

Mejoramiento de los procesos de producción y gestión de calidad en la empresa
SOLIPLAST S.A.

Maria Fernanda Lozada Velasco

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniera Industrial

Director

William Hoyos Torres

Master of Business Administration, MBA

Tutor

Juan José González Acevedo

Ing. Mecánico

Maestría en Ingeniería y Energías Renovables

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

A Dios primero que todo, por iluminar mi camino, fortalecerme en los momentos que más lo necesité y poner a disposición a las personas que fueron un apoyo en el desarrollo de este logro.

A mi madre, porque me diste fortaleza y ánimo para culminar satisfactoriamente esta etapa. Gracias a su apoyo, dedicación y acompañamiento incondicional logramos conseguir uno de muchos sueños por cumplir.

A mi padre, por tus enseñanzas, principios y formación que me brindaste; dejaste claro lo que debo ser y sin duda estarás acompañándome siempre.

Y por último a mi familia, que siempre han sido mi apoyo y me han brindado el cariño suficiente en cada etapa de mi vida.

A todos, gracias.

Maria Fernanda Lozada Velasco

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 18 |
| 1. Objetivos | 21 |
| 1.1. Objetivo general: | 21 |
| 1.2. Objetivos específicos: | 21 |
| 2. Generalidades de la empresa | 22 |
| 2.1. Identificación de la empresa..... | 22 |
| 2.2. Organigrama..... | 22 |
| 2.3. Mapa de procesos | 23 |
| 2.4. Maquinaria y equipos | 23 |
| 2.5. Materias primas | 25 |
| 2.6. Proveedores | 27 |
| 2.7. Productos..... | 28 |
| 2.8. Clientes..... | 31 |
| 3. Marco de referencia..... | 31 |
| 3.1. Marco de antecedentes | 31 |
| 3.2. Marco teórico | 33 |
| 3.2.1. Mejoramiento de procesos. | 33 |
| 3.2.2 Lean manufacturing | 33 |

| | |
|---|----|
| 3.2.3. Metodología 5S's. | 33 |
| 3.2.4. Desperdicios Lean Manufacturing. | 34 |
| 3.2.5. Técnica SMED.. | 36 |
| 3.2.6. Distribución de planta. | 37 |
| 3.2.7. Diagrama de flujo del proceso. | 37 |
| 3.2.8. Muestreo del trabajo. | 38 |
| 3.2.9. Poka Yoke. | 39 |
| 3.2.10. | 39 |
| 4. Metodología del proyecto | 40 |
| 5. Planteamiento del problema | 43 |
| 5.1. Diagnóstico de la empresa | 44 |
| 5.1.1. Metodología del diagnóstico. | 44 |
| 5.1.2. Descripción del proceso productivo. | 45 |
| 5.1.3. Unidades más producidas. | 52 |
| 5.1.4. Quejas de los clientes. | 53 |
| 5.1.5. Encuesta de satisfacción del cliente. | 55 |
| 5.1.6. Distribución de planta | 57 |
| 5.1.7. Muestreo de trabajo. | 59 |
| 5.1.8. Análisis de las 5S. | 67 |
| 5.1.9. Análisis de despilfarros. | 74 |

| | |
|---|-----|
| 5.1.10. Análisis tiempos de cambio de referencia..... | 82 |
| 6. Propuestas de mejora..... | 83 |
| 7. Implementación de las propuestas de mejora..... | 87 |
| 7.1. Metodología 5S | 87 |
| 7.1.1. Objetivos: | 87 |
| 7.1.2. Desarrollo: | 88 |
| 7.2. Técnica SMED | 97 |
| 7.2.1. Objetivos: | 97 |
| 7.2.2. Desarrollo: | 97 |
| 7.3. Plan de mantenimiento autónomo..... | 108 |
| 7.3.1. Objetivos: | 108 |
| 7.3.2. Desarrollo: | 109 |
| 7.4. Distribución de planta | 112 |
| 7.4.1. Objetivos: | 113 |
| 7.4.2. Desarrollo: | 113 |
| 8. Indicadores de gestión | 123 |
| 8.1. Tiempo productivo de máquina. | 123 |
| 8.2. Producto defectuoso | 126 |
| 8.3. Cumplimiento plan de mantenimiento autónomo..... | 128 |
| 8.4. Cumplimiento 5S´s | 130 |

| | | |
|------|--|-----|
| 8.5. | Análisis de distribución de planta | 132 |
| 9. | Conclusiones | 132 |
| 10. | Recomendaciones..... | 134 |
| | Referencias bibliográficas | 136 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Organigrama de Soliplast S.A. | 22 |
| Figura 2. Mapa de Procesos de Soliplast S.A. | 23 |
| Figura 3. Características de los productos..... | 28 |
| Figura 4 Simbología para el diagrama de flujo | 38 |
| Figura 5. Ubicación producto terminado | 48 |
| Figura 6. Acabado final del proceso de ensamble por termofusión | 49 |
| Figura 7. Proceso por soldadura plástica..... | 50 |
| Figura 8. Diagrama actual del proceso productivo | 51 |
| Figura 9. Diagrama de Pareto unidades más representativas | 52 |
| Figura 10. Resultados encuesta de satisfacción de clientes | 56 |
| Figura 11. Tabla Westinghouse..... | 65 |
| Figura 12. Porcentaje de cumplimiento metodología 5´S en el área de inyección | 67 |
| Figura 13. Orden y aseo máquina inyección | 68 |
| Figura 14. Orden puesto de trabajo | 69 |
| Figura 15. Porcentaje de cumplimiento metodología 5S en el área de ensamble | 70 |
| Figura 16. Orden y aseo área de ensamble..... | 70 |
| Figura 17. Limpieza área de ensamble..... | 71 |
| Figura 18. Porcentaje de cumplimiento metodología 5S´s en el almacén | 72 |
| Figura 19. Orden y aseo almacén | 72 |
| Figura 20. Limpieza almacén..... | 73 |
| Figura 21. Análisis de despilfarros empresa Soliplast S.A. | 75 |

| | |
|--|-----|
| Figura 22. Porcentaje de reproceso | 78 |
| Figura 23. Días de inventario de producto terminado..... | 79 |
| Figura 24. Días de inventario de polietileno de alta densidad reciclado..... | 79 |
| Figura 25. Días de inventario de polietileno de alta densidad original | 80 |
| Figura 26. Procedencia unidades no conformes..... | 81 |
| Figura 27. Tiempos empleados en cambios de referencia en el mes de julio | 83 |
| Figura 28. Capacitación metodología 5S | 88 |
| Figura 29. Bancos de trabajo..... | 91 |
| Figura 30. Almacén antes de implementar la metodología 5S..... | 92 |
| Figura 31. Almacén después de implementar la metodología 5S | 92 |
| Figura 32. Limpieza aceite y polvo bandeja del sistema hidráulico | 93 |
| Figura 33. Limpieza máquina de inyección | 94 |
| Figura 34. Señalización pasillo peatonal..... | 96 |
| Figura 35. Diagrama de flujo de cambio de referencia | 98 |
| Figura 36. Separación actividades internas y externas..... | 100 |
| Figura 37. Demarcación de los bloques | 102 |
| Figura 38. Fichas de producto antes..... | 102 |
| Figura 39. Folder fichas de producto | 103 |
| Figura 40. Almacenamiento bloques, expulsores y suplementos | 103 |
| Figura 41. Actividades internas y externas con mejoras..... | 105 |
| Figura 42. Diagrama de flujo de cambio de referencia con mejoras | 107 |
| Figura 43. Carro de herramientas cambio de molde | 108 |
| Figura 44. Capacitación limpieza de boquillas | 111 |

| | |
|--|-----|
| Figura 45. Diagrama de relación entre las áreas de trabajo | 115 |
| Figura 46. Liberación de espacio | 122 |
| Figura 47. Mesas de trabajo ensamble por soldadura plástica | 122 |
| Figura 48. Ficha indicador tiempo productivo de máquina | 124 |
| Figura 49. % Tiempo productivo de máquina..... | 125 |
| Figura 50. Ficha indicador producto defectuoso..... | 126 |
| Figura 51. % Salidas no conformes..... | 127 |
| Figura 52. Ficha indicador cumplimiento plan de mantenimiento autónomo | 128 |
| Figura 53. %Cumplimiento plan de mantenimiento autónomo | 129 |
| Figura 54. Ficha indicador cumplimiento 5S..... | 130 |
| Figura 55. Cumplimiento metodología 5S | 131 |

Lista de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Cumplimiento de objetivos | 20 |
| Tabla 2. Maquinaria y equipos en Soliplast S.A..... | 24 |
| Tabla 3. Materias primas..... | 25 |
| Tabla 4. Familia de productos | 29 |
| Tabla 5. Clasificación del producto salido de inyección..... | 47 |
| Tabla 6. Quejas y reclamos clientes 2019 | 53 |
| Tabla 7. Operarios y maquinaria del proceso de inyección | 59 |
| Tabla 8. Clasificación de actividades productivas e improductivas | 60 |
| Tabla 9. Plan de trabajo..... | 62 |
| Tabla 10. Resultados muestreo de trabajo..... | 63 |
| Tabla 11. Tiempo normal y tiempo tipo..... | 65 |
| Tabla 12. Propuestas de mejora | 84 |
| Tabla 13. Comité de trabajo metodología 5S..... | 89 |
| Tabla 14. Residuos de chatarra papel y cartón..... | 90 |
| Tabla 15. Incremento implementación metodología 5S | 95 |
| Tabla 16. Tiempo actividades internas y externas | 100 |
| Tabla 17. Tiempo actividades internas y externas con mejoras..... | 105 |
| Tabla 18. Resultados plan de mantenimiento autónomo | 112 |
| Tabla 19. Parámetros de relación de las actividades | 114 |
| Tabla 20. Relación entre las áreas de trabajo | 114 |
| Tabla 21. Área de las zonas de trabajo..... | 116 |
| Tabla 22. Comparativo de distancias recorridas | 118 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 23.Comparativo entre áreas..... | 119 |
| Tabla 24. Actividades redistribución de planta..... | 121 |
| Tabla 25. Resultados tiempo productivo de máquina..... | 124 |
| Tabla 26.Tiempos de cambio..... | 125 |
| Tabla 27.Resultados salidas no conformes..... | 127 |
| Tabla 28. Resultados cumplimiento plan de mantenimiento autónomo..... | 129 |
| Tabla 29. Resultados cumplimiento 5S..... | 131 |
| Tabla 30. Resultados distribución de planta..... | 132 |

Lista de apéndices

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

| | |
|---|----|
| Apéndice 1. "Descripción de la empresa" | 22 |
| Apéndice 2. "Proveedores" | 27 |
| Apéndice 3. "Clientes más representativos" | 31 |
| Apéndice 4. "Ventas primer semestre 2019" | 31 |
| Apéndice 5. "Formatos planillas de producción" | 46 |
| Apéndice 6. "Diagrama de Pareto unidades más representativas" | 52 |
| Apéndice 7. "Formato encuesta de satisfacción de clientes Soliplast S.A." | 55 |
| Apéndice 8. "Distribución de planta" | 57 |
| Apéndice 9. "Diagrama de recorrido" | 58 |
| Apéndice 10. "Distancias recorridas en el proceso productivo" | 58 |
| Apéndice 11. "Pre-muestreo de trabajo" | 61 |
| Apéndice 12. "Resultados muestreo de trabajo" | 62 |
| Apéndice 13. "Lista de chequeo de las 5S" | 67 |
| Apéndice 14. "Resultados análisis 5S" | 67 |
| Apéndice 15. "Lista de chequeo despilfarros" | 74 |
| Apéndice 16. "Resultados análisis despilfarros" | 74 |
| Apéndice 17. "Check list cambio de referencia" | 82 |
| Apéndice 18. "Diagnóstico y propuestas de mejora Soliplast S.A." | 87 |

| | |
|--|-----|
| Apéndice 19. “Capacitación 5S” | 73 |
| Apéndice 20. “Registro asistencia capacitación 5S” | 88 |
| Apéndice 21. “Inventario” | 90 |
| Apéndice 22. “Plan de mantenimiento autónomo” | 94 |
| Apéndice 23. “Registro tiempos cambio de referencia” | 97 |
| Apéndice 24. “Método SMED” | 82 |
| Apéndice 25. “Registro asistencia capacitación SMED” | 99 |
| Apéndice 26. “Diseño fichas de producto” | 102 |
| Apéndice 27. “Registro plan de mantenimiento autónomo” | 111 |
| Apéndice 28. “Diagrama de relación de espacios” | 117 |
| Apéndice 29. “Propuestas de distribución de planta” | 120 |
| Apéndice 30. “Distribución de planta nuevo” | 98 |
| Apéndice 31. “Diagrama de recorrido nuevo” | 121 |

Resumen

Título: Mejoramiento de los procesos de producción y gestión de calidad en la empresa SOLIPLAST S.A.*

Autor: Maria Fernanda Lozada Velasco **

Palabras clave: Producción, mejora continua, SMED, metodología 5S, métodos de trabajo, manufactura esbelta.

Descripción:

El trabajo de grado presentado a continuación tiene como finalidad aportar en el mejoramiento del proceso productivo y la gestión de calidad en la empresa perteneciente al sector industrial del plástico, Soluciones Plásticas Industriales SOLIPLAST S.A.; dedicada a la solución de requerimientos logísticos de sus empresas aliadas por medio de la fabricación y comercialización de estibas plásticas.

Inicialmente se realizó un análisis previo utilizando herramientas como listas de chequeo, análisis de las 5S, despilfarros, diagramas de recorrido, análisis de tiempos, entrevistas con el personal operativo y con las directivas. Con el diagnóstico inicial se logró identificar los principales problemas y falencias, que se presentaban a lo largo de la operación. De esta manera se plantearon una serie de mejoras con el fin de intervenir en las falencias identificadas.

Con base al diagnóstico inicial se plantearon propuestas de mejora para atacar los principales hallazgos identificados en el análisis inicial. Dentro de las propuestas estaban la implementación de la metodología 5S, la técnica SMED, ejecutar el plan de mantenimiento autónomo y realizar una redistribución de planta. Propuestas diseñadas con el fin de brindar a la empresa organización y control, disminuir tiempos improductivos y distancias. Mejoras que impactaron en el desarrollo de las operaciones del proceso productivo.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: William Hoyos Torres, Ingeniero Industrial. MBA.

Abstract

Title: Improvement of production processes and quality management in the company SOLIPLAST S.A.*

Author: Maria Fernanda Lozada Velasco **

Keywords: Production, continuous improvement, SMED, 5S methodology, working methods, lean manufacturing.

Description:

The degree work presented below is intended to contribute to the improvement of the production process and quality management in the company belonging to the industrial sector of plastic, Soluciones Plásticas Industriales SOLIPLAST S.A. ; made the solution of logistics requirements of its allied companies through the manufacture and testing of plastic pallets.

Initially, a preliminary analysis was carried out using tools such as check list, analysis of 5S, waste, route diagrams, time analysis, interviews with operational staff and with management. The initial diagnosis was able to identify the main problems and shortcomings that arose during the operation. In this way, a number of improvements were put forward in order to address the identified gaps.

Based on the initial diagnosis, proposals for improvement were put forward to attack the main findings identified in the initial analysis. Among the proposals were the implementation of the 5S methodology, the SMED technique, the implementation of the autonomous maintenance plan and a redistribution of plant. Proposals designed to provide the company with organization and control, reducing downtime and distances. Improvements that impacted the development of the operations of the production process.

* Bachelor thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: William Hoyos Torres, Industrial Engineer. MBA

Introducción

El desarrollo del sector del plástico en Colombia es favorecedor debido al dinamismo de la industria, que aprovecha la facilidad de acceso para obtener las diversas materias primas; lo cual hace cada vez más competitivas a las empresas que han demostrado conservar la calidad de los productos en el mercado y que se esfuerzan en mantener altos niveles de productividad dentro de sus procesos productivos.

Soluciones Plásticas Industriales SOLIPLAST S.A. es una empresa perteneciente al sector plástico con 24 años de trayectoria dedicada a la producción y comercialización de estibas, pisos y contenedores plásticos, los cuales atienden el mercado local y latinoamericano en los sectores agroalimentario, hidrocarburos, transporte e industria en general.

Dentro del proceso productivo de la empresa, se evidencian falencias en los métodos de trabajo, desperdicios e interrupciones de las actividades que generan pérdidas de tiempo, e inactividad tanto de la máquina como del operario. De esta manera surge la necesidad de intervenir en el proceso productivo por medio del presente trabajo, con el fin de aplicar mejoras en las prácticas productivas e impactar positivamente en el rendimiento de las actividades que se presentan a lo largo del proceso y se ven reflejadas en la calidad de los productos.

Para este fin se realiza un diagnóstico del proceso de producción mediante la observación directa de las actividades que se desarrollan en la planta y adicionalmente entrevistas con los operarios y las directivas de los procesos. Se implementa la metodología 5'S, análisis de despilfarros y la metodología lean manufacturing (manufactura esbelta) que facilitan el análisis y la identificación de oportunidades de mejora en el proceso productivo. De esta manera se propone

el plan de mejoramiento con el fin de atacar las fallas encontradas en el diagnóstico, de manera que se permita mejorar la productividad de la empresa y a su vez incentivar a la organización a aplicar mejores prácticas productivas que permitan el desarrollo eficaz de las actividades. Una vez aprobadas las propuestas por los directivos se procede a su ejecución y evaluación de las mejoras implementadas, donde se evidencien los resultados y su importancia para así mantenerlos en el tiempo.

A lo largo del documento se presentará información de la empresa, los hallazgos identificados en el diagnóstico bajo la implementación de herramientas propias de ingeniería industrial, la problemática identificada, las acciones de mejora planteadas, junto con los responsables de la implementación y la metodología y técnicas implementadas que permitirán el mejoramiento del proceso productivo y la influencia sobre la calidad de los procesos y de los productos dentro de la empresa.

Tabla de cumplimiento de objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos

| Objetivo | Cumplimiento |
|--|---------------------------------------|
| Realizar un análisis diagnóstico que permita visualizar la situación actual de los procesos de producción y gestión de calidad de la empresa Soliplast S.A. con el fin de identificar falencias y oportunidades de mejora. | Capítulo 5 |
| Diseñar un plan de mejoramiento para los procesos involucrados a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial. | Capítulo 6 |
| Capacitar al personal involucrado en el manejo de las mejoras y los cambios planteados en la empresa. | Numerales 7.1.2.2, 7.2.2.2 y 7.3.2.3. |
| Implementar las propuestas de mejora avaladas por la gerencia y los líderes de los procesos involucrados en el proyecto. | Capítulo 7 |
| Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar el resultado de las propuestas de mejora implementadas. | Capítulo 8 |

1. Objetivos

1.1. Objetivo general:

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento de los procesos de producción y gestión de calidad de la empresa Soliplast S.A.

1.2. Objetivos específicos:

Realizar un análisis diagnóstico que permita visualizar la situación actual de los procesos de producción y gestión de calidad de la empresa Soliplast S.A. con el fin de identificar falencias y oportunidades de mejora.

Diseñar un plan de mejoramiento para los procesos involucrados a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial.

Capacitar al personal involucrado en el manejo de las mejoras y los cambios planteados en la empresa.

Implementar las propuestas de mejora avaladas por la gerencia y los líderes de los procesos involucrados en el proyecto.

Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar el resultado de las propuestas de mejora implementadas.

2. Generalidades de la empresa

2.1. Identificación de la empresa

La identificación detalla la descripción de la empresa, ubicación, razón social, misión, visión y política se encuentra en el Apéndice 1."Descripción de la empresa"

2.2. Organigrama

La estructura organizacional de Soliplast S.A. se evidencia en la figura 1 Organigrama de Soliplast S.A.

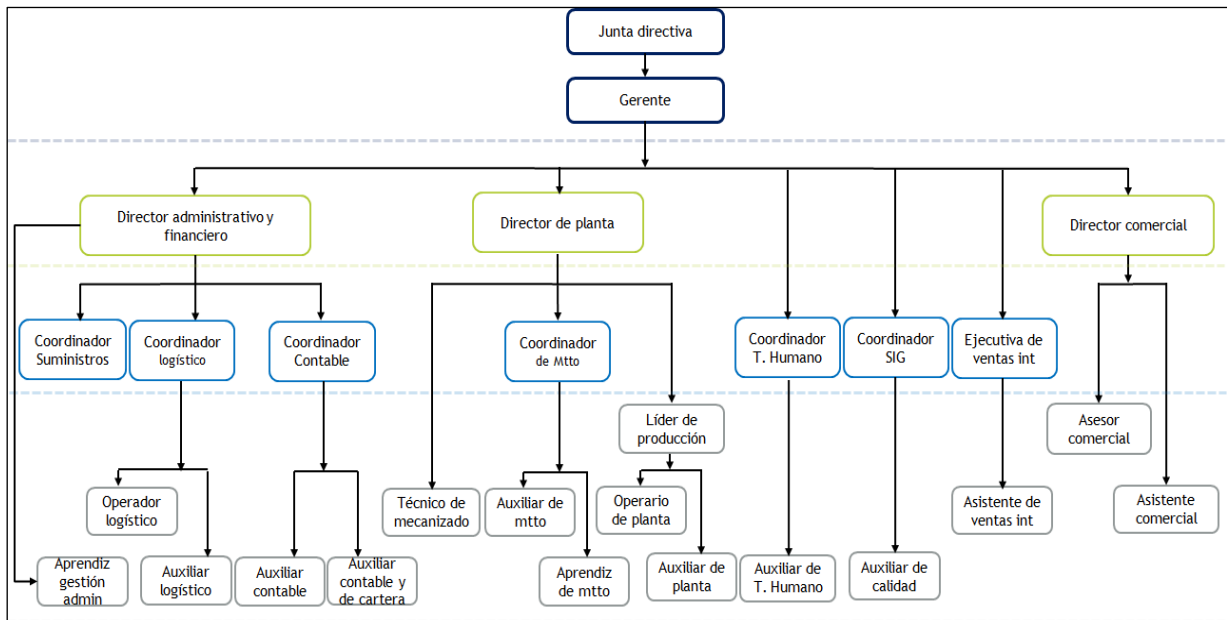


Figura 1. Organigrama de Soliplast S.A. (Adaptado de Soliplast S.A. (2019) Manual de Calidad.

Diapositiva 11. Bucaramanga)

2.3. Mapa de procesos

La interrelación de los procesos estratégicos, misionales y de apoyo de la empresa están definidos gráficamente en la figura 2. Los procesos involucrados en el desarrollo del proyecto son producción y gestión de calidad.

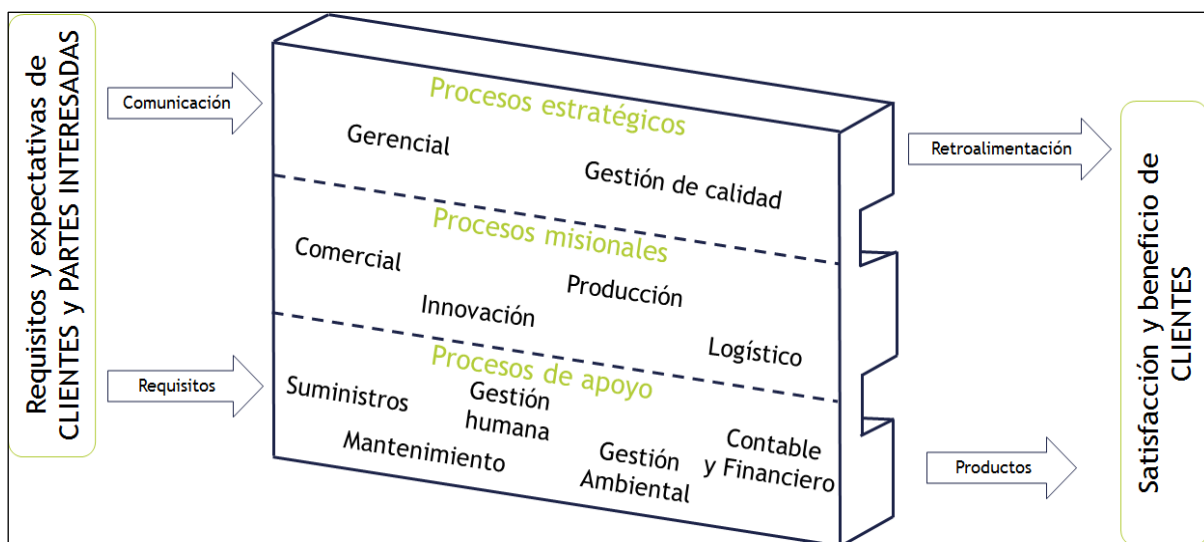


Figura 2. Mapa de Procesos de Soliplast S.A. (Adaptado de Soliplast S.A. Manual de Calidad.

Diapositiva 10. Bucaramanga)

2.4. Maquinaria y equipos

La empresa cuenta con una serie de maquinaria y equipos que permiten el desarrollo del proceso productivo y la generación de productos sus productos. En la tabla 2 se presenta la maquinaria y equipos que actualmente están en funcionamiento.

Tabla 2.

Maquinaria y equipos en Soliplast S.A.

| Identificación de Equipo | Tipo de Equipo | Cantidad |
|---------------------------------|---|-----------------|
| Banda transportadora | Banda transportadora | 1 |
| Básculas | | 3 |
| Bomba de vacío | Bomba de vacío | 2 |
| Bomba de recirculación | Bombas centrífugas para el enfriamiento del molde | 2 |
| Chiller | Sistema de refrigeración del agua para el molde | 3 |
| Compresor de aire | Sistema de aire comprimido | 1 |
| Compresor de nitrógeno | Compresores de nitrógeno | 1 |
| Ensamblador de patines | Máquina de termofusión | 1 |
| Fusión | Pistola para soldadura plástica | 3 |
| Mezclador CONAIR 1 | Mezclador de control de extrusión | 1 |
| Molino | Molino de plástico | 1 |
| Sierra | Sierra circular | 2 |
| Silos | Silos de almacenamiento | 6 |
| Torres de enfriamiento | Sistema de refrigeración para el sistema hidráulico | 2 |
| UNILOY S500 | Máquina para moldeado por espumado estructural | 1 |

2.5. Materias primas

La materia prima principal para el proceso de fabricación de estibas plásticas es el polietileno de alta densidad (PEAD) reciclado en presentación tipo pellets o triturado con un tamaño no mayor a ¼ de pulgada. La procedencia de este tipo de material es de cajas plásticas destinadas al embalaje y manutención de bebidas gaseosas, cervezas, transporte de aves, o de la utilización de canastas para cuartos fríos dedicados a la conservación de alimentos. Actualmente la empresa desconoce las propiedades de este material sin embargo se ejecutan una serie de controles a una muestra que no está definida y por tanto es poco significativa ya que representa menos del 1% de la cantidad de material que ingresa.

Adicionalmente se requiere de materias como el polietileno de alta densidad (PEAD) original, aditivos de alto impacto, colorantes y nitrógeno.

En la siguiente tabla se describe de manera detallada las características y controles a las materias primas.

Tabla 3.

Materias primas

| Materia Prima | Características y Propiedades a Controlar | Método de Control |
|--|---|---------------------------------|
| Polietileno de alta densidad reciclado | Limpieza: (sin partículas de polvo, material lavado y ventilado) Tamaño: 1/4 de pulgada Textura: ligeramente grasoso | Inspección visual de la muestra |

Continuación Tabla 3.

Materias primas

| Materia Prima | Características y Propiedades a Controlar | Método de Control |
|--|--|--|
| Polietileno de alta densidad reciclado | Olor al quemar Goteo al quemar Llama baja, azul con punta amarilla | Prueba de flamabilidad (someter la muestra a llama directa por un tiempo no establecido y ver su comportamiento) |
| Polietileno de alta densidad original | Propiedades físicas: Índice de fluidez Densidad Propiedades mecánicas: Resistencia a la tracción en el punto de fluencia Resistencia a la tracción en el punto de ruptura Elongación a la rotura Módulo de flexión Resistencia al impacto Izod Dureza (shore D) Agrietamiento bajo carga ambiental | Revisión de la ficha técnica del proveedor |

Continuación Tabla 3.

Materias primas

| Materia Prima | Características y Propiedades a Controlar | Método de Control |
|----------------------------|---|---|
| Aditivo de alto impacto | Propiedades técnicas: | Revisión de la ficha técnica del proveedor |
| | Composición u origen | |
| | Índice de fluidez | |
| | Densidad | |
| | Propiedades mecánicas: | |
| | Módulo de tensión | |
| | Módulo de tensión a rotura | |
| Elongación a la rotura | | |
| Módulo de flexión | Revisión de la ficha técnica del proveedor | |
| Propiedades: | | |
| Resistencia técnica | | |
| Solidez a la luz | | |
| Colorantes | Regulación FDA | |

2.6. Proveedores

El polietileno de alta densidad reciclado es comprado a proveedores a nivel nacional, al igual que el nitrógeno y los colorantes. Adicionalmente el polietileno de alta densidad y los aditivos de alto

impacto son importados. En el Apéndice 2. “Proveedores” se presenta los diferentes proveedores con los que cuenta actualmente la empresa.

2.7. Productos

Actualmente Soliplast S.A. fabrica y comercializa estibas, pisos y contenedores plásticos los cuales se agrupan en ocho familias que difieren según su funcionalidad, dimensiones, capacidades de carga y composición.

La funcionalidad de los productos está definida para almacenamiento en piso, en estanterías, estibas antiderrame, tipo exportación y para uso en piso.

Las estibas y pisos plásticos pueden presentar características como el tipo de ventilación, número de entradas y el acabado de la superficie.

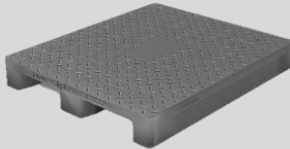

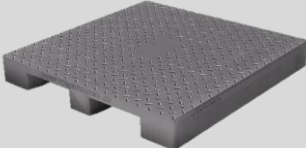

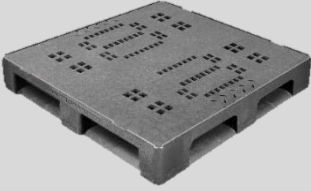


Figura 3. Características de los productos. (Adaptado de Soliplast S.A. (2018) Catálogo de productos Soliplast S.A. Bucaramanga)

En la siguiente tabla se describen las familias de cada producto.

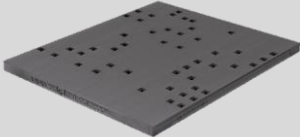
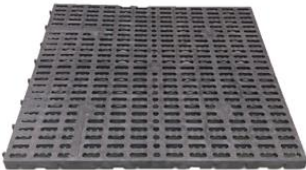
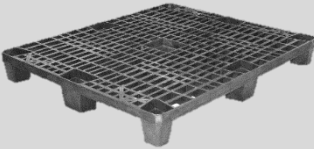


Tabla 4.

Familia de productos

| Familia de productos | Características | Producto |
|----------------------|--|---|
| ER-100 | Estibas de 120 X 100 cm con 2 entradas |  |
| ER-100 4E | Estibas de 120 X 100 cm con 4 entradas (algunas de estas estibas son ensambladas con marco o patines) |  |
| ER-120 | Estibas de 120 X 120 cm con 2 entradas |  |
| ER-120 4E | Estibas de 120 X 120 cm con 4 entradas |  |
| ER-100 SD | Estiba ensamblada con marco |  |

Continuación tabla 4.

Familia de productos

| Familia de productos | Características | Producto |
|-----------------------|---|---|
| EP - PISOS | Estibas para piso de 120 X 100 cm |  |
| EP - PISOS | Pisos modulares de 120 X 120 ó 60 X 60 |  |
| NEST 100 | Estibas apilables de 120 X 100 cm |  |
| ER-100 3P | Estiba ensamblada con patines |  |
| DIQUES ANTIDERRAME | Diques con capacidad de 45, 90, 150 y 180 litros |  |

2.8. Clientes

Soliplast S.A. comercializa sus productos a nivel nacional e internacional a países como Ecuador, Perú, Bolivia, El Salvador, Nicaragua, Panamá y República Dominicana; dirigido a sectores agroalimentarios, hidrocarburos, transporte y sectores básicos de la economía. En el Apéndice 3. “Clientes más representativos” se presentan los principales clientes de los diferentes sectores con los que trabaja la empresa.

Las ventas del último mes (Julio 2019) fueron de \$1.124 millones de pesos. Las exportaciones representaron un 20,46 %, mientras que el mercado nacional presentó un 79,54% aproximadamente. En el Apéndice 4. “Ventas primer semestre 2019” se reflejan las ventas de este periodo de tiempo del presente año.

3. Marco de referencia

3.1. Marco de antecedentes

Julián Alberto Salazar Martínez y Kelly Johanna Ramos Gómez (Salazar y Ramos, 2017), desarrollaron un proyecto de grado sobre el “mejoramiento del sistema productivo de la empresa Industrias Fimar”, en el cual implementaron la técnica SMED con el fin de reducir los tiempos de alistamiento de máquina y los numerosos desplazamientos que se realizaban en búsqueda de herramientas para realizar los cambios respectivos. Logrando brindar mayor flexibilidad al sistema productivo y mayor productividad. Adicionalmente en el diagnóstico identificaron grandes distancias recorridas entre los centros de trabajo, por lo cual se realizó una redistribución de planta que permitió reducir desplazamientos y tiempos improductivos. Este proyecto tiene relación con el presente trabajo de grado, debido ambos buscan hacer más eficientes los procesos y aumentar la productividad de la compañía.

En el proyecto “Análisis y mejoramiento de los procesos productivos de cajas de cartón de la empresa Carbolsas Ltda” Jefersson Andrey Alvarado Pillajo y Niver Reynel Rivera Ayala (Alvarado y Rivera, 2017), encontraron en el diagnóstico realizado a la empresa, altos índices de despilfarros y desorganización en el área de trabajo. Con el fin de dar solución a las falencias encontradas, implementaron la metodología 5S’s, en el cual establecieron un orden para el almacenamiento de algunos elementos y herramientas y del mismo modo mejorar la seguridad y salud de los empleados. Además, proponen propuestas de mejora que apuntan a la estandarización de las actividades desarrolladas en los procesos a mejorar y al manejo de la información que se lleva en el proceso, permitiendo obtener procesos y productos de calidad. El actual proyecto de grado también pretende implementar técnicas que permitan el mejoramiento del proceso productivo y la estandarización de las actividades identificadas que no cuentan con un método de trabajo definido.

En el año 2019, Dariela de Jesús Beltrán Romero y Mayerly Jaimes Ortiz, (Beltrán y Jaimes, 2019) desarrollaron el proyecto “Plan de mejoramiento para el sistema productivo en la empresa Fantaxias S.A.S.”; para el cual realizaron un diagnóstico en el cual se implementaron una serie de herramientas que permitieron identificar falencias en el proceso productivo las cuales fueron priorizadas para ser intervenidas y contribuir en el aumento de la eficiencia y productividad de la empresa. Tomar como referencia el trabajo de grado mencionado, junto con las metodologías y herramientas implementadas en el diagnóstico, es de vital importancia para la realización del proyecto “Mejoramiento de los procesos de producción y gestión de calidad en la empresa Soliplast S.A.” ya que de la misma manera se propone la implementación de estrategias y herramientas ligadas a lean manufacturing, que permitan beneficios en la productividad y calidad de las empresas y sus productos.

3.2. Marco teórico

3.2.1. Mejoramiento de procesos. Por proceso se entiende cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor y suministre un producto a un cliente externo o interno, de esta manera todas las actividades presentes en el desarrollo de un proceso deben realizarse sincronizadamente y deben tener un propósito común orientado a la satisfacción de las necesidades del cliente.

El mejoramiento de procesos en una empresa se convierte en una metodología de solución a los problemas que enfrenta, constituyéndose en una herramienta importante a la hora de dinamizarla y modernizarla. (Pérez y Soto, 2005).

3.2.2 Lean manufacturing. El lean manufacturing tiene por objetivo la eliminación del desperdicio, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, kanban, kaizen, heijunka, jidoka, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del lean manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del desperdicio, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios. (Rajadell y Sánchez, 2010)

3.2.3. Metodología 5S's. La metodología de las 5'S se desarrolló en Japón con el fin de mantener organizadas, limpias, seguras y, sobre todo, productivas las áreas de trabajo. En la práctica, la aplicación de este sistema se convirtió en el primer paso hacia la adopción de la filosofía de la calidad total en las empresas japonesas. Es por ello que hablar de procesos con cero defectos, cero demoras y cero desperdicios, se debe inicialmente a que las empresas desarrollaron el soporte de una operación estructurada bajo el sistema de las 5'S. (Ramos, 2012).

El nombre de las 5'S tiene su origen en cinco palabras japonesas que empiezan con la letra "S", Seiri: Seleccionar; Seiton: Organizar; Seiso: Limpiar; Seiketsu: Estandarizar, y Shitsuke: Disciplina y seguimiento.

1. **Seiri (seleccionar):** Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y dar una disposición adecuada para estos últimos.
2. **Seiton (organizar):** Es ordenar los artículos, equipos o documentos que necesitamos para facilitar su uso e identificarlos, en forma adecuada, para localizarlos y, posteriormente, regresarlos a su lugar. Es necesario asignar un lugar específico para cada cosa u objeto, de manera que se facilite su identificación, localización y disposición.
3. **Seiso (limpiar):** Mantener en buenas condiciones los equipos de trabajo y puesto de trabajo para con ello conservar limpio nuestro entorno de trabajo.
4. **Seiketsu (estandarizar):** Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo.
5. **Shitsuke (Disciplina y seguimiento):** crear las condiciones que fomenten el compromiso de los integrantes de la organización para formar un hábito en el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para el orden y la limpieza en el lugar de trabajo. (Ramos, 2012).

3.2.4. Desperdicios Lean Manufacturing. Es la forma en la cual una empresa analiza su valor agregado en la producción y en la manufactura e identifica los tipos de desperdicios que se observan en ella, los cuales están definidos de la siguiente manera (Restrepo, 2017):

- **Sobreproducción:** Es identificada como la causa de la mayoría de los otros desperdicios y se define como el procesamiento de artículos en mayor cantidad que las requeridas por el cliente, producir más de lo demandado o producir algo antes de que sea necesario.
- **Tiempos de espera:** Se refiere al tiempo durante el proceso productivo en el que no se añade valor, es decir, es el tiempo perdido en el que operarios y clientes esperan por información, hay averías de máquinas, material, etc. “En términos fabriles estaríamos hablando de los citados cuellos de botella, donde se genera una espera en el proceso productivo debido a que una fase va más rápida que la que le sigue, con lo cual el material llega a la siguiente etapa antes de que se la pueda procesar” (Menéndez, 2014).
- **Transporte:** Todo tipo de movimiento innecesario de productos y materias primas debe ser minimizado porque se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, además de que aumenta los plazos de entrega del producto.
- **Sobreprocesamiento:** “La optimización de los procesos y revisión constante del mismo es fundamental para reducir fases que pueden ser innecesarias al haber mejorado el proceso” (Menéndez, 2014). Realizar trabajo extra sobre un producto es un desperdicio difícil de detectar ya que muchas veces el responsable de este no sabe que lo está haciendo. Se resume en tomar pasos innecesarios para procesar artículos y proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
- **Inventarios:** Es el excesivo almacenamiento de materia prima, productos en proceso o productos terminados dentro de la planta que no agrega ningún valor al cliente, muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. Un inventario

que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y así emplea espacio valioso.

- **Defectos:** Por naturaleza los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio enorme, ya que consumen materiales, mano de obra y en general insatisfacción en el cliente. Siempre es preferible prevenir los defectos en vez de buscarlos y eliminarlos. También son considerados defectos como desperdicios la repetición o el reproceso de trabajo en los productos.

- **Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un desperdicio. Todo movimiento extra como subir o bajar escaleras de más, incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

3.2.5. Técnica SMED. Se conoce como SMED (Single Minute Exchange of Dials), al atécnica para realizar cambios rápidos de herramientas (troqueles, punzones, moldes, etc.), eliminando las actividades que retrasan el cambio al ejecutarlas mientras la maquinaria o equipo están en operación. (López, 2007).

"El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED", Shigeo Shingo. (Espin, 2013)

Los beneficios que trae implementar la técnica SMED en las organizaciones son:

- Reducción de tiempos de cambio.
- Reducción de stocks y control de inventario.
- Flexibilidad de producción; permite la fabricación de lotes pequeños.
- Incremento de la disponibilidad de máquina.

- Incremento y aprovechamiento del espacio disponible.

3.2.6. Distribución de planta. La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Esta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. (Ingeniería industrial online, s.f.)

Las ventajas de una buena distribución permiten la disminución en costos de fabricación como resultados de los siguientes beneficios:

- Reducción de riesgos de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo.
- Mejora la satisfacción del trabajador.
- Incremento de la productividad.
- Disminución de retrasos.
- Optimización del espacio.
- Reducción del material en proceso.
- Optimización de la vigilancia.

3.2.7. Diagrama de flujo del proceso. El diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia e interacción de las actividades que se llevan a cabo a lo largo de un proceso, a través de símbolos gráficos. Los símbolos proporcionan una mejor visualización del funcionamiento del proceso, ayudando en su entendimiento y haciendo la descripción del proceso más visual e intuitivo.

En la gestión de procesos, la herramienta tiene como objetivo garantizar la calidad y aumentar la productividad de los trabajadores. Esto sucede pues la documentación del flujo de las actividades hace posible realizar mejoras y aclara mejor el propio flujo de trabajo. (Meire, 2018)

Los símbolos empleados para la realización de los diagramas se evidencian en la siguiente figura:



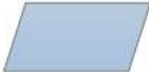


| Símbolo | Nombre | Función |
|---|------------------|--|
|  | Inicio / Final | Representa el inicio y el final de un proceso |
|  | Línea de Flujo | Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción. |
|  | Entrada / Salida | Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida |
|  | Proceso | Representa cualquier tipo de operación |
|  | Decisión | Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso |

Figura 4 Simbología para el diagrama de flujo. Adaptado de Concepto.de en línea. Recuperado de <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>

3.2.8. Muestreo del trabajo. Es la actividad por la cual se toman ciertas muestras de una población de elementos de los cuales vamos a tomar ciertos criterios de decisión, el muestreo es importante porque a través de él podemos hacer análisis de situaciones de una empresa o de algún campo de la sociedad.

El Método por Muestreo está basado en principios estadísticos según el cual se hacen observaciones instantáneas al azar o sistemáticamente. No se toma el tiempo de toda la operación, sino que al hacer la observación al azar o sistemáticamente, se anota el tipo de movimiento que se está llevando a cabo en ese preciso instante. (León, 2009).

Tiene varias ventajas en comparación con el procedimiento convencional de estudio de tiempos a saber:

- No requiere la observación continua del analista durante largos periodos.
- Los tiempos de trabajo de oficina disminuyen.
- El total de horas-trabajo dedicadas por el analista, en general son menos.
- El operario no está sujeto a largos periodos de observaciones cronométricas.
- Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

(Blanco y Aguilar, 2013)

3.2.9. Poka Yoke. El poka yoke es una técnica de calidad que se basa en establecer unos sistemas de autocontrol para prevenir que los operarios cometan errores, la idea es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de presentarse, su finalidad es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores lo antes posible (Toasa y Mishel, 2019).

El objetivo de poka yoke es reducir los defectos por errores humanos a través de posibles maneras simples y al más bajo costo, es decir lograr “cero defectos”, donde el operador que actúe como fuente de una falla tenga la información lo más pronto posible, de manera que pueda tomar decisiones y evitar que el error avance en el proceso (Guajardo, 2003).

3.2.10. Celdas de manufactura. Las celdas de manufactura es un concepto usado en la organización de plantas de producción modernas, cuyo principal objetivo son simplificar el gigantesco número de procesos interrelacionados de manera compleja que representa un sistema de producción, mediante la agrupación de procesos o máquinas a manera de mini fábricas. Diseñar una planta de esta manera, usando el concepto de celdas, involucra agrupar los procesos que están más relacionados entre sí para minimizar los gastos que implica el transporte y manipulación de materiales y productos terminados. A este diseño se le conoce como el Layout de las celdas de

manufactura y requiere de dos procesos: el primero, se trata del agrupamiento de las máquinas para formar las celdas y de las partes para formar las familias; y el segundo, es la definición del Layout que requiere establecer la posición física de las máquinas al interior de las celdas y la posición de las celdas entre sí. (Mejía, Dorado y Cobo, 2016)

4. Metodología del proyecto

Las etapas en las que se planeó llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto, de manera que se dé cumplimiento a los objetivos propuestos están definidas así:

1. Realizar un análisis diagnóstico que permita visualizar la situación actual de los procesos de producción y gestión de calidad de la empresa Soliplast S.A. con el fin de identificar falencias y oportunidades de mejora.

Etapa 1: Conocimiento general de la empresa Soliplast S.A., misión, visión, políticas y procesos definidos. En esta etapa se pretende comprender el proceso productivo y el equipo de trabajo actual. Para tal fin, se harán observaciones directas del proceso y entrevistas con el personal a cargo, directivas de los procesos y con el tutor del proyecto.

Etapa 2: Determinar la situación actual de la empresa mediante el uso de herramientas de análisis, bases datos y revisión de la documentación del proceso productivo suministrada por la empresa. Adicionalmente se hace una revisión bibliográfica y de antecedentes de otros proyectos que permitan hacer una investigación documental de proyectos ya existentes. Una vez se recopila la información requerida, se analiza y plasman los resultados en el diagnóstico.

Mediante el análisis de la metodología 5 eses, manufactura esbelta, estudio de tiempos por muestreo de trabajo. Se pretende identificar oportunidades de mejora del proceso productivo con el fin de mejorar la productividad y calidad de las operaciones y actividades que se realizan.

2. Diseñar un plan de mejoramiento para los procesos involucrados a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial.

Etapa 3: Se formula un conjunto de medidas de cambio que permita atacar los puntos críticos identificados en el diagnóstico de la empresa Soliplast S.A. Para tal fin se busca implementar la metodología 5 eses, técnica SMED, actualización y documentación de las actividades previamente identificadas y se trabajará en la disminución de los despilfarros identificados mediante la implementación de las herramientas de lean manufacturing.

3. Capacitar al personal involucrado en el manejo de las mejoras y los cambios planteados en la empresa.

Etapa 4: Es necesario capacitar al personal involucrado, de manera que durante la aplicación de los nuevos métodos de trabajo se tenga el conocimiento previo y se reconozca la importancia de las herramientas propuestas a implementar. Se pretende generar en los operarios y el personal involucrado motivación, disposición y por lo tanto aceptación de las mejoras a implementar, con el fin de obtener resultados satisfactorios.

4. Implementar las propuestas de mejora avaladas por la gerencia y los líderes de los procesos involucrados en el proyecto.

Etapa 5: Se presenta el plan de acción a la gerencia y los líderes de los procesos a intervenir, donde se describen las actividades, los recursos a utilizar y el tiempo estimado para su ejecución. Una vez socializado y aprobado por la gerencia, se procede a la implementación de las metodologías y herramientas propuestas en pro del mejoramiento de los procesos involucrados.

5. Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar el resultado de las propuestas de mejora implementadas.

Etapa 6: Para medir el rendimiento y desempeño de las mejoras implementadas, se diseña un sistema de indicadores los cuales cuentan con una ficha técnica que permite identificar su método de cálculo, significado, periodicidad y análisis de los resultados arrojados; de manera que se pueda evidenciar el impacto de las propuestas implementadas o de ser el caso, realizar los ajustes necesarios para dar cumplimiento con lo planeado.

Con los indicadores se busca evaluar el impacto de las propuestas de mejora implementadas y mostrar a la empresa las conclusiones y recomendaciones a seguir para mantener las mejoras implementadas y así mismo dar paso a la mejora continua de los procesos.

5. Planteamiento del problema

La empresa Soliplast S.A. ofrece al cliente un amplio portafolio de productos, creando la necesidad de realizar múltiples cambios de referencia o de molde, según corresponda. Estos cambios reflejan elevados tiempos improductivos, además, debido a la baja estandarización que existe en el desarrollo de estas actividades, los operarios desarrollan las tareas bajo su criterio y habilidades adquiridas, que en ocasiones presentan errores humanos generando despilfarros como exceso de procesamiento, productos defectuosos, esperas y retrasos en la producción. Además, se evidencian tiempos perdidos en búsqueda de herramientas debido a la desorganización que hay en los puestos de trabajo.

Por otra parte, la empresa no cuenta con un plan de actividades establecidas para los operarios que se encuentran en la máquina de inyección, y por lo tanto se evidencian altos periodos de inactividad y de espera en búsqueda de desarrollar alguna actividad productiva.

En el proceso de ensamble también se evidencian pérdidas de tiempo generadas por movimientos innecesarios del producto en proceso y producto terminado, interrupciones del proceso y búsquedas de elementos y herramientas debido a la desorganización del área de trabajo.

De acuerdo con lo anterior, surge la necesidad de implementar mejoras que permitan impactar en la productividad de las máquinas y los operarios y hacer uso adecuado de los recursos necesarios en el proceso productivo, con el fin de brindar al cliente productos de calidad que cumplan con los estándares establecidos.

5.1. Diagnóstico de la empresa

5.1.1. Metodología del diagnóstico. El diagnóstico inicial es una herramienta que permite dar a conocer la situación actual de la empresa y el desarrollo de las actividades para el desarrollo de los productos. Esto con el fin de evidenciar e identificar oportunidades, fortalecer las buenas prácticas y mejorar el desempeño del proceso productivo.

La realización del diagnóstico de la empresa se hará en tres etapas con la utilización de las siguientes metodologías:

- Muestreo de trabajo.
- Análisis de 5S's.
- Análisis de despilfarros.
- Diagramas de Pareto.

5.1.1.1. Primera etapa: Búsqueda de la información y todo tipo de hallazgos que evidencian la situación actual del proceso productivo de la empresa con la finalidad de identificar puntos críticos y oportunidades de mejora. Para este fin se realizan observaciones directas al proceso productivo y a los controles que se ejecutan, entrevistas con el personal operativo y con los líderes de los procesos; adicionalmente se revisa la documentación facilitada por la empresa.

5.1.1.2. Segunda etapa: Organización y análisis de la información. Para el desarrollo de esta etapa se hace uso de la metodología lean manufacturing, diagramas de Pareto, diagramas de recorrido, diagrama de flujo del proceso, análisis de 5S's, análisis de despilfarros y muestreo de trabajo.

5.1.1.3. Tercera Etapa: El propósito de esta etapa es evaluar la información e identificar las causas de los problemas identificados y sacar conclusiones del diagnóstico; para de esta manera presentar las diferentes propuestas de mejora que atacan los problemas identificados.

5.1.2. Descripción del proceso productivo. El proceso productivo se lleva a cabo por medio de la tecnología de espumado estructural, que consiste en la inyección de piezas de polietileno de alta densidad (PEAD) mezclado con nitrógeno a alta presión. Adicionalmente la empresa cuenta con dos líneas de producción para los productos ensamblados y los contenedores.

El proceso inicia con la orden de compra solicitada por el cliente la cual es socializada semanalmente desde el área comercial, con el director de planta y los coordinadores de suministros y logística. Esto con el fin de planear la producción y ver la disponibilidad de las materias primas. Una vez se planea la producción se genera la orden y se solicita al área de logística las cantidades de materia prima requerida.

5.1.2.1. Aprovechamiento y recepción de materias primas: Para el caso del polietileno de alta densidad (PEAD) virgen, aditivos y colorantes, la empresa tiene establecido una serie de especificaciones y propiedades a controlar que son comparadas con las fichas técnicas que proporcionan los proveedores. El material es suministrado a contenedores plásticos que transportan el material hacia un mezclador.

Para el polietileno de alta densidad reciclado no se tiene conocimiento de las propiedades que deba cumplir, sin embargo, se realiza una serie de inspecciones y pruebas de reconocimiento. Cuando el material es aceptado, es almacenado o suministrado a los silos de almacenamiento según sea necesario. Antes de ser ingresado al silo, el material pasa por un seleccionador el cual separa el material en: merma o polvillo debido a que es demasiado fino; material muy grueso que es triturado e ingresado nuevamente; mota (partículas desconocidas que no pueden ingresar al

proceso) y por último el material reciclado, el cual es enviado al silo y por medio de una bomba de vacío es transportado al mezclador.

5.1.2.2. Dosificación y mezclado: La dosificación está dada según el tipo de producto a fabricar, por lo tanto, según se requiera, el mezclador combina el material y lo envía a la extrusora donde se funde el material a determinadas temperaturas.

5.1.2.3. Inyección: En la mitad del proceso se inyecta nitrógeno hasta formar una mezcla homogénea; en seguida, la mezcla que se encuentra a elevadas temperaturas es inyectada según la secuencia y parámetros configurados en la máquina. Al finalizar el ciclo de inyección inicia el ciclo de refrigeración de la estiba y finalmente la expulsión del producto.




El operario toma el registro del peso del producto cada 10 estibas; adicionalmente al finalizar el turno diligencia las planillas de producción. (Ver Apéndice 5. “Formatos planillas de producción”)

5.1.2.4. Clasificación del producto: Una vez es expulsado el producto, el operario se encarga de verificar que el producto tenga las marquillas correspondientes según la orden de producción, revisa que esté inyectado completamente y no presente arrugas o grietas.

El operario debe clasificar el producto según las condiciones en las que haya salido. (Ver tabla 5)

Tabla 5.

Clasificación del producto salido de inyección

| Clasificación | Características | Características | Disposición |
|-----------------------------------|--|--|---|
| <p>Producto conforme</p> | <p>Completamente inyectado, color uniforme, peso, trazabilidad y marquillas correctas.</p> |  | <p>Retirar excesos de material y dar acabado final al producto</p> |
| <p>Producto de segunda</p> | <p>Color NO uniforme, manchas sobre el producto</p> |  | <p>Marcar el producto con la denotación SG. Producto para uso interno ó enviado al cliente con aviso previo del estado</p> |
| <p>Producto no conforme (PNC)</p> | <p>Faltantes de inyección</p> |  | <p>Marcar el producto con una X. Producto enviado al molino y reprocesado</p> |

5.1.2.5. Almacenamiento y despacho de producto: Una vez el operario ha dado el acabado final al producto, lo agrupa según corresponda y luego ubica en la zona de producto terminado para luego ser almacenado y finalmente despachado. El transporte de los productos es suministrado por un tercero según sea el caso.



Figura 5. Ubicación producto terminado

5.1.2.6. Inspección y control del producto: Al inicio de cada turno, antes de que el producto sea almacenado, se inspecciona el lote de producción y se analiza una muestra del 1% de la producción, para este muestreo se toman las unidades fabricadas a la mitad y al final del turno.

Se verifican las marquillas y la trazabilidad del producto, adicionalmente se toma registro del peso y las dimensiones (largo, ancho y alto).

5.1.2.7. Corte y molienda de producto no conforme: El producto clasificado como no conforme por faltantes de inyección, es trasladado al área respectiva para ser cortado en pequeñas partes e ingresarlas al molino el cual se encarga de convertirlo en materia prima reprocessada que es almacenada en sacos de 25 kilogramos.

5.1.2.8. Proceso de termofusión: El proceso de termofusión consiste en someter a altas temperaturas las superficies de la estiba y del marco o patines que se van a ensamblar, luego la máquina ensambladora ejerce una presión sobre ambas superficies para unir los componentes. Seguidamente el operario retira el producto ensamblado y da el acabado final; con ayuda de la espátula retira el exceso de material y con el cepillo redondea las patas de la estiba. Finalmente agrupa los productos uno sobre otro y cada 10 son transportados a la zona de producto terminado.



Figura 6. Acabado final del proceso de ensamble por termofusión

5.1.2.9. Proceso por soldadura plástica: La línea de ensamble por soldadura plástica es una actividad completamente manual, primero el operario corta las estibas con las dimensiones requeridas, luego ubica la platina metálica y prensa los componentes; a continuación, se aplica soldadura plástica en cada unión de los componentes, este procedimiento se repite cuatro veces iniciando por el lado más largo.

Con la pulidora se cortan los excesos y se pule el producto. Finalmente se realiza la prueba de estanqueidad para verificar que no haya fugas; de ser así, deben ser reparadas. Una vez se tenga el producto pulido y terminado, se ensambla la estiba ventilada sobre el dique.



Figura 7. Proceso por soldadura plástica

En la figura 8 se presenta gráficamente y de manera general el desarrollo del proceso productivo.

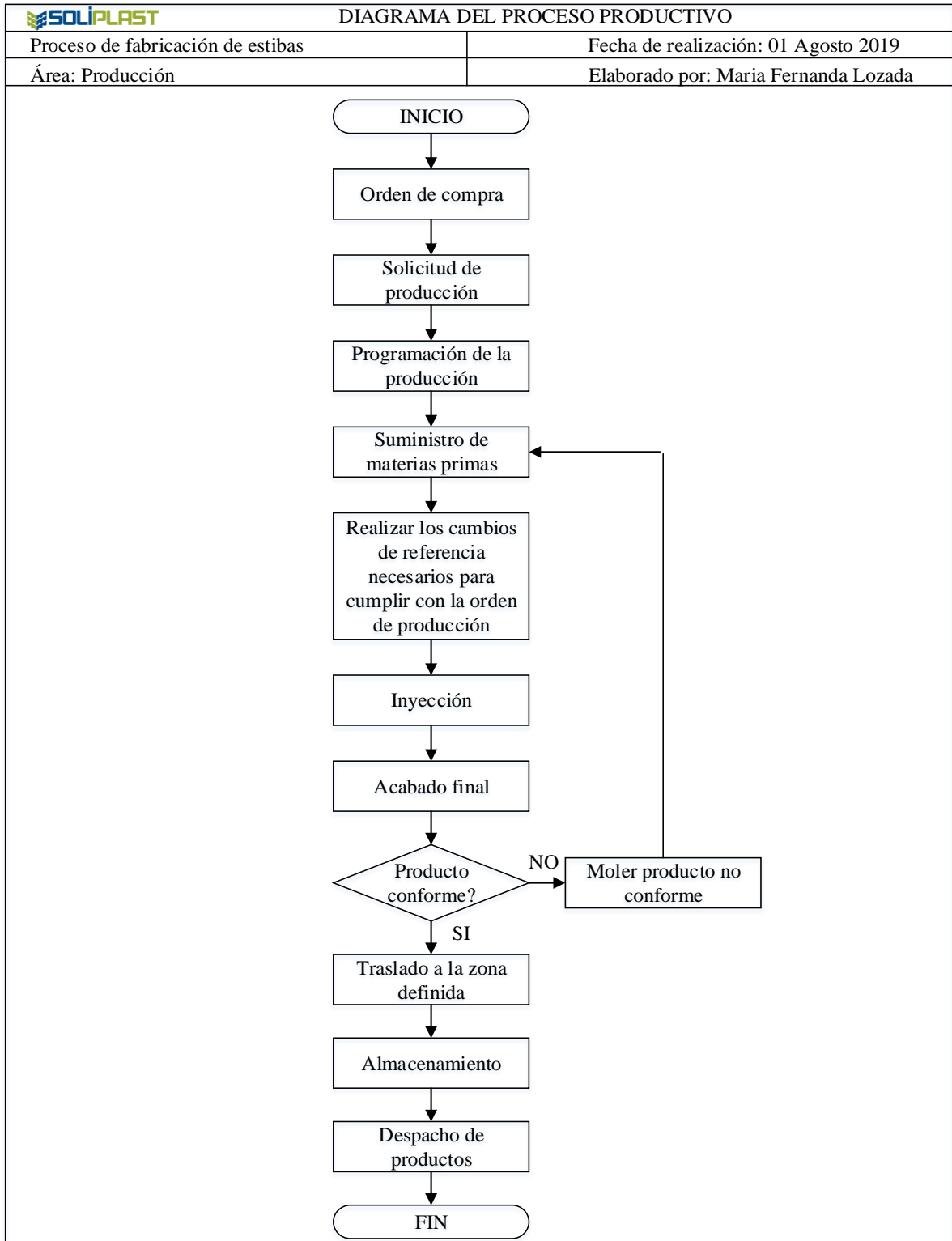


Figura 8. Diagrama actual del proceso productivo

5.1.3. Unidades más producidas. Con el fin de seleccionar los productos para el estudio y desarrollo del presente trabajo de grado, se tuvo en cuenta los índices de mayor rotación y mayor volumen de producción desde el año 2018 hasta junio del 2019. Para ello se realizó un diagrama de Pareto. El resultado obtenido según el número de unidades producidas se puede evidenciar en la figura 9. Los datos del diagrama se encuentran en el Apéndice 6. “Diagrama de Pareto unidades más representativas”

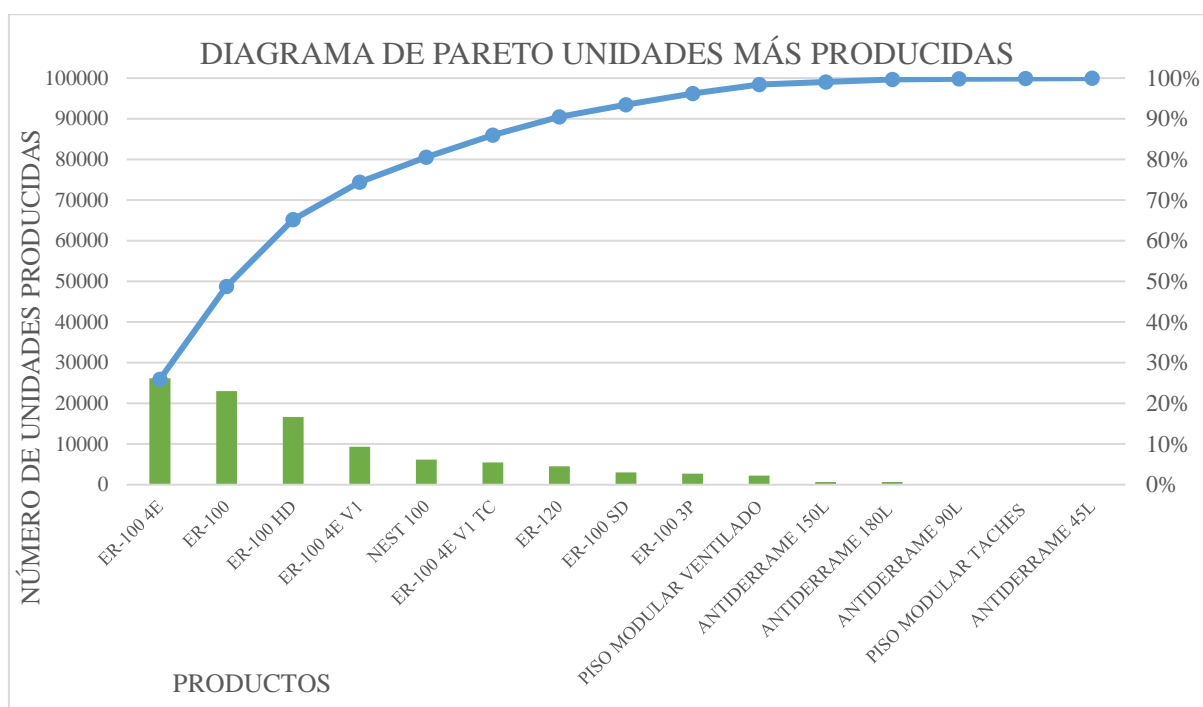


Figura 9. Diagrama de Pareto unidades más representativas

De la figura 9 se concluye que los productos con mayor volumen de producción están representados por: ER-100 4E, ER-100, ER-100 HD, ER-100 4E V1 y NEST 100 ya que representan el 80,56% aproximadamente de las unidades producidas. Dichos productos requieren únicamente del proceso de inyección, por lo tanto, no pasan por ninguna línea de ensamble. Una vez sale el producto de la máquina de inyección, el operario da el acabado final y dispone los productos para su almacenamiento.

5.1.4. Quejas de los clientes. La empresa tiene tres criterios para clasificar las quejas y reclamos de los clientes definidos por: la calidad del producto, incumplimiento en logística o por asesoramiento comercial.

En el periodo de enero a julio del año 2019 se han presentado once (11) quejas de las cuales ocho (8) han sido por calidad de los productos, tres de la línea de productos antiderrame debido a filtraciones, dos por desprendimiento o fractura del marco y patines ensamblados y por último tres quejas por fracturas en las estibas de la línea de inyección. Algunas de los inconvenientes presentados por el cliente se presentan debido al uso inadecuado que le dan al producto.

El total de quejas presentadas representan un total de \$219.390.772 millones de pesos, lo cual se puede evidenciar en la tabla 6 suministrada por el área comercial de la empresa.

Tabla 6.

Quejas y reclamos clientes 2019

| N° de solicitud | Cliente | Fecha de recepción | Tipo | Estado | Fecha de cierre | Costo |
|------------------------|---|---------------------------|-------------|---------------|------------------------|-------------------|
| 001- 2019 | Envases Universales | 05/02/2019 | Calidad | Abierta | | \$ 182.213.000 |
| 002- 2019 | Griffith Foods S.A.S. por medio de EDIVA S.A. | 11/02/2019 | Calidad | Cerrada | 09/04/2019 | \$ 192.760 |
| 003- 2019 | Nestle de Colombia S.A. | 22/02/2019 | Calidad | Abierta | | \$ 823.700 |

Continuación Tabla 6.

Quejas y reclamos clientes 2019

| N° de solicitud | Cliente | Fecha de recepción | Tipo | Estado | Fecha de cierre | Costo |
|-----------------|--|--------------------|----------------------------|---------|-----------------|------------------|
| 004-2019 | EPSA E.S.P. por ACL Logística | 13/03/2019 | Calidad | Cerrada | 03/05/2019 | \$ 9.060 |
| 005-2019 | Mac Pollo | 29/03/2019 | Calidad | Abierta | | \$ 35.700.226 |
| 006-2019 | Baterias Star | 29/03/2019 | No procede | N/A | N/A | \$ 0 |
| 007-2019 | Representaciones compra y ventas Colombia S.A.S. | 29/03/2019 | No procede | N/A | N/A | \$ 0 |
| 008-2019 | Plasmaco | 29/03/2019 | Asesoramiento comercial | Cerrada | 02/05/2019 | \$ 150.000 |
| 009-2019 | Arcolor S.A.S. por medio de PLASMACO | 21/05/2019 | Calidad | Cerrada | 10/06/2019 | \$ 30.760 |
| 010/2019 | CELSIA/ ACL | 21/06/2019 | Calidad | Abierta | | \$ 48.166 |
| 011/2019 | Arrocesa. | 15/07/2019 | Calidad | Abierta | | \$ 223.100 |

Nota: Adaptado de Soliplast S.A. documento en Red/Iso 9001/Proceso Comercial

5.1.5. Encuesta de satisfacción del cliente. Con el fin de realizar seguimiento de la percepción de los clientes, conocer el grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas y obtener retroalimentación de las partes interesadas, se realizó a lo largo del mes de enero y febrero del 2019 una encuesta de evaluación de satisfacción a los clientes más representativos nacionales (9) e internacionales (4) que representaron el 37,3% de las ventas totales del año 2018.

Las variables evaluadas en la encuesta fueron:

- Disponibilidad de la información, accesibilidad y oportunidad de respuesta
- Asesoría y atención ofrecida por el personal comercial
- Agilidad, oportunidad y cortesía del personal con que tuvo contacto
- Cumplimiento de especificaciones técnicas del producto
- Cumplimiento de las cantidades de producto
- Cumplimiento en los tiempos y horarios de entrega del producto
- Condiciones en que llega el producto a la zona de descargue
- Desempeño del producto bajo condiciones de operación
- Atención oportuna y solución eficaz a las solicitudes de servicio posventa
- Calificación general del producto
- Calificación general del servicio recibido

Los resultados obtenidos se evidencian en la figura 10. (Ver Apéndice 7. “Formato encuesta de satisfacción de clientes Soliplast S.A.”)

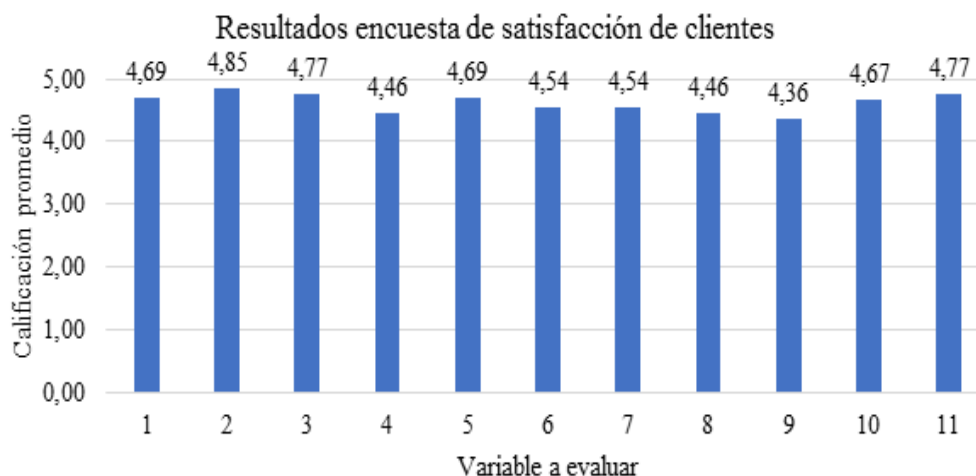


Figura 10. Resultados encuesta de satisfacción de clientes (Adaptado de Soliplast S.A. (2019).

Resultados encuesta de satisfacción de clientes. Bucaramanga)

La calificación promedio de satisfacción de clientes nacionales fue de 4,57, internacionales 4,72 y global de 4,62 siendo 5 el puntaje máximo. El análisis de los resultados permitió concluir que los clientes, nacionales e internacionales, destacan como fortaleza la gestión comercial; atención, asesoría, oportunidad de respuesta y apoyo a solicitud de servicio posventa, y el cumplimiento en tiempos de entrega según las condiciones de Soliplast S.A. e internas.

En cuanto a desempeño del producto en operación y cumplimiento de especificaciones técnicas, se obtuvo una buena calificación promedio, pero también se recibieron retroalimentaciones puntuales enfocadas a desarrollar mejoras en los productos de catálogo para que se ajusten mejor a la operación de los clientes.

5.1.6. Distribución de planta. Soliplast S.A. cuenta con una distribución de planta de dos niveles, en el segundo nivel se encuentra el área administrativa y en el primero el área de producción, almacenamiento, taller de mantenimiento y área de mecanizado. Actualmente cuenta con dos máquinas de inyección; de las cuales, una se encuentra en proceso de renovación y la otra está en operación. Adicionalmente se cuenta con una zona para el área de ensamble por termofusión con su respectiva máquina y otra para ensamble por soldadura plástica.

Debido al programa de reposición de estibas y a los productos que salen defectuosos del proceso de inyección se cuenta con una zona para el corte y molienda de estos productos, de los cuales se obtiene materia prima reciclada.

El área de almacenamiento de producto se encuentra dividido según la rotación del producto, baja, mediana y alta rotación y para el producto que será ensamblado. Lo mismo ocurre en el caso de las materias primas.

A lo largo de la planta se observan objetos que no pertenecen al área, elementos y productos almacenados sobrantes de las producciones de hace varios años, los cuales no se usan y requieren de una disposición final.

En la planta se evidencia la presencia de escaleras, marcos, puertas, canecas, desechos que ya no se utilizan y obstaculizan el paso, desaprovechando el espacio con el que se cuenta.

El proceso de ensamble por soldadura plástica, no cuenta con un espacio apto para el desarrollo de las actividades; los operarios deben realizar múltiples recorridos en la planta para realizar las pruebas al producto. Adicionalmente, a lo largo del proceso se generan partículas de polvo que afectan el sistema hidráulico y eléctrico de la máquina de inyección.

En el Apéndice 8. “Distribución de planta” se muestra la distribución de la empresa.

5.1.6.1 Diagrama de recorrido: El diagrama de recorrido, hace referencia a la trayectoria que se ejecuta actualmente para la fabricación de los productos, desde el suministro de materias primas, hasta la disposición del producto terminado para despacho. Ver Apéndice 9. “Diagrama de recorrido”.

Las materias primas son almacenadas en estanterías drive in; para el caso del almacenamiento de producto, se apilan en filas de 35 unidades; los traslados que se realizan se hacen con la ayuda de un montacargas. Adicionalmente el producto que sale de inyección o de ensamble es transportado al área de salida de proceso mediante transpalet, igualmente para el transporte de la “purga” o el producto no conforme.

El proceso de ensamble por termofusión no cuenta con un lugar establecido para ubicar el producto ensamblado, adicionalmente el producto que va a ser ensamblado es almacenado y luego es trasladado al área de termofusión o de soldadura plástica. Una vez se ensambla, se almacena nuevamente, generando movimientos innecesarios y pérdidas de tiempo.

Las vías de acceso para el montacarga, se encuentra obstruida, debido a la presencia de elementos que no pertenecen al área y requieren ser removidos o ubicados de manera que la vía se encuentre despejada y se pueda transitar libremente.

En el Apéndice 10. “Distancias recorridas en el proceso productivo” se puede apreciar a diario, las distancias que se recorren a lo largo de la planta y la frecuencia con la que se debe realizar el trayecto (la frecuencia de los movimientos depende del nivel de producción), teniendo en cuenta el trayecto de ida y vuelta por separado. Para este caso, se tuvo en cuenta los movimientos realizados del área de inyección y ensamble por termofusión y soldadura plástica. Donde se da a conocer la presencia de áreas de almacenaje temporal que se encuentran a la espera de la siguiente operación que se encarga de disponer el producto en el área indicada.

Se evidenció que las actividades de ensamble por soldadura plástica se ven interrumpidas por movimientos que debe realizar el montacargas o traslados de producto al área de prueba. Adicionalmente las estaciones de trabajo están delimitadas en línea recta lo cual hace que el operario tenga que mover el producto de un lado a otro sobre la mesa de trabajo para poder soldar el producto.

La reducción de los trayectos que deben recorrer y los movimientos de producto en proceso que realizan los operarios representarán la utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad; aumento en la seguridad del personal y circulación adecuada de las materias primas, producto en proceso y producto terminado.

5.1.7. Muestreo de trabajo. Esta técnica me permite determinar el porcentaje de dedicación a una actividad en el desarrollo de un trabajo. En este caso se utilizó para analizar los recursos utilizados en el proceso de inyección.

Tabla 7.

Operarios y maquinaria del proceso de inyección

| INYECCIÓN |
|----------------------|
| Operario inyección 1 |
| Operario inyección 2 |
| Máquina inyección 1 |

Las actividades, oficios o situaciones que ejercen los recursos a lo largo de la jornada de trabajo se dividen en dos, las productivas (propias del proceso de inyección) y las improductivas (pausas

personales o para refrigerio, desplazamientos innecesarios (baño, cafetería, otras áreas), hablar con los compañeros, esperas o sin hacer nada).

Para determinar el tamaño de la muestra del estudio, se realizó un muestreo piloto teniendo en cuenta las actividades en las cuales los operarios están realizando labores relacionadas con su trabajo (p). Debido a que los operarios de inyección también están encargados de otras actividades; se contemplan algunas tareas que realizan por fuera del proceso de inyección como productivas. Para este fin junto con el director de planta se establecieron algunas de las actividades consideradas como productivas e improductivas; la clasificación de las actividades se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 8.

Clasificación de actividades productivas e improductivas

| OPERARIO DE INYECCIÓN | |
|--|--|
| CATEGORÍAS PRODUCTIVAS | CATEGORÍAS IMPRODUCTIVAS |
| Suministrar materiales a tolva | Alistamiento de máquina |
| Acabado de producto | Pausas personales |
| Apilar el producto | Receso para almuerzo/refrigerio |
| Registro de producción en formatos | Conversar con otros compañeros |
| Limpiezas | Reajuste a la máquina |
| Apoyo a otras operaciones (ensamble, mecanizado) | Transporte de producto a la zona determinada |
| | Desplazamientos ociosos (baño, cafetería, otras áreas) |

Inicialmente se hicieron 100 observaciones aleatorias durante 2 turnos de (6:00 am a 5:30 pm) para observar el porcentaje de actividad de los dos operarios (50 observaciones por operario). Los resultados obtenidos se encuentran en el Apéndice 11. “Pre-muestreo de trabajo”

A partir de los resultados obtenidos en el muestreo piloto se calcula el tiempo productivo (p) y el no productivo (q) en porcentaje. Los valores obtenidos se muestran a continuación:

$$p = \frac{\text{Número de observaciones relacionadas con la actividad}}{\text{Número total de observaciones}} = \frac{75}{100} = 0.75 = 75\%$$

$$q = (1 - p) = (1 - 0.75) = 0.25 = 25\%$$

Con confiabilidad del 95% y un error permisible del 5%, se calcula el tamaño de la muestra aplicando la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p(1-p)}{h^2} ;$$

Donde:

n= tamaño de la muestra (número de observaciones)

Z= número de desviaciones estándar para el nivel de confianza deseado (usar tabla de distribución normal)

p= valor estimado de la muestra

h= nivel de error permisible

Por lo tanto:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.75(1 - 0.75)}{0.05^2} = 288.12$$

El tamaño de la muestra a analizar sería de 289 observaciones durante el turno de 6:00 am a 5:30 pm, distribuidas en tres días siguiendo el siguiente plan de trabajo:

Tabla 9.

Plan de trabajo

| Día 1 | | Día 2 | | Día 3 | |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Turno de 6:00 am a 5:30 pm | | | | | |
| Operario 1 | Operario 2 | Operario 1 | Operario 2 | Operario 1 | Operario 2 |
| 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 49 |
| Observaciones | Observaciones | Observaciones | Observaciones | Observaciones | Observaciones |

La metodología usada para establecer los momentos de las observaciones será la aleatoriedad de manera que se cubra todo el turno y se puedan realizar en cualquier momento. De esta manera se podrá saber el tiempo productivo y no productivo de los operarios que se encuentren en el turno.

5.1.7.1. Resultados del muestreo: En la siguiente tabla se muestra el resumen del muestreo de trabajo.

Ver Apéndice 12. “Resultados muestreo de trabajo”

Tabla 10.

Resultados muestreo de trabajo

| | Actividades productivas | | Otras actividades consideradas productivas | | | Actividades improductivas | | |
|-------------------|-----------------------------------|--------|--|-----------|-----------------------|---------------------------|---------------------|----------------|
| | Producción en óptimas condiciones | Tolvas | Apoyo a otras operaciones | Limpiezas | Descansos programados | Paradas de máquina | Buscar herramientas | Nada, inactivo |
| Operario 1 | 47,22% | 4,86% | 9,72% | 6,94% | 9,03% | 4,86% | 3,47% | 13,89% |
| Operario 2 | 46,21% | 6,21% | 15,17% | 0,69% | 6,90% | 4,14% | 0,69% | 20,00% |

Los niveles de improductividad a lo largo de las observaciones representan un porcentaje de 23,87% sin tener en cuenta los descansos que están definidos por normatividad de la empresa para los operarios de turno, que ocupan un 7,96% de tiempo adicional, aproximadamente.

El día 1, la improductividad fue de 40,62% debido a que se realizó un cambio de referencia y se presentó una falla en el mezclador lo cual ocasionó la interrupción de la producción. El día 2 con niveles de 27,08%, donde se presentaron paradas de máquina por exceso de temperatura en el molde. Por último, el día 3 con improductividad de 27,83%.

La improductividad de los operarios de turno en la máquina de inyección se presenta por actividades como pausas personales que no están contempladas, búsqueda de herramientas, atención a paradas de máquina, búsqueda de tareas por hacer, charlas con los compañeros y tiempos en cambios de referencia; son algunas de las causas.

Las limpiezas y el apoyo a otras operaciones, contempladas como productivas, no están designadas dentro del turno de trabajo, sino que por el contrario surgen por iniciativa del operario y por lo tanto no se desarrollan todo el tiempo.

Durante la producción en óptimas condiciones el operario se encarga de retirar los excesos al producto y dar el acabado final, actividad que no demanda un gran esfuerzo físico. A lo largo del muestreo se observó al operario esperando el producto y hablando con los operarios del área de ensamble.

Los resultados muestran como los operarios no se mantienen lo suficientemente ocupados, lo que quiere decir que tienen tiempo para actividades que no agregan valor, lo cual afecta el rendimiento de la productividad de la mano de obra.

5.1.7.2. Cálculo tiempo normal y tiempo tipo: Con los datos obtenidos en el muestreo de trabajo, se calculó el tiempo normal (TN) y tiempo tipo (TT), siguiendo las ecuaciones:

$$TN = \frac{(\text{Tiempo total del estudio}) * p * (\text{Valoración ritmo de trabajo})}{\text{Número de unidades producidas}}$$

$$TT = \frac{TN}{(1 - Q)}$$

Donde Q= Porcentaje que se reconoce como contingencia=5%

La valoración del ritmo de trabajo se hizo teniendo en cuenta el método de calificación sistema Westinghouse. El método utiliza cuatro factores para calificar la actuación del operario, cada factor tiene un valor numérico establecido de la siguiente manera:

| HABILIDAD | | | ESFUERZO | | |
|-------------|----|-------------|--------------|----|------------|
| +0.15 | A1 | Extrema | +0.13 | A1 | Excesivo |
| +0.13 | A2 | Extrema | +0.12 | A2 | Excesivo |
| +0.11 | B1 | Excelente | +0.10 | B1 | Excelente |
| +0.08 | B2 | Excelente | +0.08 | B2 | Excelente |
| +0.06 | C1 | Buena | +0.05 | C1 | Bueno |
| +0.03 | C2 | Buena | +0.02 | C2 | Bueno |
| 0.00 | D | Regular | 0.00 | D | Regular |
| -0.05 | E1 | Aceptable | -0.04 | E1 | Aceptable |
| -0.10 | E2 | Aceptable | -0.08 | E2 | Aceptable |
| -0.16 | F1 | Deficiente | -0.12 | F1 | Deficiente |
| -0.22 | F2 | Deficiente | -0.17 | F2 | Deficiente |
| CONDICIONES | | | CONSISTENCIA | | |
| +0.06 | A | Ideales | +0.04 | A | Perfecta |
| +0.04 | B | Excelente | +0.03 | B | Excelente |
| +0.02 | C | Buenas | +0.01 | C | Buena |
| 0.00 | D | Regulares | 0.00 | D | Regular |
| -0.03 | E | Aceptables | -0.02 | E | Aceptable |
| -0.07 | F | Deficientes | -0.04 | F | Deficiente |

Figura 11. Tabla Westinghouse. Adaptado de La Web del Ingeniero Industrial. Recuperado de <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>

Los tiempos obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Tiempo normal y tiempo tipo

| Día | % de productividad | Valoración ritmo | Unidades producidas | Tiempo mano de obra (horas) | Tiempo normal (min/und) | Tiempo estándar |
|-----|--------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------|
| 1 | 59,38% | 100,08% | 132 | 11,5 | 3,1056 | 3,269 |
| 2 | 72,92% | 100,075% | 212 | 11,5 | 2,3748 | 2,4996 |
| 3 | 72,16% | 100,09% | 209 | 11,5 | 2,3844 | 2,5098 |
| | | | | Promedio | | |
| | | | | (min/und) | 2,3844 | 2,759 |

El tiempo normal hace referencia al tiempo requerido por el operario para realizar la operación trabajando a una velocidad estándar sin interrupciones; de modo que, en este caso, el operario tarda en promedio 2,62 minutos dando la limpieza y acabado final del producto. En consecuencia, el tiempo estándar del proceso de producción es de 2,76 minutos por unidad; que, en comparación al tiempo normal, es el adecuado para el proceso.

Ahora bien, para hallar el número de operarios necesarios en la operación se aplica la fórmula:

$$\text{Índice de producción} = IP = \frac{\text{Producción deseada}}{\text{Tiempo disponible}}$$

$$\text{Número de operarios} = NO = \frac{\text{Tiempo estándar} * IP}{\text{Eficacia}}$$

En este caso el porcentaje de eficacia definido por el director de planta será del 99%. De este modo tenemos:

$$IP = \frac{207 \text{ unidades}}{630 \text{ minutos}} = 0,328$$

$$NO = \frac{2,76 * 0,328}{99\%} = 0,916$$

Se requiere de 1 empleado para el desarrollo de la operación con una eficiencia del 99%. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la máquina no para y el operario debe tener su periodo de descanso y de almuerzo; por lo tanto, se requiere de dos empleados. De modo que se deben estructurar las actividades que los operarios deben desarrollar para eliminar tiempos improductivos.

5.1.8. Análisis de las 5S. La metodología 5S pretende que las condiciones de trabajo permitan la ejecución de cada actividad de manera organizada, segura y efectiva; eliminar despilfarros, reducir tiempos muertos y mejorar la calidad del producto y del entorno.

En Soliplast S.A. se evidencia que no hay un plan definido para la organización y limpieza de los puestos de trabajo, lo que indica que la herramienta 5S no está implementada actualmente.

El análisis de la metodología se aplicó al proceso productivo, por medio de la lista de chequeo que se puede ver en el Apéndice 13. “Lista de chequeo de las 5S”, en las áreas de inyección, ensamble y en el almacén. Adicionalmente, se realizaron inspecciones visuales en cada una de las áreas y entrevistas con el personal que tiene contacto directo e interviene en el proceso.

A continuación, se evidencian los resultados obtenidos para cada una de las áreas (Ver Apéndice 14. “Resultados análisis 5S”)

- **Inyección:**

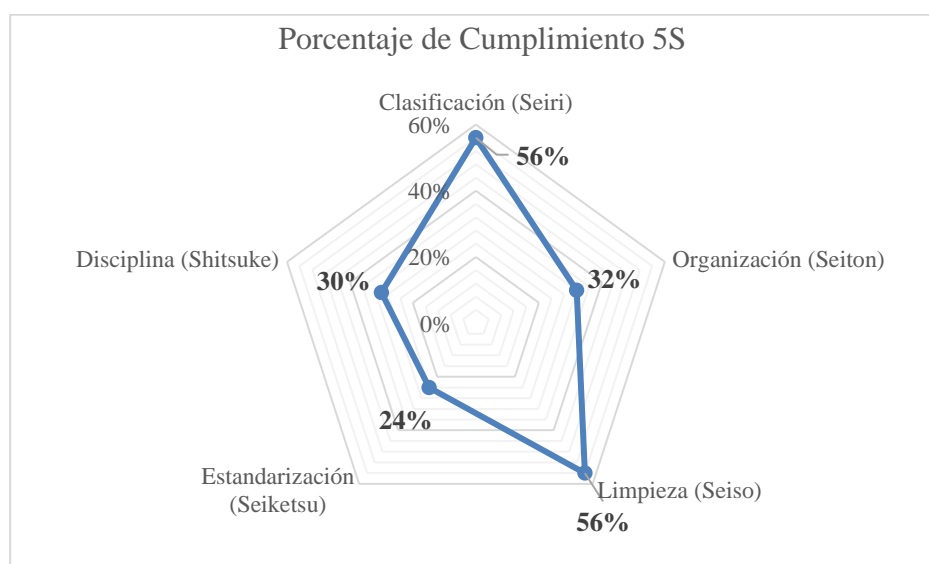


Figura 12. Porcentaje de cumplimiento metodología 5S en el área de inyección

La figura 12 representa los resultados obtenidos luego de la implementación del instrumento utilizado para el análisis de la metodología de las 5S en la empresa Soliplast S.A. Por lo cual se dieron a conocer los siguientes hallazgos:

Clasificación (Seiri) (puntaje obtenido 56%): El área dispone de dos muebles en los cuales se debe ubicar la herramienta; sin embargo, se evidencia en cada cajón una gran variedad de herramientas, cajas y elementos que no son requeridos e inclusive no son usados. Adicionalmente sobre el mueble se dejan trapos, botellas, herramientas, entre otras cosas; evidenciando un uso inadecuado de los elementos de trabajo que están a disposición.

Organización (Seiton) (puntaje obtenido 32%): Las herramientas de trabajo se encuentran desorganizadas, no cuentan con un lugar debidamente identificado para su ubicación lo cual genera demoras y en ocasiones la pérdida de las herramientas. Sobre la mesa de trabajo se identificaron artículos que no pertenecen al área, pocillos, envolturas de comida, entre otras. Adicionalmente se evidencia la presencia de transpalets ubicados en toda la planta, ocasionando problemas de movilidad, ya que no disponen de un lugar específico para su ubicación.

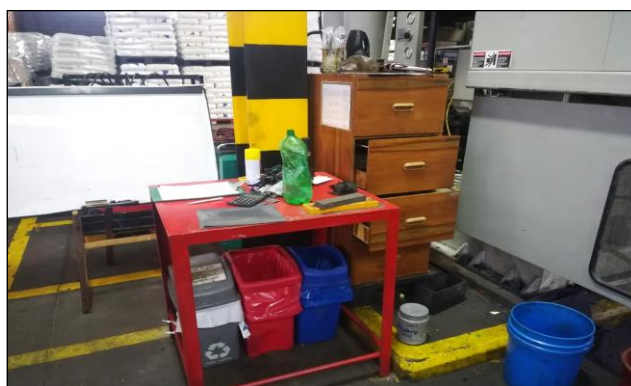


Figura 13. Orden y aseo máquina inyección

Limpieza (Seiso) (puntaje obtenido 56%): A lo largo del turno el operario se encarga de limpiar el área de trabajo y almacenar el exceso de producto en un balde. Sin embargo, en

ocasiones no se recoge todo el material y quedan residuos en los alrededores de la máquina. Además, se evidencian derrames de aceite, agua y lanillas absorbentes debajo y alrededor de la máquina.



Figura 14. Orden puesto de trabajo

Estandarización (Seiketsu) (puntaje obtenido 24%): En este ámbito se evidencia el menor nivel de cumplimiento debido a que el personal no tiene conocimiento de la metodología 5S. Adicionalmente la empresa no ejerce ningún control del orden y aseo en el área de trabajo.

Disciplina (Shitsuke) (puntaje obtenido 30%): No se crea conciencia en el operario sobre la importancia de mantener el área de trabajo en orden. No está establecido un estándar o procedimiento que se deba cumplir para el mantenimiento del área y el orden de los elementos y herramientas que la conforman.

- **Ensamble:**

En la figura 15 se evidencian los resultados obtenidos de la metodología 5S en el área de ensamble.

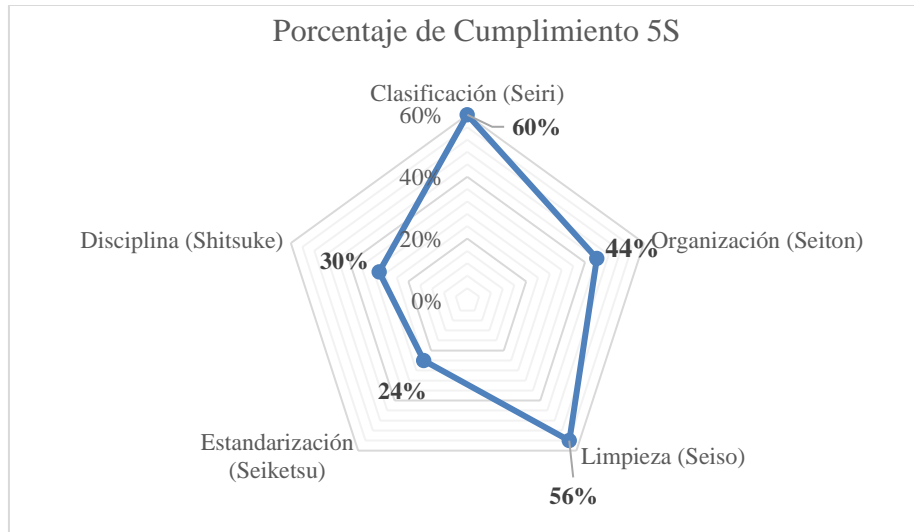


Figura 15. Porcentaje de cumplimiento metodología 5S en el área de ensamble

Clasificación (Seiri) (puntaje obtenido 60%): Se evidencia la presencia de elementos que no pertenecen al área, las herramientas no están clasificadas según su frecuencia de uso.

Organización (Seiton) (puntaje obtenido 44%): Se dispone de un sitio para la herramienta y los artículos, sin embargo, no están identificados y los que cuentan con algún tipo de señalización es poco visible. Adicionalmente se dificulta el acceso para los elementos o artículos que se requieren, por lo tanto, toma más tiempo la búsqueda de la herramienta.

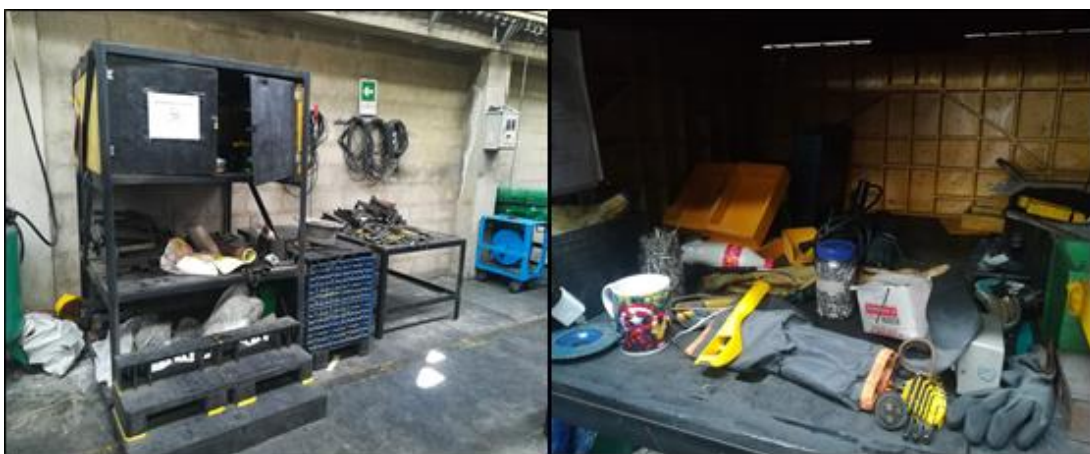


Figura 16. Orden y aseo área de ensamble

Limpieza (Seiso) (puntaje obtenido 56%): A lo largo del turno los operarios se encargan de recoger los sobrantes que se encuentren en el piso y alrededores; sin embargo, no se cuenta con un lugar específico para su disposición y el punto de recolección no da abasto con los residuos que se generan. Al igual que en el área de inyección los operarios al finalizar el turno deben entregar el puesto de trabajo ordenado.

En el lugar donde se dispone la herramienta se encontraron pocillos, portas de comida y basura que dan un mal aspecto al puesto de trabajo.



Figura 17. Limpieza área de ensamble

Estandarización (Seiketsu) (puntaje obtenido 24%): Los operarios desconocen la importancia del orden y aseo del área de trabajo, a pesar de que se intente mantener el sitio limpio, se evidencia falta de concientización del personal.

Disciplina (Shitsuke) (puntaje obtenido 30%): La empresa no cuenta con parámetros estándar para el orden y aseo del área estudiada.

- **Almacén:** Se decide estudiar el almacén debido a que en este lugar se encuentran los bloques, marquillas, expulsores, entre otros elementos que se requieren para realizar el cambio de referencia, por lo tanto, es indispensable mantener el área en orden para reducir los tiempos de alistamiento y encontrar los elementos requeridos para el cambio de referencia.

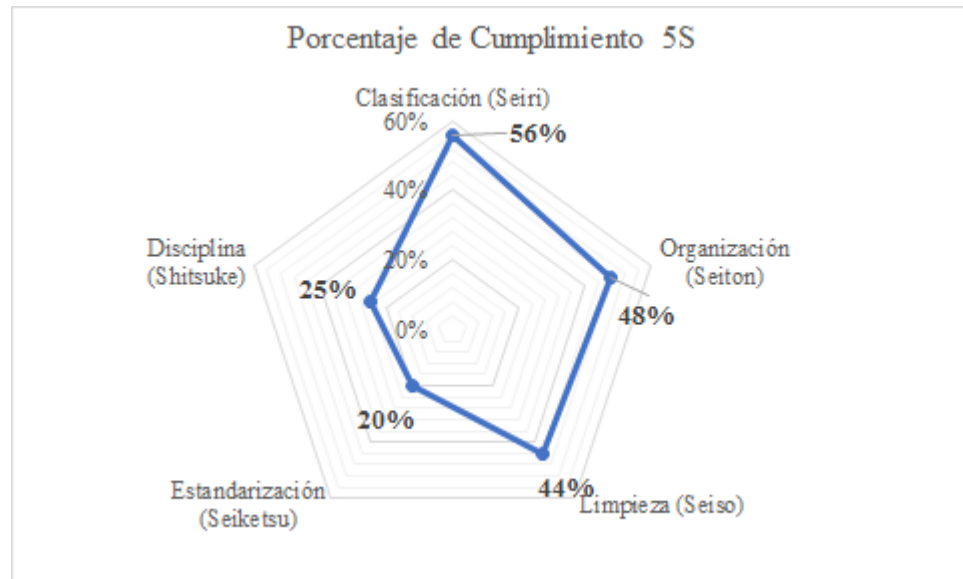


Figura 18. Porcentaje de cumplimiento metodología 5S's en el almacén

Clasificación (Seiri) (puntaje obtenido 56%): Se evidencia la presencia de elementos que no pertenecen, ventiladores, equipos que ya no se usan y deben tener una disposición final, ya que se ubican en cualquier lugar y obstruyen el espacio.

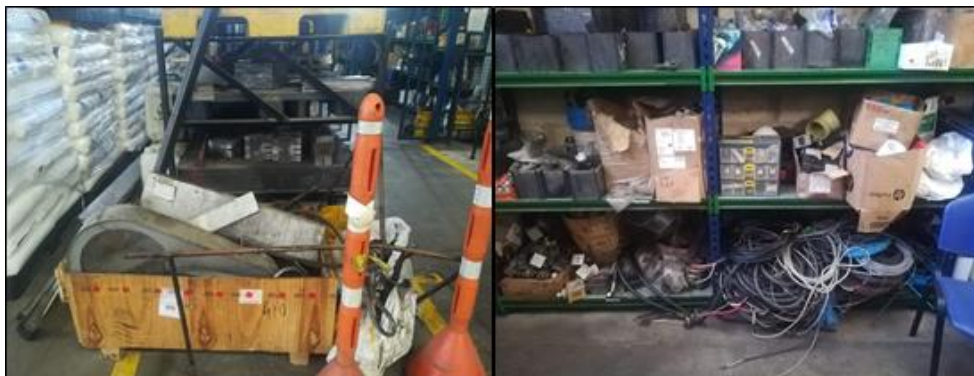


Figura 19. Orden y aseo almacén

Organización (Seiton) (puntaje obtenido 48%): Las zonas que están demarcadas, son poco visibles, y por lo tanto los elementos y herramientas no son ubicados de manera adecuada y sobresalen de la estantería, y otros espacios no son aprovechados.

Limpieza (Seiso) (puntaje obtenido 44%): El área no cuenta con un lugar para la disposición de la basura, no se realiza limpieza al área de trabajo y cada persona que tiene acceso deja las cosas a su conveniencia.



Figura 20. Limpieza almacén

Estandarización (Seiketsu) (puntaje obtenido 20%): No se implementa ningún tipo de control para el seguimiento del orden y aseo del área; el personal procura dejar los elementos en los espacios definidos en el caso de realizar un cambio, sin embargo, en ocasiones no sucede de esta manera y se generan pérdidas de las herramientas.

Disciplina (Shitsuke) (puntaje obtenido 25%): La empresa no tiene establecido roles y responsabilidades para el mantenimiento, orden y aseo del área.

A nivel general se evidencia que la empresa no tiene la cultura ni se transmite la importancia de la implementación de la metodología 5S al personal. Los operarios no ejercen buenas prácticas para mantener el área de trabajo en condiciones agradables, limpia y organizada. Se observa la presencia de materiales que no son propios de la operación: tarros, trapos engrasados tirados por

toda la planta, pocillos, botellas plásticas con diferentes sustancias, equipos que requieren de una disposición final y desorden en las herramientas de trabajo. La señalización del piso está desgastada y no es visible. Además, se observa la obstrucción de las áreas por elementos que no pertenecen.

5.1.9. Análisis de despilfarros. La reducción de los despilfarros es una de las características clave dentro del proceso productivo. Los sistemas Lean se centran en buscar las operaciones que no agregan valor; las cuales, por innecesarias se deben eliminar.

Taiichi Ohno, autor del Just in Time, clasificó los despilfarros o mudas, en 7 grupos: sobreproducción, esperas, transporte, sobreprocesos, inventario, movimientos innecesarios y productos defectuosos.

Con el fin de identificar y analizar los despilfarros presentes a lo largo del proceso productivo, se realizaron entrevistas con los operarios de planta y los líderes de los procesos productivo y de calidad. Con la información suministrada y el contacto directo con las actividades de producción, se diligenció la lista de chequeo para identificar los despilfarros (Apéndice 15. “Lista de chequeo despilfarros”) y de la misma manera poder analizar su causa y realizar propuestas de mejora para disminuir los niveles encontrados.

En la figura 21 se presentan los resultados obtenidos del análisis de los siete despilfarros en la empresa estudiada (Ver Apéndice 16. “Resultados análisis despilfarros”).

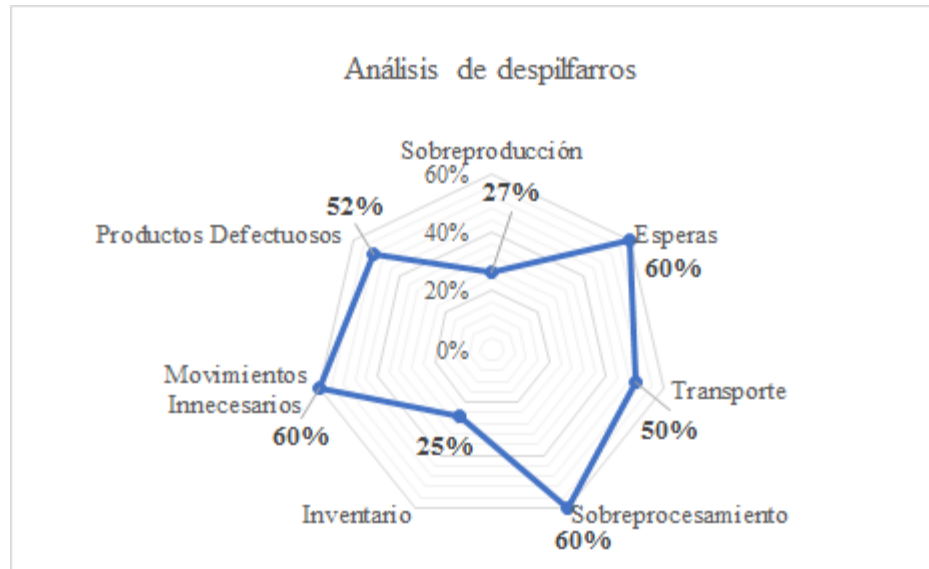


Figura 21. Análisis de desperdicios empresa Soliplast S.A.

El diagrama radial detalla la presencia de desperdicio en la empresa a lo largo del proceso productivo. Se logra evidenciar que los movimientos innecesarios, esperas y sobreprocesamiento son los desperdicios con mayor impacto a lo largo de la producción. A continuación, se describe el análisis de los resultados encontrados en cada uno de los desperdicios.

- **Sobreproducción:** Semanalmente se realiza la planeación de la producción, según los requerimientos del área comercial nacional e internacional. En esta reunión se establece el programa de producción de la siguiente semana y se hace la requisición del material al área de logística para verificar la disponibilidad de las materias primas.

Una vez se planea, se genera la orden de producción, en la cual se especifica el número de unidades a producir y las diferentes especificaciones y notificaciones necesarias para la producción.

La orden es comunicada a los operarios, quienes se encargan de realizar los cambios y ajustes necesarios a la máquina para dar continuidad al proceso. Para el caso de los productos que

requieren ser ensamblados, se produce el 2% adicional de unidades, las cuales se disponen para la calibración de la máquina. Sin embargo, se evidencian productos sobrantes que no son utilizados y por tanto son almacenados.

- **Esperas:** La espera es el tiempo durante el proceso productivo que no agrega valor al producto; donde se busca maximizar la eficiencia del operario. En Soliplast S.A. se evidencia que los operarios no tienen definidas las actividades que deben ejecutar a lo largo del turno, lo cual genera inactividad durante el proceso productivo.

Adicionalmente se observa que durante los tiempos de cambio de referencia (tiempos improductivos) no hay un control sobre el desarrollo de las actividades y por lo tanto el operario maneja estos tiempos a su acomodo. El análisis de los tiempos de cambio de referencia del mes de julio se encuentra en el capítulo 6.1.10. Análisis tiempos de cambio de referencia.

- **Transporte:** La mala o inadecuada distribución en planta es la causa primordial de este desperdicio; de aquí se derivan todas las actividades relacionadas al traslado de material, de productos o herramientas de un lugar determinado a su procesamiento o almacenamiento.

La empresa cuenta con la ayuda de un montacargas, un transpalet vertical y cuatro transpalet que facilitan los movimientos que se deben realizar. Desde el punto de vista de las materias primas, los traslados se hacen siguiendo un flujo lógico de las materias, las cuales son almacenadas y luego suministradas a la tolva de alimentación; sin embargo, cuando el inventario sobrepasa los niveles establecidos, se debe liberar espacio para su ubicación. El producto que sale de la máquina de inyección se agrupa en filas de 10 unidades, las cuales son llevadas a una zona demarcada, para luego ser almacenada por el montacargas. El producto en proceso se almacena de la misma manera

y luego es llevado al área de ensamble, evidenciando movimientos innecesarios que son considerados como indispensables, pero que podrían ser menores las distancias que se deban recorrer, si la distribución de la planta fuera adecuada y se contemple la proximidad y vías de acceso sin interrupción a otros procesos.

- **Sobreprocesamiento:** Comúnmente encontrados en el proceso productivo cuando al inicio se busca cumplir con las características de la solicitud de producción, los arranques del proceso generan producto no conforme y la habilidad del operario para hacer las modificación y adecuaciones necesarias a la máquina permiten minimizar el total de producción inconforme.

Este tipo de despilfarro se evidencia al iniciar la producción, debido a los errores que cometen los operarios al realizar el cambio de molde o de referencia. Caídas de expulsores, marquillas mal ubicadas, no se realiza el cambio de la trazabilidad, mala conexión en los sistemas de refrigeración; entre otros errores que hacen que se tenga que detener el arranque de la producción hasta corregirlos y poder dar continuidad al proceso. Esto ocurre debido a que el proceso no está estandarizado.

En la siguiente figura, se observan los niveles de reproceso en lo corrido del año hasta el mes de julio. Aquí, se contempla el producto no conforme y los kilogramos de purga, con respecto a los kilogramos procesados.

En el mes de Julio se presentó un elevado porcentaje de reproceso debido a que la producción fue muy variada y se generaron altos niveles de purga.

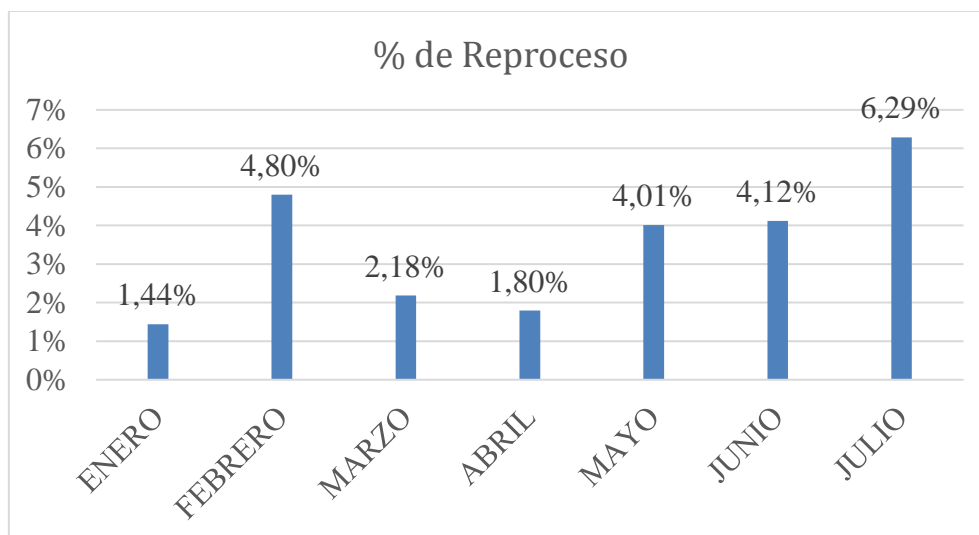


Figura 22. Porcentaje de reproceso (Adaptado de Soliplast S.A. (2019) Comité de Gestión Julio.

Diapositiva 27. Bucaramanga)

- **Inventario:** El proceso de logística se encarga del control y manejo de inventarios de materias primas y producto terminado; para tal fin cuentan con el apoyo de un software que permite su gestión y mantenimiento, según las políticas establecidas por la empresa.

En la planta, se evidencia la presencia de productos en inventario que fueron quedando de producciones pasadas (años atrás) y aún no se ha dado ninguna disposición.

La rotación de producto terminado está definida con una meta no mayor a 60 días. En la figura 20 se evidencia en la mayoría de los meses del año en curso, el cumplimiento de lo establecido. El mes de enero desobedece debido a la temporada y al inventario acumulado del año anterior.

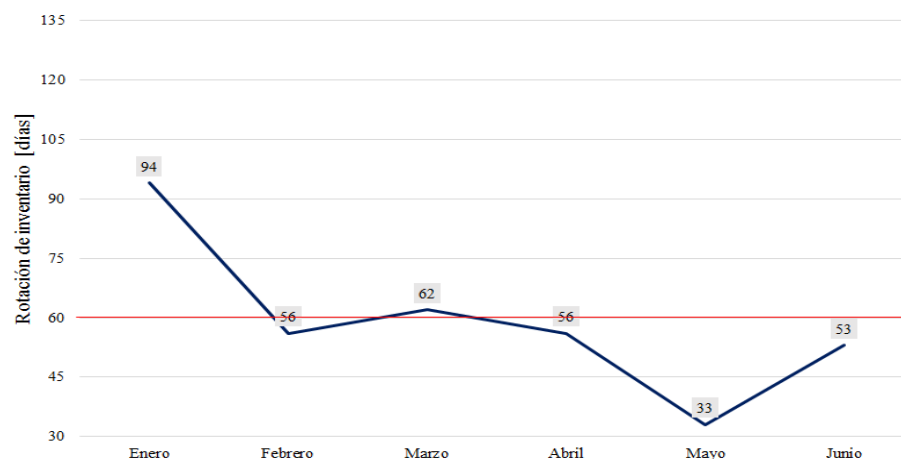


Figura 23. Días de inventario de producto terminado (Adaptado de Soliplast S.A. (2019) Comité de Gestión Junio. Diapositiva 40. Bucaramanga)

En la figura 24 se evidencia la rotación de inventario del polietileno de alta densidad reciclado. El resultado de 212 días en lo corrido del año 2019 a diferencia del 2018, la rotación del material ha sido inferior a lo establecido (60 días), lo cual es consecuencia de una mejor administración y gestión del inventario, en comparación con el año anterior.

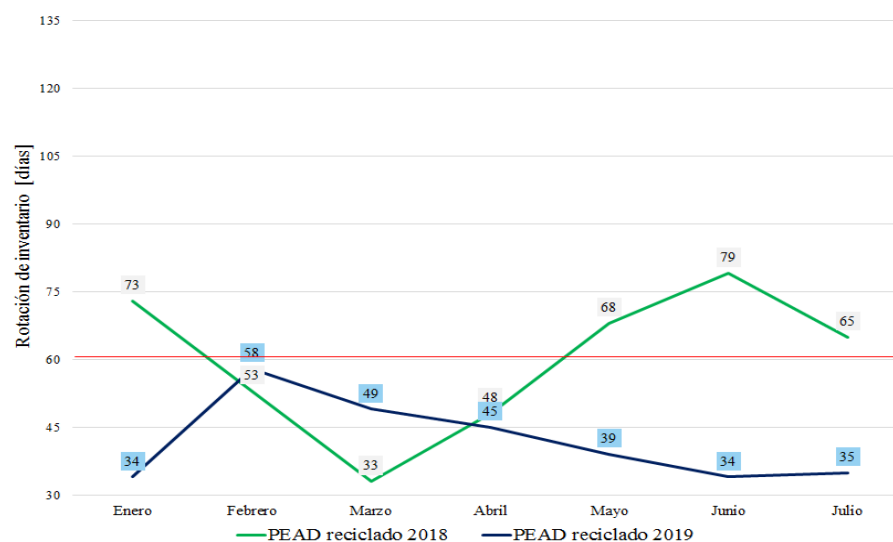


Figura 24. Días de inventario de polietileno de alta densidad reciclado (Adaptado Soliplast S.A. (2019) Comité de Gestión Junio. Diapositiva 37. Bucaramanga)

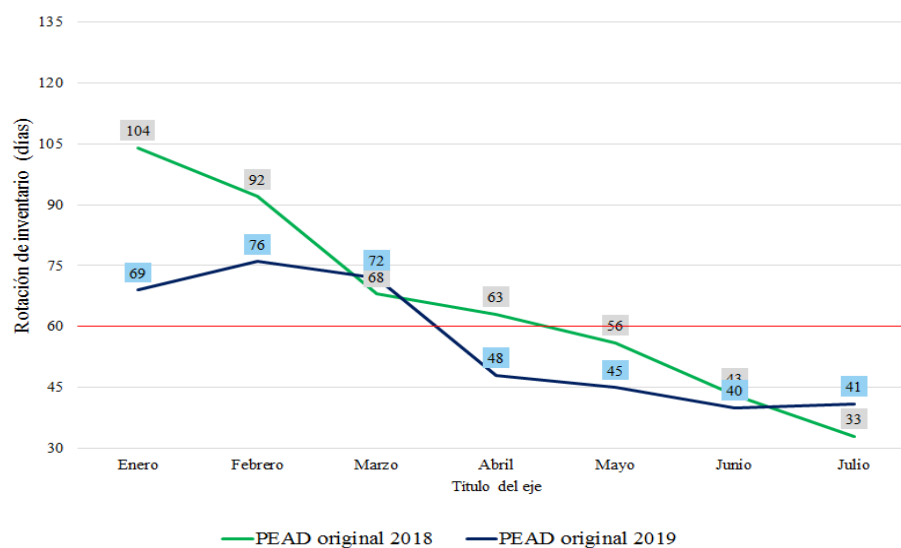


Figura 25. Días de inventario de polietileno de alta densidad original (Adaptado Soliplast S.A. (2019) Comité de Gestión Junio. Diapositiva 38. Bucaramanga)

- **Movimientos innecesarios:** La mayor causa de este despilfarro se evidencia en la búsqueda de las herramientas o elementos que requieran, en especial en los cambios de referencia o de molde. Los lugares destinados para la ubicación de la herramienta se encuentran desorganizados y no cuentan con una ubicación ni señalización específica que facilite su búsqueda. Además, las herramientas son tomadas por personal de otras áreas y no se informa, por lo cual, el operario debe realizar múltiples movimientos a lo largo de la planta en búsqueda de lo que se requiere, perjudicando el tiempo necesario para el desarrollo de la actividad.

Adicionalmente en los cambios de referencia o de molde no se alista la totalidad de implementos que se requieren, lo cual hace que el operario tenga que ir en búsqueda de lo que se requiera en reiteradas ocasiones.

Los productos que salen de la inyección y requieren ser ensamblados (estibas, patines y marcos), son almacenados y luego transportados al área de ensamble para continuar con la

operación y una vez son ensamblados y agrupados, de nuevo son enviados a la bodega, para su almacenamiento y finalmente su despacho.

- **Productos defectuosos:** Este tipo de despilfarro está conformado por todos los productos que han sido rechazados por defectos e incumplimiento de las especificaciones establecidas y que por tanto no pueden ser enviados al cliente.

La figura 26 representa el número de unidades defectuosas y de segunda obtenidas en la producción a lo largo del año 2018 hasta junio del 2019 de los productos con mayor rotación.

Los productos clasificados de segunda son vendidos al cliente a menor precio y con previo aviso del aspecto del producto ó se dejan para uso interno en la empresa. Adicionalmente, los productos defectuosos son enviados al área de molienda para su trituración y reprocesamiento del material. Lo cual se considera un desperdicio, puesto que se desarrollan una serie de actividades y se consumen materiales e insumos para la fabricación de estos productos y para la disposición de estos.

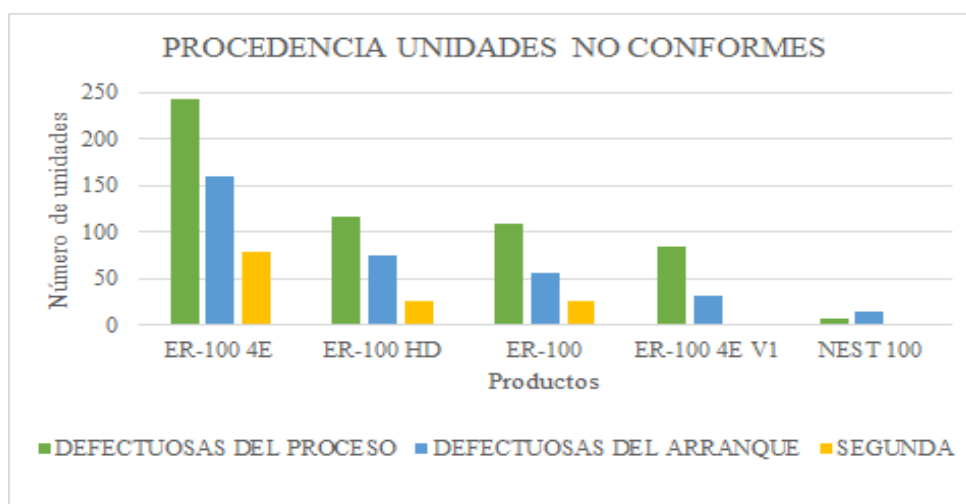


Figura 26. Procedencia unidades no conformes

En la figura 26 se evidencia que el mayor número de productos defectuosos se presenta a lo largo del proceso con un total de 561 unidades que representan aproximadamente el 0,74% de la producción, lo cual representa un valor de \$75.723.695 pesos. Este valor corresponde al ingreso retenido por las unidades que se dejaron de vender debido a su estado.

Adicionalmente el número de defectuosos en el arranque representa un total de 339 unidades.

5.1.10. Análisis tiempos de cambio de referencia. Los cambios de referencia o de molde, implica inactividad de la máquina, tiempos improductivos y por lo tanto es considerado un despilfarro. De ahí la importancia de reducirlos al mínimo consiguiendo organizaciones más competitivas.

En Soliplast S.A. los cambios de referencia son una actividad que no está documentada y se ejecutan bajo criterio de los operarios, evidenciándose que factores como la experiencia del trabajador son los que más influyen en el desarrollo de esta labor.

Actualmente se cuenta con una lista de chequeo para verificar si se realizaron satisfactoriamente las actividades; sin embargo, se convirtió en una tarea de diligenciar sin realizar ninguna verificación, generándose errores que retrasan la producción y ocasionan pérdidas de tiempo. En la siguiente figura se evidencian los tiempos de cambios de referencia a lo largo del mes de julio. Los datos fueron tomados del check list. (Ver Apéndice 17. “Check list cambio de referencia”)

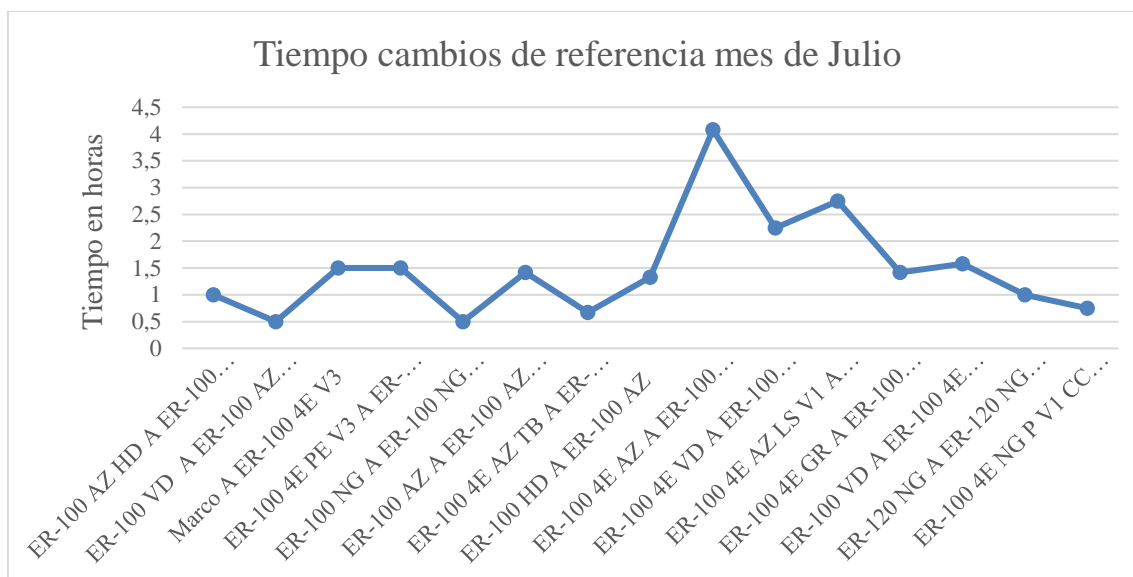


Figura 27. Tiempos empleados en cambios de referencia en el mes de julio

Los cambios de referencia realizados representaron un total de 31,41 horas de inactividad, adicionalmente se evidencian errores que se cometen; caídas en los expulsores, marquilla equivocada, mala conexión del sistema de refrigeración, entre otros, lo cual representa mayor despilfarro y tiempos improductivos. Además, se evidenció que para los cambios de referencia no hay un alistamiento previo, de los elementos y herramientas que se requieren para la ejecución del cambio.

6. Propuestas de mejora

En la siguiente tabla se muestran las propuestas hechas con el fin de atacar las causas de los problemas identificadas en el diagnóstico; que afectan la calidad del proceso productivo y los productos y por lo tanto la productividad de la empresa.

Tabla 12.

Propuestas de mejora

| Descripción del problema | Situación actual | Situación propuesta | Responsable |
|---|---|---|---|
| <p>Tiempos perdidos en busca de herramientas.</p> <p>Falta de compromiso por parte del personal respecto al orden y aseo de los lugares de trabajo.</p> <p>Problemas de seguridad y movilidad para los operarios y los elementos de transporte.</p> | <p>Herramientas y elementos almacenados que no se requieren o no se usan.</p> <p>No se dispone de un lugar debidamente identificado para localizar la herramienta.</p> <p>Desorganización en el área, obstrucción del sendero peatonal, pisos grasos o con agua, trapos engrasados tirados.</p> | <p>Implementación de la metodología 5S.</p> <p>Seleccionar y clasificar las herramientas necesarias para el área.</p> <p>Ubicar la herramienta seleccionada según su uso y facilidad de acceso, evidenciando la optimización del espacio disponible y rotular los espacios en los cuales se debe ubicar la herramienta. Mantener un orden y control visual sobre la herramienta y equipos del área.</p> | <p>Autora del proyecto / Director de planta</p> |

Continuación tabla 12.

Propuestas de mejora

| Descripción del problema | Situación actual | Situación propuesta | Responsable |
|---|---|--|--|
| Tiempos elevados en realizar los cambios de referencia. | Los operarios no realizan un previo alistamiento de las herramientas y elementos necesarios para realizar el cambio. El operario realiza el cambio según su experiencia y conocimiento, se cometen errores en los cambios. El procedimiento no está estandarizado ni documentado. | Implementar la herramienta SMED. Documentar y estandarizar el cambio de referencia, con el fin de reducir los tiempos improductivos y aumentar la fiabilidad del cambio. Mejorando el método de trabajo y las prácticas que se llevan a cabo para el desarrollo de las actividades relacionadas con el fin de evitar que los errores humanos en los cambios de referencia se materialicen en defectos. | Autora del proyecto / Director de planta |

Continuación tabla 12.

Propuestas de mejora

| Descripción del problema | Situación actual | Situación propuesta | Responsable |
|--|--|--|--|
| Esperas (despilfarro) / Tiempos improductivos en los operarios del proceso de inyección. | No están definidas las actividades que deben desarrollar los operarios que se encuentran en el turno de inyección, por lo tanto, se evidencian niveles de inactividad | Asignar tareas y plan de trabajo para los operarios de turno en inyección. | Autora del proyecto / Director de planta / Coordinador de mantenimiento |
| Inadecuada distribución de planta y layout de los centros de trabajo del proceso de ensamble por soldadura plástica. | Largos y repetitivos trayectos en el traslado de producto en proceso. Interrupción a otros procesos. | Redistribución de planta donde se contemple la proximidad y vías de acceso óptimas para el traslado de productos. Layout de las celdas de manufactura, conveniente para el ensamble por soldadura plástica. | Autora del proyecto / Director de planta |

7. Implementación de las propuestas de mejora

Con las propuestas ya planteadas se llevó a cabo una reunión con el gerente, director de planta, directora administrativa y financiera, coordinador de mantenimiento, coordinador de logística y con la coordinadora de talento humano, en la cual se presentaron los hallazgos identificados en el diagnóstico y las propuestas planteadas. Como resultado de la reunión, se obtuvo la aprobación de las cuatro propuestas (metodología 5S, técnica SMED, plan de mantenimiento autónomo y distribución de planta). En el Apéndice 18. “Diagnóstico y propuestas de mejora Soliplast S.A.” se puede observar la presentación expuesta en la reunión.

7.1. Metodología 5S

Los resultados arrojados en la lista de chequeo para analizar las condiciones de orden y aseo en la planta; además de las observaciones directas, evidencian que la empresa no tiene implementado la metodología 5S; las áreas de trabajo no cuentan con un lugar apto para ubicar la herramienta de trabajo, hay elementos que no pertenecen al área y no se usan, además de trapos engrasados a lo largo de la planta. De esta manera, se ve la necesidad de implementar la metodología 5S con el fin de mejorar la eficiencia a la hora de tener que identificar las herramientas, insumos o elementos para eliminar actividades que no agregan valor y reducir los tiempos en búsqueda de herramientas. Asimismo, un entorno de trabajo organizado y limpio influye en la motivación del personal, en el control visual de los insumos y herramientas de trabajo y en las condiciones de seguridad del área de trabajo.

7.1.1. Objetivos:

- Mejorar y mantener el orden y limpieza de las áreas de trabajo.

- Capacitar al personal en la metodología, con el fin de contar con su apoyo durante la implementación y mantenimiento de la metodología 5S.
- Facilitar el acceso y control visual de las herramientas y elementos de trabajo de las áreas.

7.1.2. Desarrollo:

7.1.2.1. Fase 1: Diagnóstico. En el capítulo 5.1.8. se presenta el análisis de la metodología 5S realizado en la empresa; en el cual se identificó el estado de la planta y el porcentaje de cumplimiento de la metodología.

7.1.2.2. Fase 2: Capacitaciones. Para dar inicio con la implementación de la metodología 5S en la empresa, se realiza una capacitación a todo el personal de trabajo donde se da a conocer la metodología, su importancia y beneficios; adicionalmente se proyectó un video de un caso de éxito de la metodología, con el fin de generar conciencia en los empleados e impulsarlos a realizar un cambio positivo.



Figura 28. Capacitación metodología 5S

En el Apéndice 19. “Capacitación 5S” y Apéndice 20. “Registro asistencia capacitación 5S” se encuentra la presentación proyectada al equipo de trabajo y el registro de asistencia.

7.1.2.3. Fase 3: Comité de trabajo metodología 5S. Para llevar a cabo la implementación de las 5S de manera exitosa, se definió junto con el director de planta, un equipo de trabajo responsable de la ejecución, conformado de la siguiente manera:

Tabla 13.

Comité de trabajo metodología 5S

| Cargo | Nombre |
|------------------------------|-----------------------|
| Coordinador de mantenimiento | Yesid Lizarazo |
| Coordinadora SIG | Natalia Salgado |
| Operarios de planta | Jose Rangel |
| | Guillermo Prado |
| | Gustavo Estevez |
| | Albert Ramirez |
| Auxiliar de mantenimiento | Daniel Jaimes |
| Coordinador de logística | Jorge Olmedo |
| Autora del proyecto | Maria Fernanda Lozada |

Se conformó el comité con el fin de plantear las actividades que se van a desarrollar y las personas que se encargarán de darle continuidad al programa. Adicionalmente el comité se reunirá periódicamente para dar seguimiento a los objetivos planteados y generar propuestas o acciones de mejora que se deban tomar con el fin de mantener en el tiempo la metodología.

7.1.2.4. Fase 4: Implementación del programa. La implementación del programa se llevó a cabo en toda la planta, sin embargo, se trabajó en áreas específicas tales como inyección, ensamble y almacén. Se implementaron una serie de propuestas para cada una de las S.

7.1.2.4.1. Clasificación (Seiri). Junto con los operarios, se seleccionan los elementos y la herramienta de los puestos de trabajo. La herramienta que no se usaba fue retirada y entregada al área respectiva para ser ubicada en el lugar correspondiente. En el almacén se separaron los repuestos que requerían reparación y los insumos que no se usaban y debían ser desechados. Se encontraron filtros, cajas vacías, cables, repuestos electrónicos, entre otros.

En conclusión, los residuos de chatarra, papel y cartón durante los meses de septiembre, octubre y noviembre se presentan a continuación.

Tabla 14.

Residuos de chatarra, papel y cartón

| Mes | Chatarra (Kg) | Papel y cartón (Kg) |
|------------|--------------------------|--------------------------------|
| Septiembre | 1530 | 82 |
| Octubre | 0 | 1051 |
| Noviembre | 403 | 89,2 |

El desarrollo de esta etapa permitió la liberación del espacio en las áreas de trabajo y la actualización y mantenimiento del inventario de la herramienta, repuestos e insumos de la empresa. En el Apéndice 21. “Inventario” se muestra el inventario realizado en las diferentes áreas.

7.1.2.4.2. Organización (Seiton). La estructura de los muebles para ubicar la herramienta de trabajo no es la adecuada, los instrumentos de trabajo no están visibles y son de difícil acceso, ocasionando tiempos improductivos y pérdida de las herramientas. Por tal motivo, se sugirió la compra de dos bancos de trabajo para el área de producción y ensamble, dada la clasificación de la herramienta en la etapa anterior, de manera que facilite el acceso y retorno de los instrumentos de trabajo y cuenten con un lugar específico para su ubicación. Para este fin se realizó una serie de cotizaciones con empresas como Multi Packing e Innovaciones SMM, las cuales fueron presentadas a la gerencia, quien aprobó la compra de dos bancos de trabajo por la suma de \$4.350.000.



Figura 29. Bancos de trabajo

Por otro lado, los repuestos e insumos del almacén se ubicaron por zonas dependiendo su valor y frecuencia de uso. Los de mayor valor, fueron demarcados y se recubrieron en su totalidad para conservarlos en buen estado. Para su almacenamiento, se señaló con etiquetas visibles de manera que facilite la localización de manera rápida y sencilla, disminuyendo tiempos y movimientos innecesarios en búsqueda de lo que se requiere.



Figura 30. Almacén antes de implementar la metodología 5S



Figura 31. Almacén después de implementar la metodología 5S

7.1.2.4.3. Limpieza (Seiso). Una vez organizada la herramienta y elementos en las áreas de trabajo, se procede a realizar una limpieza de la máquina, pasillos y en general de todas las áreas con el fin de eliminar las fuentes de suciedad. Adicionalmente las herramientas que fueron ubicadas en los bancos de trabajo fueron limpiadas para eliminar la grasa y la suciedad.

Esto se hizo con el fin de transmitir a los operarios la importancia de mantener no solo la limpieza, sino también la organización del puesto y de las herramientas de trabajo.

Adicionalmente a diario se verificaba que se desarrollaran actividades tales como limpieza del puesto de trabajo, organización de la herramienta y que se realizara la correcta disposición de los residuos generados.

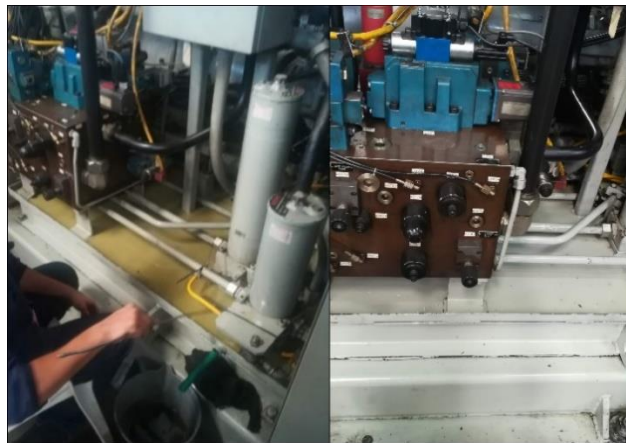


Figura 32. Limpieza aceite y polvo bandeja del sistema hidráulico



Figura 33. Limpieza máquina de inyección

7.1.2.4.4. Estandarización (Seiketsu). En esta etapa se busca conservar lo que se ha logrado con las tres primeras “S”. Para tal fin se crearon estándares y actividades que se adjuntaron al plan de mantenimiento autónomo y se socializaron con todo el personal Apéndice 22. “Plan de mantenimiento autónomo”

Por último, para verificar el cumplimiento de las actividades, al finalizar cada turno diurno se revisa el estado de entrega del turno y se lleva un control sobre las actividades destinadas a la organización y limpieza.

7.1.2.4.5. Disciplina (Shitsuke). Con esta se pretende lograr el hábito de respetar y cumplir con los estándares y las medidas definidas en la metodología. El personal que hace parte del comité se encarga de realizar inspecciones visuales para verificar el cumplimiento de la metodología y de los objetivos trazados. Adicionalmente mensualmente en la reunión de planta con todo el personal se recalca la importancia de mantener el orden y se plantean ideas de mejora además de socializar con el personal lo que hay por mejorar.

7.1.2.5. Fase 5: Evaluación y seguimiento. Una vez implementada la metodología, se evalúa y hace seguimiento mediante la lista de chequeo utilizada en el diagnóstico inicial. Los resultados mostrados a continuación corresponden desde el momento inicial en el que se realizó el diagnóstico hasta el mes de diciembre.

Tabla 15.

Incremento implementación metodología 5S

| | Clasificar | Organizar | Limpiar | Estandarizar | Disciplina | Total |
|-----------------------|-------------------|------------------|----------------|---------------------|-------------------|--------------|
| Puntaje inicial | 57% | 41% | 52% | 23% | 28% | 40,2% |
| Puntaje final | 76% | 72% | 68% | 64% | 60% | 68% |
| Incremento porcentual | 19% | 31% | 16% | 41% | 32% | 28% |

Como resultado se evidencia el incremento de un 28% respecto al estado inicial; adicionalmente con la implementación de la metodología se logró:

- Con los bancos de trabajo adquiridos se logró mantener control visual sobre la herramienta, facilidad de acceso y mantenimiento de los elementos de trabajo, lo cual repercute positivamente en los tiempos de búsqueda e identificación de la herramienta que se requiera.
- Se elaboró el inventario de la herramienta de trabajo de cada área.
- Se evidenció una disminución y uso eficiente de los trapos utilizados para limpieza.
- Gracias a los controles que se llevaron a cabo todos los días de la semana para verificar el cumplimiento de las actividades de orden y limpieza y el estado en el que se entregaba el turno,

incentivando a los operarios en la cultura y concientización para mantener el área de trabajo en condiciones óptimas.

- Adicional a las actividades destinadas a la selección, organización y limpieza. Se realizó una jornada de señalización del pasillo peatonal, lo cual es importante por cuestiones de seguridad, orden y mejora la imagen de la planta ante el personal de trabajo y externos. Para la pintada del pasillo se realizaron cotizaciones con diferentes empresas para adquirir la pintura adecuada y los insumos necesarios. De este modo se definió hacer la compra con la empresa Pintumezclas S.A.S. incurriendo en un costo de \$2'056.153 pesos.



Figura 34. Señalización pasillo peatonal

7.2. Técnica SMED

La técnica SMED permite a las organizaciones disminuir los tiempos improductivos al realizar un cambio de referencia; lo cual permite aumentar la productividad de las máquinas y así mismo atender la demanda de los clientes y la flexibilidad del mercado.

Esto se logra reduciendo el tiempo de las actividades internas (las cuales se realizan con la máquina parada) y no aportan valor al producto.

7.2.1. Objetivos:

- Actualizar y documentar el proceso de cambio de referencia
- Disminuir desplazamientos innecesarios y tiempos que no agregan valor al cambio

7.2.2. Desarrollo:

7.2.2.1. Fase 1. Diagnóstico del proceso de cambio de referencia. Inicialmente se realizaron entrevistas al personal operativo y se presenciaron varios cambios, lo cual permitió elaborar el diagrama de flujo del cambio de referencia. Además, se realizó una toma de tiempos de los cambios que se lograron presenciar; el registro no contempla el tiempo de desmontaje y montaje de bloques y expulsores; debido a que este varía dependiendo la magnitud del cambio. Sin embargo, actividades previas y posteriores son las mismas en todos los cambios.

(Ver Apéndice 23. “Registro tiempos cambio de referencia”).

| Máquina: | | UNILOY | | Operación: | | Cambio de referencia | | |
|---------------------|--|-----------|---|-------------|--------|----------------------|----------------|--|
| Método: | | Actual | x | Con mejoras | | | | |
| Resumen | | Operación | | Transporte | Espera | Inspección | Almacenamiento | |
| Cantidad total | | 7 | | 4 | 1 | 1 | 0 | |
| Distancia total (m) | | | | 65,1 | | | | |
| Tiempo total (min) | | 29,00 | | 9,61 | 30,54 | 2,48 | 0 | |

| No. | Descripción de la operación | Tiempo (min) | Distancia (metros) | ○ | ➔ | ◐ | ◑ | ▽ |
|-----|---|--------------|--------------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Alistamiento de bloques y suplementos | 2,68 | | x | | | | |
| 2 | Ubicación de bloques y suplementos | 1,48 | 21,7 | | x | | | |
| 3 | Retirar mesa y banda de trabajo | 1,64 | | x | | | | |
| 4 | Ubicar tarima y escalera | 3,77 | 18,6 | | x | | | |
| 5 | Seleccionar herramienta a usar | 3,66 | | x | | | | |
| 6 | Ubicar estiba con bloques sobre tarima | 1,47 | 6,2 | | x | | | |
| 7 | Desmontaje y montaje de bloques y suplementos | | | x | | | | |
| 8 | Aplicación de masilla | 4,01 | | x | | | | |
| 9 | Secado de masilla | 30,54 | | | | x | | |
| 10 | Retirar tarima y escalera | 2,89 | 18,6 | | x | | | |
| 11 | Cargar receta | 1,29 | | x | | | | |
| 12 | Verificar lista de chequeo | 2,48 | | | | | x | |
| 13 | Purgar | 15,72 | | x | | | | |

Figura 35. Diagrama de flujo de cambio de referencia

En el análisis de la información suministrada se encontraron y evidenciaron los siguientes aspectos importantes para tener en cuenta:

- Cada operario tiene un método de trabajo diferente, los auxiliares deben esperar la orden del operario debido a que no cuentan con el conocimiento ni la experiencia para realizarlo sin supervisión.
- A pesar de que el alistamiento se realiza cuando la máquina está produciendo, no se alista toda la herramienta ni los complementos necesarios. Por consiguiente, a la hora de realizar el cambio, se debe suspender las actividades e ir en busca de los faltantes, lo cual es dispendioso debido a que la herramienta no está organizada y los elementos del cambio de referencia se encuentran a 21,7 metros de distancia. Adicionalmente, el alistamiento es realizado por el operario

ya que el auxiliar no tiene conocimiento de los elementos, bloques, expulsores, herramientas y demás suplementos que se requieran para realizar el cambio.

- Los bloques no están marcados o identificados de manera que se conozca su posición en el molde, dificultando la operación e incrementando el tiempo de cambio.
- Los bloques y suplementos (expulsores, marquillas, placas) se encuentran desorganizados y la marcación no es visible ni corresponde con los bloques que allí se encuentran.
- Una vez se ubican los bloques en el molde, se aplica masilla epóxica para tapar agujeros de tornillería y dar acabado a la superficie. El secado de la masilla tarda 30 minutos como mínimo; periodo de tiempo en el que no se realiza ninguna actividad referente al cambio y la máquina aún permanece apagada.
- La tarima y la escalera no tienen un lugar definido para su ubicación.

7.2.2.2. Fase 2. Capacitación. Se desarrollaron diferentes jornadas de socialización y formación en la técnica SMED a los operarios y auxiliares del proceso de inyección, quienes harán parte del equipo de trabajo para la implementación. Durante las capacitaciones se explicó la técnica, sus beneficios y la metodología a implementar, además de generar conciencia en los operarios sobre las pérdidas que se generan cuando la máquina está fuera de operación. En el Apéndice 24. “Método SMED” y Apéndice 25. “Registro asistencia capacitación SMED” se muestra la presentación proyectada y el registro de asistencia.

7.2.2.3. Fase 3. Separación de actividades internas y externas. Con el diagrama de operaciones elaborado se separan las actividades internas, las cuales el operario debe realizar con la máquina detenida, y las actividades externas las cuales se realizan mientras la máquina está en marcha.

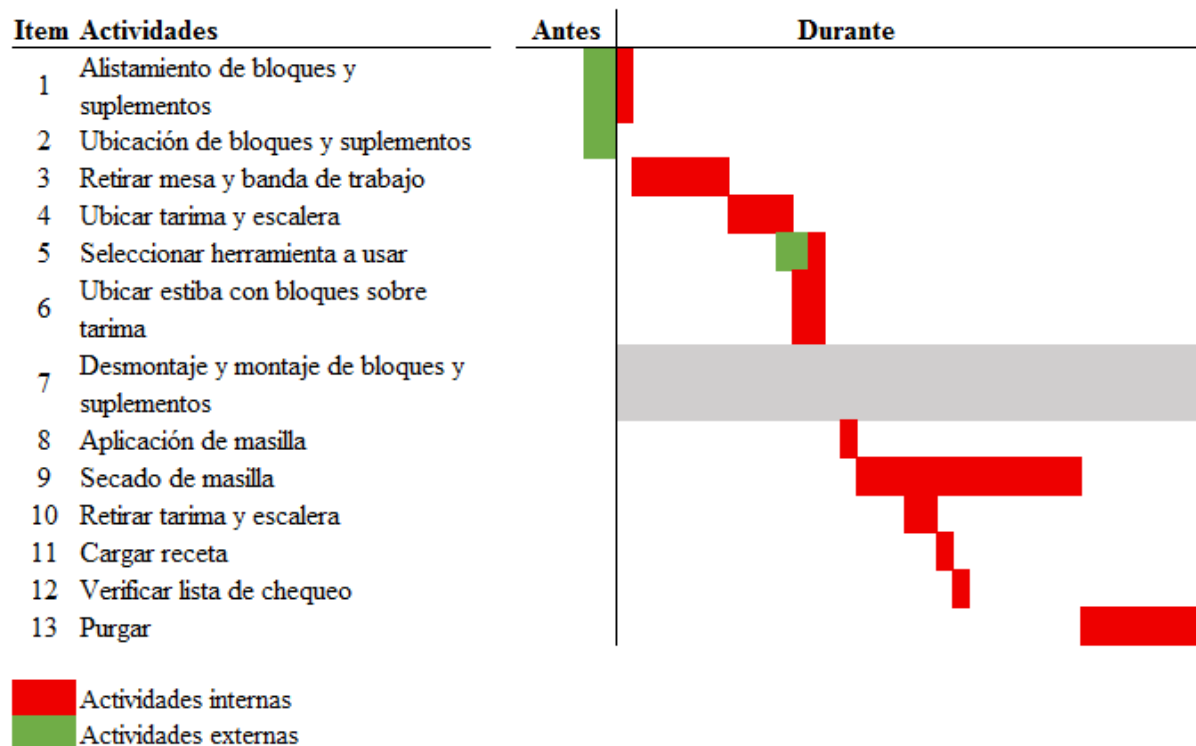


Figura 36. Separación actividades internas y externas

Tabla 16.

Tiempo actividades internas y externas

| | Tiempo | |
|-------------|----------|-------|
| | Cantidad | (min) |
| Actividades | | |
| internas | 11 | 67,47 |
| Actividades | | |
| externas | 2 | 4,16 |
| Total | 13 | 71,63 |

Se evidencia que el 84% de las actividades se realizan con la máquina parada; el alistamiento de los bloques y suplementos se hace con la máquina en operación, al igual que el alistamiento de la herramienta; sin embargo, el alistamiento de la herramienta no es completo y por tanto se evidencia que al momento de ejecutar el cambio de referencia los operarios deben bajarse de la plataforma para buscar herramientas que hacen falta, actividades que representan un despilfarro de tiempo y de improductividad de la máquina.

7.2.2.4. Fase 4. Transformación de elementos internos en externos. Para esta actividad se realizó una reunión con los tres operarios que cuentan con la mayor experiencia para revisar detalladamente cada una de las actividades que desarrollan, teniendo en cuenta el diagrama de operaciones ya identificado; de esta manera se busca seleccionar aquellas actividades que pueden ser externas y mejorar los tiempos de las actividades internas; para tal fin se tomaron las siguientes acciones:

- Se capacitó a los operarios y auxiliares para facilitar la operación de alistamiento de bloques y suplementos. Para esto, se actualizaron las fichas de producto, agregando el alistamiento de las herramientas, expulsos y suplementos que se requieren para realizar el cambio. Adicionalmente se asignó una marcación a los bloques de cada referencia y se señaló su respectiva ubicación en el molde. De este modo el operario sabrá cual es la posición correcta y podrá ubicarlo correctamente sin tener que buscar el lugar indicado.



Figura 37. Demarcación de los bloques

Las fichas fueron agrupadas por familias y se organizaron en un folder debidamente marcado para identificar fácilmente la ficha del producto a fabricar. Ver Apéndice 26. “Diseño fichas de producto”. El folder fue entregado a los operarios para que ellos lo tengan y puedan tener acceso a la ficha de producto que requieran ya que antes tenían que pedir las en la oficina del director de planta y en ocasiones no se encontraban porque no estaban agrupadas ni debidamente organizadas.



Figura 38. Fichas de producto antes



Figura 39. Folder fichas de producto

El diseño de las nuevas fichas de producto garantiza que el auxiliar o el operario aliste todos los elementos que se requieren, asegurando el desarrollo de la operación sin interrupciones por faltantes. Además, la actualización de las fichas de producto y sus parámetros, tuvo un impacto positivo en el arranque de máquina una vez realizado el cambio de referencia o de molde y por lo tanto en las salidas de producto no conforme generadas al inicio de la producción.

- Se organizó y demarcó el lugar donde se almacenan los bloques, expulsores y suplementos que se usan para cada cambio de referencia. Se elaboró una repisa para ubicar los expulsores según su número y ubicación, facilitando su búsqueda. Adicionalmente se trasladó el mueble a tan solo 3 metros de la máquina, eliminando el traslado de los bloques.



Figura 40. Almacenamiento bloques, expulsores y suplementos

- Asimismo, con el banco de trabajo adquirido, se facilitó el acceso e identificación de la herramienta y por tanto se redujo su tiempo de búsqueda 3,12 minutos.
- Se definió la ubicación para la plataforma y la escalera, de manera que quede a 12 metros de la máquina sin que interrumpa otras actividades.
- Con el fin de aprovechar el tiempo de secado de masilla, el cual tarda 30 minutos de inactividad tanto de la máquina como del operario; se propone iniciar la purga 15 minutos antes, una vez hayan finalizado las actividades previas, obteniendo una ganancia de un tiempo de 15 minutos.
- El alistamiento de los bloques y la herramienta se definió como una actividad externa. Asimismo, se socializa con los operarios la importancia y el propósito de realizar completamente el alistamiento para evitar desplazamientos e incurrir en tiempos adicionales en búsqueda de los elementos o herramientas que hagan falta al momento de realizar el cambio.

Con las mejoras mencionadas, se obtienen los siguientes cambios:

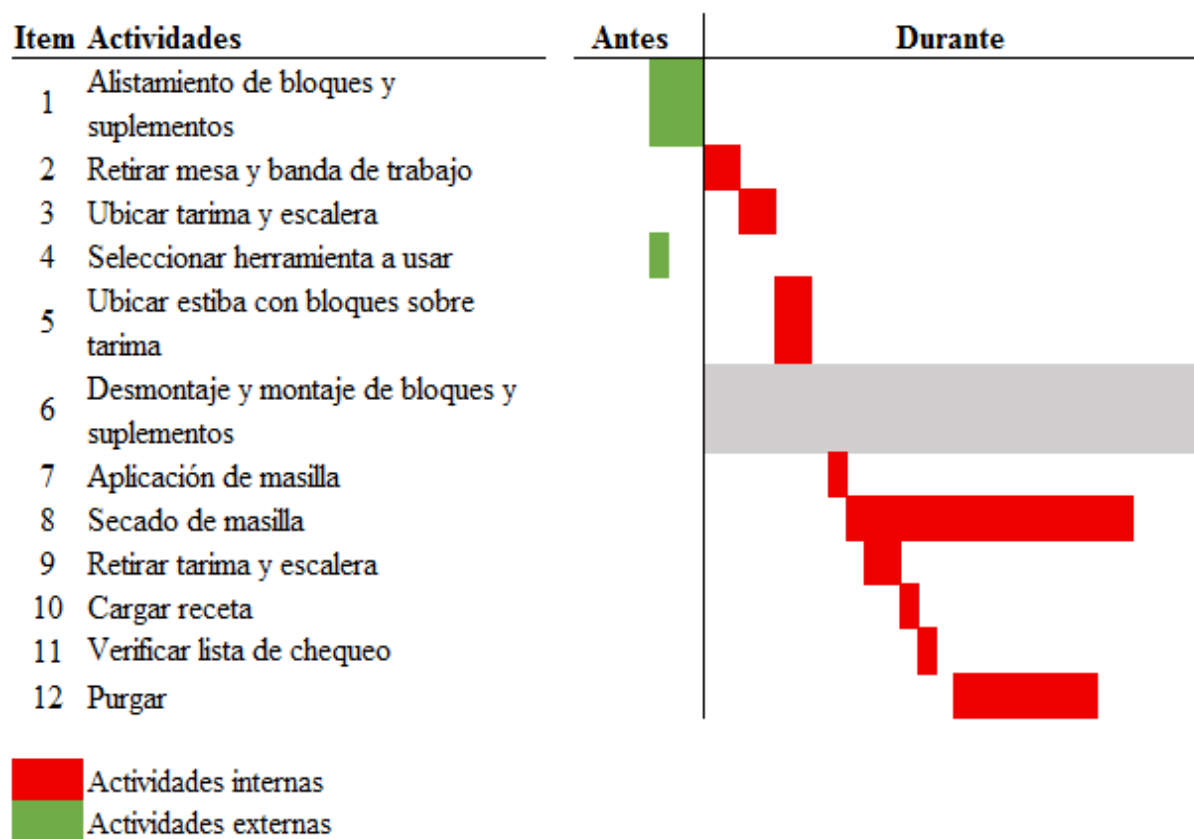


Figura 41. Actividades internas y externas con mejoras

Tabla 17.

Tiempo actividades internas y externas con mejoras

| | Cantidad | Tiempo (min) |
|----------------------|----------|--------------|
| Actividades internas | 10 | 61,95 |
| Actividades externas | 2 | 3,22 |
| Total | 12 | 65,17 |

El tiempo total de las tareas disminuyó un 9% es decir, 6,46 minutos, debido a las mejoras implementadas. El tiempo de ejecución del cambio pasó de tardar 64,97 minutos a 43,1 minutos gracias a la reorganización de las actividades internas y el desarrollo adecuado de cada actividad.

Las mejoras implementadas contribuyen en la organización y limpieza de las áreas en las cuales se encuentran los elementos requeridos para el cambio de referencia, la disminución de tiempos y traslados innecesarios a lo largo de la operación.

A lo largo de la implementación de la metodología se realizaron capacitaciones al personal y adicionalmente se realizó seguimiento a las actividades para garantizar su correcta ejecución y por lo tanto generar la cultura que permita mantener en el tiempo los cambios y mejoras con el tiempo.

Por último, la técnica permitió involucrar no solo al operario de turno, sino también a los auxiliares, permitiendo la mejora en el desempeño del cambio. En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo con las mejoras implementadas.

| SOLIPLAST | | DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO | | | | |
|---------------------|-----------|-------------------------------|--------|------------|----------------------|--|
| Máquina: | UNILOY | Operación: | | | Cambio de referencia | |
| Método: | Actual | Con mejoras | x | | | |
| Resumen | Operación | Transporte | Espera | Inspección | Almacenamiento | |
| Cantidad total | 7 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| Distancia total (m) | 27 | | | | | |
| Tiempo total (min) | 25,9 | 6,27 | 30,54 | 2,48 | 0 | |

| No. | Descripción de la operación | Tiempo (min) | Distancia (metros) | ○ | ➔ | ◐ | ◑ | ▽ |
|-----|---|--------------|--------------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Alistamiento de bloques y suplementos | 2,68 | | x | | | | |
| 2 | Retirar mesa y banda de trabajo | 1,64 | | x | | | | |
| 3 | Ubicar tarima y escalera | 2,22 | 12 | | x | | | |
| 4 | Seleccionar herramienta a usar | 0,54 | | x | | | | |
| 5 | Ubicar estiba con bloques sobre tarima | 1,47 | 3 | | x | | | |
| 6 | Desmontaje y montaje de bloques y suplementos | | | x | | | | |
| 7 | Aplicación de masilla | 4,01 | | x | | | | |
| 8 | Secado de masilla | 30,54 | | | | x | | |
| 9 | Retirar tarima y escalera | 2,58 | 12 | | x | | | |
| 10 | Cargar receta | 1,29 | | x | | | | |
| 11 | Verificar lista de chequeo | 2,48 | | | | | x | |
| 12 | Purgar | 15,72 | | x | | | | |

Figura 42. Diagrama de flujo de cambio de referencia con mejoras

Adicional a las mejoras implementadas en los cambios de referencia, se desarrolló una mejora para el alistamiento de la herramienta que se requiere en los cambios de molde. Inicialmente se debía buscar toda la herramienta en la planta y organizarla en una estiba uno o dos días antes de realizar el cambio. Por este motivo, se decide tomar un carro de herramientas que no se usaba, seleccionar la herramienta que se requiere según la zona en la que se vaya a trabajar: limpieza de boquillas y extensiones, cambio de molde en la zona posterior o cambio de molde en la zona frontal.

Para mantener control sobre la herramienta, se realizó un inventario de la herramienta en cada cajón. Asegurando que la herramienta luego de usarla retorne a su lugar, evitando pérdidas y búsquedas en la planta cada que se realice un cambio de molde.



Figura 43. Carro de herramientas cambio de molde

7.3. Plan de mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares fundamentales para implementar el mantenimiento productivo total (TPM) donde se busca mantener la maquinaria y equipos en óptimas condiciones. Los operarios son los responsables de realizar el mantenimiento más sencillo que requiera la máquina para garantizar su disponibilidad, evitar el deterioro acelerado y mantener en óptimas condiciones el área de trabajo.

7.3.1. Objetivos:

- Involucrar a los operarios y auxiliares de producción en el plan de mantenimiento autónomo
- Garantizar el cumplimiento de las actividades definidas
- Mejorar el estado de la maquinaria y equipo con la participación del personal

7.3.2. Desarrollo:

7.3.2.1. Fase 1: Situación actual. Con los resultados del muestreo de trabajo, se encuentra necesario definir las actividades para el operario que, en cada rotación, se encarga de suministrar las materias primas; esto con el fin de disminuir los tiempos ociosos y asignar al operario tareas que aportan en el buen desempeño de las máquinas de trabajo y soportan el mantenimiento preventivo.

Para tal fin se define junto con el director de planta y el coordinador de mantenimiento fortalecer y garantizar que las actividades planteadas en el plan de mantenimiento autónomo se ejecuten y adicionalmente mantener las máquinas en óptimas condiciones.

Dentro de las actividades que se desempeñan adicional a el suministro de materias primas, se realiza una limpieza a los filtros al finalizar el turno, acción que se realiza debido a que es completamente necesaria para dar continuidad a la operación de la máquina y por tanto a la producción.

7.3.2.2. Fase 2: Actualización de las actividades. Se realizó, una reunión con el coordinador de mantenimiento para revisar y definir las actividades que harán parte del plan de mantenimiento autónomo. Aquí se consideró la periodicidad con la que se debe realizar cada actividad y se definieron parámetros generales a tener en cuenta.

Es importante tener en cuenta que los operarios deben realizar las actividades definidas, una vez hayan suministrado el material en las tolvas. Las actividades deben ser ejecutadas a lo largo del turno y para el caso de las limpiezas, se deben desarrollar cada que se requiera, según el estado en el que se encuentre el área de trabajo, de manera que se garantice la organización.

Como resultado, se precisaron actividades de limpieza y organización del área de trabajo y se reajustaron las actividades para asegurar la adecuada operación de la máquina, teniendo en cuenta

que las mismas contribuirán con el mantenimiento preventivo debido a que permiten encontrar a tiempo anomalías que pueden ser tratadas sin que se vea afectada la disponibilidad de la máquina. (Ver Apéndice 22. Plan de mantenimiento autónomo.)

7.3.2.3. Fase 3: Socialización y capacitación. Con el objetivo de lograr los resultados esperados, se trabajó de manera conjunta con la metodología 5S en especial con el desarrollo de las tres primeras eses. Para explicar el método de trabajo se realizó una capacitación (ver Apéndice 19. “Capacitación 5S”) donde se da a conocer cada una de las metodologías, su aplicación e importancia de contar con el personal para su ejecución.

Una vez definido el plan de mantenimiento autónomo se socializó con el personal y se explicaron los resultados que se querían obtener de cada actividad. Asimismo, junto con el personal de mantenimiento, se capacitó a los operarios y auxiliares en las actividades que lo requerían, con el fin de instruirlos y evitar incidentes o daños que se pueden generar de no realizarlas de la manera adecuada.

Se capacitó en la limpieza de las boquillas y extensiones, para evitar que se cometan accidentes con el sistema eléctrico y generar interrupción en la operación. Adicionalmente para garantizar que se limpie el aceite de las bandejas del sistema hidráulico, se acondicionó un elemento de trabajo que facilita su operación.



Figura 44. Capacitación limpieza de boquillas

7.3.2.4. Fase 4: Seguimiento. Una vez socializado y puesto en marcha el plan, a diario se realizaban inspecciones en las áreas involucradas y se hacían apreciaciones correctivas al personal para garantizar la correcta ejecución de las actividades.

El plan de mantenimiento autónomo, junto con la metodología 5S, brindaron condiciones de trabajo adecuadas para el personal como para la maquinaria, además de facilitar futuras operaciones que se realizan tales como cambios de molde o de referencia.

Los resultados obtenidos durante los meses de octubre a diciembre se evidencian a continuación, adicionalmente en el Apéndice 27. “Registro plan de mantenimiento autónomo”, se evidencian los resultados de las inspecciones realizadas.

Tabla 18.

Resultados plan de mantenimiento autónomo

| | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | 2019 | 2019 | 2019 |
| Actividades | | | |
| desarrolladas en el mes | 4,97 | 7,42 | 9,9 |
| Total de actividades | | | |
| programadas en el mes | 15 | 15 | 15 |
| % Cumplimiento plan | | | |
| de mantenimiento | | | |
| autónomo | 33,13% | 49,47% | 66,00% |

Se muestra como resultado un incremento del 32,87% del mes de octubre a diciembre; el plan de mantenimiento autónomo representó beneficios en la limpieza y organización del área de trabajo y en el mantenimiento de la máquina. Además, se complementaron las actividades que el personal encargado de suministrar el material debe realizar para de este modo, disminuir los tiempos de inactividad.

7.4. Distribución de planta

La planificación de la distribución de planta consiste en buscar la manera adecuada de ordenar la maquinaria y equipos de manera que proporcionen la máxima eficiencia y por tanto seguridad y satisfacción a los trabajadores.

Con la propuesta de distribución de planta se busca encontrar una ordenación de las áreas de trabajo y equipos de manera que el proceso sea eficiente, continuo y reducir al máximo las distancias recorridas para optimizar las operaciones.

7.4.1. Objetivos:

- Proporcionar la utilización efectiva de los espacios de trabajo
- Disponer las áreas de trabajo de manera que no se presenten interrupciones entre los procesos
- Reducir distancias y movimientos innecesarios

7.4.2. Desarrollo:

7.4.2.1. Fase 1: Análisis de la situación actual. Inicialmente para conocer el estado actual de la planta en cuanto a distribución, movimientos y traslados que se realizan con las materias primas, producto en proceso y producto terminado; se elaboró el diagrama de recorrido y se analizaron las distancias recorridas a lo largo del proceso productivo.

En el capítulo 5.1.6. se muestra el análisis de la situación actual, allí se identificaron oportunidades de mejora y hallazgos encontrados que se pretenden atacar con la ordenación de las áreas de trabajo de manera que no se genere interrupción de las actividades y se aprovechen los espacios con los que cuenta la compañía, permitiendo el flujo continuo de las materias primas, el producto en proceso y el producto terminado.

7.4.2.2. Fase 2: Análisis de relación de las actividades. Para realizar la distribución de planta es necesario analizar la intensidad de las interacciones entre las distintas áreas que se ven involucradas en el proceso productivo. Para este fin se emplea la tabla relacional de actividades (Ver tabla 19), con la cual se elabora un diagrama donde se expresa de manera gráfica el grado de proximidad entre cada actividad.

Tabla 19.

Parámetros de relación de las actividades

| Código | Columna | Prioridad de cercanía |
|--------|------------|---------------------------|
| A | ██████████ | Absolutamente necesaria |
| E | ██████████ | Especialmente necesaria |
| I | ██████████ | Importante |
| O | | Ordinario |
| U | | Indiferente / Innecesario |

Tabla 20.

Relación entre las áreas de trabajo

| N° | Áreas | Relación de áreas | | | | | | | | | |
|----|----------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Almacén de materias primas | - | E | E | U | U | U | U | U | U | U |
| 2 | Silos | | - | I | I | U | U | U | U | U | U |
| 3 | Mezclador | | | - | A | U | U | U | U | U | U |
| 4 | Inyección | | | | - | E | E | U | U | U | U |

Continuación Tabla 20.

Relación entre las áreas de trabajo

| N° | Áreas | Relación de áreas | | | | | | | | | |
|----|--|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 5 | Área producto inyección terminado | | | | | - | U | U | U | U | A |
| 6 | Almacén producto en proceso | | | | | | - | A | A | O | U |
| 7 | Ensamble termofusión | | | | | | | - | U | A | U |
| 8 | Ensamble soldadura plástica | | | | | | | | - | U | I |
| 9 | Área producto salido de ensamble termofusión | | | | | | | | | - | A |
| 10 | Almacén producto terminado | | | | | | | | | | - |

El factor que se tuvo en cuenta para la intensidad de la relación de proximidad de las actividades fue el flujo de materiales o producto y necesidad de interacción existente.

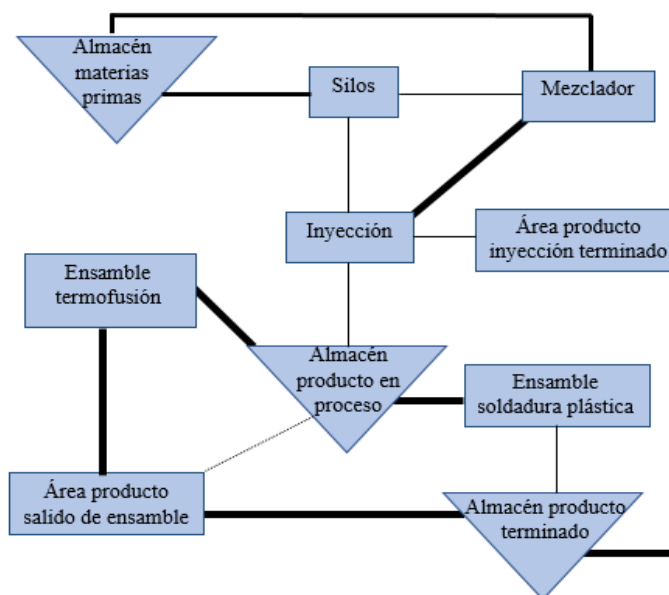


Figura 45. Diagrama de relación entre las áreas de trabajo

En el diagrama se visualiza en primera instancia los parámetros que deben ser tenidos en cuenta a la hora de realizar la distribución. Sin embargo, es importante tener en cuenta la estimación del espacio de cada área al momento realizar la redistribución; en la tabla 22 se muestra la superficie actual para las actividades que se tienen en cuenta en el diagrama de relación.

Tabla 21.

Área de las zonas de trabajo

| Zona de la empresa | Área (m²) |
|--|-----------------------------|
| Almacén de materias primas | 338,22 |
| Silos | 102,6 |
| Mezclador | 22,5 |
| Inyección | 91,5 |
| Área producto inyección terminado | 75,6 |
| Almacén producto en proceso | 117,81 |
| Ensamble termofusión | 35,28 |
| Ensamble soldadura plástica | 70,2 |
| Pulido | 59,2 |
| Área producto salido de ensamble termofusión | 61,2 |
| Almacén producto terminado | 437,4 |
| Área total | 1411,51 |

7.4.2.3. Fase 3: Propuesta de distribución. Basada en el diagrama de relación de actividades, el cálculo de las áreas, el diagrama de recorrido y el diagnóstico inicial de la distribución de planta, se plantea la distribución de las áreas de Soliplast S.A., para lo cual se tienen en cuenta los siguientes aspectos encontrados:

- El área de ensamble por soldadura plástica interrumpe el acceso del montacargas para ubicar el producto; por lo tanto, se deben realizar largos desplazamientos y parar el ensamble. Adicionalmente no se cuenta con un cuarto adecuado para realizar el pulido de los diques lo cual hace que las partículas que se generan se expandan a sus alrededores y se penetren en el producto almacenado e inclusive que cause daños en el sistema eléctrico e hidráulico de las máquinas. En las propuestas planteadas se debe tener en cuenta la reubicación de ensamble por soldadura plástica y su relación con el área de producto a ensamblar.

- La operación de pulido no cuenta con un espacio delimitado y por tanto se dispone de todo el espacio que se tiene disponible, además cuenta con objetos y elementos que no se requieren en la operación. De modo que es importante definir un área que sea adecuada y cuente con los elementos necesarios para el desarrollo de la operación.

- El área de producto en proceso presenta una relación fuerte con ensamble por termofusión. Se propone disponer de un lugar de fácil acceso, que permita un flujo continuo y adicionalmente, reducir desplazamientos de producto en proceso. Para esto es necesario contar con un área independiente para ubicar el producto terminado que sale de ensamble, sin que haya la necesidad de compartir el área con el producto que sale de inyección o buscar un espacio disponible para su ubicación.

En este sentido, las propuestas planteadas buscan liberar espacio y disponer de las áreas adecuadas para cada proceso sin que haya interrupciones a ninguna actividad y que el desarrollo

de cada proceso cuenta con el área adecuada para realizar la operación. En el Apéndice 28. “Diagrama de relación de espacios” se presentan dos alternativas de distribución, en las cuales se reubica el proceso de ensamble por soldadura plástica y el área de pulido, teniendo en cuenta la relación entre cada área y las distancias recorridas.

Con las propuestas planteadas se realiza un comparativo entre las distancias y las áreas que se ven afectadas con las propuestas de distribución, lo cual facilita y permite tomar decisiones. En la siguiente tabla se muestra la comparación entre cada propuesta.

Tabla 22.

Comparativo de distancias recorridas

| Zona de la empresa | | Distancia / actual (m) | Distancia / propuesta 1 (m) | Distancia / propuesta 2 (m) |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Desde | Hasta | | | |
| Producto ensamblado | Almacenamiento producto | 27,17 | 8,4 | 8,4 |
| Área salida de proceso | Stock producto antiderrame | 11 | 11 | 11 |
| Stock producto antiderrame | Ensamble por soldadura plástica | 16 | 20 | 19,74 |
| Ensamble por soldadura plástica | Pulido | 6,57 | 2 | 2 |
| Ensamble por soldadura plástica | Zona de preparación y embalaje | 14,5 | 18,38 | 5,64 |

Continuación Tabla 22.

Comparativo de distancias recorridas

| Zona de la empresa | | Distancia / actual (m) | Distancia / propuesta 1 (m) | Distancia / propuesta 2 (m) |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Desde | Hasta | | | |
| Almacenamiento | Ensamble por termofusión | 56,09 | 9 | 9 |
| Distancia recorrida | | 131,33 | 68,78 | 55,78 |

Tabla 23.

Comparativo entre áreas

| Zona de la empresa | Área (m ²) | Área contemplada 1 | Área contemplada 2 |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Almacén de materias primas | 338,22 | 377,12 | 414,62 |
| Silos | 102,6 | 102,6 | 102,6 |
| Mezclador | 22,5 | 22,5 | 22,5 |
| Inyección | 91,5 | 91,5 | 91,5 |
| Área producto inyección terminado | 75,6 | 75,6 | 75,6 |
| Almacén producto en proceso | 117,81 | 110,545 | 110,54 |
| Ensamble termofusión | 35,28 | 35,28 | 35,28 |
| Ensamble soldadura plástica | 70,2 | 40,1 | 36 |

Continuación Tabla 23.

Comparativo entre áreas

| Zona de la empresa | Área (m ²) | Área contemplada 1 | Área contemplada 2 |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pulido | 59,2 | 18,65 | 14,8 |
| Área producto salido de ensamble | | | |
| termofusión | 61,2 | 62,37 | 62,37 |
| Almacén producto terminado | 437,4 | 584,82 | 584,82 |
| Área total | 1411,51 | 1521,085 | 1550,63 |

Para determinar cuál de las propuestas se va a ejecutar, se realiza una reunión con el gerente, director de planta, coordinador de logística y de mantenimiento; en la cual se estudian las propuestas y se determina la distribución más conveniente. En el Apéndice 29. “Propuestas de distribución de planta” se muestra la presentación que se elaboró para presentar las propuestas.

En la tabla 22 se muestra que la propuesta 2 reduce un 10% demás, las distancias recorridas que se ven afectadas con el cambio, respecto a la propuesta 1. Asimismo, en la tabla 23 se evidencia que hay mayor aprovechamiento de áreas con la propuesta 2; sin embargo, analizando el espacio disponible para la operación de pulido y soldadura plástica, no es conveniente porque es un espacio muy reducido; adicionalmente en la reunión, se manifestó la importancia de poder tener control visual sobre la operación, lo cual se facilita con la propuesta 1.

Finalmente se discutieron los beneficios e implicaciones que traía cada una de las propuestas y se decidió poner en marcha la propuesta 1, ya que las áreas definidas son óptimas para el desarrollo de las operaciones y permite un flujo continuo entre cada actividad, además de liberar espacios y

zonas de acceso para el almacenamiento del producto sin causar interrupciones; por otro lado, facilita las conexiones eléctricas y adecuaciones que se deben realizar para ejecutar la distribución.

7.4.2.4. Fase 4. Ejecución de la propuesta de distribución. Una vez definida la propuesta, se procede a definir las actividades que se deben realizar y el responsable de cada una de ellas.

Tabla 24.

Actividades redistribución de planta

| Item | Actividades | Responsables |
|------|--|-----------------------------|
| 1 | Despejar el área a utilizar | Mantenimiento / Logística |
| 2 | Construcción de las adecuaciones (placa, rejillas) | Personal externo (Mauricio) |
| 3 | Construcción de la cabina para pulido y pintura | Personal externo (Mauricio) |
| 4 | Conexiones eléctricas y luminarias | Mantenimiento |
| 5 | Construcción del sistema de extracción | Mantenimiento |
| 6 | Traslado de herramientas y elementos de la operación | Operario de ensamble |
| 7 | Ubicación de las herramientas y elementos | Operario de ensamble |

7.4.2.5. Fase 5. Resultados de la distribución. En el Apéndice 30. “Distribución de planta nuevo” y Apéndice 31. “Diagrama de recorrido nuevo” se muestran los planos de la nueva distribución de planta y el diagrama de recorrido.

Como resultado de la distribución de planta se lograron los siguientes beneficios:

- El espacio para almacenamiento de materias primas y producto terminado aumentó 38,9 m² y 147,42 m² respectivamente.

- Se definió un área para la entrada y salida de producto que requiere ser ensamblado por termofusión, disminuyendo los transportes de producto en proceso que se generaban debido a que no se contaba con un espacio definido y libre.



Figura 46. Liberación de espacio

- Se reducen las distancias y movimientos de producto en proceso y producto terminado un 47%, gracias a la liberación de espacio y la facilidad de acceso a la bodega de almacenamiento de producto.
- El proceso de ensamble por soldadura plástica cuenta con el área adecuada, adicionalmente se modificaron las mesas de trabajo, ubicando las herramientas y elementos requeridos en cada una de estas; de modo que se elimina la tarea de tener que ir a buscarlas para iniciar la operación.



Figura 47. Mesas de trabajo ensamble por soldadura plástica

- Para el área de pulido se adecuó un sistema de extracción de partículas para controlar las partículas que se generan en la operación. Esto contribuye con la organización y aseo de la planta y las máquinas.
- Se despejaron las áreas de trabajo, permitiendo la circulación adecuada para los elementos de transporte (montacarga y transpalet).
- Se logró tener control y supervisión visual sobre cada uno de los procesos.
- Incremento en la organización, limpieza y seguridad de las áreas de trabajo.

8. Indicadores de gestión

Se diseñó un sistema de indicadores que permita medir el rendimiento y desempeño de las mejoras implementadas en la empresa y su impacto sobre el proceso productivo. Tomando como referencia el diagnóstico inicial realizado.

8.1. Tiempo productivo de máquina.

Permite medir el tiempo en el que la máquina opera en óptimas condiciones. Para esto es necesario tener en cuenta actividades en las cuales la máquina no está en operación, tales como: cambios de referencia, cambios de molde, paradas programadas y no programadas. En la siguiente figura se evidencia la ficha del indicador.


|  FICHA TÉCNICA DE INDICADORES | |
|---|---|
| Proceso al que pertenece | Producción |
| Responsable | Coordinador de producción |
| Nombre del indicador | Tiempo productivo de máquina |
| Objetivo | Medir la productividad de la maquinaria con el fin de conocer el aprovechamiento de la maquinaria a lo largo del proceso productivo |
| Unidad de medida | Porcentaje (%) |
| Fórmula | $\frac{\text{Horas máquina trabajadas en el mes}}{\text{Horas programadas en el mes}} * 100$ |
| Periodicidad | Mensual |
| Meta | 100% |

Figura 48. Ficha indicador tiempo productivo de máquina

Los resultados para el indicador están dados en la tabla 25 y en la figura 49. Los datos para el indicador fueron suministrados por la empresa.

Tabla 25.

Resultados tiempo productivo de máquina

| Indicador tiempo productivo de máquina | | | | | | |
|---|--------------|---------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|
| | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| Horas máquina trabajadas en el mes | 332,5 | 649,3 | 652,9 | 649 | 591,1 | 432,7 |
| Horas programadas en el mes | 468,5 | 744 | 720 | 731,5 | 720 | 467,5 |
| % Tiempo productivo de máquina | 70,97% | 87,27% | 90,68% | 88,72% | 82,10% | 92,56% |

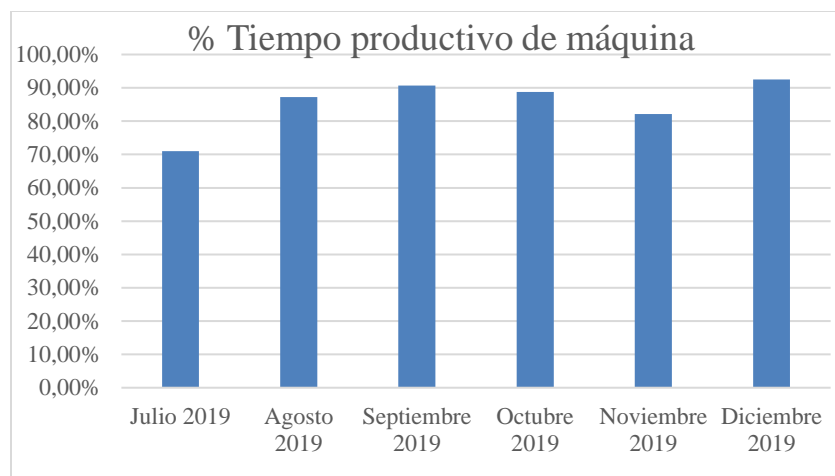


Figura 49. % Tiempo productivo de máquina

En el mes de julio se presentó una parada de máquina durante 22 días debido a una serie de fallas en la máquina, atribuidas a problemas en el variador, la prensa y en el sistema de inyección. Los meses de agosto, octubre y noviembre el indicador se reduce por el elevado número de cambios de referencia realizados, teniendo en cuenta que su duración depende de la magnitud y complejidad del cambio si involucra cambios en la placa fija, la placa móvil del molde o en ambas. En la siguiente tabla se observa los cambios de referencia, de color y de molde realizados en cada uno de los meses.

Tabla 26.

Tiempos de cambio

| Mes | Cambios de referencia | | Cambios de molde | | Cambios de color | |
|------------|-----------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | Horas | Número | Horas | Número | Horas | Número |
| Agosto | 47,54 | 31 | 15,83 | 2 | 12,66 | 12 |
| Septiembre | 21,41 | 10 | 22 | 4 | 1,33 | 1 |
| Octubre | 35,28 | 23 | 5,83 | 2 | 6,91 | 8 |

Continuación Tabla 26.

Tiempos de cambio

| Mes | Cambios de referencia | | Cambios de molde | | Cambios de color | |
|-----------|-----------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | Horas | Número | Horas | Número | Horas | Número |
| Noviembre | 43,32 | 17 | 26,75 | 2 | 3,56 | 6 |
| Diciembre | 8,99 | 9 | 0 | 0 | 1,49 | 2 |

Se evidencia que la técnica SMED implementada, junto con la organización, facilidad de acceso e identificación de las herramientas, bloques y suplementos y la documentación del alistamiento para los cambios de referencia, refleja el progreso y por lo tanto la mejora en la ejecución y duración de cada una de las actividades.

8.2. Producto defectuoso

Este indicador representa el porcentaje de producto defectuoso generado a lo largo de la producción. Para este indicador se tiene en cuenta el producto clasificado de segunda y producto que presenta faltantes de inyección y por lo tanto no puede ser vendido al cliente.


|  FICHA TÉCNICA DE INDICADORES | |
|---|--|
| Proceso al que pertenece | Calidad |
| Responsable | Coordinador de calidad |
| Nombre del indicador | Salidas no conformes |
| Objetivo | Cuantificar el número de producto que no cumple con las especificaciones dadas y por tanto no puede ser entregado al cliente |
| Unidad de medida | Porcentaje (%) |
| Fórmula | $\frac{\text{Unidades de producto de segunda y no conforme}}{\text{Total de unidades producidas en el mes}} * 100$ |
| Periodicidad | Mensual |
| Meta | $\leq 2\%$ |

Figura 50. Ficha indicador producto defectuoso

Los resultados del indicador de los meses comprendidos entre julio y diciembre se evidencian en las siguiente tabla y gráfica.

Tabla 27.

Resultados salidas no conformes

| Indicador salidas no conformes | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|---------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Julio | Agosto | Septiembr | Octubre | Noviembr | Diciembr |
| | 2019 | 2019 | e 2019 | 2019 | e 2019 | e 2019 |
| Unidades de producto | | | | | | |
| de segunda y no | 128 | 156 | 109 | 204 | 195 | 67 |
| conforme | | | | | | |
| Total de unidades | | | | | | |
| producidas en el mes | 7421 | 13041 | 12456 | 24715 | 22209 | 8885 |
| % Salidas no | | | | | | |
| conformes | 1,72% | 1,20% | 0,88% | 0,83% | 0,88% | 0,75% |

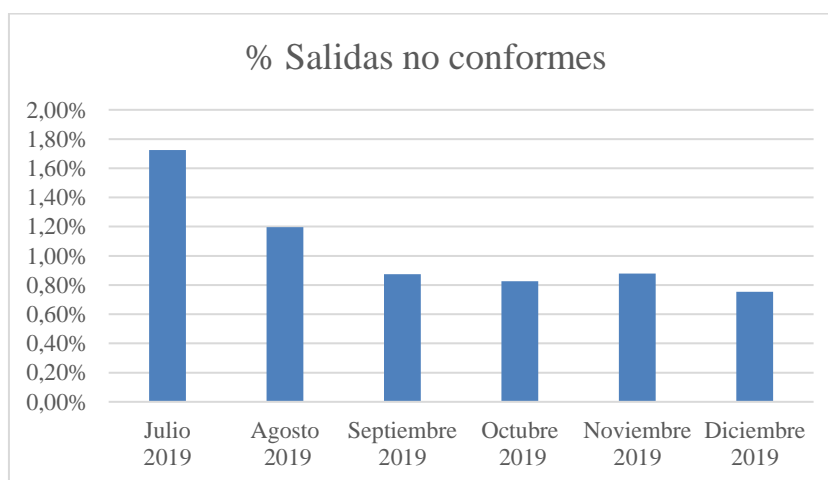


Figura 51. % Salidas no conformes

En los resultados arrojados en el indicador se observa que ningún mes supera el dos por ciento de salidas de producto no conforme ocasionadas en el arranque o a lo largo del proceso y se estima un promedio del 1,04% de producto defectuoso a lo largo de la producción.

Las metodologías implementadas lograron impactar positivamente en el proceso productivo y en la destreza y habilidad del operario para actuar frente a incidencias que se presenten en la producción. Adicionalmente la actualización de las fichas de producto, tomaron parte significativa en el arranque de máquina, actividad crítica que generaba altos niveles de producto no conforme.

8.3.Cumplimiento plan de mantenimiento autónomo

Con este indicador se logra tener control sobre la ejecución de las actividades definidas en el plan de mantenimiento autónomo; adicionalmente genera en los operarios y auxiliares de turno la cultura de realizar las actividades y por ende la mejora continua.

|  FICHA TÉCNICA DE INDICADORES | |
|---|--|
| Proceso al que pertenece | Producción |
| Responsable | Coordinador de producción |
| Nombre del indicador | Cumplimiento plan de mantenimiento autónomo |
| Objetivo | Medir mensualmente el cumplimiento de la ejecución adecuada del plan de mantenimiento autónomo para el área de inversión |
| Unidad de medida | Porcentaje (%) |
| Fórmula | $\frac{\text{Actividades desarrolladas en el mes}}{\text{Total actividades programadas en el mes}}$ |
| Periodicidad | Mensual |
| Meta | 100% |

Figura 52. Ficha indicador cumplimiento plan de mantenimiento autónomo

En la tabla 28 se muestran los datos que permiten calcular el indicador; estos fueron tomados mediante inspecciones diarias realizadas en las cuales se verifica el cumplimiento del plan de

mantenimiento autónomo. A partir del mes de octubre el seguimiento se realizó con las modificaciones que se hicieron en el plan de mantenimiento autónomo.

Tabla 28.

Resultados cumplimiento plan de mantenimiento autónomo

| Indicador cumplimiento plan de mantenimiento autónomo | | | | | | |
|--|--------------|---------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|
| | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 | 2019 |
| Actividades | | | | | | |
| desarrolladas en el mes | 2,7 | 2,5 | 3 | 4,97 | 7,42 | 9,9 |
| Total actividades | | | | | | |
| programadas en el mes | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 15 |
| % Cumplimiento plan | | | | | | |
| de mantenimiento | | | | | | |
| autónomo | 19,29% | 17,86% | 21,43% | 33,13% | 49,47% | 66,00% |

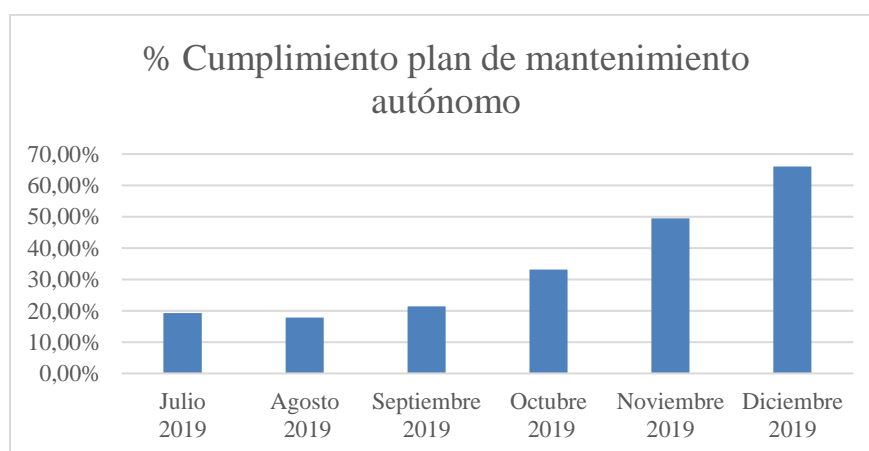


Figura 53. %Cumplimiento plan de mantenimiento autónomo

La figura 53 representa gráficamente los resultados del indicador el cual refleja un incremento progresivo, debido a los controles que se llevaron a cabo y las capacitaciones con el personal.

8.4. Cumplimiento 5S's

Luego de la aplicación y las capacitaciones realizadas al personal en la metodología 5S, es necesario llevar el control y seguimiento de cada una de las actividades definidas, con el fin de mantener su ejecución en el tiempo. De este modo mensualmente desde el mes de octubre a diciembre, se realizó seguimiento por medio de la lista de chequeo implementada en el diagnóstico (ver Apéndice 13. "Lista de chequeo de las 5S")


|  FICHA TÉCNICA DE INDICADORES | |
|---|---|
| Proceso al que pertenece | Producción |
| Responsable | Coordinador de producción |
| Nombre del indicador | Cumplimiento 5S's |
| Objetivo | Medir mensualmente el cumplimiento de los estándares definidos en la metodología 5S's |
| Unidad de medida | Porcentaje (%) |
| Fórmula | $\frac{\sum \text{Porcentaje de cumplimiento mensual de cada ese}}{5}$ |
| Periodicidad | Mensual |
| Meta | 100% |

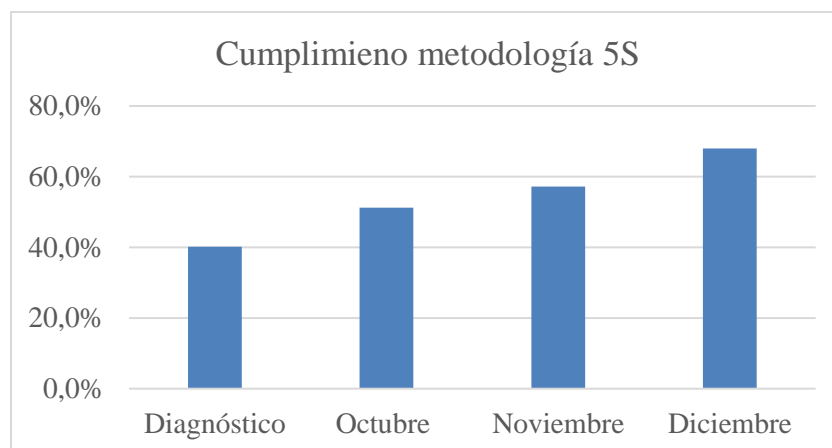
Figura 54. Ficha indicador cumplimiento 5S

En la siguiente tabla se evidencian los resultados obtenidos de la evaluación de cada ese en los periodos evaluados.

Tabla 29.

Resultados cumplimiento 5S

| Mes | Clasificar | Organizar | Limpiar | Estandarizar | Disciplina | Total |
|------------------------------|------------|-----------|---------|--------------|------------|-------|
| Diagnóstico | 57% | 41% | 52% | 23% | 28% | 40,2% |
| Octubre | 64% | 44% | 60% | 48% | 40% | 51,2% |
| Noviembre | 68% | 52% | 64% | 52% | 50% | 57,2% |
| Diciembre | 76% | 72% | 68% | 64% | 60% | 68,0% |
| Incremento porcentual | 19% | 31% | 16% | 41% | 32% | 28% |

*Figura 55. Cumplimiento metodología 5S*

En la figura 55 se observan los resultados mes a mes a lo largo de la implementación de la metodología 5S. Su implementación contribuyó en la mejora del ambiente de trabajo en cuanto organización y limpieza de las áreas, además de la señalización, visualización y facilidad de acceso a cada uno de las herramientas y elementos, eliminando actividades innecesarias atribuidas a la búsqueda de implementos que se requieren y evitando pérdidas de herramienta.

8.5. Análisis de distribución de planta

Con la nueva localización del proceso de ensamble por soldadura plástica se logra aprovechar 109 metros cuadrados demás, espacio ganado para áreas de almacenamiento de materias primas y producto en proceso y producto terminado. Igualmente se presenta una reducción en las distancias recorridas, gracias al espacio liberado y el acceso sin interrupciones con el montacarga a la zona de almacenamiento, evitando movimientos innecesarios y manipulación del producto por largos trayectos, que pueden ocasionar daños al producto.

Tabla 30.

Resultados distribución de planta

| | Diagnóstico inicial | Propuesta de mejora | % de mejora |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Área en metros cuadrados | 1411,51 | 1521,085 | 7,76% |
| Distancia recorrida en metros | 479,76 | 417,21 | 13,04% |

9. Conclusiones

El diseño e implementación de listas de chequeo, diagramas de Pareto, diagramas de flujo del proceso, estudios de tiempos, entre otras herramientas, fueron clave para la recolección de información necesaria para comprender el proceso productivo e identificar incidencias y despilfarros. Se logró identificar que la metodología 5S no está implementada en la planta de producción, ocasionando tiempos y movimientos innecesarios, al igual que la distribución de planta no permite un flujo continuo de las operaciones, en especial del proceso de ensamble por

soldadura plástica. Adicionalmente, se evidencian largos tiempos en los cambios de referencia y tiempos de inactividad a lo largo de la jornada para el operario que se encuentra suministrando las materias primas.

Una vez identificadas las oportunidades de mejora, se formularon cuatro propuestas dentro de las cuales estaba implementar la metodología 5S en conjunto con el plan de mantenimiento autónomo; también se propuso la aplicación de la técnica SMED para reducir tiempos de cambio de referencia y, por último, realizar una redistribución de planta que permita el flujo continuo y el aprovechamiento de las áreas de trabajo. Las propuestas de mejora fueron socializadas y aprobadas por la gerencia y los directivos de cada proceso. A continuación, se cuantifican las mejoras obtenidas a través de la implementación de las mejoras propuestas.

Mediante la implementación de la metodología 5S se logró eliminar desperdicios que se generan en el puesto de trabajo, movimientos y desplazamientos innecesarios, esperas, despilfarros de tiempo y espacio y búsquedas de elementos y herramientas debido a que no se contaba con un lugar definido y de fácil acceso. Adicionalmente impactó positivamente en la motivación del personal interno y externo. La metodología logró tener una mejora del 28% respecto a la condición inicial. Del mismo modo y de la mano con la metodología 5S se implementó el mantenimiento autónomo por parte del personal que opera la máquina lo cual permitió mantener las condiciones apropiadas para la operación, logrando un cumplimiento del 66% del plan de mantenimiento autónomo.

Como resultado de la técnica SMED, se logra disminuir 21,87 minutos del tiempo de cambio de referencia, lo cual se ve reflejado en la producción de 93 estibas demás al mes. Esto gracias a la reorganización de las actividades internas y las mejoras implementadas. Adicionalmente la descripción de la herramienta, suplementos y la marcación de los bloques requeridos para la

fabricación de cada producto, además de la organización, facilitan y garantizan que el operario o el auxiliar realicen completamente y de manera adecuada el alistamiento, sin que se generen interrupciones en el cambio a la hora de realizarlo.

La reubicación del proceso de soldadura plástica aseguró el flujo continuo y sin interrupciones de materias primas, producto en proceso, producto terminado y del personal, además de brindar coordinación y eficiencia en la planta y en cada una de las operaciones que se llevan a cabo; se logró una reducción de movimientos y traslados de materiales innecesarios en un 47%.

Para la metodología 5S y el plan de mantenimiento se realizó una capacitación en conjunto a todo el equipo de trabajo con el fin de socializar los beneficios y los objetivos que se trazaron. Además, se realizó una capacitación con el personal de inyección, sobre la técnica SMED, esto con el fin de conseguir una correcta ejecución.

Por último, para la evaluación y seguimiento de cada una de las técnicas y metodologías implementadas, se diseñaron cuatro indicadores de gestión con su respectiva ficha técnica, para los cuales se realizó seguimiento por 5 meses. Los indicadores fueron: tiempo productivo de máquina, producto defectuoso, cumplimiento de plan de mantenimiento autónomo y cumplimiento de metodología 5S. Dentro de los cuales se obtuvo un resultado promedio de 85,38%, 1,04%, 34,53% y 68%, respectivamente.

10. Recomendaciones

De acuerdo con lo observado a lo largo del desarrollo del proyecto en Soliplast S.A., se presentan las siguientes recomendaciones que contribuirán con el mejoramiento continuo de la empresa.

Afinar las metodologías ya implementadas y buscar nuevas herramientas lean manufacturing y six sigma, tales como la estandarización de trabajos, Kanban, Kaizen, Just inTime, entre otras, las cuales se centran en la mejora continua y la optimización del sistema de producción.

Continuar haciendo seguimiento por medio de las herramientas de control implementadas con el fin de garantizar el cumplimiento por parte del personal encargado, y tomar acciones frente a los resultados obtenidos, de manera que se incentive a la mejora continua.

Es necesario realizar seguimiento al alistamiento previo al cambio de referencia y visualizar que se haga como se definió en la ficha de producto. También se sugiere revisar la ejecución del cambio de referencia y de molde con el fin de estandarizar la operación y unificar las prácticas que se llevan a cabo.

Es importante comunicar al personal los resultados obtenidos en cada una de las metodologías, el estado en el que se encuentra y el seguimiento que se realiza. De manera que se identifiquen los focos que requieren mayor atención y las acciones a tomar para cumplir con lo planeado.

Con el fin de mantener e incentivar cada una de las técnicas y metodologías implementadas se recomienda realizar periódicamente capacitaciones donde se transmita al personal lo importante que es contar con la participación de todos para la ejecución de cada metodología, ya que esto afinará lo que ya se implementó, y más adelante permitirá implementar nuevas herramientas lean manufacturing que aportarán significativamente en la productividad y calidad de la empresa.

Referencias bibliográficas

Alvarado J. A. y Rivera N. R., (2017). *Análisis y mejoramiento de los procesos productivos de cajas de cartón de la empresa Carbolsas Ltda.* (Proyecto de grado) Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga

Beltrán D. J., y Jaimes M., (2019). *Plan de mejoramiento para el sistema productivo en la empresa Fantaxias S.A.S.* (Proyecto de grado) Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga

Blanco B. R. y Aguilar M., (2019). *Ingeniería de métodos.* Recuperado de: <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/Unidad-4-OCW.pdf>

Espin F., (2013). *Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación.* Recuperado de: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>

Toasa C. y Mishel A., (2019). *El efecto Poka Yoke en el proceso productivo. Caso: Empresa de calzado industrial.* (Proyecto de grado) Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30053/1/T4606ig.pdf>

Guajardo E., (2003). *Administración de la calidad total.* Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=9zYyYc6i9JwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=poka%20yoke%20&f=false

Ingeniería industrial online, s.f., *Diseño y distribución en planta*. Recuperado de:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/>

León N., (2009). *Estudio de métodos y tiempos mediante la técnica muestreo del trabajo en el centro colombo americano en la ciudad de Pereira*. (Proyecto de grado) Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. Recuperado de:
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2237/658542L579.pdf;jsessionid=8F4FD9BCC14FBC96F05F6F8223ED6306?sequence=1>

López B., (2007). *Aplicación del SMED para la solución de problemas en el proceso de fabricación por termocompresión*. (Tesina) Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. Recuperado de:
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/348/Aplicacion%20del%20SMED.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Meire, (2018). *Diagrama de flujo (flujograma) de proceso*. Recuperado de:
<https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-flujo-flujograma-de-proceso/>

Menéndez G, (2014). *LOS 7 MUDAS: ¿SABES CUALES SON LOS 7 DESPERDICIOS DE LAS EMPRESAS?*. Recuperado de: <https://prevenblog.com/las-7-mudas/>

Mejía C., Dorado R. y Cobo L, (2016). Tres estrategias para la definición del Layout de celdas de manufactura empleando algoritmos genéticos. Revista Universidad EAN. Bogotá. Recuperado de: <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revistao/article/view/1442/1395>

Pérez G. y Soto A. M., (2005). *Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004*. Revista Universidad EAFIT. Medellín. Recuperado de: <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/829>

Rajadell M. y Sánchez J. L., (2010). *LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad*. Diaz de Santos. Recuperado de: https://www.academia.edu/15778406/Lean_Manufacturing_la_evidencia_de_una_necesidad

Ramos J. M., (2012). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Recuperado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1652>

Restrepo L., (2017). *Los 7 desperdicios del Lean Manufacturing*. Recuperado de: <http://mdc.org.co/desperdicios-lean-manufacturing/>

Salazar J.A. y Ramos K. J., (2017). *Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Fimar*. (Proyecto de grado) Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.