

Mejoramiento del Sistema Productivo de la empresa Metallan S.A.S.

Karen Marcela Serrano Téllez, Alicia Herrera Sánchez

Trabajo de Grado para Optar al título de Ingeniero Industrial

Directora

Ana Carmenza Buitrago Sanabria

Magíster en Elearning

Tutor

Fabio Andrés González Rúgeles

Magíster en Administración de Empresas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

A nuestra familia por su apoyo incondicional durante la realización del proyecto.

A nuestra directora, *Ana Carmenza Buitrago*, porque gracias a sus sugerencias, apoyo y orientación logramos culminar el proyecto de manera exitosa.

A la profesora *Piedad Arenas* por sus valiosos consejos y observaciones que fortalecieron el proyecto en cada una de sus etapas.

A la familia *Metallan S.A.S.* por permitirnos realizar el proyecto de grado, especialmente al Ingeniero *Fabio González* quien contribuyó desde su experiencia en su desarrollo; así como al personal operativo, *Nancy Díaz* y *Edgar Amaya* quienes estuvieron siempre dispuestos a apoyarnos y ayudarnos en la búsqueda de soluciones.

A nuestros amigos por motivarnos a seguir luchando y aprendiendo de cada dificultad que se nos presentaba.

A nuestras amigas *Laura Echávez* y *Carolina Sierra* por su contribución y apoyo en la elaboración del PGIR y PMA.

Alicia Herrera y Karen Serrano

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	22
1. Objetivos	24
1.1 Objetivo general	24
1.2 Objetivos específicos	24
2. Generalidades.....	24
2.1 Metodología del proyecto	25
2.2 Descripción general de la empresa	26
2.2.1 Política de calidad.....	27
2.2.2 Estructura organizacional.....	28
2.2.3 Mapa de procesos.....	29
2.2.4 Clientes.....	29
2.2.5 Proveedores.....	29
2.2.6 Productos.....	30
3. Marco de referencia	31
3.1 Marco teórico	31
3.1.1 Lean Manufacturing	31
3.1.2 Mejoramiento de procesos	33
3.1.3 Herramientas de análisis	34
3.1.4 Estudio de tiempos.....	37

3.1.5 Indicadores de gestión.....	38
3.2 Marco de antecedentes	38
4. Planteamiento del problema.....	40
4.1 Metodología del diagnóstico.....	41
4.1.1 Fase 1 – Visitas a la empresa y revisión de documentos.	42
4.1.2 Fase 2 – Definición de categorías, fuentes y herramientas.	42
4.1.4 Fase 3 - Aplicación de las herramientas e instrumentos para el análisis.	43
4.1.5 Fase 4 - Análisis de los resultados obtenidos.....	43
4.2 Desarrollo del diagnóstico	43
4.2.1 Maquinaria.	44
4.2.2 Materiales.....	44
4.2.3 Producción histórica.....	44
4.2.4 Descripción de las etapas del proceso productivo.	46
4.2.5 Diagramas de flujo de proceso.....	47
4.2.6 Distribución de planta actual.	47
4.2.7 Análisis de las 5S's.	49
4.2.8 Análisis de desperdicios.....	55
4.2.9 Causas del problema de incumplimiento.	59
4.2.10 Nivel de madurez de la empresa.	65
4.2.11 Descripción de la programación y control de la producción en la actualidad.	69
4.3 Análisis del diagnóstico	70
5. Formulación del plan de mejoramiento	71
5.1 Estandarización de métodos de trabajo.....	72

5.1.1 Problema que pretende atender.....	72
5.1.2 Objetivo.....	73
5.1.3 Plan de implementación.....	73
5.2 Determinación de la capacidad de los centros de trabajo	74
5.2.1 Problema que pretende atender.....	74
5.2.2 Objetivo.....	75
5.2.3 Plan de implementación.....	75
5.3 Diseño, prueba piloto e implementación de herramienta ofimática de apoyo en producción	76
5.3.1 Problema que pretende atender.....	76
5.3.2 Objetivo.....	77
5.3.3 Plan de implementación.....	77
5.4 Aplicación de SMED en Geka y Troqueladora.....	78
5.4.1 Problema que pretende atender.....	78
5.4.2 Objetivo.....	79
5.4.3 Plan de implementación.....	79
5.5 Diseño e implementación de un sistema para la medición de características de calidad.	80
5.5.1 Problema que pretende atender.....	80
5.5.2 Objetivo.....	80
5.5.3 Plan de implementación.....	81
5.6 Implementación de las 5S's en el área operativa.....	81
5.6.1 Problema que se pretende atender.....	82
5.6.2 Objetivo.....	82
5.6.3 Plan de implementación.....	82

5.7 Diseño e implementación del protocolo de mantenimiento preventivo.....	83
5.7.1 Problema que se pretende atender.....	84
5.7.2 Objetivo.....	84
5.7.3 Plan de implementación.....	84
5.8 Indicadores de gestión.....	85
5.9 Plan de capacitación.....	90
6. Implementación de propuestas de mejora aprobadas.....	91
6.1 Estandarización de métodos de trabajo.....	92
6.1.1 Etapa 1 Observación de los métodos, materiales y herramientas utilizados.....	92
6.1.2 Etapa 2 Establecer y documentar los métodos de trabajo.....	93
6.1.3 Etapa 3 Socialización de la documentación y definición de acciones a ejecutar por negligencia operativa.....	94
6.1.4 Análisis y socialización de resultados.....	95
6.2 Determinación de la capacidad de los centros de trabajo.....	96
6.2.1 Etapa 1 Ejecución del estudio de tiempos.....	96
6.2.2 Etapa 2 Determinar la capacidad de los centros de trabajo.....	99
6.2.3 Etapa 3 Análisis de los recursos y socialización.....	100
6.2.4 Análisis y socialización de los resultados.....	103
6.3 Diseño, prueba piloto e implementación de herramienta ofimática.....	104
6.3.1 Etapa 1 Elaboración y socialización de la herramienta.....	104
6.3.2 Etapa 2 Formato, prueba piloto y capacitación de la herramienta.....	106
6.3.3 Análisis y socialización de los resultados.....	108
6.4 Aplicación de SMED en Geka y Troqueladora.....	108

6.4.1 Etapa 1. Registro e identificación de las actividades de puesta a punto.	109
6.4.2 Etapa 2. Socialización, separación y conversión de actividades.	110
6.4.3 Etapa 3. Documentación y socialización del procedimiento de puesta a punto.	111
6.4.4 Análisis y socialización de los resultados.	112
6.5 Diseño e implementación de planes de control para la medición de características de calidad.	113
6.5.1 Etapa 1. Definición de características y diseño de los planes de control.	113
6.5.2 Análisis y socialización de los resultados.	116
6.6 Implementación de las 5S's en el área operativa.	117
6.6.1 Etapa 1. Capacitación y conformación del comité 5S's.	117
6.6.2 Etapa 2. Clasificación de elementos y selección del área piloto.	119
6.6.3 Etapa 3. Implementación del programa en el área piloto y en los centros de trabajo.	120
6.6.4 Análisis y socialización de resultados.	128
6.7 Diseño e implementación del protocolo de mantenimiento preventivo.	128
6.7.1 Etapa 1. Establecimiento de los criterios y diseño del protocolo de mantenimiento.	129
6.7.2 Análisis y socialización de los resultados.	130
7. Logros complementarios.	131
7.1 Actualización manual de funciones.	131
7.2 Ajuste procedimiento peso promedio del recubrimiento en galvanizado.	132
7.3 Diseño del Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR).	132
7.4 Diseño del Plan de Manejo Ambiental (PMA).	133
8. Conclusiones.	134
9. Recomendaciones.	136

Referencias Bibliográficas 139

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Organigrama Metallan S.A.S. Suministrado por Metallan S.A.S. (2019).	28
Figura 2. Mapa de procesos Metallan S.A.S. Suministrado por Metallan S.A.S. (2019).....	29
Figura 3. Catálogo de familia de productos.	31
Figura 4. Diagrama de Pareto de las líneas representativas.....	45
Figura 5. Diagrama de red de 5S's.....	50
Figura 6. Área de escofinado.	51
Figura 7. Mesa de corte.....	51
Figura 8. Herramienta en geka.....	52
Figura 9. Acumulación de retales.	52
Figura 10. Percha en proceso en dobladora.	53
Figura 11. Líquido residual en el área de decapado/fluxado.	53
Figura 12. Residuos de metal en el suelo.....	54
Figura 13. Recipientes de almacenamiento de producto en proceso y de chatarra.....	55
Figura 14. Tablero de herramientas.	55
Figura 15. Diagrama de red de desperdicios.....	56
Figura 16. Diagrama causa-efecto.	60
Figura 17. Trabajo estándar cíclico de galvanizado de diagonal en ángulo	94
Figura 18. Estudio de tiempos de grapa prensahilo	98

Figura 19. Descripción de proceso de Percha de 1 puesto.....	99
Figura 20 Percha capacidad necesaria demanda máxima	101
Figura 21 Grapa prensahilo capacidad necesaria demanda media.....	102
Figura 22 Grapa prensahilo capacidad necesaria demanda máxima	102
Figura 23. Zoom de base de datos de registro	106
Figura 24. Resultados prueba piloto herramienta	107
Figura 25. Mediciones del plan de control de forjado de ranura	115
Figura 26. Características, dispositivos y herramientas del forjado de ranura	116
Figura 27. Pendón ubicado en cafetería.....	118
Figura 28. Elementos con sticker.....	119
Figura 29. Bodega de insumos antes y después de implementación 5S	121
Figura 30. Reconocimiento en cartelera informativa.....	121
Figura 31. Tablero nuevo de herramientas Geka	122
Figura 32. Estación Destalonado en Geka	122
Figura 33. Cuadro de herramientas de la Troqueladora.....	123
Figura 34. Recipiente de soportes	124
Figura 35. Estante de accesorios	124
Figura 36. Geka.....	125
Figura 37. Dobladora eléctrica.....	125
Figura 38. Mesa de corte de tubos	126
Figura 39. Mesa de Escofinado.....	126
Figura 40. Ficha técnica 5S's de la Geka.....	127
Figura 41. Resultados del diagnóstico antes y después de implementación 5S.....	128

Figura 42.de mantenimiento para la Troqueladora 130

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Metodología del Proyecto	25
Tabla 2 Horario Laboral METALLAN S.A.S.	28
Tabla 3 Proveedores representativos	30
Tabla 4 Las 5P's de la producción	42
Tabla 5 Consolidado de diagramas de flujo.....	47
Tabla 6 Consolidado distancias grapa prensahilo, percha y diagonal en ángulo.....	48
Tabla 7 Análisis de los tiempos de suministro históricos a los clientes con la fecha de la primera entrega (Días).....	62
Tabla 8 Causas producto no conforme registrado en METALLAN S.A.S.	63
Tabla 9 Resultados capacidades.....	68
Tabla 10 Resultados funcionalidades.....	69
Tabla 11 Plan de implementación propuesta estandarizar métodos	73
Tabla 12 Plan de implementación propuesta capacidad	75
Tabla 13 Plan de implementación propuesta herramienta ofimática	77
Tabla 14 Plan de implementación propuesta SMED	79
Tabla 15 Plan de implementación propuesta calidad.....	81
Tabla 16 Plan de implementación 5S's.....	83
Tabla 17 Plan de implementación Protocolo de mantenimiento	85
Tabla 18 Indicador mantenimiento preventivo	86

Tabla 19 Indicador programa 5S's.....	86
Tabla 20 Indicador productos certificados.....	87
Tabla 21 Indicador tiempo entrega	88
Tabla 22 Indicador cumplimiento programación.....	89
Tabla 23 Indicador desperdicios	89
Tabla 24 Indicador cumplimiento P.A.P.....	90
Tabla 25 Métodos de trabajo a estandarizar	92
Tabla 26 Resultados capacidad.....	104
Tabla 27 Herramientas y dispositivos máquinas	109
Tabla 28 Resultados SMED.....	112
Tabla 29 Productos planes de control	114
Tabla 30 Selección del personal para Clasificación	119
Tabla 31 Resultados 5S's.....	128

Lista de Apéndices

(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)

Apéndice 1. Clientes

Apéndice 2. Proveedores.

Apéndice 3. Productos

Apéndice 4. Maquinaria

Apéndice 5. Producción histórica

Apéndice 6. Materiales

Apéndice 7. Descripción general de las etapas del proceso productivo

Apéndice 8. Diagramas de flujo de procesos

Apéndice 9. Diagramas de recorrido

Apéndice 10. Diagnóstico inicial 5S's

Apéndice 11. Diagnóstico inicial de desperdicios

Apéndice 12. Fechas de entrega

Apéndice 13. Causas no certificación

Apéndice 14. Plan de gestión integral de residuos

Apéndice 15. Alistamientos

Apéndice 16. Aplicación madurez

Apéndice 17. Lineas seleccionadas

Apéndice 18. Manual de procedimientos

Apéndice 19. Trabajo estándar

Apéndice 20. Suplementos

Apéndice 21. Estudio de tiempos

Apéndice 22. Descripciones de proceso capacidad

Apéndice 23. Herramienta ofimática

Apéndice 24. Videos herramienta

Apéndice 25. Detalle actividades SMED

Apéndice 26. Trabajo estándar de alistamiento

Apéndice 27. Planes de control grapas prensahilo

Apéndice 28. Planes de control diagonales en ángulo

Apéndice 29. Planes de control perchas

Apéndice 30. Folleto 5S

Apéndice 31. Pendón 5S

Apéndice 32. Registro de elementos 5S

Apéndice 33. Diagnóstico final 5S's

Apéndice 34. Protocolo de mantenimiento

Apéndice 35. Historial de paradas no programadas

Apéndice 36. Formato de mantenimiento preventivo

Apéndice 37. Accidentes e incidentes de trabajo

Apéndice 38. Lista de chequeo para el diagnóstico ambiental

Apéndice 39. Plan de Manejo Ambiental

Apéndice 40. Manual de funciones

Apéndice 41. Ficha 5S

Apéndice 42. Diagrama de flujo de procesos final

Apéndice 43. Plan de capacitación

Resumen

Título: Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Metallan S.A.S.*

Autoras: Alicia Herrera Sánchez, Karen Marcela Serrano Téllez**

Palabras Claves: Mejoramiento, procesos, indicadores de gestión, sistema productivo, manufactura esbelta.

Descripción:

Metallan S.A.S es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de torres, torrecillas, herrajes eléctricos de media, alta y baja tensión para el sector eléctrico y de la construcción; se ha distinguido por ofrecer gran variedad de productos de acuerdo con las especificaciones del cliente, de bajo costo, de alta calidad y por cumplir con la normatividad vigente. El desarrollo de este proyecto se dio a raíz del crecimiento del sector y de Metallan S.A.S, a su compromiso con el mejoramiento continuo y satisfacción de sus clientes. En este sentido, se diseñó e implementa un plan de mejoramiento al sistema productivo que permita mejorar la competitividad y productividad de la empresa. En primer lugar, se aplicaron herramientas e instrumentos de diagnóstico como medio para la recolección y el análisis de la información, entre ellas los diagramas de flujo, recorrido, Pareto e Ishikawa y el modelo de madurez. A partir de ellas se hallan oportunidades de mejora en cuanto a definición de métodos de trabajo y características de calidad, cumplimiento en fechas de entrega, tiempos de alistamiento, condiciones de orden y aseo en la planta. Después, se planteó el plan de mejoramiento apoyado con el plan de capacitación y los indicadores de desempeño. Finalmente, se implementaron las mejoras aprobadas por la dirección en una serie de etapas que contenían lo definido en el plan de mejoramiento, plan de capacitación y lo correspondiente a la medición de indicadores de gestión.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: Ana Carmenza Buitrago Sanabria

Abstract

Title: Improvement of the production system of the company Metallan S.A.S.*

Authors: Alicia Herrera Sánchez, Karen Marcela Serrano Téllez**

Keywords: Improvement, processes, management indicators, production system, lean manufacturing.

Description:

Metallan S.A.S is a company dedicated to the manufacture and commercialization of towers, turrets, medium, high and low voltage electrical fittings for the electrical and construction sector; It has distinguished itself by offering a wide variety of products in accordance with customer specifications, low cost, high quality and for complying with current regulations. The development of this project was due to the growth of the sector and Metallan S.A.S, to its commitment to continuous improvement and customer satisfaction. In this sense, a plan to improve the production system is designed and implemented to improve the competitiveness and productivity of the company. First, diagnostic tools and instruments were applied as a means for the collection and analysis of information, including flow charts, travel, Pareto and Ishikawa and the maturity model. From them there are opportunities for improvement in terms of definition of work methods and quality characteristics, compliance with delivery dates, enlistment times, order conditions and cleanliness in the plant. Then, the improvement plan was proposed, supported by the training plan and the performance indicators. Finally, the improvements approved by the management were implemented in a series of stages that contained what was defined in the improvement plan, training plan and the corresponding measurement of management indicators.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Mechanical Physical Engineering, School of Industrial and Business Studies, Director: Ana Carmenza Buitrago Sanabria

Introducción

En la actualidad, las dificultades en los procesos manufactureros están presentes en la mayoría de los sistemas productivos; un estudio reciente del programa de transformación productiva señala que 8 de cada 10 compañías las presentan. Igualmente, expone que los principales factores que afectan la productividad y competitividad de las empresas son: el incumplimiento de las fechas de entrega pactadas, la no medición del tiempo de producción y la no certificación. (Cámara de Comercio Colombo Americana, 2019).

En concordancia con lo anterior, es importante que las empresas fortalezcan y amplíen sus capacidades con miras a solventar dichas dificultades en su sistema productivo. De igual manera, que desarrollen procesos eficientes que mitiguen los factores que afectan la productividad y competitividad para que así generen alto desempeño y se sostengan en el tiempo. A causa del crecimiento del sector y de Metallan S.A.S, a su compromiso con el mejoramiento continuo y satisfacción de sus clientes, la dirección considera conveniente el desarrollo del presente trabajo de grado.

Por otra parte, este proyecto de grado se desarrolla con el interés de realizar un diagnóstico del estado actual del proceso productivo con el fin de identificar oportunidades de mejora en el mismo. A partir de ahí, se formula un plan de mejoramiento para el proceso productivo; esto con el fin de implementar las actividades de mejora aprobadas por la dirección de la empresa. Para ello, se diseña un plan de capacitación del personal encargado de la producción con miras a lograr el cumplimiento de las mejoras implementadas en todas sus etapas. Asimismo, es de

interés formular un sistema de indicadores que permita medir y hacer seguimiento al plan de mejoramiento.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento del sistema productivo de la empresa Metallan S.A.S. que permita incrementar su productividad y competitividad.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual del proceso productivo con el fin de identificar oportunidades de mejora en el mismo.
- Formular un plan de mejoramiento para el proceso productivo a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico.
- Implementar las actividades de mejora aprobadas por la dirección de la empresa.
- Diseñar un plan de capacitación del personal encargado de la producción con miras a lograr el cumplimiento de las mejoras implementadas en todas sus etapas.
- Formular un sistema de indicadores que permitan medir y hacer seguimiento al plan de mejoramiento.

2. Generalidades

2.1 Metodología del proyecto

Como eje fundamental para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos en el proyecto de mejoramiento del sistema productivo de la empresa METALLAN S.A.S. se plantean las siguientes fases.

Tabla 1

Metodología del Proyecto

Fase	Actividad
Pre- diagnóstico	<p>Entrevista preliminar con la dirección de la empresa para conocer los intereses y resultados esperados con la realización del proyecto.</p> <p>Recolectar información organizacional como misión, visión, portafolio de productos, organigrama, objetivos de calidad, política de calidad, mapa de procesos, entre otros.</p> <p>Realizar visitas a la empresa en jornada laboral para conocer sus instalaciones.</p> <p>Entrevista con la coordinadora administrativa y el jefe de producción para comprender de primera mano los procesos productivos de la empresa.</p> <p>Revisión de la documentación interna existente acerca de los procesos productivos como instructivos, planes de calidad, fichas técnicas de la maquinaria, etc.</p> <p>Entrega de la ficha del proyecto a la dirección de la empresa.</p>
Diagnóstico	<p>Fase 1. Visitas a la empresa y revisión de documentos.</p> <p>Fase 2. Definición de categorías, fuentes y herramientas.</p> <p>Fase 3. Aplicación de las herramientas e instrumentos para el análisis.</p> <p>Fase 4. Análisis de los resultados obtenidos.</p>

Continuación Tabla 1

Fase	Actividad
Plan de mejoramiento	<p>Formular el plan de mejoramiento para los procesos involucrados en las tres líneas seleccionadas con base en las oportunidades de mejora identificadas en la fase 5 de la metodología del diagnóstico.</p> <p>Socializar el plan de mejoramiento con los directivos para validar las propuestas que se implementarán en los procesos analizados.</p> <p>Elaboración de manual de funciones y procedimientos.</p> <p>Elaboración de un sistema de indicadores que permita hacer seguimiento a las mejoras a implementar.</p>
Plan de capacitación	<p>Diseñar el plan de capacitación para el personal involucrado en los procesos acorde con las mejoras avaladas, teniendo en cuenta las cualidades importantes para el desarrollo del mismo.</p> <p>Socializar la problemática encontrada, las propuestas de mejora aprobadas y preparar a los involucrados para los cambios que se van a realizar a partir de las mejoras a implementar. Se busca que, en esta etapa se resuelvan las dudas, se genere una participación con la cual se conozcan las recomendaciones o comentarios al respecto. Además, que sea un espacio en el cual se brinde la información necesaria para que sea lo más claro posible.</p>
Implementación de las propuestas aprobadas	<p>Implementación de las propuestas de mejora aprobadas por la empresa.</p> <p>Capacitación al personal involucrado en las mejoras implementadas de acuerdo con lo planteado en la fase anterior.</p>
Resultados	<p>Medición del sistema de indicadores.</p> <p>Documentación de los resultados obtenidos de acuerdo a las mejoras implementadas.</p>

2.2 Descripción general de la empresa

METALLAN S.A.S es una empresa santandereana dedicada a la fabricación y comercialización de herrajes eléctricos, torres, torrecillas y estructura metálica. Está ubicada en la ciudad de

Bucaramanga y su principal actividad económica es la fabricación de otros productos elaborados de metal no clasificado previamente.

- **Objeto social.** Fabricación y comercialización de herrajes eléctricos, torres, torrecillas y estructura metálica.
- **Misión.** METALLAN S.A.S fabrica y comercializa herrajes eléctricos certificados, estructuras metálicas, torres y torrecillas para redes de alta, media, baja tensión, alumbrado público y telecomunicaciones.
- **Visión.** Para el año 2020 METALLAN S.A.S será un proveedor de herrajes eléctricos confiable a nivel nacional.

2.2.1 Política de calidad. METALLAN S.A.S se compromete a la satisfacción de las partes interesadas y al cumplimiento de la normatividad legal aplicable a sus productos, basada en una oferta comercial de servicio, soportado en la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión y el empoderamiento de su recurso humano.

La empresa actualmente tiene establecidos los siguientes objetivos de calidad.

- Asegurar la oferta comercial de servicio
- Asegurar la disponibilidad total del portafolio de productos certificados de herrajes eléctricos del mercado.
- Complementar el portafolio de productos acorde a las nuevas tecnologías de transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Fortalecer la línea de estructura metálica
- Aumentar la satisfacción de las partes interesadas
- Mejorar continuamente el sistema de gestión de la calidad

2.2.2 Estructura organizacional. METALLAN S.A.S cuenta con 37 empleados directos y 1 indirecto. En el área de producción de la planta laboran 24 horas con turnos así:

Tabla 2

Horario Laboral METALLAN S.A.S.

Turno	Horario	Descanso
1	Lunes a sábado de 6:00 am a 2:00 pm	9:00 am a 9:15am
2	Lunes a sábado de 1:00 pm a 9:00 pm	6:00 pm a 6:15pm
3	Lunes a jueves de 8:30 pm a 6:00 am Viernes 8:00 pm a 6:00 am	12:00 am a 12:10am y 3:00 am a 3:10 am

Nota: adaptado de información suministrada por Metallan S.A.S.

En lo correspondiente al organigrama la empresa actualmente posee la estructura mostrada en la figura 1.

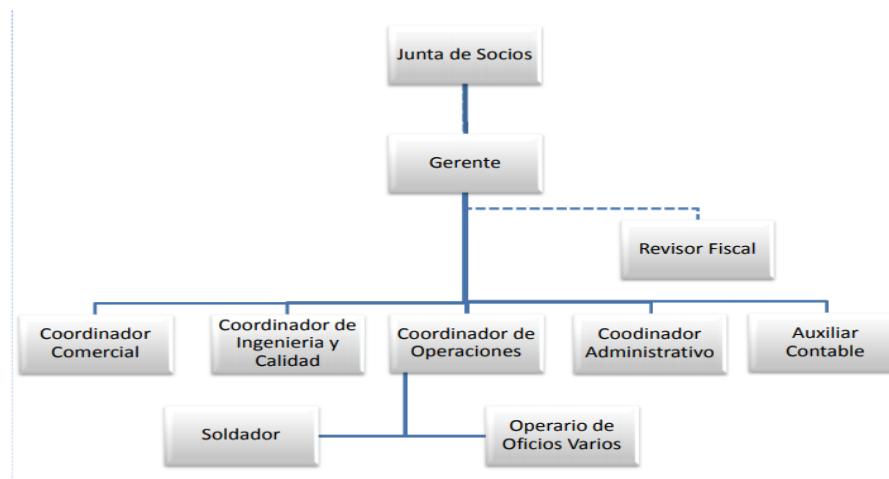


Figura 1. Organigrama Metallan S.A.S. Suministrado por Metallan S.A.S. (2019).

2.2.3 Mapa de procesos

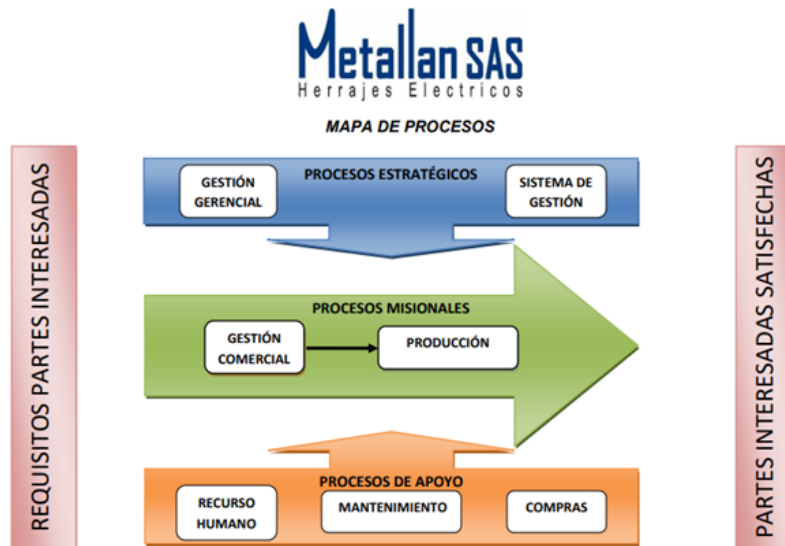


Figura 2. Mapa de procesos Metallan S.A.S. Suministrado por Metallan S.A.S. (2019).

2.2.4 Clientes. Actualmente METALLAN S.A.S ofrece su portafolio de productos a empresas minoristas, mayoristas y contratistas del sector eléctrico que están ubicados en el territorio nacional. Entre sus clientes más representativos se encuentran: Distribuciones Eléctricas JE, Electrovera, Electro Rey, Unión Temporal FyR, Ingeniería Y Suministros, S&M Ingeniería y Edemsa. En el apéndice 1 se puede visualizar el listado completo de clientes actuales que tiene la empresa.

2.2.5 Proveedores. Para METALLAN S.A.S es de gran importancia mantener buenas relaciones comerciales con cada uno de sus proveedores para fabricar productos de alta calidad; en la tabla 3 se muestran los proveedores más representativos junto con el producto que

suministran. En el apéndice 2 se puede visualizar el listado completo de clientes actuales que tiene la empresa.

Tabla 3

Proveedores representativos

Proveedor	Producto suministrado
Steckerl Aceros S.A.S.	Varilla, ángulos, platinas, láminas y aceros
Cyrgo S.A.S.	Varilla, ángulos, platinas, láminas y aceros
Conquímica S.A.	Ácido clorhídrico
Propulsora	Aluminio ALSI 7
Sumatec	Elementos de protección personal
Accionar ingeniería	Lingotes de zinc

Nota: adaptado del listado maestro de proveedores - Metallan S.A.S.

2.2.6 Productos. METALLAN S.A.S fabrica, comercializa, y presta servicios para la industria eléctrica; se elaboran de acuerdo a las especificaciones del cliente o según dimensiones genéricas. Las familias de productos que destacan en la empresa se presentan a continuación. En el apéndice 3 se puede ver más detalladamente.

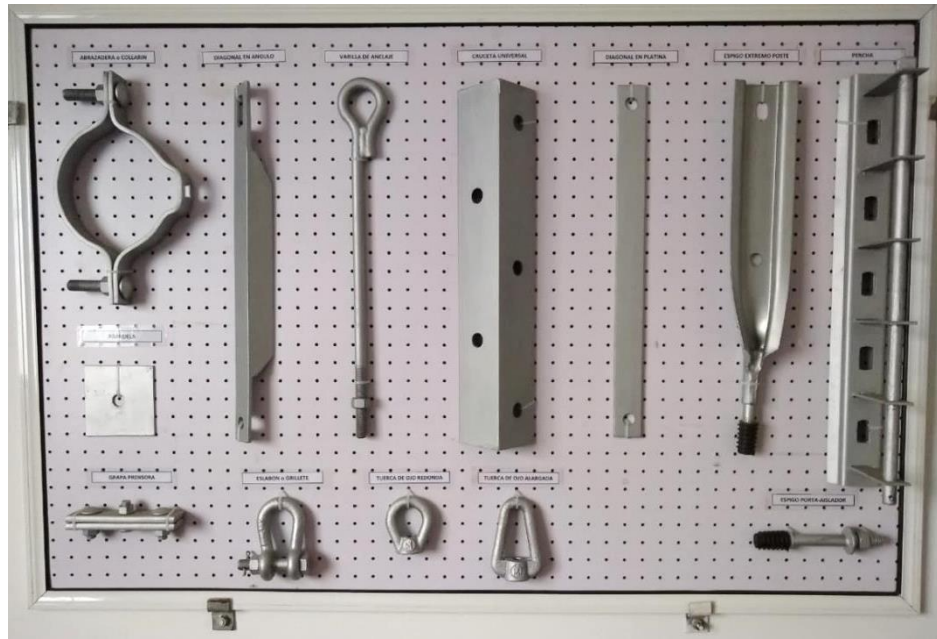


Figura 3. Catálogo de familia de productos.

3. Marco de referencia

3.1 Marco teórico

El mejoramiento del sistema productivo de una empresa comprende un conjunto de técnicas que pretenden generar un impacto positivo en el desempeño de la misma. Es por esto que a continuación se presentan los conceptos de aquellas en las que se fundamenta el trabajo a desarrollar.

3.1.1 Lean Manufacturing. Es una filosofía que surgió del desarrollo del sistema de producción Toyota a mediados del siglo XIX y que, desde entonces, se ha difundido alrededor del mundo como la base para el mejoramiento continuo de las empresas. Vizán y Hernández (2013) afirman que este concepto “(...) define la forma de mejora y optimización de un sistema

de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de <<desperdicios>>, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios” (p. 10).

Por lo tanto, su implementación permite aumentar la rentabilidad, productividad y competitividad de la empresa. Para ello, se aplican una serie de herramientas en los procesos según las necesidades y objetivos de la organización. A continuación, se describen algunas de ellas de acuerdo a la metodología y los objetivos planteados en el proyecto.

3.1.1.1 Kaizen. Es una filosofía de mejora gradual y continua, que implica la participación de todos los miembros de la empresa para aumentar la calidad de los procesos de forma conjunta mediante pequeños cambios (Evans y Lindsay, 2008).

3.1.1.2 Metodología de las 5S's. Está conformada por 5 técnicas de origen japonés: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, que se traducen en eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito (Vizán y Hernández, 2013).

Una de las razones más importantes para llevar a cabo su implementación en las áreas de trabajo es que los resultados son tangibles, cuantificables y visibles para todos a corto plazo (Rajadell y Sánchez, 2010). Además, según Vizán y Hernández (2013),

(...) puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización (p. 37).

De lo anterior podemos inferir que la introducción de las 5S's permite el quebrantamiento de viejos paradigmas que imposibilitan el cambio; dependerá de qué tan saludable sea la cultura organizacional.

3.1.1.3 Desperdicios. También conocido como muda, refiere a toda actividad que no es necesaria para añadir valor al producto desde la perspectiva del cliente y por lo cual, la metodología Lean pretende eliminarlos. Taiichi Ohno identificó 7 tipos de desperdicios en el sistema productivo de las empresas:

- Sobreproducción: Producir más o antes de lo necesario.
- Inventarios: Cualquier acumulación de materiales o información.
- Sobre proceso: Procesos innecesarios.
- Esperas: Tiempos perdidos en las máquinas o personas.
- Reprocesos: Por defectos o inspecciones.
- Transportes: De productos, materiales o información de un lugar a otro.
- Movimientos: Innecesarios de personal por zona de trabajo (Ibarra-Balderas y Ballesteros-Medina, 2017, p. 56).

3.1.2 Mejoramiento de procesos. Comprende una serie de técnicas que se aplican a todas las áreas de la organización con el objetivo de reducir costos y mejorar la efectividad. Una de ellas es el ciclo Deming que consta de 4 etapas: planear, hacer, verificar y actuar.

Planear consiste en recopilar suficientes datos de la situación actual de los procesos de la empresa para crear un plan de acción que permita dar solución a los problemas identificados. En Hacer se ejecutan todas las actividades contempladas dentro del plan de acción, implica supervisión y asignación de recursos. En Verificar, se evalúan si los resultados obtenidos del

plan funcionan efectivamente y si es necesario, se toman en cuenta otros aspectos u oportunidades. En la última etapa (Actuar) las mejoras del plan de acción se estandarizan y se comunican a toda la organización. Posteriormente, se lleva otra vez a la primera para identificar otras oportunidades de mejora (Evans y Lindsay, 2008).

3.1.3 Herramientas de análisis. A continuación, se describen algunas de las herramientas que permiten conocer en detalle la situación actual de las fábricas teniendo en cuenta el enfoque del análisis que se pretenda efectuar.

3.1.3.1 Diagrama de recorrido. Es una representación gráfica de la distribución de la planta en el que se muestra la ruta por la que pasa el producto, desde que inicia su recorrido en la bodega de materia prima hasta la zona de producto terminado (Ortiz, 2014, p. 23).

Con un buen análisis del recorrido de los productos se podrán evidenciar fallas o problemas de desplazamiento con los que generalmente se convive, por ejemplo, visualizar los movimientos correctos (hacia delante) y los incorrectos (hacia atrás). Una vez mejorados los desplazamientos en el área de taller, se obtienen ventajas como las siguientes: disminución de distancias recorridas, espacio ocupado y eliminación de zonas de alta congestión (Ortiz, 2014).

3.1.3.2 Diagrama de Pareto. Se basa en la regla del 80-20, que afirma que el 20% de las causas generan el 80% del problema. Por ende, si se priorizan dichas causas se dará solución a la mayor parte de los problemas.

3.1.3.3 Diagrama de flujo de proceso. Es una representación detallada del proceso productivo que permite identificar las operaciones e inspecciones que lo conforman, así como las actividades que no agregan valor al producto. Este diagrama es de suma utilidad para la compañía ya que ayuda a identificar oportunidades para mejorar su desempeño operativo.

Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos. Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización (Niebel & Freivalds, 2009, p. 26).

3.1.3.4 Diagrama de causa-efecto. Es un método gráfico de suma utilidad para el mejoramiento de los procesos, pues precisa de una búsqueda exhaustiva de las causas que generan el problema o efecto; esto implica que sean menores los errores que se cometan al momento de analizar el problema. Asimismo, este diagrama permite tener una visión global, y desde diferentes perspectivas del problema.

Para construir el diagrama se detectan las causas potenciales del problema por medio de seis elementos que definen de forma global todo el proceso; estos son: materiales, máquinas, medio ambiente, métodos de trabajo, medición y mano de obra. Así, en la medida que se va elaborando se realiza el análisis de cómo los diferentes factores pueden afectar el problema bajo estudio (Gutiérrez & de la Vara, 2013).

3.1.3.5 Modelo de madurez de procesos y empresa de Hammer. Es un modelo de madurez que guía las mejoras basadas en procesos dada la necesidad de asegurar que se posea y mantenga un alto desempeño en los mismos. Esto, mediante dos elementos presentes en las organizaciones a desarrollar: los facilitadores de proceso y las capacidades de empresa. Los primeros operan en procesos individuales y las segundas se aplican a toda la empresa.

A continuación, se listan los facilitadores de proceso los cuales determinan a lo largo del tiempo qué tan bien puede funcionar un proceso; adicionalmente, entre paréntesis se indican las características que definen dicho facilitador:

Diseño (documentación, contexto y propósito): La amplitud de la especificación de cómo se ejecutará el proceso.

Ejecutores (conducta, destrezas y conocimiento): Las personas que ejecutan el proceso, particularmente sus destrezas y conocimiento.

Responsable (autoridad, actividades e identidad): Un alto ejecutivo que es responsable del proceso y de sus resultados.

Infraestructura (sistemas de recursos humanos y sistemas de información): Sistemas de información y gestión que apoyan el proceso.

Indicadores (usos y definición): Las mediciones que utiliza la empresa para rastrear el desempeño del proceso (Hammer, 2007, p. 4).

Igualmente se listan las capacidades que son las que permiten implementar los facilitadores; así, si la organización cuenta con capacidades importantes significa que está preparada para implementarlos, y como resultado se hará de forma eficaz.

Liderazgo (estilo, conducta, alineamiento y conciencia): Los altos ejecutivos que apoyan la creación de procesos.

Cultura (actitud hacia el cambio, responsabilidad, foco en el cliente y trabajo en equipo): Los valores de foco en el cliente, trabajo en equipo, responsabilización personal y disposición a cambiar.

Experticia (metodologías y gente): Destrezas y conocimiento de rediseño de procesos.

Gobernabilidad (integración, responsabilidad y modelo de procesos): Mecanismos para gestionar proyectos complejos e iniciativas de cambio (Hammer, 2007, p. 4).

De ahí que, la unión de estos elementos permita que se planifiquen y evalúen los cambios en los procesos de manera eficaz.

3.1.4 Estudio de tiempos. Es una técnica de medición de trabajo que consiste en registrar el tiempo y el ritmo en el que un operario calificado y con un rendimiento promedio desarrolla una tarea; esto se realiza con el fin de “determinar el tiempo estándar que corresponde a un método que sea principalmente eficiente y económico considerando las necesidades sociales y psicológicas de los trabajadores” (González y Escalante, 2015, p. 448). Para realizar el estudio el analista necesita como mínimo un cronómetro y un formato con la información relevante para el estudio como: nombre del operario, del analista y del producto, tiempo de inicio/fin del estudio, fecha, máquina y/o herramientas utilizadas, entre otros.

3.1.4.1 Técnica del cronómetro. Este procedimiento permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempo que han sido cronometrados (Ortiz, 2014, p.23). Para ello, se requiere dividir la tarea en elementos que sean de menor tiempo y de fácil identificación; éstos se clasifican en: repetitivos (aparecen en todos los ciclos de trabajo), no repetitivos (se presentan de manera periódica pero que no necesariamente se repiten en todos los ciclos de trabajo) y extraños (suceden de manera eventual como, por ejemplo, una interrupción por otro operario, caída de una

herramienta, etc). Cabe resaltar que el ciclo de trabajo es aquel conjunto de actividades que permiten obtener una unidad de producción (Ortiz, 2014).

3.1.5 Indicadores de gestión. El nivel de desempeño que pueda llegar a poseer una organización, depende en gran medida de los indicadores de gestión con los que cuente. Esto es porque los indicadores permiten ordenar y estructurar los aspectos claves de negocio para así tener un referente de lo que la empresa debe lograr, al mismo tiempo que contribuyen en la toma de decisiones efectivas. Lo anterior, mediante el control y seguimiento de los mismos en donde se pueda identificar y generar información clave acerca del funcionamiento y los factores fundamentales de la empresa. (Gaytán, 2019).

Igualmente, las mediciones de los indicadores deben ser relevantes y útiles (pertinentes), deben reflejar fielmente el comportamiento de las variables (precisas), generar resultados que estén disponibles en el tiempo adecuado para que se pueda corregir o prevenir (oportunas), deben tener una proporcionalidad y racionalidad entre los costos incurridos y los beneficios (económicas). Así, se distinguen indicadores de eficacia en donde se busca establecer el cumplimiento de planes y programas evaluando la oportunidad y cantidad; de eficiencia que se enfocan en el control de los recursos, evaluando la relación de los mismos con el grado de aprovechamiento que se les da; de efectividad en donde se mide que, en el tiempo y con los costos adecuados se logren los resultados programados (Departamento administrativo de la función pública, 2012, p.14-28).

3.2 Marco de antecedentes

Wilson Orlando Gómez Santos (Gómez, W. 2018) en el proyecto de grado titulado “Diseño e implementación de un plan de mejoramiento para el proceso productivo de la empresa Muebles Bremen S.A.S en sus nuevas instalaciones” analiza el proceso productivo con el fin de mejorar la productividad de la empresa. Así, aplica herramientas de diagnóstico como listas de chequeo de Desperdicios y 5S’s, el modelo de madurez a partir de la Norma Técnica Colombiana NTC_ISO 9004 (Tercera actualización) y la distribución de planta actual, entre otras; que permiten determinar el estado del mismo. Lo anterior suministra información valiosa para la ejecución del diagnóstico del presente proyecto. A partir de esto identifica que el retraso en la ejecución de los contratos es el principal problema de la empresa y el déficit de control en los procesos. Por lo anterior, enfoca sus mejoras hacia dichos tópicos en la línea representativa de productos; de esta manera se logra por medio de formatos un control en la trazabilidad del producto. Adicionalmente, interviene en los despilfarros de transporte y almacenamiento previamente identificados, implementa un programa de mantenimiento preventivo y evidencia cómo en ese sistema productivo los lotes de mayor tamaño generan una menor fluidez y los lotes pequeños permiten una salida más frecuente de productos.

Por otro lado, Yineth Paola Peña Carvajal (Peña, Y. 2017) en el proyecto titulado “Diseño e implementación de un plan de mejoramiento del proceso productivo en la línea eléctrica de la empresa Ryctel Ltda” aplica herramientas para generar un diagnóstico por el cual identifica las principales falencias y oportunidades de mejora del sistema productivo. En consecuencia, implementa una herramienta ofimática que mide el nivel de cumplimiento de los tiempos planeados de producción a raíz del análisis del estudio de tiempos; además dicho análisis le permite también plantear mejoras para aumentar la capacidad del recurso cuello de botella. Lo anterior proporciona al presente trabajo de grado una guía para el análisis y las mejoras a

proponer. Por otra parte, da a conocer por medio de capacitaciones la importancia y los beneficios del mejoramiento continuo logrando así la participación del personal. Además, con la definición de los indicadores ayuda a llevar un control, identificar qué aspectos requieren atención y facilita la toma de decisiones.

Por último, en el trabajo de grado titulado “Mejoramiento de los procesos productivos de la empresa maquinados y montajes SAS” Sandra Milena Pinilla y Edward Steven Santos Neira (Pinilla, S. & Santos, E. 2015) aplican herramientas como un modelo de madurez, listas de chequeo de Desperdicios y 5S’s, diagramas de Pareto y recorrido con el fin de analizar y proponer mejoras en los procesos productivos incluyendo la planeación, la manufactura el aprovisionamiento y las entregas. De esta manera, al término del proyecto concluyeron que son de gran importancia la medición de indicadores ya que permiten detectar falencias, oportunidades de mejora y tomar decisiones. Adicionalmente, que contar con una planeación y control diaria permite asegurar que la ejecución de las operaciones esté acorde a lo planeado. La anterior revisión contribuye a este proyecto pues permite tener una base guía para el desarrollo tanto del diagnóstico como de la identificación de las propuestas de mejora.

4. Planteamiento del problema

Metallan S.A.S. ha presentado un crecimiento sostenido a lo largo de los años, esto le ha permitido ofrecer al mercado variedad de productos, a bajo costo, y siguiendo las especificaciones del cliente. En este sentido, la empresa considera pertinente la realización del presente trabajo de grado con miras a que en el desarrollo del mismo se implementen mejoras que ayuden en la productividad y competitividad de la misma.

De acuerdo con esto, se ha evidenciado por medio del diagnóstico al sistema productivo, que la empresa presenta dificultades en el cumplimiento de las fechas de entrega. Estas son ocasionadas principalmente por: el desconocimiento de los tiempos de procesamiento que permitan de una manera más precisa pactar con el cliente fechas de entrega, la inexistencia de procedimientos unificados de trabajo que posibiliten el ahorro del tiempo y dinero, el control en la ejecución de las actividades.

Asimismo, se identificaron altos niveles de desperdicio asociados con lo mencionado anteriormente, y por otros factores como: los reprocesos por falencias en el control de calidad y comunicación efectiva de lo correspondiente a la programación diaria, movimientos innecesarios por búsqueda de herramientas, altos tiempos de alistamiento, fallos en las máquinas, etc. los cuales generan pérdidas de recursos para la empresa. Adicionalmente, se evidenció la existencia de condiciones de inseguridad por la presencia de recipientes con residuos o productos en proceso en lugares que interfieren con el paso.

4.1 Metodología del diagnóstico

Con el fin de identificar oportunidades de mejora en el sistema productivo y conocer el estado actual de sus procesos; se realizó un diagnóstico para la empresa mediante varias herramientas ejecutadas de acuerdo con la siguiente metodología.

A continuación, se presentan las fases que se desarrollaron para en el diagnóstico del sistema productivo de las líneas representativas de la empresa METALLAN S.A.S.

4.1.1 Fase 1 – Visitas a la empresa y revisión de documentos. En primera instancia, se realizaron visitas a la empresa y revisaron documentos, con el fin de obtener una visión global del estado actual del sistema productivo y determinar las líneas representativas. Así, se compiló información de los instructivos de los procesos productivos, formatos de procedimiento de productos, histórico de ventas, normatividad técnica, entre otros.

4.1.2 Fase 2 – Definición de categorías, fuentes y herramientas. Para la recolección de información la definición de categorías se basa en las 5P's de la producción de Chase. Igualmente, en esta fase se definen las fuentes y herramientas para la recolección de información que se ve en la tabla 4.

Tabla 4

Las 5P's de la producción

5 P'S	¿Qué se quiere saber?	¿Cómo se obtuvo la información? (Fuentes y herramientas)
Planta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Metros construidos ✓ Áreas de almacenamiento ✓ Distribución de planta ✓ Condiciones de trabajo ✓ Distancia entre centros de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantamiento de planos: Mediciones de la planta ✓ Observación directa ✓ Análisis de 5S's e Ishikawa: Lista de chequeo 5S's, diagrama causa-efecto (medio ambiente)
Procesos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Secuencia de operaciones ✓ Identificar los despilfarros presentes en el proceso productivo ✓ Maquinaria y equipo ✓ Tiempos de alistamiento ✓ Etapas de los procesos productivos ✓ Capacidad demostrada 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantamiento diagramas de flujo y diagramas de recorrido ✓ Observaciones directas ✓ Revisión de documentación ✓ Entrevistas al personal involucrado ✓ Análisis despilfarros e Ishikawa: Diagrama causa-efecto (métodos, máquinas, medición)
Partes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Materia prima e insumos utilizados en el proceso productivo ✓ Proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisión de documentación ✓ Entrevistas al personal involucrado ✓ Análisis Ishikawa: Diagrama causa-efecto (Materiales)

Continuación Tabla 4

5 P'S	¿Qué se quiere saber?	¿Cómo se obtuvo la información? (Fuentes y herramientas)
Personas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Jornadas de capacitación ✓ Jornadas de trabajo ✓ Número de empleados de la empresa ✓ Número de empleados por centro de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrevistas al personal involucrado ✓ Observación directa ✓ Revisión de documentación ✓ Análisis Ishikawa: diagrama causa-efecto (mano de obra)
Planificación y control	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programación de operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrevista al coordinador de producción

4.1.4 Fase 3 - Aplicación de las herramientas e instrumentos para el análisis. Con base en la fase anterior durante 3 meses se aplican las herramientas e instrumentos de diagnóstico necesarios para cada una de las categorías, teniendo en cuenta las fuentes de información también definidas.

4.1.5 Fase 4 - Análisis de los resultados obtenidos. Finalmente, se analiza la información obtenida del diagnóstico para identificar oportunidades de mejora. Éstas se plasman en el plan de mejoramiento.

4.2 Desarrollo del diagnóstico

En primera medida se realiza la siguiente descripción general del sistema productivo a partir de revisión documental, observación directa y entrevistas con el supervisor de producción, coordinador de producción y coordinador de calidad.

4.2.1 Maquinaria. La empresa en su sistema productivo cuenta con diferentes tipos de máquinas como se muestra en el apéndice 4, en el cual se da una breve descripción de cada una de ellas. Así pues, en el apéndice 5 se puede observar que las cinco líneas representativas dan mayor uso en sus operaciones a la máquina Geka 31%, horno de galvanizado 22% y Troqueladora 17%. Cabe mencionar que en el sistema productivo se utiliza maquinaria especializada, así como equipos convencionales o elaborados por la empresa.

4.2.2 Materiales. Existen tres insumos/materiales claves para fabricar los productos de la empresa, como son: el acero tipo A36 y tipo A572, el ácido clorhídrico y el zinc. En el apéndice 6 se muestran los materiales/insumos y accesorios usados para cada uno de estos productos. Cabe resaltar la importancia de las diferencias químicas, físicas, el tiempo de vida útil, los modos de manipular y almacenar, etc. que existen entre estos. Por medio de lo indagado al personal administrativo, se encuentra que no existen registros de inventarios; en el caso del registro de materia prima no lo perciben como útil, dado que a su llegada se le da un uso inmediato.

4.2.3 Producción histórica. Con el fin de identificar las líneas representativas de METALLAN S.A.S, se depuró información histórica de ventas a partir de los pedidos realizados a la empresa desde junio de 2018 a mayo de 2019; se tomó esta ventana de tiempo debido a que en los últimos años ha presentado cambios en su catálogo de productos. De esta manera, de las familias de productos fabricadas por la empresa se determinaron las más importantes por cantidades como se muestra en la figura 4.

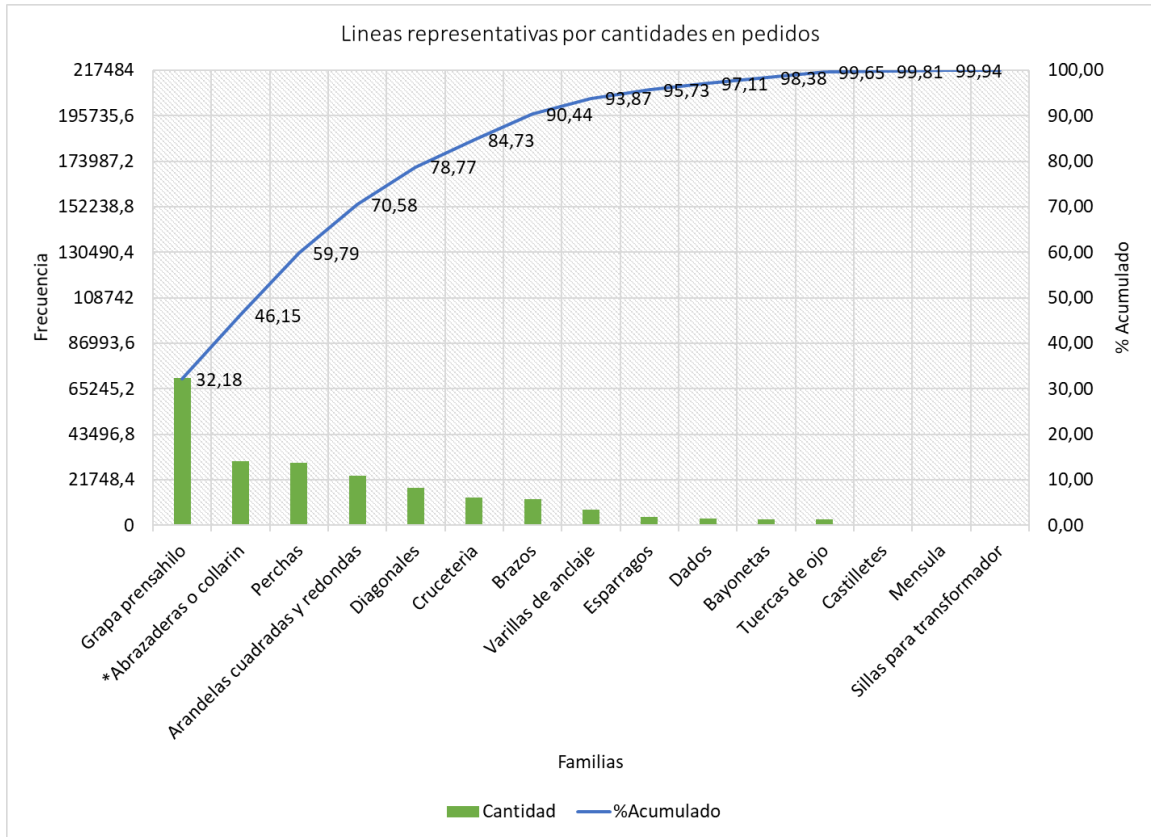


Figura 4. Diagrama de Pareto de las líneas representativas.

Como se observa en la figura 4, cerca del 80% de la producción lo componen la grapa prensahilo, los collarines, las perchas, las arandelas y las diagonales. A partir de ahí y de los intereses de la empresa se seleccionó con el tutor las tres líneas a intervenir: grapa prensahilo (de 1-1/2" X 1/4), perchas (1 puesto) y diagonales (en ángulo de 1 1/2" X 3/16" X 0,68); cada uno de estos productos tiene una participación en las familias del 94%, 85% y 60% respectivamente.

Cabe mencionar que las perchas y collarines tienen procesos de fabricación similar; por su parte las arandelas poseen un proceso de fabricación sencillo. Las anteriores fueron razones que ayudaron a determinar las líneas a trabajar. Así, en el apéndice 5 se puede observar el uso de estos productos a los diferentes centros de trabajo.

Por otro lado, de los pedidos realizados en el último año el 77% se efectuaron los días martes, jueves, viernes y miércoles en orden descendente respectivamente. Adicionalmente, con la información suministrada se compararon las cantidades de pedidos entre 2017 y 2018, de lo cual se infiere que no hay estacionalidad de la demanda dado que, la tendencia en la cantidad de pedidos de los diferentes meses no se repite. Igualmente, de lo indagado acerca de los clientes con los que cuentan, se observó que están condicionados por la ley de garantías electorales pues dentro de la cadena generada en el mercado, los clientes finales son entidades descentralizadas del orden municipal, distrital o departamental quienes compran el producto.

4.2.4 Descripción de las etapas del proceso productivo. Se realiza una descripción general de los procesos relacionados con la fabricación de la grapa prensahilo, diagonal en ángulo y percha. Es preciso mencionar que estas familias comparten centros de trabajo como: galvanizado, escofinado, corte y punzonado, etc. Por lo tanto, los insumos necesarios para algunos procesos son los mismos; por ejemplo, en decapado se tiene el ácido clorhídrico y flux, en galvanizado se cuenta con zinc, etc.

El proceso de fabricación de estas familias de productos empieza con la verificación de existencias en cuanto a materiales e insumos. En caso de no contar con ellos se realiza la respectiva solicitud y recepción de materiales (platinas, varillas, láminas, accesorios, etc.). Las etapas por las cuales pasa el producto para ser transformado se encuentran consignadas en el apéndice 7. Como complemento, en el apéndice 5 se pueden observar las operaciones realizadas en cada centro de trabajo y la frecuencia de uso; esto muestra que el centro de trabajo más utilizado es donde se escofina, retoca, ensambla y empaca/rotula (operaciones realizadas de manera manual en 2 mesas en las que pueden trabajar hasta 8 operarios), seguido de galvanizado

y decapado/flux. Por esta razón la empresa tiene como referencia de capacidad demostrada el valor histórico de 5600 kilos en un día producidos por galvanizado.

4.2.5 Diagramas de flujo de proceso. Para proporcionar una vista clara de la secuencia de los procesos; se elaboraron para la grapa prensahilo, diagonal en ángulo y percha los respectivos diagramas de flujo de proceso. Lo anterior se encuentra consignado en el apéndice 8.

En la tabla 5 se puede observar la cantidad de almacenamientos, inspecciones, transportes, operaciones y esperas que se realizan en la manufactura de cada producto. De allí se infiere que la percha y la grapa obtienen la mayor cantidad de operaciones dado el número de componentes que poseen.

Tabla 5

Consolidado de diagramas de flujo

Actividad	Grapa prensahilo	Diagonal en ángulo	Percha
Almacenamiento	3	2	4
Inspección	8	5	9
Transporte	34	15	33
Operación	42	21	44
Espera	19	9	21

4.2.6 Distribución de planta actual. Para elaborar el diagrama de distribución actual de planta se utilizó un distanciómetro láser y un metro. La planta de METALLAN S.A.S. actualmente tiene una distribución por procesos. Cuenta con 2 pisos; en el primero se encuentran ubicadas las zonas de trabajo, las oficinas administrativas, y las zonas de almacenamiento (materiales, accesorios, insumos, etc.). En el segundo piso se encuentran los sitios de almacenar las pertenencias de los trabajadores y algunos archivos.

El área del primer piso es aproximadamente de 473 m^2 y la del segundo piso de 57 m^2 . Lo anteriormente mencionado se puede observar en el apéndice 9. Por otro lado, el área de almacenamiento para inventario de: materia prima es aproximadamente de 5 m^2 , en donde se utiliza un estante en el cual se puede almacenar de manera vertical; producto terminado aproximadamente 7 m^2 , y un área aproximada de 5 m^2 para el almacenamiento del producto químico (ácido clorhídrico). Adicionalmente, en el apéndice 5 se visualizan las distancias entre los centros de trabajo.

4.2.6.1 Diagramas de recorrido. Para observar la ruta de movilización de las grapas, perchas y diagonales en ángulo se elaboraron los respectivos diagramas de recorrido presentes en el apéndice 9. Los movimientos iniciaron en la zona de materia prima y terminaron en la de producto terminado.

El desplazamiento aproximado de la diagonal en ángulo es de 43,8 m; de la grapa prensahilo es de 104,5 m, en donde la unión del lado A y lado B se ejecuta en el área de escofinado. Por otro lado, la percha recorre 95,4 m donde el pasador representa el 41% del recorrido; el ensamble de este producto se da en dos momentos: la unión de los componentes Canal-U en el área de soldadura y la unión del Canal-U-Pasador en escofinado.

Tabla 6

Consolidado distancias grapa prensahilo, percha y diagonal en ángulo

Producto	Componente	Distancia (metros)
Grapa prensahilo	Grapa prensahilo lado A	45,6
	Grapa prensahilo lado B	45,6
	Grapa prensahilo ensamblada	13,3
	Total	104,5
Percha	Canal	15,8
	U	15,2

Continuación Tabla 6

Producto	Componente	Distancia (metros)
	Pasador	39,5
	Canal y U	11,6
	Percha ensamblada	13,3
	Total	95,4
Diagonal en ángulo	Diagonal en ángulo	43,8
	Total	43,8

En estos recorridos se observan movimientos hacia adelante y hacia atrás del producto en proceso; así como transportes extensos en los que algunas veces los operarios cargan el material (diagonal en ángulo en la zona de la geka).

4.2.7 Análisis de las 5S's. Se aplicó al sistema productivo una lista de chequeo (apéndice 10) evaluada por las autoras, el coordinador de calidad y el supervisor del coordinador de producción; esto con el fin de reducir la subjetividad. Los resultados mostraron un nivel de cumplimiento de las 5S's del 65,3%. Además, se realizó el siguiente diagrama de red para ilustrar el estado actual de la empresa en cada una de las 5S's.

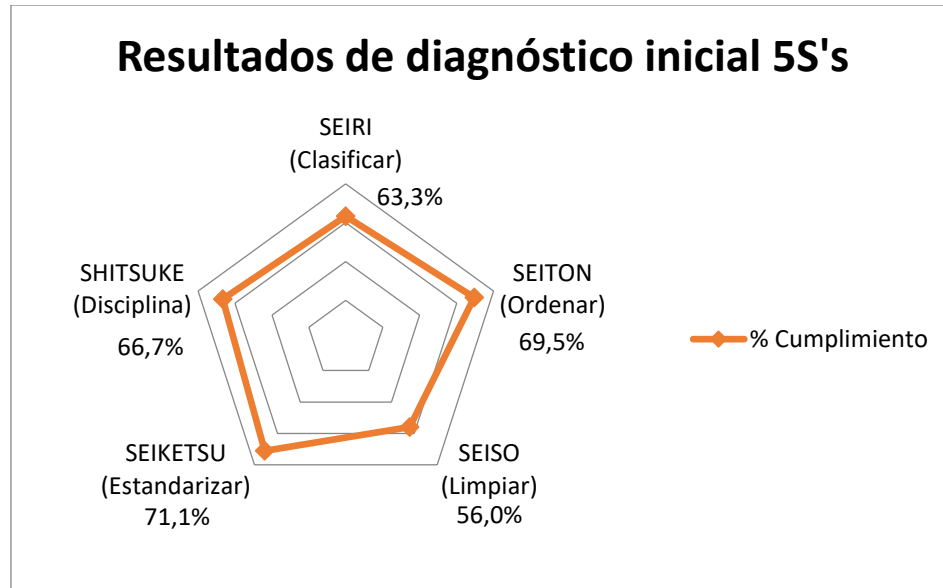


Figura 5. Diagrama de red de 5S's.

Desde 1/enero/2019 a 19/julio/2019, se han presentado 4 accidentes y 6 incidentes; dos de los accidentes se generaron por condiciones inseguras en el ambiente de trabajo. Cabe resaltar que en 2017 se presentaron 8 accidentes, de los cuales el mayor porcentaje (37,5%) son asociados a riesgo locativo.

4.2.7.1 Seiri (Clasificar). Los resultados arrojaron sólo un 63,3% de cumplimiento en este ítem. Sin embargo, se observan recipientes vacíos de pintura, trapos y demás elementos innecesarios para la producción en las áreas de trabajo.



Figura 6. Área de escofinado.



Figura 7. Mesa de corte.

4.2.7.2 Seiton (Ordenar). El resultado de cumplimiento de esta S es del 69,5%. A pesar de ello, las herramientas no están organizadas en un solo lugar, pues son de uso compartido. A raíz de esto, el operario que las necesite debe preguntar por ellas o recorrer la planta hasta encontrarlas.



Figura 8. Herramienta en geka.

Por otra parte, se observan retales acumulados en el espacio entre taladro y soldadura (ver figura 9). Los retales hacen referencia a los sobrantes de material que quedan luego de producir un producto; sucede de forma esporádica. Esto es ocasionado porque no está definido un lugar para almacenar este tipo de material.



Figura 9. Acumulación de retales.

Adicionalmente, se observa que en los centros de trabajo no se tienen definidas las actividades a realizar ni el almacenamiento, lo que ocasiona dificultades para la localización y manipulación de recursos, así como la accesibilidad al centro de trabajo. Por ejemplo, encima de la dobladora se pule y se ensamblan piezas (ver figura 10); esto sucede cuando está inactiva la máquina.



Figura 10. Percha en proceso en dobladora.

4.2.7.3 Seiso (Limpiar). El resultado de cumplimiento de Seiso es de sólo 56%, siendo éste el menor de las 5S's. Lo anterior se evidencia por la presencia constante en el suelo de: líquidos peligrosos y residuos de metal. Ver figura 11 y 12.



Figura 11. Líquido residual en el área de decapado/fluxado.



Figura 12. Residuos de metal en el suelo.

Cabe anotar que cada operario se encarga de limpiar su área de trabajo al final de la jornada; pero sólo le dedican 5 minutos aproximadamente, por lo que la limpieza nunca es completa.

4.2.7.4 Seiketsu (Estandarizar). El resultado de cumplimiento de Seiketsu es del 71,1% siendo éste el mayor puntaje de las 5S's. A pesar de ello, no se programan jornadas de aseo que permitan realizar una limpieza profunda a la planta; sólo surgen cuando hay inconvenientes para efectuar la producción. Tampoco se cuenta con una guía de limpieza para que los centros de trabajo estén libres de suciedad y residuos.

También se aprecia en la figura 13 que los recipientes para almacenar productos en proceso o desechos de metal son insuficientes. Los recipientes que hay están en mal estado y no están rotulados.

Adicionalmente, se percibe falta de consciencia acerca del uso de los EPP en los trabajadores, lo que ocasiona accidentes.



Figura 13. Recipientes de almacenamiento de producto en proceso y de chatarra.

4.2.7.5 Shitsuke (Disciplina). El resultado de cumplimiento de Shitsuke es del 66,7%. Sin embargo, se observa que el personal sólo limpia su área de trabajo cuando se lo exigen el supervisor o el coordinador de producción. Asimismo, en el cuadro de herramientas (ver figura 14) es evidente que faltan algunas y que no se ordenan de acuerdo a su plantilla.

De lo anterior se puede inferir que no existe un hábito de limpieza y orden entre los operarios.



Figura 14. Tablero de herramientas.

4.2.8 Análisis de desperdicios. Para realizar el análisis de Desperdicios se aplicó una lista de chequeo (apéndice 11) a partir de lo observado e indagado con el personal. Se evaluaron los siete

desperdicios mediante un diagrama de red donde se encontró el incumplimiento en los siguientes porcentajes:

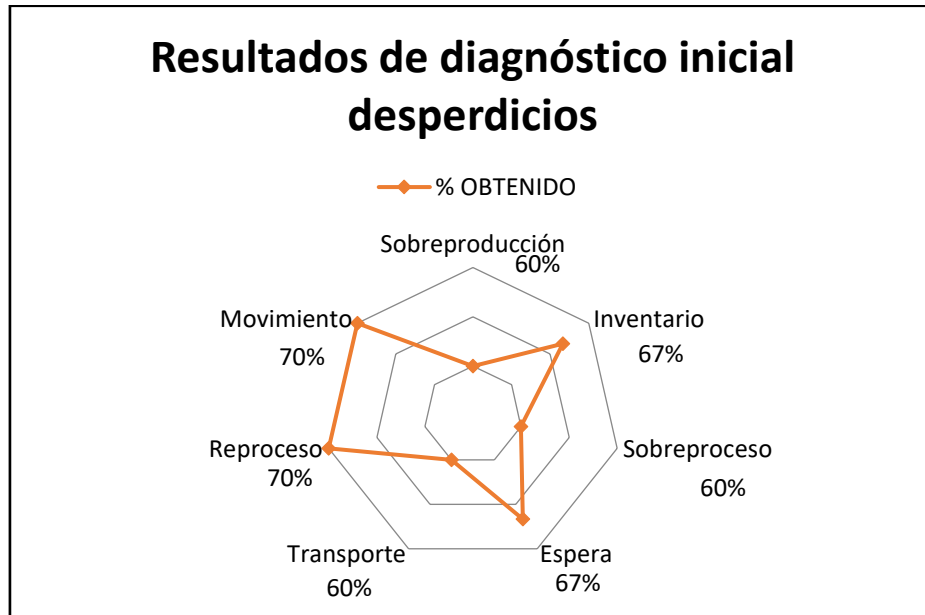


Figura 15. Diagrama de red de desperdicios.

4.2.8.1 Desperdicio por esperas. Los tiempos improductivos que se presentan son principalmente a causa de esperas para empezar a producir; generalmente por materiales como el acero, el ácido o zinc (el material no llega en la fecha prevista). Durante la producción como se puede observar en el diagrama de flujo (apéndice 8), se retrasa el proceso porque en algunos centros de trabajo se debe esperar a la llegada de componentes para el ensamble, o a completar el lote de transferencia en donde los mismos varían en gran cantidad de un centro de trabajo a otro (ver apéndice 7). Asimismo, el producto terminado algunas veces espera a que se complete la totalidad de los diferentes productos pedidos.

4.2.8.2 Desperdicio por sobreproducción. Se presentan casos de productos como la percha y la grapa en donde se producen componentes antes de que lo necesite la siguiente actividad. Esta situación se origina porque no se comunica a la totalidad de los implicados, o se comunica sólo la cantidad requerida pero no se instruye el cómo realizar la producción, entonces el personal la hace como considera adecuado. Por otro lado, algunas veces se produce más de lo que requiere el siguiente proceso ocasionando así que se tenga un inventario de producto en proceso, y por lo tanto se pierdan recursos.

4.2.8.3 Desperdicio por inventarios. Se observa inventario de producto en proceso, el cual es generado por interrupción de la producción normal: pedidos de último momento o urgentes, fallos en las máquinas y falta de materiales o componentes. Sumado a lo anterior, cuando no hay pedidos urgentes, atrasados o pendientes la asignación de prioridades se hace indistintamente y desconociendo los tiempos de procesamiento de los productos lo que origina inventario de producto terminado dado que no se despacha el pedido hasta que se complete el mismo (generalmente contiene diferentes productos). Por otro lado, hay presencia de material o retales que no se utilizan, del cual no se saben las cantidades y el estado, esto en las zonas de almacenamiento respectivas.

4.2.8.4 Desperdicio por sobreproceso. Se observan que algunas veces se hace un trabajo extra sobre el producto; por ejemplo, en la zona de escofinado se retoca toda la superficie de la pieza cuando algunas veces no es necesario, o se ata un saco de fibra para luego coserlo. Lo anterior se da principalmente, debido a que no se tiene un método de trabajo definido. En algunas ocasiones hay poca claridad por parte del cliente en lo que necesita; o el operario desconoce el

procedimiento para fabricar un producto, esto genera que se realicen pasos innecesarios para fabricar los artículos.

4.2.8.5 Desperdicio por transporte. Se presentan casos en los cuales el operario transporta de ida y vuelta materiales a los centros de trabajo porque se cambia a un pedido urgente; también, el producto en proceso se transporta varias veces por diferentes lugares dado que no hay establecidas zonas específicas de espera para pasar a la siguiente operación (por ejemplo, los componentes de las perchas antes de ser ensambladas); por la misma razón se transporta el producto terminado de un lado para otro. Lo anterior ocasiona reducción de espacios en los pasillos lo que dificulta el movimiento. Cabe resaltar en este apartado la presencia importante de los transportes en el flujo de proceso del producto, como se puede ver en el diagrama de flujo de los mismos (Ver apéndice 8) la cantidad operaciones es muy cercana a la de los transportes.

4.2.8.6 Desperdicios por reprocesos. Aquí se presentan situaciones en las que es necesario retrabajar el material porque se hizo la operación de manera incorrecta; por ejemplo, se recorta material pues la medida no está bien, se colocan las piezas otra vez en ácido porque no quedan bien decapadas, etc. Lo mencionado anteriormente, se origina por fallas en el flujo de información, falta de control de calidad, métodos de trabajo no estandarizados, mal calibración de las máquinas, entre otros.

4.2.8.7 Desperdicios por movimientos. Se presentan movimientos innecesarios de personal por búsqueda (no están en el lugar asignado) de herramientas necesarias para realizar las operaciones o para el alistamiento de maquinaria. También, porque se obstaculizan los puestos

de trabajo con producto terminado o en proceso, lo que ocasiona espacio insuficiente para el flujo del personal. Por otra parte, algunas veces se desplazan hacia otros puestos de trabajo para mirar qué operación se está realizando en el mismo o para consultar el procedimiento a seguir porque encuentran defectos en las piezas o desconocen la forma de hacer las actividades.

4.2.9 Causas del problema de incumplimiento. Se elaboró un diagrama causa-efecto para el problema actual de incumplimiento con las entregas que tiene la empresa. Esto, permitió establecer el estado actual del sistema productivo que explicase dicho problema. Cabe recalcar que las fechas de entrega son pactadas entre METALLAN S.A.S. y sus clientes de manera oral.

Para determinar las causas que generan el incumplimiento, se realizó un diagrama de causa-efecto. Ver figura 16.

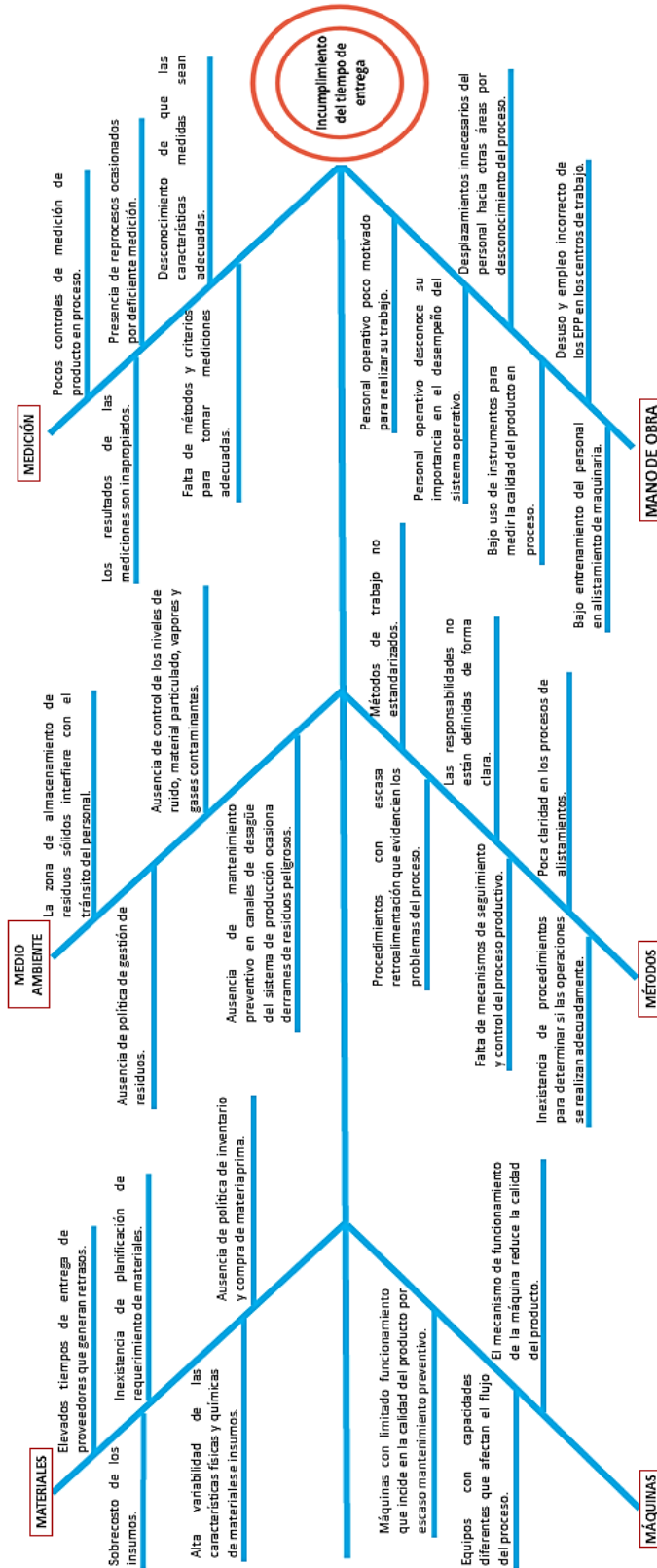


Figura 16. Diagrama causa-efecto.

4.2.9.1 Materiales. Uno de los factores por los cuales se presentan elevados tiempos desde que el cliente realiza el pedido hasta que se le entrega, es por la falta de materiales e insumos para desarrollar las actividades en el proceso productivo. Esto, a raíz de que la empresa no realiza una planificación de materiales, no posee un stock de seguridad de materias primas y de producto terminado. Además, se desconocen las cantidades exactas de los inventarios de materiales, repuestos, insumos, retales, accesorios, etc. presentes en la planta. Igualmente, no cuenta con una clasificación de los mismos.

Por otra parte, es importante mencionar que el tiempo de suministro de los proveedores generalmente es de 3 días. Además, las características de algunos insumos como el ácido clorhídrico son de uso controlado y al no existir una planificación de materiales dificulta el proceso de aprovisionamiento; cabe resaltar que este es uno de los insumos clave del proceso productivo como se mencionó anteriormente.

En este sentido, con el fin de mostrar lo que ocasiona esta situación junto con el desconocimiento de los tiempos de procesamiento que permitan realizar el pacto de las fechas de entrega con más precisión, se realiza un análisis de los tiempos de suministro históricos a los clientes con la fecha de la primera entrega de los productos seleccionados. Cabe resaltar que no existen registros del tiempo de entrega pactado.

Así, se depuró información sobre los tiempos de la primera entrega desde diciembre de 2018 hasta mayo de 2019 de la grapa prensahilo, diagonal en ángulo y percha. Se puede ver en la tabla 7 que existe alta variación respecto a la media en cuanto a los tiempos de entrega observados principalmente para el producto que más se fabrica (grapa prensahilo) de aproximadamente 1 mes; y que la correlación entre la cantidad producida y el tiempo de entrega es baja.

Se observa que la tendencia central para los tres productos está entre 13 y 14 días, y de acuerdo con lo indagado al personal, generalmente se pactan fechas de entrega en un plazo de 8 días (ver apéndice 12). Lo anterior ocasiona situaciones como: cambios por parte de los clientes en las cantidades pedidas, cancelación de pedidos, quejas por parte de los mismos y pérdidas de clientes. Es necesario mencionar, que de dichas situaciones la empresa no lleva registros; se notaron durante el desarrollo del diagnóstico. Adicionalmente, se percibió que el producto en proceso se represa frecuentemente por falta de material.

Tabla 7

Análisis de los tiempos de suministro históricos a los clientes con la fecha de la primera entrega (Días)

Producto	Desviación estándar	Coef. Person	Media	Mediana	Moda
Grapa prensahilo	31,44	0,39	26,45	14	14
Percha	13,59	0,46	17,55	14	14
Diagonal en ángulo	10,57	0,06	13,62	13	13

4.2.9.2 Medición. Dada la importancia de las mediciones en los procesos como base para la toma de decisiones y acciones, es importante señalar que: en su mayor parte existe instrumentación para la medición de las características de calidad; sin embargo, no se ejecuta o se hace de manera inadecuada (lo cual va enlazado con la falta de métodos definidos). Así, se observa que se desconocen cuáles son las características apropiadas o el procedimiento para realizar la medición por parte del operario.

Aunque se cuenta con un formato de registro del peso de las piezas en galvanizado, no se diligencia de manera apropiada; esto es generado por la falta de un procedimiento estándar. Cabe resaltar que no se realiza el muestreo ni la determinación del peso promedio del recubrimiento de

zinc de acuerdo a lo estipulado en la norma NTC 2076 (segunda actualización, numeral 6.2.1 y 5.2). Esto se ve reflejado en la toma del peso antes de decapado y después de galvanizado. Además, no se evidencia la medición de otras características como espesor del recubrimiento, adherencia, concentración de HCl, entre otras; lo cual dificulta el trabajo del operario, y/o la obtención de certificaciones como se muestra en el apéndice 13.

Lo anterior genera retrasos en la producción, así como pérdidas de recursos. A continuación, se muestran las causas por las cuales se han registrado productos no conformes en la empresa. Cabe mencionar que se ha dejado de llevar un seguimiento, registro y control del mismo:

Tabla 8

Causas producto no conforme registrado en METALLAN S.A.S.

Fecha			Componente	Cantidad	Proceso	Descripción
5	12	2016	Platina	800	Forjado	Falta profundidad en canal
6	3	2017	Canal de Percha	1	Troquelado	Huecos torcidos
16	3	2017	Platina	1	Escofinado	Canal poco profundo
16	3	2017	Percha	28	Escofinado	Mala adherencia de galvanizado
17	3	2017	Canal de Percha	4	Troquelado	Huecos torcidos
10	7	2017	Varilla de anclaje 5/8" x 1.40m	5	Roscado	Superficie de la varilla rugosa
1	8	2017	Varilla de anclaje 5/8" x 1.80m	41	Roscado	Rosca desgarrada
12	12	2017	Varilla de anclaje 5/8" x 1.80m	20	Roscado	Rosca desgarrada
6	4	2018	Brazo de luminaria 3/4" X 1,5m	54	Doblez	Dobleza desgarrado
13	4	2018	Grapa prensahilo	30	Forjado	Canal poco profundo y torcido

4.2.9.3 Medio ambiente. Se identificó por medio de observaciones y entrevistas en la planta de producción, que cuando se supera la capacidad de la zona de chatarra, se dificulta el paso entre la prensa y la dobladora. A raíz de ello se genera incomodidad y desplazamientos innecesarios.

Asimismo, se observa que las emisiones de gases tóxicos, vapores, material particulado y ruido no están controladas (ver apéndice 14); lo que repercute en la capacidad de concentración del operario y en su salud a largo plazo. Se desconocen los niveles de emisiones de gases y vapores generados en la planta. Desde 2017 no se realiza un estudio de ruidos debido a que no ha cambiado la maquinaria. Cabe resaltar, que sólo los trabajadores de la zona de galvanizado y decapado/fluxado cuentan con filtros de aire.

La falta de mantenimiento preventivo en canales de desagüe del sistema de producción ha ocasionado derrames de residuos químicos. En consecuencia, se incrementa el riesgo de contaminar los productos que están en zonas cercanas como es el caso del área de escofinado. Por lo que los operarios detienen sus actividades a fin de reparar el daño, lo que ocasiona retrasos en la producción.

Todo lo anterior surge a falta de una política de gestión integral de residuos y un plan de manejo ambiental.

4.2.9.4 Máquinas. Dada la inexistencia de mantenimiento preventivo de las máquinas en los procesos, se generan paradas no programadas de las mismas por sobrecalentamiento, fallos con el troquel, desajuste de piezas, etc. Además, el tiempo de alistamiento en las estaciones de las máquinas que requieren mayor tiempo, dura alrededor de 30 minutos o incluso más.

Así, según lo descrito en el apartado 3.2.1 se realizó una toma de tiempos de alistamiento (ver apéndice 15) en la Geka donde se tuvo en cuenta solo punzonado (los tiempos en las demás estaciones de trabajo son menores a 10 min), y la troqueladora. Por otro lado, los alistamientos de estas máquinas requieren de conocimientos técnicos específicos lo que genera dificultad para algunos empleados y consecuentemente mayor duración. Lo anterior, aparte de los retrasos de producción ocasiona (algunas veces) que se dedique parte de la jornada del operario arreglando los fallos porque se ejecuta el alistamiento de manera inadecuada.

4.2.9.5 Mano de obra. Una de las ventajas que posee la empresa en este apartado, es la rápida adaptación del personal operativo para el desarrollo de las actividades, así como la experiencia y polivalencia de algunos de sus trabajadores. Sin embargo, existe desconocimiento en cuanto a los métodos de trabajo, uso de instrumentos de medición, importancia de su rol en el sistema productivo y uso de los elementos de protección personal. La empresa en lo corrido del año ha ejecutado 10 capacitaciones; de estas, la ARL ha ejecutado 1 relacionada con el reintegro laboral, 1 dirigida por la Cámara de Comercio y 8 brindadas por la empresa misma en donde 2 están relacionadas con el proceso productivo.

Por otro lado, en el apéndice 6 se puede observar la cantidad mínima de operarios necesaria en cada centro de trabajo para las líneas representativas.

4.2.10 Nivel de madurez de la empresa. Como herramienta de diagnóstico se empleó una aplicación ofimática que contiene una lista de chequeo propuesta por la Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad FUNDIBEQ, la cual está dirigida a la autoevaluación de las empresas desde el enfoque de la gestión de la calidad; y por otro lado, está

ajustada para responder al modelo de madurez de Michael Hammer. El cuestionario consta de 95 preguntas agrupadas en nueve criterios: liderazgo y estilo de gestión, estrategia, desarrollo de las personas, recursos y asociados, procesos y clientes, resultados de clientes, resultados del desarrollo de las personas, resultados de sociedad y resultados globales.

Se evalúa de acuerdo a una escala tipo Likert con siete alternativas de respuesta, así: en gran medida cierta (afirmación correcta más del 80% con alternativas de respuesta siempre o casi siempre), algo cierta (afirmación correcta entre el 20% y el 80% con alternativas de respuesta muy frecuentemente, frecuentemente o a veces), y en gran medida no cierta (afirmación correcta en menos del 20% con alternativas de respuesta casi nunca o nunca). La aplicación de la herramienta se efectuó junto con la empresa mediante observaciones, revisión de documentos y entrevistas al personal administrativo y operativo.

Las preguntas aludidas anteriormente hacen parte de la herramienta ofimática mencionada, diseñada para que se realice la valoración, y automáticamente se calculen los puntajes y se asignen los colores que responden a las afirmaciones del modelo de madurez empresarial de Michael Hammer (Ver apéndice 16). Esto, con el fin de clasificar la empresa en un nivel de fortaleza, de acuerdo con el estado de su proceso productivo; evaluando la madurez según dos tipos de elementos: los facilitadores de proceso (diseño, ejecutores, responsable, infraestructura e indicadores), los cuales determinan qué tan bueno es el funcionamiento de un proceso en el tiempo operando de manera individual; y las capacidades de empresa (liderazgo, cultura, experticia y gobernabilidad), las cuales definen qué tan preparada está la empresa para implementar los facilitadores y generar buenos resultados.

Tanto los facilitadores como las capacidades tienen una serie de características que los definen tal como se observa en el apéndice 16. Así, los colores arrojados por las matrices en cada

una de las características medidas representan lo siguiente: el color verde (80% cierto) favorece, el amarillo (entre 20% y 80% cierto) requiere trabajo, y el rojo (20% o menos cierto) es hostil al proceso; esto para cada uno de los cuatro niveles de fortaleza de facilitador (P1, P2, P3, P4) y capacidad (E1, E2, E3, E4) definidos allí.

Cabe resaltar que se supera un nivel de fortaleza cuando todas las características favorecen al proceso (están en color verde); esta es la razón por la cual arrojó como resultado que las capacidades y facilitadores de la empresa están en el nivel cero (E0 y P0), es decir que por ahora no alcanza el primero (E1 y P1) de los cuatro niveles de madurez.

En este sentido, es necesario mencionar que el 58% de las características tanto de facilitadores como de capacidades poseen un nivel 1, es decir favorecen y muestran las fortalezas del proceso (color verde). Asimismo, arrojó como resultado que se deben formular propuestas de mejora para el 42% de las características restantes en los niveles de fortaleza que no han alcanzado el nivel 1 como se muestra en la tabla 9 y 10, indicando que la empresa tiene falencias en su funcionamiento en cuanto a facilitadores así:

Los resultados en diseño (propósito en rojo), ejecutores (destrezas en amarillo), responsabilidad (actividades y autoridad en amarillo), indicadores (definición en amarillo) e infraestructura (sistemas de recursos humanos e información en amarillo); indican que se presenta poca claridad en las especificaciones de cómo se ejecutan los procesos lo que conlleva a que los ejecutores en ocasiones desconozcan qué hacer o cuándo, no posean todas las habilidades y/o conocimientos necesarios para planear, ejecutar y medir, no logren identificar y documentar completamente el proceso; y no puedan definir y comparar apropiadamente los indicadores claves para evaluar el desempeño a lo largo del tiempo. Otra de las razones que explica esto, es el insuficiente desarrollo al sistema de recursos humanos para que facilite la ejecución de los

procesos e incentive al logro de buenos resultados. Por otro lado, la empresa no cuenta con tecnologías de información que apoyen el proceso y que permitan el procesamiento, análisis y conservación de la información.

Por otro parte, las carencias en su funcionamiento en cuanto a capacidades se muestran así: liderazgo (conciencia en amarillo), cultura (foco en el cliente y trabajo en equipo en amarillo) y gobernabilidad (integración en amarillo); indican que aunque se reconoce la importancia de mejorar continuamente, no se toman medidas al respecto; la cultura para la gestión de proveedores y clientes es deficiente por el desconocimiento de algunos aspectos relacionados con los mismos; los empleados desconocen su importancia en el proceso por lo cual la percepción de su responsabilidad como generadores de impacto en los resultados es mínima; aun cuando se tiene experiencia y conocimiento del sector, no es transversal en todas las áreas; por lo mismo, algunos empleados ignoran cuál es la finalidad de lo que ejecutan; y, por último, al existir un ambiente deficiente de trabajo en equipo, la integración para la promoción y apoyo para las mejoras operativas es insuficiente.

En este orden de ideas, se sugieren y muestran a continuación las características para las cuales se deben formular propuestas de mejora, así:

Tabla 9

Resultados capacidades

Niveles de fortaleza	Niveles de Fortaleza	Niveles de Fortaleza
Conciencia-E1	Foco en el cliente-E1	Integración-E1
Trabajo en equipo-E1		

Tabla 10

Resultados funcionalidades

Niveles de fortaleza	Niveles de Fortaleza	Niveles de Fortaleza
Propósito-P1	Destrezas-P1	Sistemas de información-P1
Definición-P1	Autoridad-P1	Sistemas de recursos humanos-P1
Actividades-P1		

4.2.11 Descripción de la programación y control de la producción en la actualidad. La producción es generada a partir de pedidos hechos a la persona encargada del área comercial a través de llamadas, correos o visitas a la empresa. Aquí, junto con el encargado de compras y producción se pacta la fecha de entrega (generalmente de 8 días) teniendo en cuenta los pedidos pendientes (22 pedidos al 6 de junio de 2019 de las tres líneas trabajadas, con 148 días pendiente el más antiguo, ver apéndice 12). Luego de esto, se crea la orden de producción la cual es pasada al encargado de esta área para que genere y ejecute la respectiva requisición de materiales con la calidad requerida (acero); acá se elige al proveedor por disponibilidad y precio.

La programación de la producción se efectúa diariamente utilizando las órdenes de producción tanto nuevas como pendientes, y dependiendo la prioridad del pedido: urgente, atrasado o pendiente. También, se observa el estado de los insumos en el proceso como el zinc o ácido, inventarios de materia prima, maquinaria (se presentan ocasiones de máquinas con fallos) y personal. Dicha programación es hecha por el encargado de producción de manera manual y con base en su conocimiento experiencial de lo que se demora en procesar determinado producto, es decir se desconocen los tiempos de procesamiento.

El supervisor de producción realiza recorridos frecuentes para revisar el estado de los pedidos, cumplimiento de las especificaciones y control de las actividades; de igual manera lo hace el coordinador de producción, pero no con la misma intensidad. Cuando los pedidos son urgentes, se tiene una vigilancia permanente del estado del mismo.

4.3 Análisis del diagnóstico

Como resultado de las herramientas de diagnóstico aplicadas, se determinaron oportunidades de mejora para la empresa, por lo siguiente:

- La inexistencia de procedimientos estándar para algunos procesos, junto con la presencia de instructivos desactualizados; ocasiona que el operario decida en la mayor parte de las operaciones el método y el ritmo de trabajo para desarrollar las actividades. Esto origina que se presenten sobreprocesos y reprocesos en operaciones tales como decapado, galvanizado y escofinado; además de movimientos innecesarios por parte del operario a causa del desconocimiento del procedimiento a seguir tanto en las operaciones como en las actividades de alistamiento. Adicionalmente, no existen mecanismos de control y seguimiento de las actividades ejecutadas por el operario durante la jornada de trabajo, originadas por la falta de procedimientos unificados.
- Relacionado con lo anterior, existe un déficit en cuanto a la planificación de la producción generada igualmente por el desconocimiento de los tiempos de procesamiento que permitan pactar con mayor precisión las fechas de entrega. Por otra parte, se origina una deficiente definición de responsabilidades (reflejada en la desactualización del manual de funciones) y prioridades dado que se interrumpen las actividades para ejecutar otras diferentes, se produce antes de que lo necesite la siguiente actividad para productos como la percha y grapa, entre otros. Todo lo mencionado, conectado con el incumplimiento de las fechas de entregas expuesto anteriormente.

- Por otra parte, la falta de definición de lugares adecuados para almacenamiento y espera genera dificultades para el acceso y manipulación de recursos por la presencia de retales, productos en proceso, producto terminado, etc. acumulados en los pasillos o puestos de trabajo. Lo anterior ocasiona accidentes e incidentes de trabajo, así como transportes innecesarios por parte del personal.
- Igualmente, existe un déficit en el registro de la trazabilidad que se realiza al producto en proceso, lo que conlleva a que el cliente no pueda saber con certeza el estado de su pedido y además impide que la empresa pueda realizar un procesamiento y análisis de la información que ayude en la toma de decisiones. Además, no se evidencia un registro de las características de calidad del producto (longitud, adherencia del zinc, profundidad, etc.) en las etapas del proceso productivo que permitan hacer un seguimiento y control de los parámetros establecidos por la norma.

De acuerdo con los intereses de la empresa, y a los resultados del diagnóstico efectuado resaltando acá los del modelo de madurez aplicado, que además determinó la priorización de los problemas a atender (propósito en rojo) e indicó hacia donde se deben plantear las propuestas de mejora. Este proyecto se enfocará en la estandarización de los procesos productivos involucrados en las 3 líneas representativas mediante la determinación de los procedimientos y tiempos de procesamiento estándar. Lo anterior se realizará teniendo en cuenta la metodología planteada y la filosofía Lean Manufacturing

5. Formulación del plan de mejoramiento

Con base en la información obtenida del diagnóstico del sistema productivo, el alcance del proyecto y los intereses de la empresa, se plantearon 7 propuestas de mejora. Para cada propuesta se definió un objetivo, problema a resolver, actividades, responsables, recursos, duración estimada e indicadores base. De esta manera, se narra brevemente en qué consiste cada propuesta. Cada una de ellas fue socializada con el coordinador de calidad, producción y gerente de la empresa para su aprobación.

Por otra parte, en este capítulo también se muestra el plan de capacitación diseñado para cada propuesta.

La ejecución se describe en el capítulo 6 a manera de etapas. Se define así debido a que en algunas propuestas se aprobó el diseño, pero no la implementación dentro del alcance temporal de la práctica, razón por la cual se asigna como responsable al personal de la empresa.

5.1 Estandarización de métodos de trabajo

La propuesta consiste en el estudio de los métodos de trabajo para fabricar las referencias seleccionadas, con el fin de unificarlos y mejorarlos (eliminando, reordenando, simplificando o combinando operaciones), así como establecer un método sencillo y seguro para el trabajador.

Para ello se requiere, del diseño y la difusión de la documentación pertinente (manuales de procedimientos y hojas de trabajo estándar) para que se conozcan y apliquen los métodos establecidos.

5.1.1 Problema que pretende atender. Se presentan múltiples métodos de trabajo para la ejecución de las operaciones que conllevan a la generación de desperdicios por sobreprocesos al

producto y reprocesos. Además, no están definidas la secuencia, lugares, cantidades y herramientas para el procesamiento de los productos lo que ocasiona, entre otros, transportes innecesarios o variaciones en las condiciones de fabricación. Así también, se presentan movimientos innecesarios del operario por desconocimiento de cómo realizar los procedimientos.

5.1.2 Objetivo. Unificar y documentar los métodos de trabajo para las operaciones de las referencias seleccionadas.

5.1.3 Plan de implementación. Para la implementación de esta propuesta se plantearon las siguientes actividades, recursos, responsables y duración estimada mostrados en la tabla 11.

Tabla 11

Plan de implementación propuesta estandarizar métodos

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Realizar un estudio a los métodos de trabajo para las operaciones de las tres líneas seleccionadas	Estudiantes	Tiempo operarios, coordinador de producción, calidad y estudiantes	1 mes
Determinar el método de trabajo para cada operación de las tres líneas seleccionadas	Estudiantes, coordinador de producción y calidad	Tiempo de coordinador y producción y calidad	2 semanas
Documentar en formatos "Trabajo estándar cíclico" y "Trabajo estándar acíclico" establecidos por la empresa	Estudiantes	Tiempo estudiantes	1 mes
Diseñar y socializar el manual de procedimientos	Estudiantes	Tiempo estudiantes, coordinador de producción y calidad	2 semanas

Continuación Tabla 11

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Definir las acciones a ejecutar en caso de que se incumpla con el procedimiento establecido	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción y calidad	estudiantes, de 1 día
Capacitar al personal en los métodos establecidos para la ejecución de operaciones del manual de procedimientos.	Estudiantes, coordinador de producción	Tiempo coordinador de producción, administrativa y calidad	operarios, de 1 semana
Analizar y socializar los resultados de la implementación con la dirección de la empresa	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción, calidad y tutor	estudiantes, de 1 día

5.2 Determinación de la capacidad de los centros de trabajo

La propuesta consiste en la ejecución de un estudio de tiempos que permita determinar los tiempos de procesamiento de las operaciones y la capacidad disponible de los centros de trabajo para las tres referencias seleccionadas. De igual modo, se busca que la información hallada, sirva como fundamento para la toma de decisiones en cuanto a inversión en ampliación de capacidad.

Para la ejecución de esta propuesta es necesario que los procesos y productos a estudiar estén definidos, así como la existencia de otras condiciones preliminares a concretar en la primera etapa de la implementación de la propuesta.

5.2.1 Problema que pretende atender. Se genera incumplimiento en las fechas de entrega establecidas con los clientes, puesto que se desconoce la capacidad disponible y los tiempos de procesamiento para la fabricación de los productos, que permitan realizar una planificación con mayor precisión y programar las entregas. Es decir, el tiempo estimado para la fabricación de

cierta cantidad en determinada operación, se define a partir de los resultados observados hasta el momento en los centros de trabajo.

Adicionalmente, el crecimiento de la organización ha llevado a la incorporación de nuevos productos y fabricación de cantidades mayores a las que se realizan normalmente; por lo cual, la empresa ha contemplado la posibilidad de inversión para la ampliación de capacidad. Sin embargo, se desconocen los recursos restrictivos de capacidad que fundamenten la toma de decisiones al respecto.

5.2.2 Objetivo. Determinar la capacidad disponible de los centros de trabajo para las tres líneas seleccionadas.

5.2.3 Plan de implementación. Para la implementación de esta propuesta se plantearon las siguientes actividades, recursos, responsables y duración estimada mostrados en la tabla 12.

Tabla 12

Plan de implementación propuesta capacidad

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Socializar con los involucrados sobre el estudio a realizar	Estudiantes	Tiempo operarios, coordinador de producción y estudiantes	1 semana
Realizar un estudio de tiempos para las operaciones involucradas en la manufactura de las referencias	Estudiantes	Tiempo estudiantes, equipo de cómputo, cronómetros	2 meses
Calcular los tiempos de procesamiento para cada operación de las referencias seleccionadas	Estudiantes	Tiempo estudiantes	2 semanas

Continuación Tabla 12

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Determinar el volumen de producción por hora en cada centro de trabajo	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción	estudiantes, 1 semana
Análisis del recurso restrictivo de capacidad	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción y calidad	estudiantes, 1 semana
Analizar y socializar los resultados de la implementación con la dirección de la empresa	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción, calidad y tutor	estudiantes, 1 día

5.3 Diseño, prueba piloto e implementación de herramienta ofimática de apoyo en producción

Esta propuesta consiste en el diseño, prueba piloto (para las tres referencias seleccionadas) e implementación general de una herramienta ofimática que facilite el cálculo de los tiempos de procesamiento, es decir que muestre al usuario el tiempo planeado para la ejecución de los procesos dependiendo de la programación diaria de la producción o de los pedidos a fabricar. Se busca que la herramienta ayude a la toma de decisiones con mayor certeza y prontitud en cuanto a la ejecución de la programación diaria y el compromiso para la entrega de pedidos.

Para eso se requiere también, de la incorporación de formatos para el seguimiento del producto en proceso que permitan recopilar en la herramienta ofimática los datos, para posteriormente realizar un análisis de la información.

5.3.1 Problema que pretende atender. La inexistencia de una herramienta que facilite el cálculo de los tiempos de procesamiento para conocerlos de manera anticipada y así pactar con más precisión las fechas de entrega de los pedidos, o la duración de la programación diaria

(planificación de la producción). Por otro lado, no existe un registro para el monitoreo, análisis y la toma de decisiones pertinentes en cuanto a lo que ocurre con la producción programada diariamente.

5.3.2 Objetivo. Prever el tiempo de procesamiento requerido en los centros de trabajo para la ejecución de las operaciones de las tres referencias seleccionadas.

5.3.3 Plan de implementación. Para la implementación de esta propuesta se plantearon tres etapas: el diseño y prueba piloto de la herramienta ofimática a cargo de las autoras del proyecto, y la posterior puesta en marcha de manera general a responsabilidad de la empresa. El plan de implementación para las etapas, contempla las siguientes actividades, recursos, responsables y duración estimada mostrados en la tabla 13.

Tabla 13

Plan de implementación propuesta herramienta ofimática.

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Seleccionar los datos de entrada y salida	Estudiantes, coordinador de producción y calidad	Tiempo coordinador de producción y calidad	estudiantes, 1 día
Elaborar y socializar la herramienta ofimática	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción y calidad, equipo de cómputo	estudiantes, 1 mes
Diseño, capacitación y puesta en marcha del formato para la recolección de los datos de entrada: tiempo y cantidad real	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción y calidad, equipo de cómputo	estudiantes, 1 mes
Realizar las pruebas de funcionalidad	Estudiantes	Tiempo estudiantes, equipo de cómputo	1 mes

Continuación Tabla 13

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Capacitación al personal que administrará la herramienta	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción	estudiantes, 1 día
Implementación general de la herramienta	Coordinador de producción y calidad	Tiempo coordinador de producción y calidad	de 10 meses
Analizar y socializar los resultados de la implementación con la dirección de la empresa	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción, calidad y tutor	estudiantes, 1 día

5.4 Aplicación de SMED en Geka y Troqueladora.

Se propuso la aplicación de la metodología SMED con el objetivo de reducir los tiempos de alistamiento en las dos máquinas más utilizadas y que mayor tiempo de puesta a punto requieren, como se señala en el diagnóstico. También se busca definir y consignar las actividades, en un documento para que sean de conocimiento general.

5.4.1 Problema que pretende atender. Las máquinas más utilizadas (Geka y Troqueladora) en los procesos de fabricación de las familias representativas poseen tiempos de alistamiento que duran alrededor de 30 minutos o incluso más; asimismo, los cambios de punzones y troqueles en las jornadas de trabajo son frecuentes y en algunas ocasiones, es más extenso el tiempo de puesta a punto que la duración del proceso efectuado. Además, las operaciones desarrolladas en estas estaciones son iniciales en el flujo secuencial de los productos.

Igualmente, no se han definido y documentado las actividades para el alistamiento, que ayuden en la inducción y capacitación del personal operativo.

5.4.2 Objetivo. Reducir los tiempos de alistamiento de la Troqueladora y Geka.

5.4.3 Plan de implementación. Para la implementación de esta propuesta se plantearon cuatro etapas. En la primera se registra e identifican las actividades de alistamiento, en la segunda se separan y convierten, en la tercera se documenta y socializan los procedimientos (a cargo de las autoras del proyecto) y en la cuarta se pone en marcha los procedimientos definidos a responsabilidad de la empresa. Conforme a ello se plantean las siguientes actividades, recursos, responsables y duración estimada mostrados en la tabla 14.

Tabla 14

Plan de implementación propuesta SMED

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Socializar los resultados del diagnóstico de los tiempos de alistamiento y exposición oral sobre la metodología SMED	Estudiantes, coordinador de producción y calidad	Tiempo estudiantes y operarios	1 día
Toma del video de alistamiento de la geka y troqueladora	Estudiantes	Tiempo estudiantes, equipo de toma de video	2 días
Estudio detallado y separación de las actividades internas de las externas	Estudiantes	Tiempo estudiantes y operarios, equipo de cómputo	2 semanas de
Conversión de las actividades internas en externas e identificación de posibles oportunidades de mejora en tiempo	Estudiantes	Tiempo estudiantes y operarios	2 semanas
Documentación y socialización sobre los procedimientos definidos	Estudiantes	Tiempo estudiantes y operarios	1 semana
Puesta en marcha de lo establecido como alistamiento	Coordinador de producción	Tiempo operarios	2 semanas
Analizar y socializar los resultados de la implementación con la dirección de la empresa	Estudiantes	Tiempo coordinador de producción, calidad y tutor	1 día

5.5 Diseño e implementación de un sistema para la medición de características de calidad.

Esta propuesta contiene dos etapas que consisten en la definición de los criterios para el análisis y la revisión de las características de calidad exigidas por las normas NTC 2607, NTC 2616, NTC 2665, NTC 2076 (asociadas a las familias de las tres referencias seleccionadas) y las establecidas por la empresa para el control de los procesos y productos entregados al cliente.

Del mismo modo, se pretende documentar lo establecido en planes de control que sirvan como guía para la implementación; en cuanto a esta última, se manifiesta por parte de la empresa su ejecución posterior debido al alcance temporal de la práctica y la inexistencia de algunos instrumentos de medición.

5.5.1 Problema que pretende atender. Existe un déficit en la definición de las características de calidad a medir y sus especificaciones, además de la inexistencia de un mecanismo de control que permita verificar el cumplimiento de lo exigido por las normas NTC 2607, NTC 2616, NTC 2665 y NTC 2076. Igualmente, no están definidos los instrumentos, muestras y frecuencia junto con planes de acción con los cuales se ejecuten las mediciones.

Por otra parte, se presentan reprocesos por la falta de medición adecuada de las características de calidad en los productos ya que los operarios desconocen si las pocas características medidas o sus especificaciones son las apropiadas.

5.5.2 Objetivo. Establecer criterios para el análisis y revisión de las características de calidad de las tres referencias seleccionadas.

5.5.3 Plan de implementación. Para la implementación de esta propuesta se plantearon dos etapas. En la primera, el diseño de los planes de control a responsabilidad de las autoras del proyecto y en la segunda, la implementación a responsabilidad del coordinador de calidad. Conforme a ello, se plantean con las siguientes actividades, recursos, responsables y duración estimada mostrados en la tabla 15.

Tabla 15

Plan de implementación propuesta calidad

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Establecer los parámetros de calidad a medir a partir de las normas y de lo establecido por la empresa	Estudiantes, coordinador de calidad	Tiempo estudiantes y coordinador de calidad, equipo de cómputo, normas	1 mes
Diseño de los planes de control que consignan las características de calidad por producto	Estudiantes	Tiempo estudiantes, equipo de cómputo	1 mes
Socialización de los planes diseñados	Estudiantes	Tiempo estudiantes y coordinador de calidad, equipo de cómputo.	3 semanas
Diseño del formato para el registro de las características de calidad	Estudiantes, coordinador de calidad	Tiempo estudiantes y coordinador de calidad.	2 semanas
Puesta en marcha de los planes de control	Coordinador de calidad	Tiempo coordinador de calidad y operarios. Instrumentos de medición definidos.	10 meses
Analizar y socializar los resultados de la implementación con la dirección de la empresa	Estudiantes	Tiempo estudiantes, coordinador de producción, calidad y tutor	1 día

5.6 Implementación de las 5S's en el área operativa

Esta propuesta consiste en implementar las 5S's en los centros de trabajo del área operativa para mejorar el orden, limpieza y organización. Igualmente, se pretende aumentar la seguridad del puesto de trabajo y disminuir el tiempo de movimientos innecesarios por búsqueda de herramientas.

Requiere la colaboración de los coordinadores, la participación del personal operativo en las actividades y el compromiso de la dirección para destinar los recursos necesarios y apoyar a los encargados de la implementación.

5.6.1 Problema que se pretende atender. Se presenta dificultad para localizar herramientas porque se desconoce su ubicación, lo que genera desplazamientos innecesarios. Esto es ocasionado porque no se tiene la costumbre de devolverlas al lugar asignado (tablero de herramientas general). Sumado a esto, se encuentran objetos que no sirven o no se utilizan en los centros de trabajo.

A pesar de que las 5S's hacen parte de las responsabilidades de los operarios, éstos no tienen guías de orden y limpieza de sus centros de trabajo. Tampoco existen mecanismos visuales que faciliten la identificación de elementos en los centros de trabajo.

5.6.2 Objetivo. Mejorar las condiciones de seguridad, orden y aseo en el área operativa.

5.6.3 Plan de implementación. Para la implementación de esta propuesta se plantearon las siguientes actividades, recursos, responsables y duración estimada. Ver tabla 16.

Tabla 16

Plan de implementación 5S's

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Capacitar al personal operativo y formar el comité 5S's	Estudiantes	Tiempo operarios, coordinadora administrativa, producción y estudiantes	1 día
Clasificar los elementos presentes en los centros de trabajo	Estudiantes	Tiempo operarios, coordinadora administrativa y estudiantes	1 día
Seleccionar el área piloto	Estudiantes	Tiempo operarios, coordinadora administrativa y estudiantes	1 día
Diseñar y socializar la ficha técnica de las 5S's	Estudiantes	Tiempo estudiantes, coordinador de calidad	2 semanas
Desarrollo de las actividades correspondientes a Seiri, Seiton y Seiso en el área piloto	Coordinadora administrativa	Tiempo estudiantes, operario, y coordinadora administrativa	1 día
Desarrollo de las actividades correspondientes a Seiri, Seiton y Seiso en los centros de trabajo.	Coordinador de producción	Tiempo operarios, coordinador de producción y calidad	6 meses
Aplicar la lista de chequeo para evaluar la eficacia del programa	Estudiantes	Tiempo estudiantes, operario y coordinador de calidad	1 día
Analizar y socializar los resultados de la implementación con la dirección de la empresa	Estudiantes	Tiempo estudiantes, coordinador de producción, calidad y tutor	1 día

5.7 Diseño e implementación del protocolo de mantenimiento preventivo

Esta propuesta consiste en el diseño de un protocolo que permita detectar las necesidades de mantenimiento en las máquinas con anticipación, para que de esta manera se defina un plan de acción en cuanto a mantenimiento preventivo, se implemente y se reduzcan las paradas no programadas. Para ello, se requiere unificar la información existente en el Plan Específico de Mantenimiento y la lista de chequeo de maquinaria/equipo.

Del mismo modo, se pretende complementar lo establecido con un formato de registro que permita recopilar y registrar la información con el fin de detectar posibles fallas de la maquinaria/equipo en un futuro.

5.7.1 Problema que se pretende atender. Se generan paradas no programadas por la ausencia de medición previa de los criterios de mantenimiento en las máquinas/equipos. Igualmente, la información de mantenimiento se encuentra distribuida en diferentes archivos, por lo que se tiene poca claridad respecto a las actividades a realizar. Dada la inexistencia de un mecanismo de registro y control de los mantenimientos ejecutados, se desconocen las necesidades de mantenimiento de las máquinas y equipos.

5.7.2 Objetivo. Establecer el procedimiento a seguir en el mantenimiento preventivo de los equipos/máquinas de Metallan S.A.S. para detectar a tiempo sus necesidades y que permita reducir el número de paradas no programadas

5.7.3 Plan de implementación. Para la implementación de esta propuesta se plantearon dos etapas: en la primera, el diseño del protocolo junto con el formato de registro bajo la responsabilidad de las autoras y en la segunda, la implementación del mismo a cargo del coordinador de mantenimiento quien manifiesta la ejecución posterior dadas las condiciones actuales del programa de mantenimiento preventivo; lo anterior se describe con las siguientes actividades, recursos, responsables y duración estimada en la tabla 17.

Tabla 17

Plan de implementación Protocolo de mantenimiento

Actividad	Responsables	Recursos	Duración estimada
Establecer los criterios y actividades a monitorear.	Estudiantes	Tiempo técnico, coordinador de producción y estudiantes	1 mes
Diseñar el protocolo de mantenimiento preventivo	Estudiantes	Tiempo técnico y estudiantes	2 semanas
Diseñar el formato para el registro de las actividades de mantenimiento preventivo	Estudiantes	Tiempo técnico y estudiantes	1 día
Socializar el protocolo y su formato de registro	Estudiantes	Tiempo técnico, coordinador de producción y estudiantes	1 día
Puesta en marcha del protocolo de mantenimiento	Coordinador de producción	Tiempo estudiantes, operario, y coordinadora administrativa	6 meses
Analizar y socializar los resultados de la implementación con la dirección de la empresa	Estudiantes	Tiempo estudiantes, coordinador de producción y tutor	1 día

5.8 Indicadores de gestión

Se describe a continuación lo correspondiente a la formulación de indicadores que permitan medir y hacer seguimiento al plan de mejoramiento, una vez implementado.

Para cada uno de ellos se da una breve descripción, se muestra la línea base para el cálculo del mismo y la meta fijada a partir del resultado de medición anterior o línea base y de las consideraciones de la empresa. Asimismo, se estableció el nombre, objetivo, la fuente para obtener los datos, la fórmula, la frecuencia, la unidad y el responsable.

✓ **Indicador mantenimiento preventivo**

Partiendo de la premisa de que el fin del mantenimiento preventivo es evitar las paradas no programadas, se plantea este indicador; el cual consiste en medir el resultado que genera el

diseño y la implementación de los protocolos como medio para disminuir las paradas no programadas (p.n.p) por falta de mantenimiento en las máquinas.

Línea base paradas no programadas para el cálculo del indicador: 36 paradas no programadas

Tabla 18

Indicador mantenimiento preventivo

Ficha indicador mantenimiento preventivo	
Nombre del indicador	Tasa de variación paradas no programadas
Objetivo	Medir la variación mensual en las paradas no programadas
Fuente de datos	Formato de seguimiento de producto en proceso
Fórmula	$\frac{\text{Cantidad de p.n.p anterior} - \text{Cantidad de p.n.p actual}}{\text{Cantidad de p.n.p anterior}} * 100$
Unidad	%
Meta	Por definir ya que se requiere implementar y ejecutar la primera medición.
Frecuencia	Mensual
Responsable	Coordinador de operaciones

✓ **Indicador programa 5S's**

Este indicador busca medir el resultado del programa 5S's implementado que permita observar el incremento de las condiciones favorables que se presentan en este aspecto en los centros de trabajo.

Línea base: 76%

Tabla 19

Indicador programa 5S's

Ficha indicador programa 5's	
Nombre del indicador	Cumplimiento del programa 5S's
Objetivo	Medir el nivel de cumplimiento del programa 5S's

Continuación Tabla 19

Ficha indicador programa 5's	
Fuente de datos	Auditorías hechas al programa 5S's
Fórmula	$\frac{\%Cumplimiento\ final - \%Cumplimiento\ inicial}{\%Cumplimiento\ inicial}$
Unidad	%
Meta	4%
Frecuencia	Mensual
Responsable	Coordinadora administrativa y de operaciones

✓ **Indicador productos certificados**

Este indicador pretende medir el resultado que genera el diseño e implementación de los planes de control como medio para obtener las certificaciones de los productos que se fabrican en la empresa, en los casos que aplique.

Línea base: 22% - 2019

Tabla 20

Indicador productos certificados

Ficha indicador productos certificados.	
Nombre del indicador	Porcentaje de productos que cumplen con la normatividad
Objetivo	Medir la proporción de productos certificados sobre el total de productos presentes en los planes de control
Fuente de datos	Documentación planes de control y certificaciones
Fórmula	$\frac{\text{Número de productos certificados}}{\text{Número de productos que conforman los planes de control}} * 100$
Unidad	%
Meta	55%
Frecuencia	Anual
Responsable	Coordinador de calidad

✓ **Indicador tiempo entrega**

Este indicador busca medir el resultado que genera el conocimiento de los tiempos de procesamiento y la capacidad disponible determinada en los centros de trabajo, como referencia para realizar la planificación de la producción y en consecuencia cumplir con las fechas de primera entrega pactadas con los clientes.

Línea base: 68%

Tabla 21

Indicador tiempo entrega

Ficha indicador tiempo entrega	
Nombre del indicador	Cumplimiento tiempo de entrega
Objetivo	Medir el cumplimiento de los tiempos de primera entrega pactados
Fuente de datos	Kardex comercial
Fórmula	$\frac{\text{Número pedidos entregados en el tiempo pactado}}{\text{Total pedidos entregados}}$
Unidad	Días
Meta	80%
Frecuencia	Mensual
Responsable	Coordinador de producción

✓ **Indicador programación**

Este indicador busca medir el cumplimiento del programa de producción mediante el uso de la herramienta ofimática que permite realizar el seguimiento y control de la producción.

De esta manera, luego de ejecutar la prueba piloto que comprende a las tres líneas seleccionadas, se obtiene la siguiente medición de línea base para el indicador

Línea base: 80% de la prueba piloto

Tabla 22

Indicador cumplimiento programación

Ficha indicador cumplimiento programación	
Nombre del indicador	Cumplimiento programación
Objetivo	Medir el nivel de cumplimiento de la programación realizada
Fuente de datos	Herramienta ofimática y formatos de producto en proceso
Fórmula	$\frac{\text{Unidades programadas}}{\text{Unidades producidas}} * 100$
Unidad	%
Meta	90%
Frecuencia	Mensual
Responsable	Coordinador de producción

✓ **Indicador desperdicios**

Partiendo de que los desperdicios son ocasionados por las ineficiencias en el sistema productivo, para la empresa principalmente por falta de procedimientos estandarizados. Este indicador busca medir el resultado que generaron las propuestas en las que se pretendía mitigar los mismos.

Línea base: 47%

Tabla 23

Indicador desperdicios.

Ficha indicador desperdicios	
Nombre del indicador	Nivel de desperdicios presente
Objetivo	Medir el nivel de desperdicios presentes con el fin de ejecutar un seguimiento, control y posterior mejora.
Fuente de datos	Lista de chequeo desperdicios
Fórmula	$\frac{(\% \text{Cumplimiento final} - \% \text{Cumplimiento inicial})}{\% \text{Cumplimiento inicial}} * 100$
Unidad	%
Meta	-7%
Frecuencia	Mensual
Responsable	Coordinador de producción

✓ **Indicador SMED**

Partiendo de que la reducción del tiempo de alistamiento incrementa la disponibilidad de las máquinas y por lo tanto la capacidad productiva. Este indicador busca medir el cumplimiento de los tiempos y procedimientos para la puesta a punto (p.a.p) una vez implementados en las máquinas geka y troqueladora.

Línea base: Tiempo planeado 21min en geka y 24 min en troqueladora

Tabla 24

Indicador cumplimiento P.A.P.

Ficha indicador cumplimiento P.A. P	
Nombre del indicador	Cumplimiento de tiempo P.A. P
Objetivo	Medir el nivel de cumplimiento de los tiempos planeados de puesta a punto
Fuente de datos	Documentos de trabajo estándar p.a.p y formato de seguimiento de producto en proceso
Fórmula	$\frac{\text{Tiempo de p. a. p. real}}{\text{Tiempo de p. a. p planeado}} * 100$
Unidad	%
Meta	Por definir ya que se requiere implementar y ejecutar la primera medición.
Frecuencia	Mensual
Responsable	Coordinador de producción

5.9 Plan de capacitación

Se propone el diseño del plan, debido a la importancia de las capacitaciones como medio para la adquisición o refuerzo de conocimientos y habilidades clave, que permitan la comprensión y ejecución de actividades junto con el enriquecimiento y desarrollo personal. El objetivo de este,

es atender oportunamente las necesidades de capacitación de los operarios para que se cumplan y alcancen las metas planteadas.

En lo referente al desarrollo o construcción del plan, las capacitaciones y sus contenidos fueron establecidos a partir de las actividades planeadas para las propuestas y actividades complementarias. Asimismo, de acuerdo con la disposición de estas tareas definidas en el plan de implementación, se hizo la clasificación y orden de las capacitaciones en donde se determinó las que eran de mayor urgencia y las que se ejecutarían a mediano o largo plazo. Para las definidas a largo plazo, se deja como responsable al personal de la empresa según corresponda; cabe aclarar que se concretaron de esta manera porque no se aprobó en la implementación del proyecto, es decir, en los casos en los cuales solo fue aprobado el diseño, pero no la puesta en marcha, sin embargo, se dejan los insumos para su implementación posterior.

Luego, se procedió a plasmar lo definido en el plan de capacitación, en la que se relaciona la propuesta, nombre de la capacitación, contenido a desarrollar, herramientas a utilizar y responsable.

En cuanto a la socialización, se realizaron charlas informativas con el personal administrativo y operativo del porqué de las capacitaciones, es decir se explicó brevemente la oportunidad de mejora encontrada, la propuesta a desarrollar y lo requerido para la implementación de la misma.

6. Implementación de propuestas de mejora aprobadas

A continuación, se describe la implementación de todas las propuestas, está explicada en una serie de etapas que contienen las actividades definidas en el plan de implementación del capítulo

anterior. Igualmente, se detalla la ejecución de las capacitaciones definidas en el plan de capacitación para cada propuesta aprobada.

6.1 Estandarización de métodos de trabajo.

Inicialmente se seleccionó con los coordinadores de producción y calidad a la grapa prensahilo 1-1/2" X 1/4", diagonal en ángulo 1 1/2" X 3/16" X 0,68 y percha de 1 puesto, como las referencias a las cuales se les estandarizara el método de trabajo. Estas tres, por ser los productos de mayor demanda dentro de cada una de las familias representativas de la empresa con una participación de 94%, 60% y 85% respectivamente (ver apéndice 17).

6.1.1 Etapa 1 Observación de los métodos, materiales y herramientas utilizados. Como guía se dio uso a los diagramas de flujo y recorrido construidos en el diagnóstico, a los instructivos de proceso con los cuales cuenta la empresa y, a la normatividad que aplica para cada producto o proceso (NTC 2607, NTC 2616, NTC 2665 y NTC 2076).

Después de la revisión inicial de los métodos de trabajo se definieron 27 a estandarizar como se muestra en la siguiente tabla 25.

Tabla 25

Métodos de trabajo a estandarizar

Referencia	Métodos de trabajo a estandarizar
Grapa prensahilo 1-1/2" X 1/4"	Troquelado, forjado, granallado, decapado_flux, galvanizado, escofinado y empaque_rotulado
Diagonal en ángulo 1 1/2" X 3/16" X 0,68	Punzonado, decapado_flux, galvanizado, escofinado y empaque_rotulado

Continuación Tabla 25

Referencia	Métodos de trabajo a estandarizar
Percha de 1 puesto	Punzonado de canal, doblado de canal, troquelado de U, doblado de U, ensamble U_Canal, soldadura, chafado de pasador, perforado de pasador, decapado_flux U_Canal y pasador, galvanizado U_Canal y pasador, escofinado U_Canal y pasador y empaque_rotulado

Luego, se observaron los métodos utilizados para cada operación y, a medida que se iban registrando y examinando se interrogaba a los operarios, coordinador de producción o calidad el porqué del desarrollo de las actividades de determinada forma, para así obtener una mayor comprensión y encontrar oportunidades para simplificar, reordenar, eliminar operaciones; además, en busca de establecer un método sencillo y seguro en la siguiente etapa.

6.1.2 Etapa 2 Establecer y documentar los métodos de trabajo. Una vez observados los métodos de trabajo a estandarizar, recopilada y comparada la información documental, normativa y de campo (en la planta con el personal operativo y de producción), se procede a establecer los métodos y secuencia adecuados para los procesos productivos.

Cabe resaltar que en esta etapa se dio inicio con el estudio de tiempos (dado el alcance temporal de la práctica), por lo tanto, en lo documentado quedaron definidos los procedimientos de acuerdo con los elementos en los cuales se dividieron los ciclos de trabajo.

Posteriormente, se documentó en un manual de procedimientos (ver apéndice 18) los métodos de trabajo establecidos y la secuencia para llevar a cabo el proceso productivo de cada referencia. Además, en los formatos de trabajo estándar cíclico y acíclico se consignó el paso a paso detallado de cada método según correspondiera (ver apéndice 19), como ejemplo se muestra la figura 17.

Metallan SAS Herrajes Eléctricos		TRABAJO ESTÁNDAR CÍCLICO TC.DA.140.01 Versión 1							
PRODUCTO	Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 0,68m	N/PARTE	DA-3						
		NIVEL PLANO	1						
OPERACIÓN	Galvanizado	MÁQUINA	Cuba galvanizado, polipasto						
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL									
ELEMENTOS DE TRABAJO ESTÁNDAR									
#	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES CÍCLICAS	TIEMPO (Segundos)							
		MANUAL	MÁQUINA	CAMINATA					
1	Colgar las piezas en el bastidor	71,55							
2	Secar las piezas	132,62							
3	Inmersión de las piezas en el tanque de zinc		219,61						
4	Inmersión de las piezas en la cuba de agua		86,76						
6	Inciar secuencia ítem # 1								
SUBTOTAL TIEMPO		204,17	306,37	0					
		TIEMPO DE CICLO TOTAL			510,54				
DETALLE DE ACTIVIDADES									
 1. Sacar 30 piezas de la cuba de flux y ubicarlas en el bastidor.		 2. Encender el soplete, secar las piezas hasta que adquieran un color "óxido", apagar el soplete.		 3. Sumergir el bastidor en el tanque de zinc utilizando el polipasto, retirar las impurezas superficiales (ceniza) y los excesos de zinc de las piezas.					
 4. Sumergir las piezas en la cuba de agua mediante el polipasto y descolgarlas.									

Figura 17. Trabajo estándar cíclico de galvanizado de diagonal en ángulo

6.1.3 Etapa 3 Socialización de la documentación y definición de acciones a ejecutar por negligencia operativa. En esta etapa se procede a socializar con el coordinador de producción y

calidad los documentos elaborados. En este espacio realizan las respectivas observaciones (como la mención de la documentación de producción para el respectivo diligenciamiento durante la ejecución de los procesos) para el posterior ajuste.

Luego de realizadas las correcciones, se lleva a cabo la capacitación acerca de los métodos de trabajo con los operarios por medio de charlas y la documentación desarrollada al momento. Igualmente, se informó de la revisión periódica a efectuar para la evaluación en la ejecución de los métodos según lo documentado.

En este sentido y dada la importancia de la implementación del método establecido, se planteó la necesidad de definir las acciones a llevar a cabo en caso de incumplimiento por parte del operario en la ejecución del método. Se acuerda entonces desarrollar las siguientes acciones cuando se presente negligencia operativa:

Primera vez: Indagar las causas del incumplimiento y llamado de atención verbal

Segunda vez: Llamado de atención escrita mediante un memorando

Tercera vez: Sanciones como lo establece el reglamento de la empresa

6.1.4 Análisis y socialización de resultados. Se logró estandarizar los 27 métodos de trabajo que se plantearon inicialmente en los cuales se unificó y documentó el procedimiento, uso de herramientas, cantidades y lugares para el procesamiento de los productos. Además, se eliminaron actividades innecesarias y se reordenó la secuencia del proceso productivo para pasador de percha en donde se disminuyó 8,5% del recorrido total del producto.

En relación con el inicio del proyecto, con las acciones implementadas por las autoras se obtuvo una disminución del porcentaje de desperdicios de 65% a 47% como se evidencia en el apéndice 11. Además, en cuanto al modelo de madurez luego de evaluado por segunda vez, se

logró pasar de propósito en rojo (aspecto de interés para la estandarización) a amarillo, en el apéndice 16 se muestra el resultado.

6.2 Determinación de la capacidad de los centros de trabajo

Para la implementación de esta propuesta, se definió realizar el estudio de tiempos a todas las operaciones de las referencias a las cuales se les realizó la estandarización de los métodos de trabajo mencionadas en la propuesta anterior. A continuación, se describe el desarrollo de la propuesta.

6.2.1 Etapa 1 Ejecución del estudio de tiempos. En primer lugar, se seleccionó con los coordinadores de producción y calidad, el estudio de tiempos por cronómetro vuelta a cero como la técnica a utilizar. Igualmente, se definió como propósito del estudio conocer la capacidad de producción disponible de los centros de trabajo y los recursos restrictivos para las líneas seleccionadas. También, con el fin de tener una referencia de los tiempos de procesamiento de los productos, dado que la empresa no contaba con ningún estudio de este tipo.

Por otra parte, se validó la ejecución del estudio con el operario trabajando a ritmo normal y a los métodos de trabajo que se determinaron en la propuesta de estandarización; esto en conjunto con los coordinadores de producción y calidad. Se estableció el ciclo de trabajo para cada operación a partir de la observación y lo indagado con el operario encargado. Los ciclos se dividieron en elementos cíclicos y acíclicos según correspondiera y de acuerdo con las siguientes directrices establecidas:

En ciclos de corta duración, elementos mayores a 3 seg

Elementos de fácil identificación de principio a fin

Elementos del operario separados de los de la máquina

Para determinar el número de ciclos a cronometrar se utilizó el método de muestreo en el cual se midieron de 4 a 8 datos según la duración del ciclo. Por ejemplo, para la operación de decapado de la diagonal que en promedio dura 48 min se tomaron como muestra 4 datos, y para la misma referencia en la operación de escofinado que en promedio dura 53,8 seg se tomaron 8 datos.

Luego, con el método estadístico a partir de la siguiente fórmula se determinó el número de ciclos a observar como se muestra en la figura 18 (OIT, 1998, pág. 300):

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar;

n' = número de observaciones preliminares;

\sum = suma de los valores;

x = valor de las observaciones.

Lo anterior para un nivel de confianza de 95,45 por ciento y un margen de error de ± 5 por ciento.


		Estudio de tiempos						
PRODUCTO	Prensahilo 1½" x 1/4"			PROCESO	Forjado		N/PARTE	GP-3
1 pieza								
Máq.	Prensa fricción	Oper.	Prensado		Comp.	GP-LA	Prod.	Grapa prensora
Obs.	1	2	3	4	5	6	7	8
(seg)	9,5	11,4	13,8	13,1	7,9	11,6	10,2	10,6
X ²	90,3	130,2	189,9	172,1	62,3	133,6	104,4	112,4
Nivel de confianza		95%	n'	8	(ΣX) ²	7758,09	ΣX	88,08
Error	5	Constante	40	Σ(X ²)	995,2	N	41,90	

Figura 18. Estudio de tiempos de grapa prensahilo

Se utilizó la escala británica para la valoración del ritmo de trabajo, se diseñó un formato para el registro de los tiempos que fue aprobado por el coordinador de producción, y se estableció no tomar en cuenta los datos en ciclos interrumpidos.

Para obtener un valor más real del operario al realizar su trabajo considerando las condiciones de trabajo y los efectos psicológicos y fisiológicos; se asignaron los suplementos de acuerdo al sistema de suplementos por descanso de la organización internacional del trabajo OIT (ver apéndice 20).

Luego, se procedió a calcular el tiempo normalizado promedio con los datos valorados y a aplicar los suplementos correspondientes por medio de la siguiente fórmula para calcular el tiempo tipo como se muestra en el apéndice 21 (es este se puede observar todo lo relacionado al estudio de tiempos).

$$Tt = Tn * (1 + S/100)$$

Donde

Tt: Tiempo tipo

Tn: Tiempo normal

S: Suplementos

6.2.2 Etapa 2 Determinar la capacidad de los centros de trabajo. Para esta etapa se define la capacidad de diseño y real de los centros de trabajo. Inicialmente se calcula el volumen de producción por hora en cada centro de trabajo y el número de operarios teóricos requeridos como se muestra en la figura 19.

Metallan SAS Herrajes Eléctricos		DESCRIPCIÓN DE PROCESO DP-PR-01 Versión 1					
PRODUCTO		Percha de 1 puesto				N/PARTE	PE-1
						NIVEL PLANO	1
Operación		Máquina / Proceso	Tiempo de ciclo paso a paso (Segundos)	Piezas por ciclo	Capacidad al 100% efectiva por hora	Operarios teóricos requeridos	TOTAL OPERARIOS
#	Descripción						
1	Corte base	Geka	7,2	1	501	0,1	6,1
2	Punzonado base	Troqueladora	13,1	1	275	0,3	
3	Doblado base	Troqueladora	33,3	3	325	0,2	
4	Troquelado U	Troqueladora	113,6	20	634	0,1	
5	Doblado U	Prensa de fricción	8,0	1	453	0,2	
6	Ensamble U a base	Manual	28,5	1	126	0,6	
7	Soldadura	Equipo de soldadura	15,7	1	229	0,3	
8	Decapado_flux	Cuba Decapado	2.023,9	80	142	0,5	
9	Galvanizado	Cuba Galvanizado	528,3	50	341	0,2	
10	Escofinado	Banco	49,6	1	73	1,0	
11	Corte pasador	Geka	7,9	1	455	0,2	
12	Chafado de pasador	Geka	9,1	1	396	0,2	
13	Perforado pasador	Taladro	21,6	1	167	0,4	
14	Decapado_flux	Cuba Decapado	3.233,6	121	135	0,5	
15	Galvanizado	Cuba Galvanizado	789,6	121	552	0,1	
16	Escofinado	Banco	24,0	1	150	0,5	
17	Ensamble	Banco	22,4	1	160	0,5	
18	Empaque_rotulado	Banco	408,1	50	441	0,2	
Piezas por hora al 100% de eficiencia					73		

Figura 19. Descripción de proceso de Percha de 1 puesto

En cuanto a la capacidad de diseño, siendo la máxima producción teórica que se puede lograr, se calculó a partir de los tiempos de procesamiento considerando que se trabaja en condiciones

ideales, es decir al 100%. Conociendo el horario laboral de la empresa y de acuerdo con el coordinador de producción y calidad, se estableció el tiempo de un turno correspondiente a 7,5h (450 min) para el cálculo de la capacidad.

Por otra parte, partiendo de que la capacidad real es la que espera conseguir una empresa teniendo en cuenta sus actuales limitaciones operativas, los coordinadores de producción y calidad indicaron que para este caso trabajan a un 80% de la capacidad de diseño. Este porcentaje contempla la realización de las actividades con complicaciones operativas que incluyen entre otras, demoras en llegada de materias primas, tiempo incurrido en reparaciones, tiempo de preparación de las máquinas.

De esta manera se obtiene la capacidad de diseño y real mostrada en el apéndice 22, en donde además se puede observar la secuencia que deberá seguir el producto para la ejecución de su proceso productivo.

6.2.3 Etapa 3 Análisis de los recursos y socialización. En esta etapa inicialmente se determinó para cada una de las líneas el recurso más lento y los recursos siguientes al mismo. Luego de esto se realizó una comparación entre la capacidad de dichos recursos y el comportamiento histórico de la demanda desde 2017 hasta 2019 por meses para cada una de las referencias seleccionadas, dependiendo de los pedidos a fabricar en los cuales generalmente se pactaban fechas de entrega de una semana. Así, se determinó para cada mes la mínima, media y máxima cantidad pedida por orden.

De lo anterior se obtuvo a escofinado como recurso cuello de botella (RCB) para la percha en cantidad máxima de pedido por mes (ver figura 20). En el caso de la grapa prensahilo también se obtuvo a escofinado como RCB en cantidad media y máxima de pedido por mes como se

muestra en las figuras 21 y 22, asimismo se observa como la demanda en algunas ocasiones superó la capacidad en los recursos siguientes a escofinado.

En el apéndice 22 se encuentra con mayor detalle lo calculado para cada referencia, así como los niveles de demanda para diagonal en ángulo que en ningún caso superaron la capacidad.

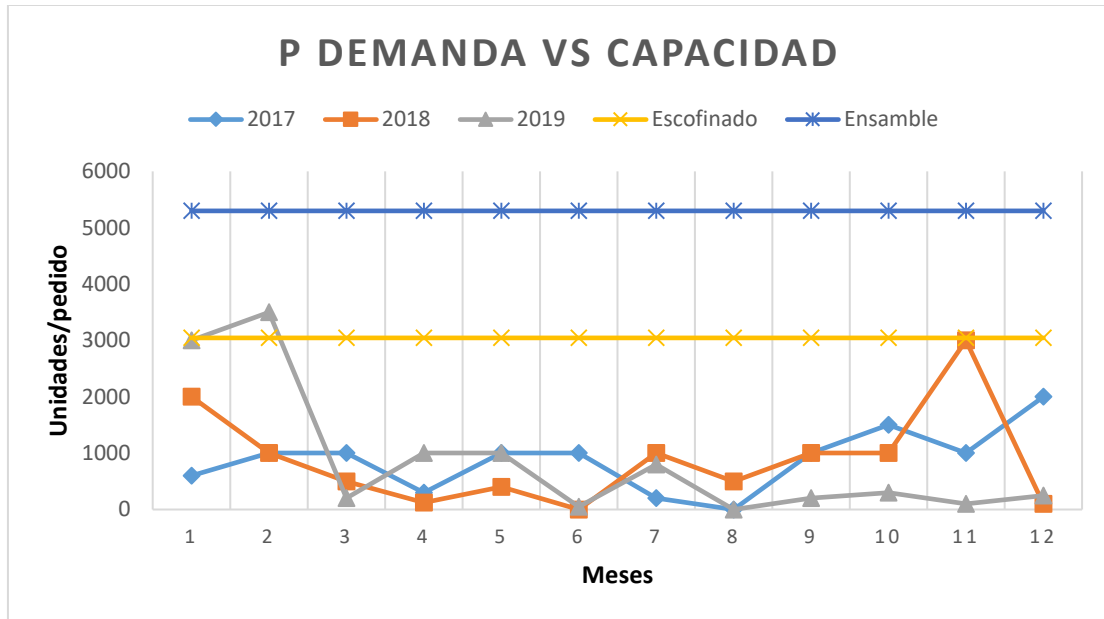


Figura 20 Percha capacidad necesaria demanda máxima

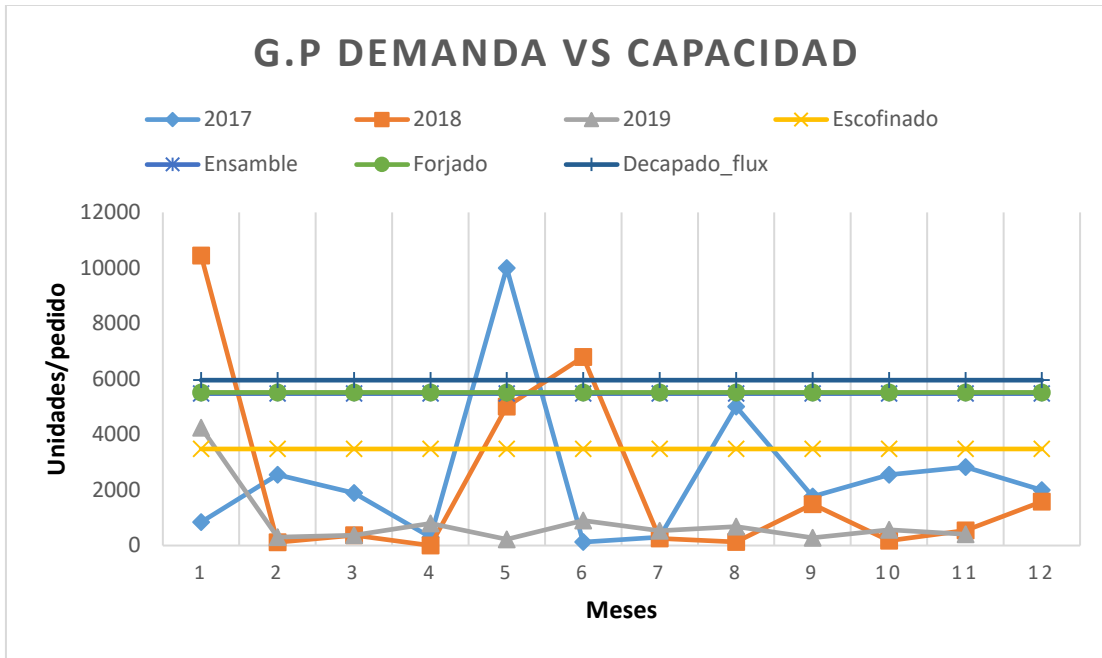


Figura 21 Grapa prensahilo capacidad necesaria demanda media

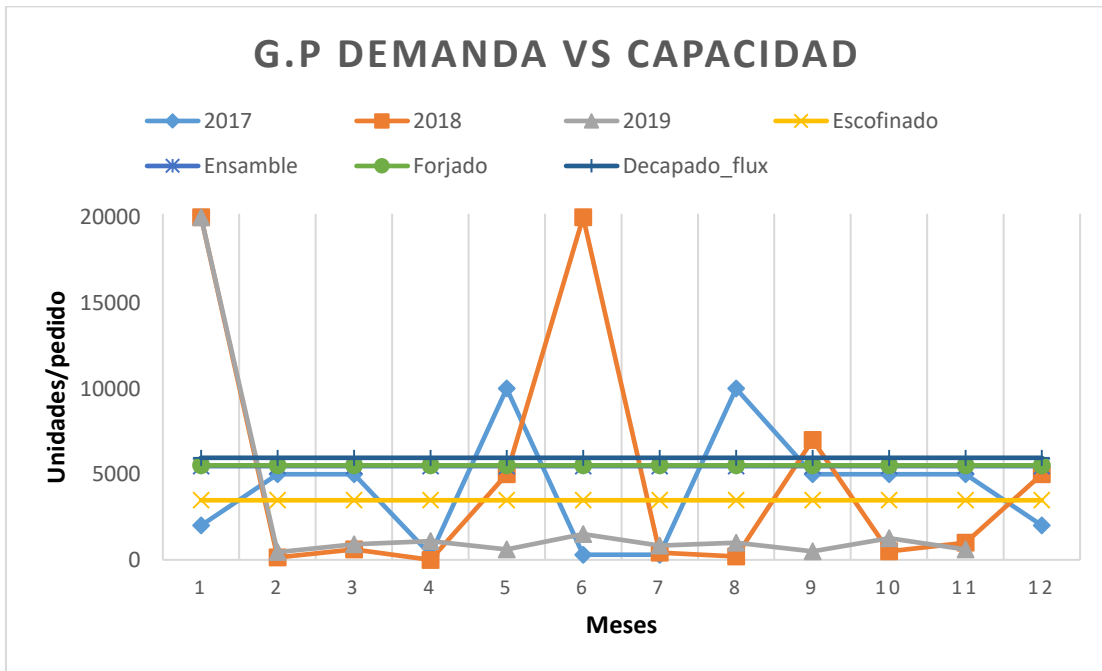


Figura 22 Grapa prensahilo capacidad necesaria demanda máxima

En concordancia con lo anterior y luego de socializados los resultados encontrados se tomaron las siguientes decisiones con respecto a los recursos:

En el caso de que el pedido ordenado supere la capacidad, se determina aumentarla asignando un operario más a escofinado para la ejecución del proceso y para el ensamble de grapa prensahilo enviarlo a fabricar en un taller cercano con la ventaja de que el proceso no es complejo. Igualmente, se llegó a la conclusión de mejorar en un futuro el proceso de forjado en el caso de la grapa prensahilo y decapado (un proceso por el cual pasan todos los productos y repercute en escofinado).

Durante este espacio se determinaron también los recursos que podrían afectar la capacidad si aumentan las cantidades pedidas. Por consiguiente, se establecieron las posibles acciones a ejecutar para los centros de trabajo que no fueron intervenidos.

En el caso de la diagonal en ángulo, se determinó como acción a ejecutar el cambio de las cuchillas en destalonado, pues después de la revisión se estableció que el mal estado de las cuchillas es lo que ocasiona la operación de pulido, (esta consiste en remover las rebabas resultantes del proceso anterior); y para la percha se dispuso ajustar el troquel de la U con el fin de facilitar el ensamble.

6.2.4 Análisis y socialización de los resultados. A partir de determinar los tiempos de procesamiento y la capacidad disponible de los centros de trabajo para las tres referencias seleccionadas inicialmente y luego de analizar los resultados en la etapa 3 se llevaron a cabo acciones con el fin de aumentar la capacidad. De esta manera, con lo determinado se pasó de fabricar (ver tabla 26):

Tabla 26

Resultados capacidad

Referencia	Antes	Después	Incremento porcentual
Grapa prensahilo	83un/h	131un/h	57,8%
Percha	73un/h	126un/h	72,6%

Respecto al inicio y el final del proyecto; en tiempos de primera entrega, pasó de 14 a 9 días las medidas de tendencia central para la entrega de un pedido lo que representó una reducción del 35,7%. De igual manera, en relación a los pedidos pendientes, el tiempo de la orden de pedido pendiente más antigua pasó de 148 a 44 días disminuyendo en un 70,3% (ver apéndice 12). Lo anterior con el fin de mitigar el incumplimiento en las fechas de entrega detectado en el diagnóstico.

6.3 Diseño, prueba piloto e implementación de herramienta ofimática

En primera instancia se comunicó la idea sobre el diseño de la herramienta ofimática con el coordinador de calidad, producción y gerente de la organización. Estos, manifestaron su aprobación y sugirieron que, para una implementación general, la herramienta se diseñara de tal manera que posteriormente fuese posible ingresar para las referencias faltantes los tiempos y pesos.

6.3.1 Etapa 1 Elaboración y socialización de la herramienta. Para la selección de datos de entrada y salida, se determinó que el tiempo planeado para la ejecución de los procesos dependiera de los datos de entrada: familia, referencia, componente, proceso y cantidad programada. Igualmente, los datos de salida establecidos fueron, el ya nombrado tiempo de

procesamiento planeado y el peso por referencia, mostrados en la pestaña registrar tiempos reales del apéndice 23 (herramienta ofimática).

Para la construcción de la herramienta se recopiló información indagando con el personal administrativo y de producción, y con la documentación de la empresa (FR.GC.07 y PD.GS.01) sobre los siguientes ítems:

- ✓ Familias de productos: referencias, componentes y procesos
- ✓ Máquinas, herramientas y recursos (como cubas y bancos)
- ✓ Operarios
- ✓ Tiempos de procesamiento definidos a raíz del estudio de tiempos realizado a las tres referencias seleccionadas
- ✓ Pesos de los productos registrados al momento(kg)

A partir de estos datos, se elaboró una macro y plantilla en Excel que dependiendo de los datos de entrada mencionados anteriormente, calcula y muestra el tiempo planeado para realizar el proceso (actualmente de las tres líneas a las cuales se les realizó el estudio de tiempos) y el peso de los productos en kg. Además, permite el ingreso del tiempo real para compararlo con el planeado e indicar, en caso de que se haya cumplido con la programación, si se ejecutó la operación en más tiempo del proyectado.

Así, la herramienta arroja: “ok” en caso de cumplir con lo programado a la vez que indica si se demoró más tiempo del establecido con “más tiempo”, u “ok” en caso contrario; “faltan unidades” en caso de que se produzca menos y “sobreproducción” cuando se produzca más, esto de acuerdo con lo programado (ver figura 23).

OPERARIO	CANT	TIEMPO	ANT R	TIEMPO RE	IFEREI		INDICAD	DIFERENC		INDICADQ	II	ÓD	ESC	GT
RAMIRO	100	0:10:30	100	0:11:00	0	OK	100,00%	0:00:30	MAS TIEMPO	-4,68%	1	GR	0,7	70
JHON EDISON	100	0:45:40	100	0:40:00	0	OK	100,00%	0:00:48	OK	12,41%	2	GR	0,7	70
ROBERT	100	1:00:18	100	0:50:00	0	OK	100,00%	0:00:16	OK	17,07%	3	GR	0,7	70
OSCAR	100	1:07:40	100	0:30:00	0	OK	100,00%	0:00:28	OK	55,67%	4	GR	0,7	70
SANTOS	100	0:31:44	100	0:20:00	0	OK	100,00%	0:43:16	OK	36,97%	5	GR	0,7	70
RAMIRO	100	0:36:10	50	0:25:00	50	FALTAN UNIDADES	50,00%	0:01:52	PROGRAMA INCUMPLIDO	30,88%	6	GR	0,7	35
RAMIRO	100	0:07:24	50	0:05:00	50	FALTAN UNIDADES	50,00%	0:06:06	PROGRAMA INCUMPLIDO	32,43%	7	GR	0,7	35
RAMIRO	1000	7:36:40	1050	6:30:00	50	SOBREPRODUCCION	105,00%	1:06:40	PROGRAMA INCUMPLIDO	14,60%	1	GR	0,7	735
URIEL	1000	7:02:03	1000	6:00:00	0	OK	100,00%	1:02:03	OK	14,70%	2	GR	0,7	700
RAMIRO	400	0:48:00	298	2:15:00	102	FALTAN UNIDADES	74,50%	1:27:00	PROGRAMA INCUMPLIDO	-181,25%	1	PE	0,68	202,6
RAMIRO	400	1:27:20	400	1:40:00	0	OK	100,00%	0:12:40	MAS TIEMPO	-14,50%	2	PE	0,68	272
RAMIRO	400	1:14:00	400	1:50:00	0	OK	100,00%	0:36:00	MAS TIEMPO	-48,65%	3	PE	0,68	272

Figura 23. Zoom de base de datos de registro

Cabe mencionar que fue después de la socialización que se precisó la necesidad de conocer el peso por referencia y el estado de la cantidad programada inicialmente, al final de la jornada por medio de la herramienta.

6.3.2 Etapa 2 Formato, prueba piloto y capacitación de la herramienta. En esta fase, con el fin de realizar la prueba piloto, se actualiza el formato de seguimiento del producto en proceso (FR.PR.11) y se socializa con el coordinador de producción quien da su aprobación. Después, se realizan charlas individuales con los operarios sobre la importancia, objetivo, ventajas, forma de diligenciar el formato, y se libera para su respectivo diligenciamiento. Es preciso mencionar que se contaba con el formato, sin embargo, el mismo estaba desactualizado y sin implementar.

La prueba piloto para la validación del funcionamiento de la herramienta se realizó durante el mes de noviembre, en la ejecución se encontró que en los formatos que alimentan la herramienta los datos proporcionados eran poco verídicos o no se registraban en algunos casos. Del mismo modo, se detectó que en varias ocasiones se desconocía la cantidad o la referencia del producto exacta que se estaba fabricando; por tal razón, después de la revisión con el coordinador de producción se hizo necesario proporcionar más información acerca de la programación de la

producción diaria. También, se realizó una segunda capacitación con el coordinador de calidad y producción, en donde se explicó nuevamente lo relacionado con el diligenciamiento del formato.

Luego de recopilada y analizada la información al realizar la prueba piloto y revisar los formatos únicamente de los registros diligenciados por los operarios para las tres referencias seleccionadas, se obtuvieron los resultados mostrados en la figura 24. Allí se puede observar que de las cantidades programadas para la producción durante ese mes en el 64% se fabricó lo requerido, en el 33% no se fabricaron en su totalidad y en el 3% se presentó una sobreproducción (el 36% representa los casos en los que el programa se incumplió); de ese 64% se cumplió el tiempo planeado para las cantidades programadas en el 19% de los casos y en el 44% se excedió. Es preciso mencionar que luego de compilar la información, el 13% de los registros no eran adecuados para la obtención de los datos; dado que no se diligenciaba las cantidades, procesos, tiempos o referencias.

CANTIDAD			TIEMPO		
FALTAN UNIDADES	OK	SOBREPRODUCCION	OK	MAS TIEMPO	PROGRAMA INCUMPLIDO
33%	64%	3%	19%	44%	36%

Figura 24. Resultados prueba piloto herramienta

Por otra parte, se llevó a cabo la capacitación al personal que administrará la herramienta acerca de su uso y el registro de la información proporcionada por el formato. En esta se explicó el funcionamiento para el ingreso de los datos de entrada, la disponibilidad en la plantilla para el ingreso de la cantidad y tiempo real que sirve como base para conocer al final de la jornada, el estado de las cantidades programadas, el peso en kg producido y el tiempo incurrido en ello.

También se mostró y comunicó la disponibilidad de los videos guía realizados presentes en el apéndice 24.

6.3.3 Análisis y socialización de los resultados. Se realizó la entrega y capacitación de la herramienta a los coordinadores de producción y calidad quienes serán los encargados de actualizarla y administrarla. Esta permite prever los tiempos de procesamiento de los productos a fabricar (hasta el momento para las 3 referencias seleccionadas) y llevar un registro histórico de las cantidades programadas y las fabricadas realmente, así como de los tiempos planeados y los empleados; utilizando como medio para la recolección de los datos, el formato de seguimiento de producto en proceso implementado.

Adicionalmente, como insumo para el plan de capacitación, el mantenimiento y la actualización (tiempos, pesos y nuevas referencias) de la herramienta se hicieron entrega de 4 videos tutoriales. En cuanto a la implementación general, la herramienta queda apta para su funcionamiento y el ingreso de tiempos, pesos, nuevas referencias al momento en que se disponga de los datos.

6.4 Aplicación de SMED en Geka y Troqueladora.

En primer lugar, para la implementación de esta propuesta se realizó una socialización con los operarios sobre los resultados encontrados en el diagnóstico. Igualmente, se les explicó en que consiste la metodología SMED, su objetivo, importancia y ventajas, la finalidad de la toma de videos y su conveniencia para la clasificación de las operaciones de puesta a punto. Luego de esto, se dio inicio con las etapas descritas a continuación.

6.4.1 Etapa 1. Registro e identificación de las actividades de puesta a punto. Se tomaron dos videos para registrar las actividades de alistamiento en las máquinas, los cuales se utilizaron para realizar una descripción detallada de las actividades ejecutadas por los operarios. Las tareas se listaron de forma secuencial tal y como lo mostraba el video.

Luego de esto, se procedió a realizar una socialización con los operarios con el fin de definir únicamente las actividades necesarias para el procedimiento de puesta a punto. Igualmente, en este paso se identificaron las herramientas y dispositivos necesarios como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27

Herramientas y dispositivos máquinas

GEKA	
Herramientas	Dispositivos de cambio
Llaves inglesas 27, 24 y 19	Punzones y matrices redondos
Llaves bristol 10mm, 4mm, 6mm y 8mm	Punzones y matrices cuadrados
Llave de tubo	Punzones y matrices hueco de corredera
Llave única de la geka	Extractores
Hombresolos	
Escuadra	
Calibrador y flexómetro	
TROQUELADORA	
Herramientas	Dispositivos de cambio
Llaves inglesas 27, 24 y 19	Troquel prensahilo (troquelado)
Palanca de ajuste	Troquel percha U (troquelado)
Llave de tubo	Troquel percha canal (punzonado)
Calibrador y flexómetro	Troquel percha canal (doblez)
	Troquel ranura de tubería
	Soportes

Asimismo, se conoció la importancia del conocimiento práctico y técnico en el alistamiento de las máquinas que influye en la duración, y el mantenimiento de las condiciones óptimas en las

partes. Durante el desarrollo de esta etapa se encontró que todas las actividades en las dos máquinas se realizaban con la máquina parada.

6.4.2 Etapa 2. Socialización, separación y conversión de actividades. En concordancia con lo anterior, el siguiente paso ejecutado fue la separación de las actividades externas de las internas; de ahí que se realizara la socialización con los operarios, en la que además se empezó a estudiar la posibilidad de convertir tareas que se realizan con la máquina parada a tareas que se puedan realizar con la máquina en marcha.

De esta manera, durante varias jornadas se revisaron los procedimientos de puesta a punto con los operarios de más experiencia en el alistamiento de las máquinas lo cual originó un espacio en el que, además, se definieron posibilidades para la reducción del tiempo de las actividades y aspectos esenciales del alistamiento como se detalla a continuación.

En el caso de la geka se estableció que las actividades correspondientes al transporte de las piezas, la búsqueda de herramientas y punzones/matrices, el marcado de la pieza y la lubricación del punzón era posible realizarlas con la máquina en marcha. También, se sugirió utilizar guías como apoyo para la actividad de ajuste dado que, con estas se reduce el tiempo y da la posibilidad de fijarlas para que el posicionamiento del gramil (la siguiente actividad) sea más rápido; igualmente mencionaron lo adecuado que sería el cambio de los tornillos correderos del “carro” actuales pues se encuentran en mal estado, para realizar solamente las actividades de puesta a punto necesarias.

Por otro lado, después de la socialización de las actividades de la troqueladora, se estableció que las actividades correspondientes al transporte de las piezas y troqueles, la búsqueda de herramientas y soportes, junto con la lubricación del troquel era posible realizarlas con la

máquina en marcha. También, se mencionó la importancia de que se realizara en diagonal la tarea de ajustar los soportes para una distribución adecuada de la fuerza con el fin de evitar posibles desarreglos en la ubicación y posteriores acciones innecesarias de reubicación, esto visto que no se evidenciaba en el video. Adicionalmente, resaltaron la importancia de tener el recorrido abajo cuando se accione la máquina para evitar el choque de los punzones con la matriz que dañen el troquel y ocasionen paradas no programadas. También, señalaron la necesidad de conseguir rellenos a la medida para el ajuste de los soportes que permita realizar la actividad de forma sencilla y ágil; por último, señalaron la necesidad de marcar la posición de las placas soporte de la matriz para observar durante la ejecución del proceso si se desubican y proceder a ajustarlas rápidamente en orden de evitar accidentes o daños en el troquel.

Las actividades separadas y convertidas en externas fueron en la geKa el 46% y en la troqueladora el 54% como se muestra en el apéndice 25. Por lo que concierne a las acciones que se pudieron adelantar para la reducción del tiempo en operaciones internas y externas; en la geKa se logró reducir en 36,3% el tiempo de alistamiento a razón de la ubicación de los elementos y herramientas cerca, el uso de la guía y el cambio del tornillo; en el caso de la troqueladora, se redujo en un 36,8% el tiempo de alistamiento porque se ubicaron los soportes y herramientas a un lado de la máquina. Cabe resaltar que con la ayuda del programa 5's se pretende generar la costumbre de ubicar las herramientas y demás en el lugar correspondiente.

6.4.3 Etapa 3. Documentación y socialización del procedimiento de puesta a punto. Se consignaron los procedimientos de puesta a punto para la geKa y troqueladora en las hojas de trabajo estándar puesta a punto donde se detallan las actividades internas definidas con su respectivo tiempo estimado (ver apéndice 26). En el caso de las actividades externas, dado que

son sencillas, se dejan listadas. Lo anterior para que sea de conocimiento general y se pueda capacitar u orientar a quienes en un futuro alisten esas máquinas.

Así también, en esta etapa se realizó una exposición oral al personal de producción que opera las máquinas sobre el procedimiento para la puesta a punto definido en la geka estación punzonado y la troqueladora, utilizando los documentos de trabajo estándar de puesta punto; además, se resolvieron dudas respecto al detalle de las actividades. Sin embargo, queda pendiente la implementación, es decir que se ejecute el alistamiento de acuerdo a lo establecido para las actividades internas y externas.

6.4.4 Análisis y socialización de los resultados. Se definieron junto con los operarios las actividades necesarias para llevar a cabo los procedimientos de puesta a punto, se realizó la separación y conversión de actividades internas en externas y se redujeron los tiempos de alistamiento como se muestra en la tabla 28

Tabla 28

Resultados SMED

Máquina	Cantidad Actividades			Tiempo alistamiento		
	Antes	Después	Reducción porcentual	Antes	Después	Reducción porcentual
Geka	13	7	46%	33min	21min	36,3%
Troqueladora	13	6	54%	38min	24min	36,8%

Se documentaron los procedimientos en las hojas de trabajo estándar de puesta a punto y en las listas de detalle de actividades para la implementación posterior de lo establecido como actividad externa o interna para ejecutar el alistamiento.

Asimismo, se capacitó a los operarios en lo referente a la metodología y se socializó lo establecido como procedimientos para la ejecución de actividades internas. También queda identificada la oportunidad de mejora para la reducción en el tiempo de alistamiento en la troqueladora (con respecto a los soportes) que es posible ejecutar en un futuro.

6.5 Diseño e implementación de planes de control para la medición de características de calidad.

En primera instancia se realizó la socialización de lo encontrado en el diagnóstico y se definió realizar los planes de control para las tres familias de las referencias seleccionadas, teniendo en cuenta los productos elaborados que están definidos en la norma NTC 2607, NTC 2616 y NTC 2665 y los que son fabricados fuera de especificación, es decir, a petición de los clientes.

6.5.1 Etapa 1. Definición de características y diseño de los planes de control. A partir de una revisión inicial de la documentación normativa y de los procesos se plantearon algunas características a medir, que luego de la socialización con el coordinador de calidad se complementan o ajustan.

En esta socialización, se genera un espacio en el cual se hace una revisión detallada de lo bosquejado, en la que se hacen las respectivas observaciones para el ajuste, principalmente, del muestreo, la frecuencia y el plan de acción definidos.

En lo que corresponde a los productos a los cuales se les definió las especificaciones en los planes de control (tanto de la norma como de los especiales), en la tabla 29 se puede observar.

Tabla 29

Productos planes de control

Familia	Normas NTC 2607, NTC 2616, Especiales NTC 2665.	
Grapa prensahilo	Tipo 1 Grapa prensora de tres tornillos (1/4 de pulgada) Tipo 2 Grapa prensora de tres tornillos (3/8 de pulgada)	No existe
Diagonal en ángulo	Clase 3.2 Diagonal metálica para cruceta metálica (Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 0,60m, Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 0,68m, Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 1,1m, Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 1,44m)	Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 0,62m, Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 0,94m, Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 1,4m, Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 1,72m, Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 1,94m, Diagonal en ángulo 1½" x 3/16" x 2,16m, Diagonal en ángulo 1½" x 1/4" x 0,68m, Diagonal en ángulo 1½" x 1/4" x 1,65m, Diagonal en ángulo 1½" x 1/4" x 1,44m, Diagonal en ángulo 1½" x 1/4" x 1,74m, Diagonal en ángulo 1½" x 1/4" x 1,94m, Diagonal en ángulo 2" x 1/4" x 2,16m, Diagonal en ángulo 2" x 1/4" x 2,5m, Diagonal en ángulo 3" x 1/4" x 0,75m, Diagonal en ángulo 3" x 5/16" x 0,68m, Diagonal en ángulo 3" x 5/16" x 1,44m, Diagonal en ángulo 3" x 5/16" x 1,94m, Diagonal en ángulo 3" x 5/16" x 2,94m
Perchas	Tipo ML-3A-200 (Percha 3 puestos larga) Tipo ML-4A-200 (Percha 4 puestos larga) Tipo ML-5A-200 (Percha 5 puestos larga)	Percha de 1 puesto Percha de 2 puestos

Por otra parte, en cada plan de control desarrollado se determinaron por proceso las características del producto, del proceso, los dispositivos y herramientas, los dibujos de las partes y las notas aclaratorias, esto con el fin de facilitar para el operario la medición. En las figuras 25 y 26 se puede observar un ejemplo de cómo se estableció lo mencionado para cada proceso. Igualmente, en el apéndice 27 se puede observar el plan de control para la familia de la grapa prensahilo, en el apéndice 28 para las diagonales en ángulo y en el apéndice 29 para las perchas.

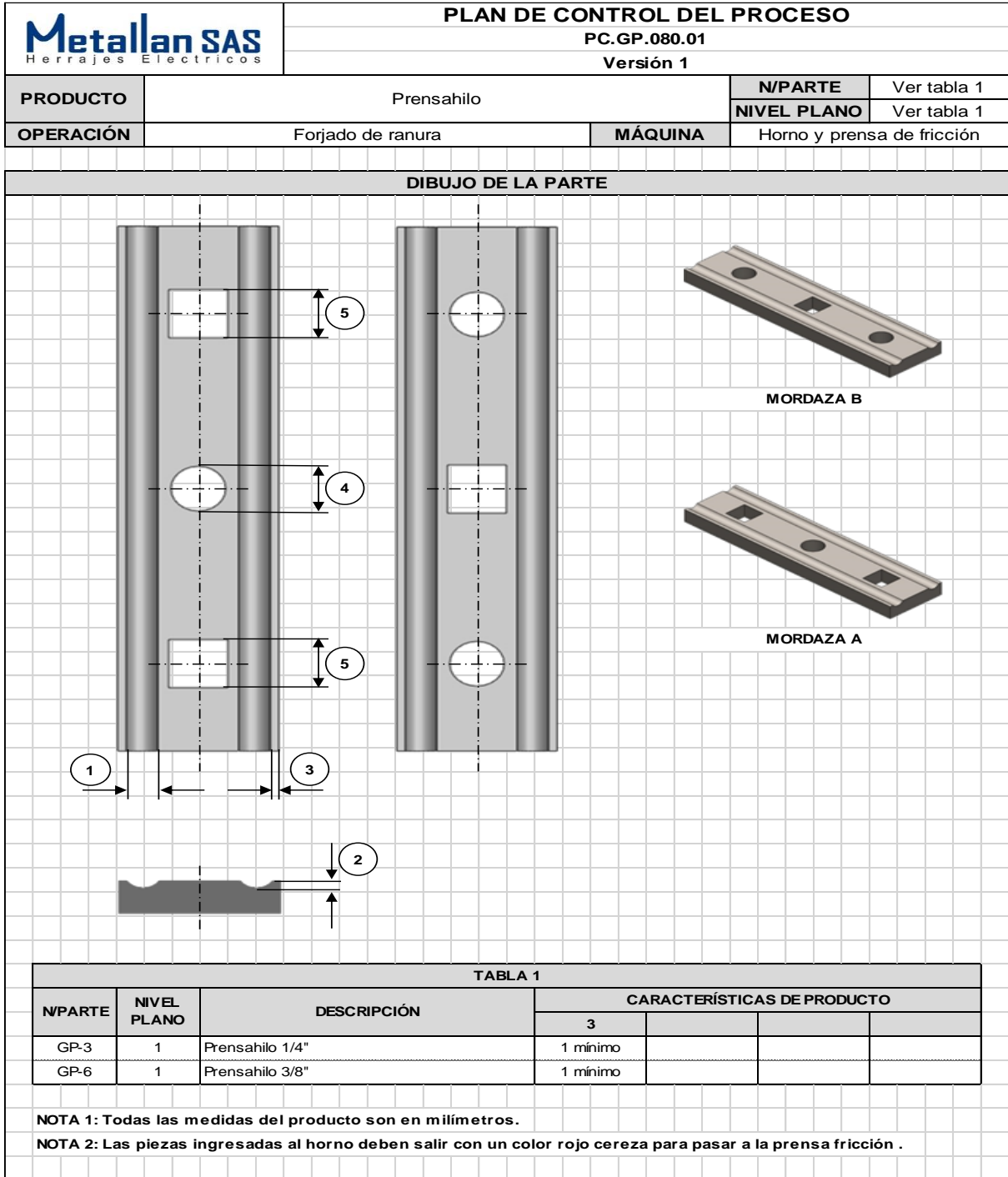


Figura 25. Mediciones del plan de control de forjado de ranura

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO						
#	Descripción	Especificado	Instrumento	Muestra	Frecuencia	Plan de reacción
1	Ancho de la ranura	7,5	Calibrador	2 / 1	PAP / Cada 80	Ajustar troquel / Rechazar
2	Profundidad de la ranura	0,4 / 2	Calibrador	2 / 1	PAP / Cada 80	Ajustar troquel / Rechazar
3	Distancia extremo a ranura	Ver tabla 1	Calibrador	2 / 1	PAP / Cada 80	Ajustar troquel / Rechazar
4	Diámetro agujero	13, 5 ± 0,5	Calibrador	2 / 1	PAP / Cada 80	Ajustar troquel / Rechazar
5	Ancho cuadrado	14, 5 ± 0,5	Calibrador	2 / 1	PAP / Cada 80	Ajustar troquel / Rechazar
CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO						
#	Descripción	Especificado	Instrumento	Muestra	Frecuencia	Plan de reacción
1	Temperatura de horno	Aprox. 750° C	Termómetro	1	PAP	Ajustar temperatura
DISPOSITIVOS Y HERRAMIENTAS						
#	Descripción	Especificado	Instrumento	Muestra	Frecuencia	Plan de reacción
1	Troquel superior	No aplica	Visual	1	Cada lote	Cambiar herramienta
2	Troquel inferior	No aplica	Visual	1	Cada lote	Cambiar herramienta

Figura 26. Características, dispositivos y herramientas del forjado de ranura

6.5.2 Análisis y socialización de los resultados. Se elaboraron 3 planes de control para las familias de la grapa prensahilo, perchas y diagonales en ángulo fabricadas por la empresa, con el apoyo del coordinador de calidad. En estos se especificaron las características del producto y el proceso que se deben controlar, y que repercuten en la calidad y certificaciones; además, otros aspectos como los dispositivos y herramientas, el dibujo de las partes, las notas aclaratorias y las descripciones de producto.

De igual manera, se diseñó un formato de registro que se deja disponible para la implementación de los planes posteriormente, a medida que se adquieran los instrumentos de medición y se capacite al personal en cuanto a lo definido y los procedimientos para llevarlo a cabo.

6.6 Implementación de las 5S's en el área operativa

Se socializaron los resultados del nivel de cumplimiento inicial del programa 5S's con el coordinador de calidad, el gerente y el coordinador de producción. Luego, se realizó una reunión con la coordinadora administrativa y el coordinador de producción para programar las actividades. Allí se recalcó su importancia para el mejoramiento de las condiciones de seguridad del trabajador.

6.6.1 Etapa 1. Capacitación y conformación del comité 5S's. Para dar a conocer el programa 5S's se realizó una capacitación a los operarios de las tres jornadas con el apoyo de la coordinadora administrativa. Se les explicó en qué consisten las 5S's, importancia, ventajas y el procedimiento para implementarlas. Al mismo tiempo, se resaltó que al programa se le hará seguimiento respecto a su nivel de cumplimiento. Al final de la capacitación se les entregó un folleto que describe lo más relevante del programa (ver apéndice 30).

Para facilitar la comprensión del programa, se diseñó un pendón con las actividades que conforman cada S (ver apéndice 31); fue usado durante la capacitación y luego, ubicado en la cafetería. Se escoge este lugar por ser una zona común y porque permite que lo puedan consultar cuantas veces necesiten. Ver figura 27.



Figura 27. Pendón ubicado en cafetería

A fin de fomentar y mantener el programa se conformó el comité de 5S's; se realizó con el acompañamiento del coordinador de producción según estos criterios: liderazgo, nivel de conocimiento de los procesos y responsabilidad. En consecuencia, las personas seleccionadas fueron: los líderes de proceso de cada turno, el coordinador de producción y el gerente. Sus funciones a desempeñar se exponen a continuación:

- Líderes de procesos: Orientar y supervisar las actividades de 5S's en la jornada que les corresponda. Asimismo, deberán reunir información respecto a los avances logrados.
- Coordinador de producción: Programar y coordinar la ejecución de las actividades del programa. También deberá publicar los avances conseguidos en la cartelera informativa.
- Gerente: Incentivar al personal y dar seguimiento al programa 5S's en cada fase. Además, deberá reunirse con los líderes y el coordinador de producción para socializar los avances.

6.6.2 Etapa 2. Clasificación de elementos y selección del área piloto. Con el apoyo de la coordinadora administrativa se asignaron las siguientes áreas a los operarios con mayor destreza o afinidad para las actividades allí ejecutadas:

Tabla 30

Selección del personal para Clasificación

Área	Personal encargado
Escofinado	Henry Arias y Robert Rozo
Bodega de accesorios, PT y MP	Miguel Ortiz
Galvanizado	Raúl Cantillo y Edgar Castillo
Geka	Emerson Calderón
Troquelado y forjado	Jefferson Sandoval y Oscar García
Roscadora	John Salazar
Soldadura	Uriel Sánchez

Se les otorgó a los operarios stickers rojos para identificar a los elementos de dudosa disposición (ver figura 28). Para ello, se consideró que este tipo de elementos no pertenecieran al área en la que se encontraron.



Figura 28. Elementos con sticker

Por cada área de trabajo los operarios registraron: cantidad de elementos, frecuencia de uso, ubicación y estado (ver apéndice 32). Luego, se designó una zona temporal para almacenarlos hasta que se definiera la ubicación adecuada.

Posteriormente, con el apoyo de la coordinadora administrativa se seleccionó a la bodega de insumos como punto de partida para la implementación. Esto con el fin de liberar espacio para almacenar elementos de uso poco frecuente de los centros de trabajo. También por ser un área que permite obtener resultados significativos; esto con el propósito de estimular al personal a implementarlo en el resto de la organización.

6.6.3 Etapa 3. Implementación del programa en el área piloto y en los centros de trabajo.

Inicialmente, se realizaron las actividades de Selección, Orden y Limpieza en el área piloto, es decir, la bodega de insumos. Para ello, fue necesario el acompañamiento de uno de los operarios encargados y de la orientación de la coordinadora administrativa y las autoras. Durante la jornada, se desecharon accesorios obsoletos, EPP y cables dañados, entre otros; se liberó un espacio de 170,4cm². El resto se reubicó junto con aquellos de acuerdo a las siguientes categorías: mantenimiento, pruebas calidad, cajas, extensión y plásticos, implementos de seguridad, pulidora y sus accesorios, accesorios de soldadura, cajas de pulidora y taladro, pinturas, disolvente-aceite, elementos abrasivos, EPP, equipos de soldadura, reserva botiquín y elementos para reparaciones. Luego, se etiquetaron los estantes de acuerdo a los objetos almacenados para identificarlos con mayor facilidad. Finalmente, se retiró el polvo y empaques plásticos del suelo. Se obtuvo el siguiente resultado (ver figura 29).



Figura 29. Bodega de insumos antes y después de implementación 5S

Tras la jornada, se reconoció simbólicamente la dedicación y esfuerzo al operario como agradecimiento. También, se publicó en la cartelera informativa para visibilizar los logros conseguidos. Ver figura 30.



Figura 30. Reconocimiento en cartelera informativa

Con la información obtenida en el apéndice 32 y la ayuda de los operarios encargados, se realizó la disposición de los elementos en la Geka, Troqueladora y Escofinado. Para ello, se asignaron espacios para su almacenamiento de acuerdo a su frecuencia de uso.

Debido a que el espacio disponible para almacenar las herramientas en el tablero de la Geka era insuficiente, se fabricó otro; pasó de 50cmx50cm a 60cmx50cm con 2mm de espesor. Así, se lograron ubicar todas las herramientas requeridas en las 3 estaciones: corte, punzonado/chafado y Destalonado. Ver figura 31 y 32.



Figura 31. Tablero nuevo de herramientas Geka



Figura 32. Estación Destalonado en Geka

Por otra parte, se rediseñó el que había en la Geka para ubicarlo en la Troqueladora. Entonces, la Troqueladora quedó con un tablero de 20cmx40cm. Ver figura 33. Cabe resaltar que las herramientas utilizadas en la troqueladora son las mismas que las de la prensa fricción, área contigua.



Figura 33. Cuadro de herramientas de la Troqueladora

Como se puede apreciar, cada tablero tiene la silueta de sus herramientas para que el operario pueda identificar cuál falta. Esto también ayuda a que se pueda evitar colocar aquellas que no corresponden a la máquina.

A pesar de que los soportes de la Troqueladora tenían un recipiente para su almacenamiento, se observaban otros elementos como: sobrantes de productos, productos en proceso, entre otros. Por tal razón, se cambió el recipiente por uno más pequeño y se etiquetó para evitar depositar objetos que no corresponden. Ver figura 34.



Figura 34. Recipiente de soportes

Para la bodega de accesorios se propuso fabricar un estante con los retales que permitiera almacenar la tornillería de los productos. Para ello, se realizó una reunión con el practicante de Diseño y el coordinador de calidad; se concluyó fabricar dos estantes para aprovechar el máximo espacio disponible. Por consiguiente, se establecieron las medidas de ancho x alto para cada uno así: el estante 1 de 4127cm x 146,5cm y el estante 2 de 7639,4cm x 4127cm. En total, la capacidad de almacenamiento sería de 54 cajas (36 en el estante 1 y 18 en el estante 2). En la figura 35 se puede observar el diseño simulado. Se espera que se haga realidad esta propuesta en un tiempo no mayor a 2 meses.

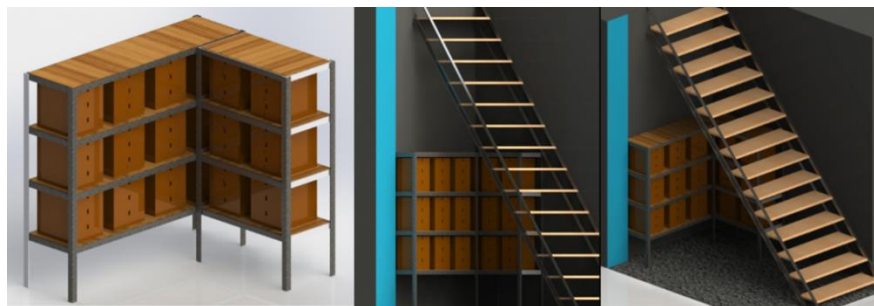


Figura 35. Estante de accesorios

La implementación de Seiso (Limpiar) se realizó en una jornada y contó con la participación del personal operativo; se retiraron residuos de metal y el polvo acumulado en los pasillos, mesas y maquinaria. Tras la jornada se obtuvieron los siguientes resultados contrastados con el estado inicial de la planta:



Figura 36. Geka



Figura 37. Dobladora eléctrica

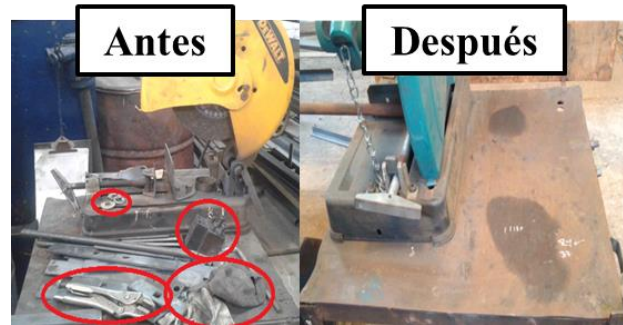


Figura 38. Mesa de corte de tubos

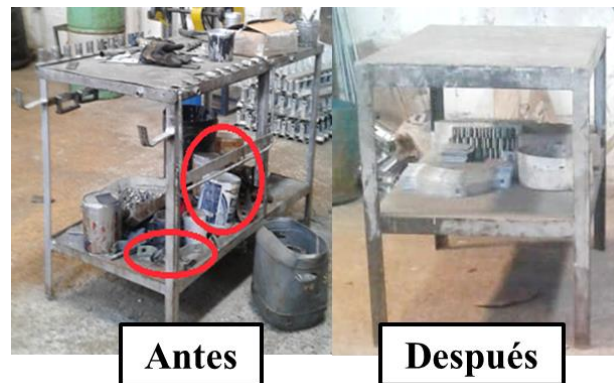







Figura 39. Mesa de Escofinado

Para estandarizar los resultados conseguidos se diseñaron fichas técnicas para la Geka, Troqueladora y Escofinado; seleccionados según el número de accidentes/incidentes registrados y el tiempo de movimientos innecesarios por búsqueda de herramientas. Ver figura 40. Cabe resaltar que se desarrolló con la colaboración de los operarios con mayor experticia en la máquina/área seleccionada.

Se deja a consideración de la empresa la socialización con los demás operarios con el objetivo de mantener estas áreas limpias y ordenadas.

		FICHA TÉCNICA 5S's Versión 1							
OPERACIÓN		Punzonado, destalonado, chafado y corte				MÁQUINA		Geka	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL									
ELEMENTOS DEL CENTRO DE TRABAJO									
#	DESCRIPCIÓN								Check
1	Verifique que las herramientas estén ubicadas en el cuadro según su contorno.								
2	Verifique que las herramientas de ajuste estén encima del estante de matrices.								
3	Revise que los instrumentos de medición se encuentren en el nivel superior.								
4	Revise que los elementos de mayor frecuencia se encuentren en el nivel medio.								
5	Cerciórese de que los elementos de poco uso estén en el nivel inferior.								
6	Retire la suciedad de la máquina con ayuda de una escoba y un paño.								







DETALLE DE ELEMENTOS		
 <p>1. En el tablero de herramientas se ubican: 4 hombre solo, llaves inglesas (27, 24 y 19), 1 escuadra, llave bristol de 4mm, 6mm, 8mm y 10mm (3/8").</p>	 <p>2. Encima del estante de matrices se localizan: 1 llave de tubo, 1 calibrador y la llave única de la geka.</p>	 <p>3. En el nivel superior del estante están: 2 flexómetros, 1 bolsa con accesorios de la máquina, 1 caja de accesorios para punzones, 1 goniómetro y 2 correctores.</p>
 <p>4. En el nivel medio se localizan: 1 punzón redondo con matriz de 16mm, 2 punzones con matriz de corredera de 18mm, 1 punzon cuadrado con matriz de 17mm, 1 punzón redondo con matriz de 18mm, 2 punzones redondos con su matriz de 20mm.</p>	 <p>5. En el nivel inferior están: 1 portapunzón, 1 punzón cuadrado, 1 extractor, 6 matrices y 7 punzones con matriz.</p>	 <p>6. Retire el polvillo residual que haya debajo del carro y los lados de la máquina con un trapo. Luego, retire los sobrantes de material del piso con la escoba y el aserrín.</p>

Figura 40. Ficha técnica 5S's de la Geka

6.6.4 Análisis y socialización de resultados. Se aplicó nuevamente la lista de chequeo (ver apéndice 33) para comparar los resultados antes y después de la implementación. Ver figura 41. Como resultado se consiguió pasar del 65,3% a 75,8% como cumplimiento global. En la tabla 31 se muestran los incrementos logrados en cada S.

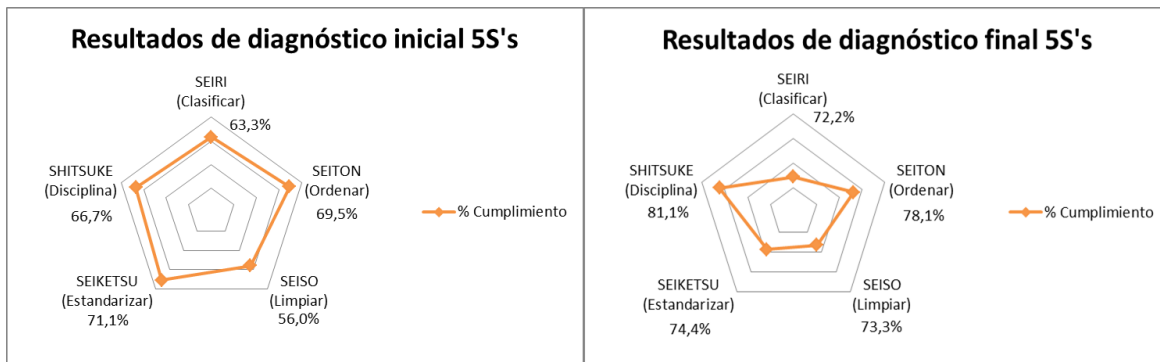


Figura 41. Resultados del diagnóstico antes y después de implementación 5S

Tabla 31

Resultados 5S's

Fase	%Cumplimiento inicial	%Cumplimiento final	Incremento porcentual
SEIRI (Clasificar)	63,3%	72,2%	8,9%
SEITON (Ordenar)	69,5%	78,1%	8,6%
SEISO (Limpiar)	56%	73,3%	17,3%
SEIKETSU (Estandarizar)	71,1%	74,4%	3,3%
SHITSUKE (Disciplina)	66,7%	81,1%	14,4%
PROMEDIO	65,3%	75,8%	10,5%

6.7 Diseño e implementación del protocolo de mantenimiento preventivo

En primera instancia se socializaron los resultados hallados en el diagnóstico y se definió realizar un protocolo de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas de la empresa. Para su realización se tuvo en cuenta la lista de chequeo de la maquinaria/equipo y el plan específico de mantenimiento.

6.7.1 Etapa 1. Establecimiento de los criterios y diseño del protocolo de mantenimiento.

Luego de realizar un reconocimiento a las máquinas/equipos y de revisar la documentación interna, se procede a seleccionar las actividades para el mantenimiento preventivo.

Dada la alta variedad de máquinas/equipos, se hace necesario agrupar las actividades de mantenimiento en 5 categorías, así: mecánico, eléctrico, lubricación, hidráulico e inspección general. A las actividades que no encajan en las anteriores categorías y que se consideran necesarias, se les llamó “Otros”.

Se estableció para cada actividad su duración y si la máquina debía estar parada o en marcha para ejecutarla. Lo anterior se desarrolló en conjunto con el técnico de mantenimiento, personal de apoyo de Ingeniería Mecánica y el coordinador de producción.

En la figura 42 se pueden observar las actividades a realizar en una máquina junto con los criterios establecidos, su duración y de si requiere o no permiso. Asimismo, en el apéndice 34 se puede observar el protocolo de mantenimiento para todos los equipos/máquinas que cuenta la empresa actualmente.

EQUIPO/ MÁQUINA	Troqueladora
----------------------------	--------------

Frecuencia	Categoría	Actividad	Duración [min]	P/M	Permiso
Quincenal	Eléctrico	Revisar conexiones eléctricas	5	P	No
Semanal	Mecánico	Revisar parada de emergencia	5	M	No
Semanal	Mecánico	Revisar transmisión	10	P	No
Semanal	Lubricación	Revisar engrase de engranajes	15	P	Sí
Semanal	Mecánico	Revisar alineación de engranajes	5	P	Sí
Semanal	Lubricación	Lubricar el freno	10	P	Sí
Semanal	Mecánico	Revisar alineación del pasador	10	P	Sí
Semanal	Mecánico	Verificar el estado del embrague	5	P	No
Mensual	Mecánico	Revisar desgaste cola milano	60	P	Sí
Semanal	Inspección general	Limpieza	15	P	No

Figura 42.de mantenimiento para la Troqueladora

6.7.2 Análisis y socialización de los resultados. Se diseñó un protocolo de mantenimiento con la orientación del técnico de mantenimiento y el personal de apoyo de Ingeniería Mecánica para: prensa hidráulica y de fricción, planta eléctrica, esmeril, dobladora de tubo manual y eléctrica, extractores, horno forja, granalladora, taladro árbol, geka Microcrop e Hydracrop, troqueladora, roscadora, cuba de galvanizado, polipasto y equipo de soldadura. Para cada actividad se especificó su frecuencia, categoría, duración, máquina parada/marcha y si requiere permiso para su ejecución. Al mismo tiempo se recolectó la cantidad de paradas no programadas de las máquinas durante el mes de noviembre e inicios de diciembre. Ver apéndice 35.

En conjunto con la coordinadora administrativa se establece que el responsable para desarrollar el programa debe ser el técnico de mantenimiento de la empresa, ya que posee los conocimientos básicos necesarios para su desarrollo. Sin embargo, no se descarta que, a largo plazo, los operarios puedan ejecutar el mantenimiento a menor escala. En caso de que la máquina requiera un mantenimiento profundo, se contratarán los servicios de técnicos externos.

Cabe resaltar que este protocolo servirá como insumo para conformar un libro de consulta para uso posterior en caso de encontrar fallos similares.

De igual manera, se diseñó un formato de registro que se deja disponible para la implementación del protocolo cuando la empresa decida hacerlo. Para ello, la empresa deberá capacitar al técnico de mantenimiento para asegurar la consolidación de un registro confiable.

7. Logros complementarios

7.1 Actualización manual de funciones

Esta actividad se realizó dado que en el diagnóstico se identificaron situaciones que entorpecían la ejecución de las operaciones debido al desconocimiento o falta de claridad sobre las funciones y responsabilidades.

En este sentido, se realiza una revisión detallada del manual en compañía del gerente y la coordinadora administrativa en la que se decide hacer los siguientes cambios: establecer funciones y responsabilidades para el líder de producción, técnico de mantenimiento y encargado de almacén; nombrados como Operario de Apoyo en Mantenimiento, Operario de Apoyo en producción y Operario de Apoyo al Almacén.

Luego, se socializó con los implicados los cambios realizados con el fin de que conocieran cuáles eran las labores y responsabilidades comprendidas de acuerdo con la función que desempeñan en la empresa.

7.2 Ajuste procedimiento peso promedio del recubrimiento en galvanizado

En el diagnóstico se identificaron falencias en cuanto al procedimiento ejecutado para medir el peso promedio del recubrimiento. Este consiste en el pesado de las piezas antes y después de galvanizarlas, con el fin de obtener por medio de muestreos el peso promedio del recubrimiento de zinc, característica especificada y con estándares establecidos en la norma NTC 2076.

El procedimiento realizado en la empresa, no correspondía con el especificado en la norma dado que el peso de la pieza negra (sin galvanizar) se ejecutaba antes de decapado. Esta fue la razón por la que se estableció en el manual de procedimientos el método a llevar a cabo el cuál cambió principalmente en el pesado después de secado de la pieza negra.

Igualmente se realizó la socialización con los operarios asignados a este centro de trabajo donde se expuso lo consignado en el manual, así como la importancia de la medición y el registro de esta característica. Para un mayor entendimiento se hizo el acompañamiento mientras se ejecutaba lo establecido en el documento. Asimismo, se explicó las demás especificaciones relacionadas con el muestreo, instrumento, entre otros; determinados en los planes de control.

7.3 Diseño del plan de gestión integral de residuos (PGIR)

A raíz de que una de las actividades evaluativas autoras estaba en la cátedra Gestión Ambiental y al deseo manifiesto de la empresa por mejorar la gestión de sus residuos, se diseñó el PGIR. Para su construcción, se requirió el acompañamiento de la coordinadora administrativa, así como la orientación de la docente de la asignatura.

Primero, se realizó una matriz legal a fin de establecer si la gestión de residuos cumplía o no con los decretos/resoluciones exigidos por las autoridades ambientales. Luego, se clasificaron los residuos generados en la empresa en: peligrosos, no peligrosos (aprovechable y no aprovechable), peligrosos con riesgo biológico o infeccioso y RAEE. También se analizó la forma de almacenamiento de sus residuos, segregación en la fuente, disposición y recolección; esto con el fin de obtener información para plantear alternativas de mejora. Cada propuesta planteada está enfocada en solucionar las falencias encontradas para cumplir con la normatividad y reducir el impacto ambiental generado. Por último, se socializó el documento del PGIR con la dirección de la empresa y se dejó como insumo para la creación de una política ambiental.

7.4 Diseño del plan de manejo ambiental (PMA)

Esta actividad pretende complementar el PGIR realizado para analizar los aspectos e impactos ambientales generados en los procesos productivos y administrativos. Su desarrollo contó con el acompañamiento de la coordinadora administrativa y la orientación de la docente de la asignatura.

Como el PMA abarca residuos y emisiones, se analizó el cumplimiento legal de todos aquellos que se generan en la empresa: residuos ordinarios, peligrosos, RAEE, biosanitarios, aguas residuales (domésticas y no domésticas), olores ofensivos, emisiones de gases contaminantes y de ruido. Luego, se identificaron los aspectos e impactos ambientales que inciden en: oficinas, área común (cocina y baño), punzonado y corte, destalonado, pulido, doblado, chafado, soldadura, forja y presando, granallado, zona de enjuague, decapado/flux, zona de secado, galvanizado y escofinado (manual, eléctrico y acabado). Luego, se formularon

medidas de prevención y mitigación con miras a cumplir con la normatividad y reducir los impactos ambientales generados.

Al igual que con el PGIR, la dirección decidió considerar el PMA en la creación de una política ambiental.

8. Conclusiones

La realización de esta práctica permitió identificar oportunidades de mejora en la empresa Metallan S.A.S. como punto de partida que motivó a definir e implementar soluciones en el sistema productivo. Así como, el empoderar a los trabajadores en la ejecución de las mejoras implementadas, y determinar los indicadores para evaluar el desempeño de lo ejecutado.

En el diagnóstico se encontró por medio de los registros históricos que las familias representativas para la empresa son las grapas prensahilo, diagonales en ángulo y perchas con una participación del 32,1%, 13,8% y 8,3% respectivamente.

A partir de los resultados del modelo de madurez, la lista de desperdicios y el diagrama de Ishikawa que evidenció ineficiencias por la existencia de múltiples métodos de trabajo, se propuso y realizó la estandarización de 27 operaciones para las tres referencias seleccionadas. Con esto se logró mejorar el desempeño del proceso como se evidenció mediante el modelo de madurez al avanzar en la escala de color de rojo a amarillo, disminuir el porcentaje de 65% a 47% en cuanto a los desperdicios asociados, eliminar y simplificar actividades, y reordenar la secuencia del proceso para la percha en donde se redujo 8,5% del recorrido total del producto.

Luego de definidos los métodos y sabiendo que se desconocían los tiempos de procesamiento de los productos y la capacidad disponible de los centros de trabajo con los que se tuviera una

referencia para pactar las fechas de entrega y así evitar incumplir, se determinan; y con base en el conocimiento de estos como referente y de los recursos restrictivos de capacidad se emprenden acciones con las cuales se logra pasar de 14 días a 9 días promedio para el tiempo de respuesta en la primera entrega y un aumento de producción al pasar de fabricar 83 a 131 grapas prensahilo y 73 a 126 perchas por hora.

Asimismo, se desarrolló una herramienta ofimática que comprendió realizar la prueba piloto, entrega y capacitación para su uso, la cual facilita el cálculo de los tiempos de procesamiento para pactar la entrega de los pedidos y estimar la duración de la programación de la producción. Además, se implementa el formato para el producto en proceso que alimenta la herramienta y permite realizar un seguimiento, registro y análisis posterior de la información.

Por otro lado, en el diagnóstico se halló que las máquinas más utilizadas por las familias representativas (31% Geka y 17% Troqueladora) para su alistamiento presentaban los tiempos más altos, no tenían procedimientos definidos y correspondían a los centros de trabajo utilizados inicialmente en los flujos de proceso. Por esta razón, se planteó y ejecutó la metodología SMED; se separaron y convirtieron las actividades internas de las externas para la Geka en un 46% y la Troqueladora en un 54%, así como se redujeron los tiempos de puesta a punto en un 36,3% en la Geka y 36,8% en la Troqueladora. Asimismo, se ejecutaron capacitaciones sobre la metodología, y se documentaron los procedimientos correspondientes para que a futuro se realice la capacitación e inducción del personal.

En lo concerniente a lo identificado con las herramientas de diagnóstico para las características de calidad, se encontró que no estaban establecidas, no se llevaba un registro y control de las mismas con lo que se evitaran los reprocesos y se lograra la posterior certificación de los productos; se planteó y ejecutó el diseño de tres planes de control para las familias

representativas en los cuales se establecieron de acuerdo con lo exigido por la normatividad, las características a medir y sus especificaciones. Por otra parte, con los instrumentos de diagnóstico se hallaron paradas no programadas de las máquinas ocasionadas por la inexistencia de mantenimiento preventivo; por tal razón se propone y diseña el protocolo de mantenimiento preventivo para las máquinas/equipos. Estos quedan disponibles para su posterior implementación.

En cuanto a la implementación de las 5S's, gracias a la disposición y participación del personal operativo, el apoyo del coordinador de calidad y coordinadora administrativa, se logró pasar de 65,3% a un nivel de cumplimiento global del 75,8%; esto incluye una mejora del 17,3% en las condiciones de limpieza. Además, se dejaron tableros de gestión visual y fichas técnicas para mantener los beneficios logrados en las jornadas de selección, orden y limpieza.

El sistema de indicadores propuesto ofrece a la empresa medir y hacer seguimiento al plan de mejoramiento desarrollado, identificar inconsistencias y orientar la toma de decisiones futuras. De igual forma, el plan de capacitación propuesto facilita la implementación de las propuestas en todas sus etapas ya que en él se definieron aspectos como el personal a capacitar, contenido, herramientas a utilizar y responsables.

9. Recomendaciones

Con base en lo desarrollado en el proyecto, se plantean las siguientes recomendaciones que aporten el proceso de mejoramiento continuo en la empresa:

Evaluar la posibilidad de diseñar e implementar un sistema de planificación y requerimiento de materiales con el fin de asegurar la disponibilidad de los mismos para la producción y el cumplimiento en tiempo y cantidad de los pedidos.

Considerar realizar un análisis y mejoramiento a las operaciones de decapado y galvanizado con el fin de reducir al mínimo el uso de recursos en la ejecución de esas tareas y la siguiente (escofinado). Igualmente, se aconseja que se implemente la medición de las características de calidad establecidas para que, de esta manera, se ejecute un control más preciso y se adquieran las especificaciones requeridas en la norma.

Continuar con el mejoramiento de los métodos de trabajo que permita reducir las ineficiencias en el sistema y determinar los tiempos de procesamiento para los productos faltantes con lo cual se pueda estimar con mayor precisión el tiempo total de entrega de un pedido (por medio de la herramienta) y evitar incurrir en incumplimiento.

Continuar con la recopilación de información usando los formatos de seguimiento al producto en proceso implementados para que se realice un análisis de la información registrada y se tomen decisiones al respecto. Igualmente, seguir con la ejecución del plan de capacitación y la medición de los indicadores de gestión que permitan desarrollar las propuestas (que no fue posible implementar) y evaluar el desempeño respectivamente.

Se sugiere mantener y evaluar el desempeño del programa 5S's de forma que permita seguir mejorando las condiciones de orden, aseo y seguridad para evitar accidentes en las áreas de trabajo. Adicionalmente, se recomienda incluir programas de promoción y prevención de Seguridad y Salud en el Trabajo que sensibilice al personal para que use adecuadamente los elementos de protección personal.

Valorar la posibilidad de ejecutar los mantenimientos preventivos de acuerdo con la programación establecida para disminuir el número de paradas no programadas. Adicionalmente, se aconseja recopilar información detallada de los mantenimientos correctivos realizados con el fin de analizarlos y de planificar los próximos mantenimientos preventivos de forma precisa.

Se aconseja implementar las propuestas establecidas en el PGIR y el PMA con el fin de dar cumplimiento a la normatividad y reducir el impacto ambiental generado. También, se aconseja iniciar con aquellas que no requieren una gran inversión y que repercuten de manera significativa en el ambiente y en la salud de sus trabajadores.

Referencias Bibliográficas

- Cámara de Comercio Colombo Americana - AmCham Colombia. (2019). *En 200 empresas intervenidas va el plan para subir la productividad*. Recuperado de <https://www.amchamcolombia.co/en/comunicaciones-2/noticias-comercio-e-inversion/1912-en-200-empresas-intervenidas-va-el-plan-para-subir-la-productividad>
- Cruelles, J. (2013). *Ingeniería industrial*. Recuperado de <https://www.alfaomegacloud.com/reader/ingenieria-industrial?location=592>
- Departamento Administrativo de la Función Pública, (2012). *Guía para la construcción de indicadores de gestión*. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/506911/1595.pdf/6c897f03-9b26-4e10-85a7-789c9e54f5a3>
- Evans, J., y Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad*. México: Cengage Learning.
- Gaytán, J. (2019). Indicadores financieros y económicos. *Mercados y negocios*, 1(40), Recuperado de <https://doaj.org/article/bf70f0ba4d8646589ff2f5019fa54a2e>
- Gómez, W. (2018). *Diseño e implementación de un plan de mejoramiento para el proceso productivo de la empresa Muebles Bremen S.A.S en sus nuevas instalaciones* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/172938.pdf>
- González, J, y Escalante, A. (2015). *Ingeniería Industrial. Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Recuperado de <https://www.alfaomegacloud.com/reader/ingenieria-industrial-metodos-y-tiempos-con-manufactura-agil?location=465>

- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México: McGraw-Hill Education.
- Hammer, M. (2007). Auditoría de procesos. *Harvard Business Review*, 85(4), 92-104.
- Hernández, J., y Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos técnicas e implementación. Recuperado de https://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf
- Ibarra-Balderas, V., y Ballesteros-Medina, L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, (53), 54-58. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94453640004>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2014). *Norma Técnica Colombiana 2076. Recubrimiento de zinc por inmersión en caliente para elementos en hierro y acero*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2014). *Norma Técnica Colombiana 2665. Electrotecnia. Herrajes y accesorios para redes y líneas aéreas de distribución de energía eléctrica. Grapa prensora*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1989). *Norma Técnica Colombiana 2607. Herrajes y accesorios para redes y líneas aéreas de distribución de energía eléctrica. Perchas*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2014). *Norma Técnica Colombiana 2616. Herrajes y accesorios para redes y líneas aéreas de distribución de energía eléctrica. Crucetas, diagonales y bayonetas metálicas*.
- Krick, E. (1999). *Ingeniería de métodos*. México: Limusa.
- León, G., Marulanda, N., y González, H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Revista de la Facultad de*

Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Nariño, 18(1), 85-99. Recuperado de <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/3155/3721>

Niebel, B., y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGraw-Hill Education.

Oficina Internacional del Trabajo (1998). *Introducción al Estudio del Trabajo (Cuarta edición)*. México D.F, México: Noriega-Limusa.

Ortiz, N. (2014). *Técnicas básicas para el análisis y mejoramiento de la productividad en procesos de manufactura*. Recuperado de <https://es.calameo.com/read/004173607614b5629b280>

Peña, Y. (2017). *Diseño e implementación de un plan de mejoramiento del proceso productivo en la línea eléctrica de la empresa Ryctel Ltda* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/172938.pdf>

Pinilla, S. y Santos, E. (2015). *Mejoramiento de los procesos productivos de la empresa maquinados y montajes SAS* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156506.pdf>

Rajadell, M., y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. España: Díaz de Santos.