos que no corresponden al área de trabajo, así como también comestibles, bebidas.																															
Se verifico que cada herramienta no utilizada se encuentre en su zona asignada.																															
AL TERMINO DEL TURNO																															
Antes de retirarnos se limpio y dejo ordenada la zona de trabajo.																															
Se mantienen en el área los logros y estándar del área en Selección Orden y limpieza (Debe existir dicha imagen de estándar en los murales del área)																															

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Tabla 31.

Formato de Evaluación del Programa Anual de Revisión 5S

Puntuación: 5 Cumple 3 Una observación 0 Mayor a una observación	Calificación				Prom.
	40	40	40	40	
FORMATO DE EVALUACIÓN	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	
SELECCIONAR, ORDENAR Y LIMPIAR					
Existen objetos sin uso, innecesarios, obsoletos, inoperativos en el área de trabajo. Así como objetos que no corresponden (taper de comida, comestibles, ropa, mochilas) a la actividad del área de trabajo	5	5	5	5	
Las maquinas, pasillos, suelos, paredes, se encuentran libres de obstáculos, cables cortados o en desuso y limpios, libres de basura, residuos, aceites.	5	5	5	5	
Los tachos y/o contenedores empleados para residuos están en buen estado y sin rebose de residuos.	5	5	5	5	
El área/ máquina, herramientas de limpieza del área y tachos de residuos esta visiblemente identificada con su nombre sea de maquina o almacén.	5	5	5	5	
Las vías de circulación y zonas de trabajo están demarcadas, así como los objetos están en sus lugares correspondientes incluyendo señaléticas y extintores	5	5	5	5	
Los lugares de almacenamiento de las herramientas, útiles, accesorios son guardados, agrupadas en lugares definidos cuando no se usan.	5	5	5	5	
ESTANDARIZAR					
Los murales, letreros, señalizaciones, rótulos, son estándares en toda el área.	5	5	5	5	
MANTENER - AREAS COMUNES					
Se mantienen en el área los logros en Selección Orden y limpieza (Debe existir dicha imagen de estándar en los murales del área) Las área comunes, zonas de residuos, vestuarios, SSHH se mantienen limpios, en orden, no son dañados, no se usan objetos no permitidos.	5	5	5	5	

Nota. La Empresa. Elaboración propia

Figura 56. Check List de Evaluación

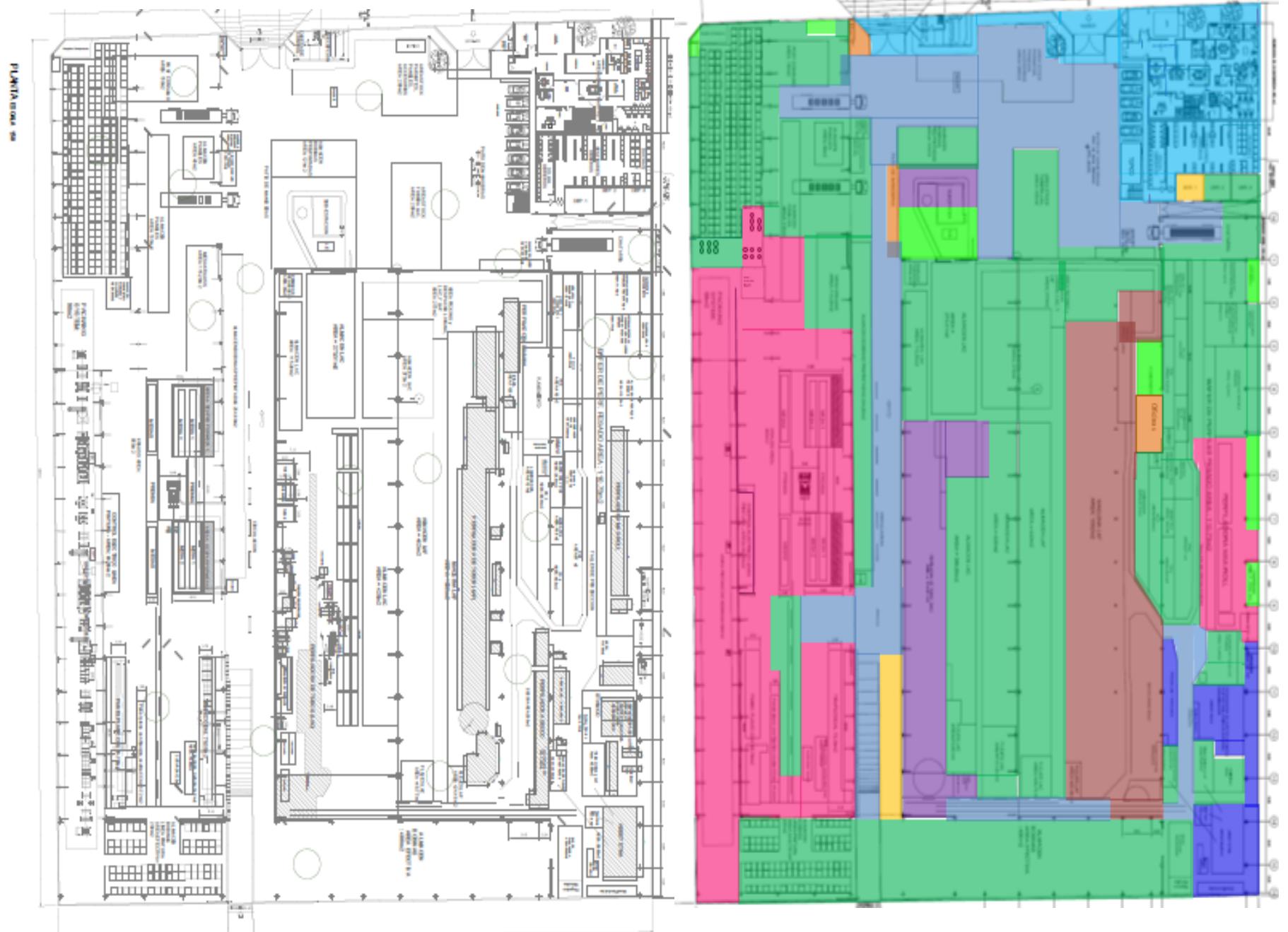
PROMETESA															LISTA DE VERIFICACIÓN S.O.L.														
CALIFICACION GENERAL										98%					CALIFICACION														
FECHA: 30 de Agosto										AREA: KRAUSS					AUDITOR: Renzo														
SELECCIONAR (1ra. S)					ORDENAR (2da. S)					LIMPIAR (3ra. S)																			
3	2	1	0	N.A.	3	2	1	0	N.A.	3	2	1	0	N.A.															
LOCALES																													
Las escaleras, plataformas están en buen estado y libres de obstáculos					Las vías de circulación de personas y vehículos están diferenciadas y señalizadas					Los suelos se encuentran limpios y libres de desechos, aceites y grasas																			
X					X					X																			
Los suelos y pasillos están libres de materiales innecesarios					Las distintas zonas de trabajo están demarcadas					El sistema de iluminación está limpio y mantenido de forma eficiente																			
X					X					X																			
Los suelos, paredes, plataformas están libres de tuberías, cables cortados o en desuso, no tienen agujeros					Todo está en sus lugares correspondientes (incluyendo extintores)					Los armarios de herramientas, estructuras de cambio rápido y estantes de limpieza están limpios y en buen estado																			
X								X		X																			
La información publicada / empleada (documentos, comunicados, etc.) en el área son vigentes					Las señales de seguridad están visibles y en buenas condiciones					Las paredes y las señalizaciones o avisos colocadas en ellas, están limpias y en buen estado																			
X					X					X																			
MAQUINARIA Y EQUIPOS																													
Están libres en su entorno de todo material innecesario					Las maquinarias y equipos están debidamente identificados					Los equipos hidraulicos se encuentran limpios y sin fugas de aceite																			
X					X									X															
Todas las máquinas o equipos que hay en el área se usan y están operativos					Las botoneras de los tableros de mando y controles están debidamente rotulados, indicando la función de cada uno de ellos					Los tableros de mando y control están limpios y mantenidos en buen estado																			
X					X					X																			
Todos los componentes instalados sobre ellas están operativos y son necesarios					Los filtros de los motores están correctamente instalados					Los motores electricos y sus componentes están limpios y secos																			
X									X	X																			
Están libres de cables y accesorios electricos que no se utilizan					Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento han sido probados					Las bancadas, mesas, prensas, desbobinadores, rebobinadores, poleas y ganchos de grúa se encuentran limpias																			
X									X	X																			
HERRAMIENTAS / UTILES / ACCESORIO																													
Todas las herramientas o utilajes se emplean. No hay innecesarias					Están ordenadas, agrupadas identificadas y guardadas en lugares definidos cuando no se emplean					Se guardan libres de aceite y grasa																			
X						X				X																			
Las herramientas eléctricas tienen los cables eléctricos y conectores en buen estado					Están en condiciones seguras para el trabajo, no defectuosas, oxidadas ni rotas.					Las máquinas herramientas (taladros, enzunchadoras racks, etc.) están limpias																			
				X	X					X																			
ALMACENAJE																													
Los lugares de almacenamiento están clasificados según su contenido					Las áreas de almacenamiento se encuentran señalizadas					Los materiales son cargados con seguridad y apilados de forma limpia y segura																			
X					X					X																			
Los materiales y/o sustancias almacenadas son vigentes y están en buen estado.					Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso y debidamente identificados					Los sitios de almacenaje se limpian con una frecuencia establecida.																			
X					X					X																			
RESIDUOS																													
Los tachos y/o contenedores empleados para residuos son los autorizados y están en buen estado.					Los tachos y/o contenedores están debidamente identificados					Los tachos y/o contenedores están limpios y cuando corresponde, poseen bolsas para la recepción de los residuos..																			
X					X					X																			
Los residuos están siendo depositados según la clasificación establecida.					Los tachos y/o contenedores están ubicados en sitios debidamente señalizados					Se evita el rebose de los tachos y/o contenedores																			
X					X					X																			
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y ROPA DE TRABAJO																													
Los equipos de protección personal (casco, cinturones de seguridad, arnés, etc.) se encuentran en buen estado					Los equipos de protección están correctamente llevados y/o ubicados en los lugares identificados para ello					Los equipos de protección personal se encuentran limpios																			
X					X					X																			
La ropa de trabajo se encuentra completa y en buen estado					La ropa de trabajo es llevada correctamente y/o guardada en lugares específicos					La ropa de trabajo se encuentra limpia																			
X					X					X																			
1ra. S =					100%					2da. S =					93%					3ra. S =					100%				

NOTA: Cualquier Observación de esta lista, registrarla en la cara posterior

Nota. La Empresa. Elaboración propia

ANEXO 3: LAYOUT DE PLANTA

Figura 57. Lotización de planta

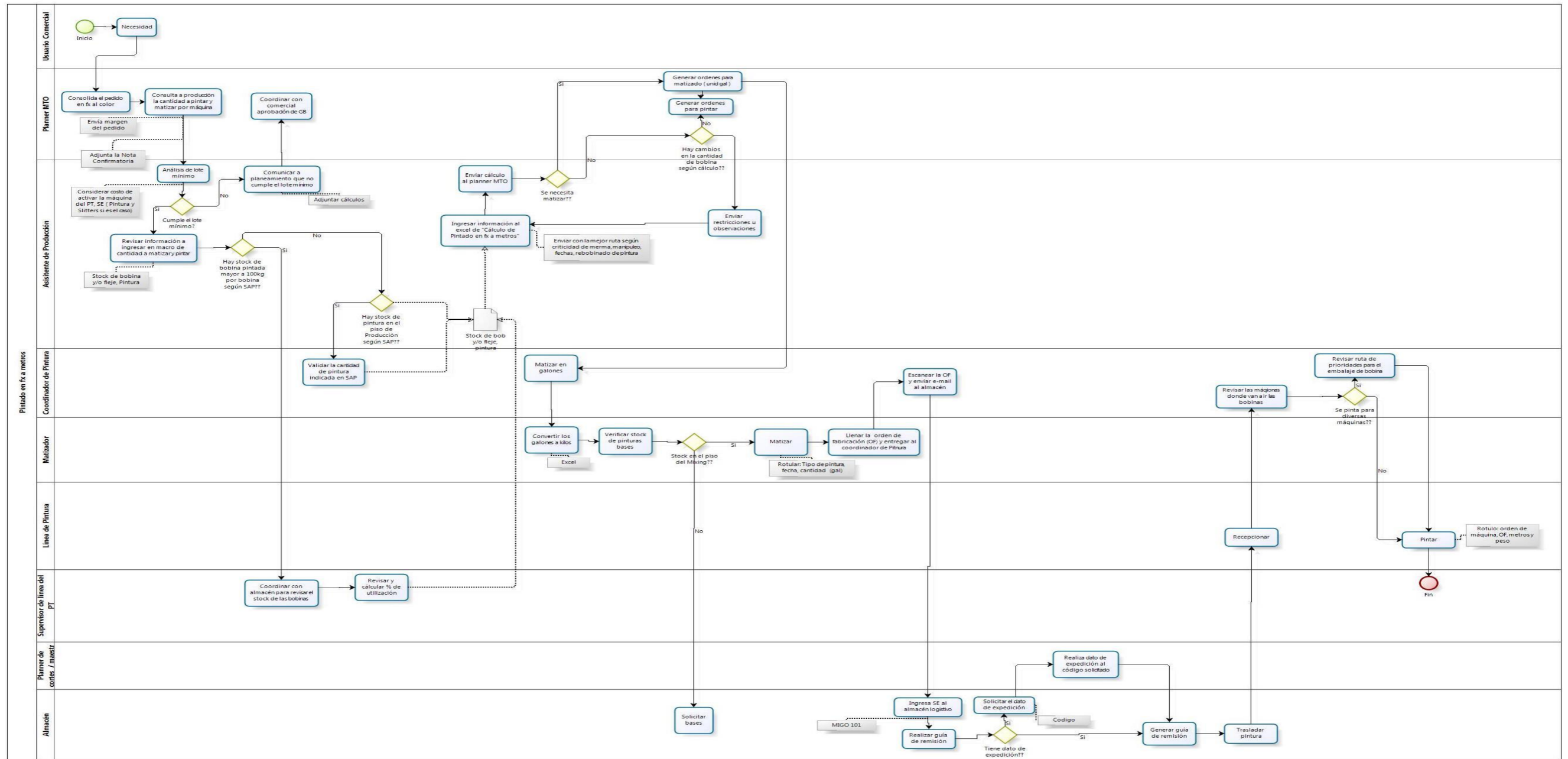


LEYENDA		
Color de identificación	Area / Zona	Responsables del Área
Verde	Almacenes	Juan del Castillo
Azul	Slitters / Prensa USI	Martin Zarate
Marrón	Tub. LAF / Liv. / SECCO	Benjamin Aguirre
Púrpura	Tub. LAC / Filtra 4	Alejandro Acevedo
Rosa	KRAUSS / Pesada / Pint.	Alex Dextre
Cian	Oficinas / Garitas / Vest. / Comedor / Pasillos	Renzo Villegas
Amarillo	Zona de acopio cilindros y chatarra	Judith Diaz
Naranja	Zona de Acopio (residuos Solidos y líquidos) oficina Sup.	Jean Quiroz
Azul claro	Patios / Zonas de carga, montacargas, camiones.	Alvaro Vasquez
Verde claro	Mantenimiento / Sub Esta. / Compresoras / Gruas	Julio Grimani

Nota. La Empresa. Elaboración propia

ANEXO 4: MAPEO DE PROCESO PARA ATENCIÓN PEDIDOS DE PRODUCTOS DE COLOR ESPECIAL

Figura 58. Diagrama de Flujo para el proceso de Pintado de Bobinas de color especial.



Nota. La Empresa. Elaboración propia

ANEXO 5: FORMATO A3

Figura 59. Formato A3 para el Kaizen-Mejora Enfocada relacionado al Sobreprocesamiento de Bobina Pintada

PROMETESA

Título: Implementar Kaizen en la Línea de Pintura

Tipo: KOBETSU KAIZEN

A3

1.- Razón para la Acción/ Problema

Problema: Generación de saldos de bobina de "color especial" que generan un stock intermedio de lento movimiento o exceso de inventario en proceso. En promedio se generan un poco más de 250 toneladas por año de bobina pintada (semielaborado) que no se usa desde el año 2016 y 2017.

Alcance: Fabricación de bobinas pintadas de "color especial" en la Línea de Pintura. Producto en Proceso que será el INPUT de procesos adicionales.

Puntos clave a considerar:
 -Las Órdenes de Fabricación con emitidas por el sistema SAP.
 -En el sistema SAP se encuentran las recetas o estructuras de fabricación de la Línea de Pintura.
 -Para la atención del pedido de un cliente se cumple con el Peso de bobina pintada solicitada.
 -Se utilizan pinturas estándar y/o pinturas especiales para la atención de una OF de bobina pintada.
 -Las bobinas de acero que ingresan al proceso tienen diferentes espesores (0.35mm, 0.45mm, etc).
 -Las pinturas especiales son formuladas para determinado cliente en función a su necesidad.
 -Imagen institucional, colores corporativos, etc.

4.- Análisis del GAP / Brecha

ESPECIFICACIONES DE MP - BOBINA PARA PINTAR						
Peso Bobina acero	kg	1000				
Espesor bobina acero	mm	0.35	0.45	0.55	0.75	
Densidad Acero	kg/m3	7850				
Ancho bobina acero	mm	1250				
Bobina	m2	364	283	232	170	
	m	291	226	185	136	

Factor Teórico

SOBREPRODUCCIÓN DE BOBINAS PINTADAS						
Espesor bobina acero	mm	0.35	0.45	0.55	0.75	
Metrage real promedio x 1T (*)	m	314	243	196	143	
Metrage Teórico x 1T según OF	m	291	226	157	115	
Producción adicional x TON	m	23	17	39	29	
Bob. Pintadas 2013	ton	624	706	624	182	
Bob. Pintadas 2014	ton	1023	880	522	95	
Peso Bobina Pintada	kg/m	3.32	4.28	5.35	7.33	
Toneladas adicionales producidas Bob Pintadas 2013	ton	46.85	50.23	131.27	38.38	
Toneladas adicionales producidas Bob Pintadas 2014	ton	76.83	62.66	109.78	19.94	

Diferencia Longitudinal Teóricos vs Real

Factor Real (promedio anual)

6.- Plan de acción y ejecución

# Caso Real	What? Qué se necesita?	How? Cómo se necesita?	Where? Dónde se necesita?	Who? Quién es el responsable?	Why? Por qué se necesita así?	Where? Cuándo se necesita?	Fecha Fin	Estado
1	Un procedimiento para el Pintado de Bobinas de Color Especial.	Mapa de Procesos y/o Diagrama de Flujos	Oficina Planeamiento Oficina Producción	Asistente de Producción	Estandarización de OF (cantidad a pintar).	15-Oct-18	15-Nov-18	Finalizado
2	Métricos de "Métricas de producción natural" en los siguientes procesos de manufactura.	Lista de Verificación de Métricas por Máquina. Actualizada semanalmente.	Oficina Producción Línea de Pintura	Supervisor de Producción	Fabricar solo la cantidad del pedido más la cantidad adicional (merma natural).	1-Oct-18	15-Nov-18	Finalizado
3	La Línea de Pintura (pintado de bobinas) debe tener como unidad de medida de producción "metros".	Bobinas de acero con el Rótulo de "metros" (Control Visual). Listado del metraje o longitud de la MP (bobina de acero).	Línea de Pintura	Operario Líder de Pintura	Fabricar solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	20-Oct-18	30-Nov-18	Finalizado
4	Las Estructuras o Recetas de Bobinas Pintadas deben considerar el "Factor longitudinal" según el espesor de la bobina de acero.	Listado de FACTOR "kg/m" para cada espesor de bobina. Actualización mensual.	Línea de Pintura	Operario Líder de Pintura	Fabricar solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	20-Oct-18	30-Nov-18	Finalizado
10	Ordenamiento en el Almacén	Implementación 3 Primeras 5'	Almacén de Materias Primas	Supervisor de Almacén	Reducción de saldo de bobina de acero (no hay necesidad de apertura de nuevo lote).	20-Oct-18	30-Nov-18	Finalizado
11,12	Capacitación de desperdicios y difusión de los objetivos.	Programa de Capacitaciones Reuniones Matutinas de 15 min. Publicación de Resultados.	Línea de Pintura	Jefe de Planta	Identificar oportunamente cualquier desviación del objetivo. Personal controlará la bobina de color especial.	1-Nov-18	30-Nov-18	Finalizado
13	Protección de Bobinas pintadas para evitar daños por manipuleo.	Bobinas pintadas con embalaje adecuado.	Línea de Pintura	Operario Líder de Pintura	Reducción de la merma por manipuleo de la bobina.	20-Oct-18	30-Nov-18	Finalizado

2.- Estado inicial / actual

PRODUCCIÓN DE BOBINAS PINTADAS

PRODUCCIÓN DE BOBINAS PINTADAS

PRODUCCIÓN DE BOBINAS COLOR ESPECIAL X ESPESOR

SOBREPROCESAMIENTO DE BOBINAS COLOR ESPECIAL

BOBINAS COLOR ESPECIAL

3.- Estado deseado / futuro

MÉTRICOS	ACTUAL		FUTURO			
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sobreprocesamiento Tons	267	269	50	30	20	10
Stock Tons LM	267	536	400	350	300	200
		% Reducción LM	25%	35%	44%	63%

5.- Contramedidas / hipótesis de solución

#	CAUSA RAIZ	SIMTOMAS	EFTORES	SOLUCIÓN ADOPTADA	MÉTRICO A MONITOREAR
1	No existe un procedimiento para el Pintado de Bobinas de Color Especial.	Requisito de Procesos y/o Diagrama de Flujos	Se elaboró según la actividad definida	Estandarización - Cumplimiento Procedimiento.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
2	Métricos de producción variables en los siguientes procesos de manufactura.	Información de los métricos naturales de cada proceso subprocesos.	Se fabricó solo la cantidad del pedido más la cantidad adicional (merma natural)	Lista de Verificación de Métricas por Máquina. Actualizada semanalmente.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
3	La Línea de Pintura (pintado de bobinas) tiene un metraje de Producción en "metros" como unidad de medida y no en metros.	Identificación del metraje del pedido real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Aplicar 3 primeras 5' en el proceso de MP. Control Visual de Bobinas de acero (bobina en el rótulo).	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
4	Estructuras o Recetas de Bobinas Pintadas tienen una relación incorrecta entre longitud y peso.	Desarrollo de un factor que relacione "longitud" de la MP (bobina de acero).	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Lista de FACTOR "kg/m" para cada espesor de bobina. Actualización mensual.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
5	Configuración en SAP basada en parámetros "CO" cuando en realidad se debe basar en "CO" cuando en realidad se debe basar en "CO".	Identificación de la receta en la estructura del pedido real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Parámetros de configuración en SAP - métrica de producción. "Estructuras y recetas".	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
6	Rebobinado de la Línea de Pintura tiene un peso relativo de 5 toneladas.	Reducción de la estructura del pedido real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Medidas del Proceso de Bobinado.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
7	Paradas de producción generan defectos que deben ser reparados.	Mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la disponibilidad de la línea.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Mantenimiento Preventivo y Correctivo. Mantenimiento Autónomo.	Cantidad de bobinas pintadas
8	Bobinas de acero para pintar tienen defectos de calidad.	Control de Calidad para detectar defectos de calidad.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Muestreo Aleatorio de Inspección de bobinas por cada bobina.	Cantidad de bobinas pintadas
9	Disponibilidad de producción (metros) por hora de producción de bobinas.	Control de Calidad para detectar defectos de calidad.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Control Calidad al ingreso, en el proceso de recepción de bobinas.	Cantidad de bobinas pintadas
10	Falta de ordenamiento en el Almacén.	Aplicación de 3 primeras 5'.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Aplicar 3 Primeras 5'.	Stock Tons LM
11	Falta de capacitación de desperdicios y difusión de los objetivos.	Capacitación y entrenamiento al personal.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Capacitaciones. Reuniones Matutinas. Publicación de Resultados.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
12	Protección de Bobinas pintadas para evitar daños por manipuleo.	Capacitación y entrenamiento al personal.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Capacitaciones. Reuniones Matutinas. Publicación de Resultados.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
13	Bobinas pintadas NO tienen embalaje adecuado.	Capacitación y entrenamiento al personal.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Entrenamiento de Operarios. Entrenamiento de Operarios.	Cantidad de bobinas pintadas
14	Mal asesoramiento del Operario de Ventas.	Capacitación y entrenamiento al personal.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Capacitaciones. Reuniones de coordinación.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial
15	Errores de cálculo del proyecto.	Capacitación y entrenamiento al personal.	Se fabricó solo la cantidad del pedido, considerando el metraje real de cada bobina de acero al ingreso del proceso.	Capacitaciones. Reuniones de coordinación.	Sobre-procesamiento de Bobinas Color Especial

7.- Comprobación de resultados

Stock Bobinas Lento Movimiento (toneladas)

Sobreprocesamiento versus Objetivo (toneladas) a JUL-21

Año	Ahorro Bob Especial (USD)
2018	90,589
2019	68,733
2020	62,636
2021	28,516
Total US\$	250,475

8.- Estandarización y Lecciones aprendidas

Líder Interno: Jorge Aquije Gamboa

Facilitador: Alex Dextre

Equipo Trabajo: Luis Cuadros, José Mansilla, José Chávez Berrú

Sponsor: Eduardo Guembes

Nota. La Empresa. Elaboración propia.