

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA GARCIA
VEGA S.A.S EN SU PLANTA DE GIRÓN**

**KATHERINE LUCIA TIBADUISA QUIJANO
CÓDIGO: 2051350**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2015

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA GARCIA
VEGA S.A.S EN SU PLANTA DE GIRÓN**

**KATHERINE LUCIA TIBADUISA QUIJANO
CÓDIGO: 2051350**

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial

**Directora
Msc. Eliana Marcela Peña Tibaduiza**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2015**

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar esta meta satisfactoriamente.

A mis padres los más grandes cómplices en esta meta, por el amor desmedido entregado día a día, por su sacrificio y empeño en mi formación y educación. Por su paciencia. Porque mis logros son de ustedes, éste es nuestro logro.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por aquellos dones que impuso en mí, entre ellos la fortaleza para derribar los obstáculos que se presentaron y darme la felicidad de concluir ésta etapa de mi vida.

A mis padres Jorge y Lucia, por ofrecerme siempre lo mejor. Gracias a su apoyo incondicional, comprensión, amor y esfuerzo. Por estar conmigo en las dificultades animándome a seguir y celebrar a mi lado el cumplimiento de los logros obtenidos.

A mis hermanos y príncipes, Oscar, Antonio y Daniel, a quienes admiro inmensamente. Ustedes son mi ejemplo a seguir, gracias por sus consejos y apoyo constante en todas las etapas de mi vida, especialmente en los momentos en que más los necesito.

A los integrantes de mi familia, que muchas veces sin saberlo sus palabras fueron fuente de inspiración y motivación.

A los compañeros de clase que se convirtieron en mis grandes amigos, aquellos que de una u otra manera aportaron a mi crecimiento académico, personal y profesional. En especial a los que estuvieron durante todo este proceso y aún siguen aquí a mi lado.

A los profesores que hicieron parte de este proceso de aprendizaje, a su exigencia necesaria para asumir los retos que se presentarán más adelante.

Con cariño especial a mi profesora Eliana Peña Tibaduiza por guiarme en el desarrollo del proyecto.

A la empresa García Vega por su voto de confianza y permitir el desarrollo de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
1.1. OBJETIVOS.....	18
1.1.1. Objetivo general	18
1.1.2. Objetivos específicos	18
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	21
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	23
2.1. PERFIL DE LA EMPRESA.....	23
2.2. OBJETO SOCIAL	23
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	24
2.4. CULTURA ORGANIZACIONAL	24
2.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	25
2.6. MAPA DE PROCESOS.....	25
2.7. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	26
3. MARCO TEÓRICO	27
3.1. LEAN MANUFACTURING O MANUFACTURA ESBELTA	27
3.1.1. Kaizen.....	27
3.1.2. Análisis de desperdicios 5MQS	27
3.1.3. Cinco eses 5's.....	28
3.2. TRABAJO ESTANDARIZADO	30
3.2.1. Ficha instructivo de operación estándar	30
3.2.2. Formato ficha de material conforme	31
3.2.3. Seguimiento a producción diaria.....	31
3.3. DIAGRAMA DE PARETO.....	31
3.4. ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS	32
3.4.1. Estudio de tiempos.....	32
3.5. DIAGRAMA DE PROCESOS.....	33

3.6.	DIAGRAMA DE RECORRIDO	34
3.7.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD	35
3.8.	INDICADORES DE GESTIÓN	35
3.9.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	36
3.10.	MÉTODO CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)	37
4.	DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN ACTUAL	39
4.1.	CONTROL DE PRODUCCIÓN	39
4.2.	MATERIA PRIMA	40
4.3.	MAQUINARIA	40
4.4.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.....	41
4.5.	SELECCIÓN DEL PRODUCTO	43
4.6.	DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE PLANTA	46
5.	DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO ENCAJONADO DE PERFILES.....	49
5.1.	MATERIA PRIMA UTILIZADA.....	50
5.2.	MAQUINARIA UTILIZADA	50
5.3.	DIAGRAMA DE OPERACIONES.....	50
5.3.1.	Lista de materiales	51
5.4.	DIAGRAMA DE RECORRIDO	52
5.5.	ANALISIS DE TIEMPOS	53
5.6.	ANALISIS DE CAPACIDAD	55
5.7.	ANALISIS DE DESPERDICIOS.....	58
5.8.	ANALISIS DE 5 ESES.....	64
6.	DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LAS MEJORAS PROPUESTAS	69
6.1.	IMPLEMENTACION DE LAS 5`S.....	69
6.2.	DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS 5MQS	78
6.3.	JORNADAS KAIZEN	90
6.3.1.	Jornada de nivelación del piso.....	91
6.3.2.	Jornada de demarcación de zonas de tránsito en la planta de Girón.....	91
6.3.3.	Capacitación sobre propósitos, valores y principios.....	92
6.3.4.	Capacitación PHVA.....	92
6.3.5.	Capacitación desafío	93
6.4.	TRABAJO ESTANDARIZADO	93

6.4.1. Instructivo de operación estándar	94
6.4.2. Formato de material no conforme.....	94
6.4.3. Seguimiento a producción diaria.....	95
6.5. MEJORAMIENTO DE PROCESOS ENCAJONADO DE PERFILES.....	96
6.5.1. Reubicación de la materia prima (varilla)	96
6.5.2. Matriz de la prensa hidráulica para doblar varillas	97
6.5.3. Dispositivo para encajonar perfiles	97
6.5.4. Reubicación de los centros de trabajo soldadura (punteado y brazo robot)	98
6.6. CREACIÓN DE ESCUELA DE FORMACION GARCIA VEGA.....	99
6.7. INDICADORES DE GESTION	100
6.8. PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	107
6.9. PLAN DE SEGUIMIENTO A LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS	109
7. ANALISIS Y VALORACION DE RESULTADOS.....	110
7.1. INVERSIONES REALIZADAS.....	110
7.2. BENEFICIOS OBTENIDOS.....	110
8. CONCLUSIONES	114
9. RECOMENDACIONES.....	117
10. BIBLIOGRAFIA	119

LISTA DE TABLAS

Pág.

<i>Tabla 1. Comparación precio perfiles</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Perfil de la empresa.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3. Símbolos de diagrama de operaciones.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4. Fabricación de productos mensuales.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 5. Total de producción desde octubre de 2013 hasta mayo 2014</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 6. Descripción de las operaciones del encajonado de perfiles.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 7. Tiempo tipo encajonado de perfiles.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 8. Análisis de capacidad por centro de trabajo.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 9. Porcentaje de utilización de maquinas.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 10. Guía de clasificación.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 11. Organización y liberación de espacio.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 12. Incremento porcentual de las 5 eses.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 13. Almacenamiento de lámina antes/después.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 14. Accidentalidad Vs Papayas desde junio 2014 a febrero 2015.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 15. Porcentaje presencia inicial Vs presencia final desperdicios 5MQS.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 16. Disminución de costos por reubicación de los centros de trabajo soldadura.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 17. Ficha técnica del indicador índice de cumplimiento.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 18. Calculo indicador de cumplimiento.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 19. Ficha técnica de indicador de efectividad en la calidad.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 20. Calculo de indicador de efectividad en la calidad</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 21. Ficha Técnica indicador productividad.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 22. Calculo indicador de productividad.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 23. Indicadores de medición.....</i>	<i>107</i>

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1. Flujo de procesos productivos</i>	41
<i>Figura 2. Diagrama de Pareto</i>	45
<i>Figura 3. Tendencia de alineadores y encajonado de perfiles</i>	45
<i>Figura 4. Lista de materiales (BOM)</i>	51
<i>Figura 5. Producto terminado</i>	52
<i>Figura 6. Diagrama de red desperdicios</i>	58
<i>Figura 7. Cajón de almacenamiento GEKA</i>	60
<i>Figura 8. Puesto de trabajo de la cizalla hidráulica</i>	61
<i>Figura 9. Grandes lotes de inventario</i>	62
<i>Figura 10. Accidentalidad Enero-Mayo2014</i>	64
<i>Figura 11. Diagrama de red inicial 5's</i>	65
<i>Figura 12. Diagrama de flujo guía para la clasificación (SEIRI)</i>	70
<i>Figura 13. Objetos personales</i>	73
<i>Figura 14. Lockers</i>	73
<i>Figura 15. Orden y aseo en oficinas</i>	74
<i>Figura 16. Jornada de limpieza</i>	75
<i>Figura 17. Punto ecológico</i>	76
<i>Figura 18. Retablo 5 eses</i>	76
<i>Figura 19. Calendarios 2014</i>	78
<i>Figura 20. Posters de 7 desperdicios</i>	79
<i>Figura 21. Programa mantenimiento preventivo</i>	81
<i>Figura 22. Dispositivo almacenamiento de Metaldeck</i>	83
<i>Figura 23. Soportes para almacenar productos en proceso o terminados</i>	83
<i>Figura 24. Ayudas mecánicas para transportar material</i>	84
<i>Figura 25. Invitaciones del programa "tómese un café con el jefe"</i>	85
<i>Figura 26. Accidentalidad Vs Papayas desde junio 2014 a febrero 2015.</i>	88
<i>Figura 27. Jornada de calentamiento</i>	89
<i>Figura 28. Simulacro de incendio</i>	89
<i>Figura 29. Comportamiento del índice de cumplimiento</i>	102
<i>Figura 30. Comportamiento índice de efectividad en la calidad</i>	104
<i>Figura 31. Comportamiento índice de productividad de mano de obra</i>	106

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Organigrama de García Vega SAS
- Anexo 2. Mapa de procesos de García Vega SAS
- Anexo 3. Procedimiento control de producción
- Anexo 4. Materia prima usada en los procesos productivos
- Anexo 5. Listado de maquinas
- Anexo 6. Diagrama multiproducto
- Anexo 7. Plano de distribución inicial de la planta
- Anexo 8. Matrices origen destino
- Anexo 9. Valor inicial de la función objetivo
- Anexo 10. Materia prima para perfiles encajonados
- Anexo 11. Maquinaria utilizada (perfiles encajonados)
- Anexo 12. Diagrama de operaciones inicial
- Anexo 13. Diagrama de recorrido inicial
- Anexo 14. Ciclos óptimos
- Anexo 15. Suplementos asignados
- Anexo 16. Sistema de suplementos según OIT
- Anexo 17. Tiempo tipo inicial
- Anexo 18. Ruta del proceso
- Anexo 19. Lista de chequeo inicial de desperdicios 5MQS
- Anexo 20. Porcentaje inicial de presencia de desperdicios 5MQS
- Anexo 21. Cuantificación de pérdidas por desplazamiento inicial
- Anexo 22. Accidentalidad de enero hasta mayo 2014
- Anexo 23. Estructura de capacitación 5 eses
- Anexo 24. Soporte fotográfico y evidencia 5 eses
- Anexo 25. Lista de chequeo 5 eses inicial
- Anexo 26. Nivel de cumplimiento inicial 5 eses
- Anexo 27. Imágenes de objetos identificados en la jornada SEIRI
- Anexo 28. Lista de seguimiento sobre elementos identificados
- Anexo 29. Fotos sobre los cambios realizados en los centro de trabajo
- Anexo 30. Fotos de los cambios realizados en almacén
- Anexo 31. Lista de chequeo 5 eses final
- Anexo 32. Capacitación de 7 desperdicios
- Anexo 33. Ejemplo de diligenciamiento del macro de mantenimiento
- Anexo 34. Hojas de vida maquinaria
- Anexo 35. Instructivos de la maquinaria
- Anexo 36. Solicitud de orden de mantenimiento
- Anexo 37. Proceso de eliminación de materia prima, producto en proceso y final
- Anexo 38. Lista de chequeo de desperdicios 5MQS final
- Anexo 39. Capacitación Kaizen- mejora continua
- Anexo 40. Registro fotográfico de nivelación de piso
- Anexo 41. Jornada de demarcación de zonas de transito

- Anexo 42. Capacitación PVPs
- Anexo 43. Capacitación PHVA
- Anexo 44. Capacitación desafío
- Anexo 45. Registro fotográfico capacitación desafío
- Anexo 46. Instructivos de procesos productivos
- Anexo 47. Procedimiento control de producto no conforme
- Anexo 48. Formato producto no conforme
- Anexo 49. Seguimiento a producción diaria
- Anexo 50. Cuantificación de pérdidas por desplazamientos final
- Anexo 51. Diagrama de recorrido final
- Anexo 52. Plano del prototipo del dispositivo encajonado
- Anexo 53. Diseño mejorado del dispositivo encajonado
- Anexo 54. Instructivo de acceso a la plataforma para conferencias
- Anexo 55. Valores TCR de cada departamento
- Anexo 56. Procedimiento de ubicación de departamentos
- Anexo 57. Diseño de la propuesta de distribución
- Anexo 58. Distancias entre departamentos según la propuesta de distribución
- Anexo 59. Evaluación de la función objetivo según la propuesta de distribución
- Anexo 60. Plan de seguimiento a las mejoras implementadas
- Anexo 61. Inversiones realizadas
- Anexo 62. Diagrama de operaciones final
- Anexo 63. Tiempo tipo finales
- Anexo 64. Tiempo tipo final resumen
- Anexo 65. Cálculo de capacidad final

Los anexos se encuentran en un archivo adjunto

RESUMEN

TITULO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA GARCIA VEGA S.A.S EN SU PLANTA DE GIRÓN*

AUTOR: KATHERINE LUCIA TIBADUISA QUIJANO**

PALABRAS CLAVE: Capacidad, distribución de planta, estandarización, estudio de tiempos, manufactura esbelta, mejoramiento.

DESCRIPCIÓN:

La industria metalmeccánica por el desarrollo tecnológico creciente, la generación de empleo y la relación con sectores industriales entre los que se destaca el sector de la construcción, afecta de manera significativa el crecimiento del desarrollo industrial en Colombia.

García Vega S.A.S es una empresa líder en el mercado de alquiler y venta de equipos para la construcción, que ha venido evolucionando con el fin de aumentar su productividad y adaptar el sistema a los cambios que exija el entorno día tras día. El propósito de este proyecto es diseñar e implementar un plan de mejoramiento en el proceso productivo de la empresa para aumentar la productividad utilizando herramientas de manufactura esbelta.

El proyecto evidencia un diagnóstico de los procesos productivos en la planta de Girón que permite identificar despilfarros, porcentaje de presencia de 5 eses y opciones de mejora a nivel general, igualmente desarrolla un diagnóstico focalizado en un producto seleccionado, en el cual se aplican diferentes herramientas de manufactura esbelta, como: trabajo estandarizado, análisis y eliminación de desperdicios y kaizen. Cuenta también con el apoyo de un estudio de medición de tiempos, análisis de la capacidad instalada, identificación de cuellos de botella y recursos restrictivos. Además, de un análisis sobre la distribución actual de la planta y el rediseño de la misma, según la problemática enfrentada. A través de los diferentes capítulos se muestra el estudio y trabajo realizado.

* Proyecto de grado

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Físico-mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; Ingeniería industrial, Msc Eliana Marcela Peña Tibaduiza. Directora de proyecto.

ABSTRACT

TITLE: IMPROVEMENT OF PRODUCTION SYSTEM OF GARCIA VEGA S.A.S COMPANY IN THEIR PLANT OF GIRON*

AUTHOR: KATHERINE LUCIA TIBADUISA QUIJANO**

KEYWORDS: Lean manufacturing, improvement, time study, capacity, standardization, layout.

DESCRIPTION:

The metallurgical industry by the increasing technological development, employment creation and the relationship with industrial sectors in which the construction sector stands out, affects significantly the growth of the industrial development in Colombia.

Garcia Vega S.A.S is a leader in the rental and sales market of construction equipment, That have been improving with the purpose of increasing their productivity and adapting the system to the changes the market demands day by day. The goal of this project is to design and implement a plan to improve the productive process of the company in order to increase productivity by using lean manufacturing tools.

The project demonstrates a diagnosis of production processes in the plant of Girón that allows to identify waste, percentage of presence of 5 esses and options for general improvements, also develops a diagnosis focused on a selected product, in which different lean manufacturing tools are applied , such as: standardized work, analysis and disposal of waste and kaizen. It also has the support of a study of time measurement, analysis of installed capacity, identifying bottlenecks and limiting resources. In addition, includes an analysis of the current distribution of the plant and its redesign, according to the faced problems. Through the different chapters the study and work is shown.

* Degree Project

** Industrial University of Santander, Physical-Mechanical engineering Faculty. School of industrial and business studies. Industrial engineering. Msc Eliana Marcela Peña Tibaduiza. Project director.

INTRODUCCIÓN

La evolución frecuente del desarrollo tecnológico en los sistemas productivos, exige cada vez más a las empresas estar en una constante revisión y realizar mejoramiento continuo de sus procesos de acuerdo a las necesidades de su sector, ya sea para mantenerse en el mercado cambiante o incursionar con mejores y modernas prácticas.

Los indicadores económicos de Santander, presentados por la cámara de comercio en febrero de 2014¹ confirman que existió un crecimiento del 39% en el área licenciada para construcción. Además, según el comportamiento de las 360 empresas más grandes de Santander en el 2013², el sector de la construcción ha tenido un comportamiento dinámico con un crecimiento de \$1,2 billones en ventas. Lo anterior, se puede ver reflejado en el desarrollo de diferentes infraestructuras en el país tales como puentes, aeropuertos, estadios, carreteras y construcciones comerciales e industriales. Dentro de ese marco, García Vega S.A.S es una empresa metalmecánica que se dedica al alquiler y venta de equipos para la construcción, la fabricación e instalación de estructuras metálicas, y el diseño y construcción de diferentes infraestructuras.

Este proyecto surge del interés de García Vega S.A.S en realizar mejoramiento continuo en sus procesos, para generar productos de excelente calidad. Al mismo tiempo trabajar en adquirir una ventaja competitiva que permita incursionar en el mercado con mejores y modernas prácticas.

¹ CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Información financiera compite 360. En: Indicadores económicos de Santander diciembre 2013. [en línea]. N° 81. (2014); [consultado 20 marzo 2014]. Disponible en: < <http://www.compitem360.com/getattachment/2672153a-5894-4a87-9577-dd0d3f63587e/Indicadores-economicos-de-Santander-Diciembre-de-2.aspx>>

² CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Información financiera compite 360. En: Comportamiento de las 360 empresas más grandes de Santander en el 2013. [en línea]. N° 111. (2014); [consultado 10 mayo 2014]. Disponible en : < <http://www.compitem360.com/getattachment/e59763fb-f0ca-4d87-9f54-f508d2143cf2/Comportamiento-de-las-360-empresas-mas-grandes-de.aspx>>

El desarrollo del proyecto se inicia por medio de un diagnóstico de los procesos productivos de la planta de Girón, donde se aplican herramientas de manufactura esbelta como: implementación de las 5's, trabajo estandarizado, análisis y eliminación de desperdicios y kaizen. Igualmente, se realiza un estudio de medición de tiempos al producto previamente seleccionado como representativo con el fin de definir la capacidad instalada e identificar los recursos restrictivos en la producción. Además, se realiza un análisis sobre la distribución actual de la planta. Con base en este diagnóstico se plantean propuestas de mejora con el fin de solucionar los problemas críticos hallados.

Asimismo, se formulan indicadores de gestión que evidencien el grado de cumplimiento y permitan a la empresa evaluarse continuamente generando ideas que gestionen el cambio. Posteriormente, se implementan las propuestas aprobadas por la gerencia y se evalúan los resultados obtenidos.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general: Diseñar e implementar un plan de mejoramiento en el proceso productivo de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S para aumentar la productividad utilizando herramientas de manufactura esbelta.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema productivo de la empresa García Vega S.A.S que permita identificar despilfarros y opciones de mejora a nivel general, así mismo seleccionar un producto que deba ser objeto de mejoras focalizadas.
- Diseñar una propuesta de distribución física de la planta para mejorar a nivel general el uso de los recursos y obtener un flujo apropiado.
- Determinar y analizar la capacidad instalada y utilizada a través de un estudio de tiempos, identificando cuellos de botella y recursos restrictivos en la elaboración de encajonado de perfiles.
- Proponer e implementar propuestas de mejora bajo el enfoque de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad y calidad de las piezas en el proceso de elaboración de encajonado de perfiles.
- Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita comprobar el cumplimiento y desempeño del plan de mejoramiento utilizando una herramienta ofimática.
- Desarrollar actividades de capacitación al personal de la planta de García Vega S.A.S sobre los documentos y mejoras implementadas para garantizar que exista una participación eficaz en el proceso de cambio.
- Diseñar un plan de seguimiento para la evaluación de las propuestas de mejora implementadas.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa García Vega S.A.S a lo largo de su trayectoria ha venido evolucionando con el fin de aumentar su productividad, mejorar su rendimiento y adaptar el sistema a los cambios que exija el entorno día tras día, luchando por ser competitivo y tratando de minimizar tiempos de fabricación y entrega.

Luego de realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa a través de herramientas cuantitativas y cualitativas, que permiten analizar los factores que interactúan en la distribución actual de la planta y detectar el encajonado de perfiles como uno de los productos más relevantes para la empresa, es de vital importancia evaluar el proceso de fabricación. Cabe resaltar que este producto forma parte de los componentes para desarrollar la técnica de construcción en las obras realizadas por García Vega S.A.S denominada steel deck o metaldeck³, que es un sistema de losas de entrepiso y de cubierta que incorpora las láminas de acero formadas en frío y una losa de concreto reforzada vaciada entre dichas láminas que actúan de manera monolítica conformando una sección compuesta. Dicha práctica cuenta con grandes beneficios debido a los rendimientos que genera, reduciendo tiempos de construcción y desperdicio de materiales adicionales como madera, formaleta y concreto. En consecuencia a los múltiples beneficios de la implementación de esta técnica de construcción, teniendo en cuenta que el encajonado de perfiles forma parte de los componentes de la misma, y considerando que el producto solo puede ser adquirido a proveedores de la ciudad de Barranquilla, la empresa ha estipulado como política de producción disponer los recursos necesarios durante un turno de 8 horas diarias para la fabricación del producto, así mismo ha invertido en maquinaria nueva en el último año que permite la elaboración de una manera más simplificada.

³ ACESCO, Descripción metaldeck. [en línea]. (2014): [consultado el 5 junio 2014]. Disponible en: <http://www.acesco.com/acesco/index.php?option=com_content&task=view&id=62&Itemid=220>

Este producto tiene un proceso definido de elaboración, pero no cuenta con documentación, no se conocen los tiempos de producción, no existe un lugar de almacenamiento designado para materia prima, insumos, material en proceso y producto terminado. Con la integración de este proceso productivo a la mezcla de producción, la maquinaria y la materia prima utilizada se fue ubicando según disponibilidad de espacio en planta. Adicional a esto, el movimiento de material se dificulta debido a su peso y longitud, lo que extiende los tiempos de transporte entre cada puesto de trabajo. Asimismo, es importante resaltar que la diferencia entre el precio de la competencia es más bajo que el costo de manufactura como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Comparación precio perfiles

EMPRESA	PESOS/KILO
GARCÍA VEGA	2800
COMPETENCIA	2500

Fuente: García Vega S.A.S

A pesar de la diferencia existente de pesos/kilo, la empresa sigue produciendo debido a que el pedido mínimo establecido por la competencia (Corpacero) desde Barranquilla es de 25 Toneladas, lo que afecta el tiempo de entrega al cliente.

García Vega S.A.S, con el fin de mantenerse en el mercado dando soluciones para la industria de la construcción está completamente decidida a realizar la implementación de mejoras en su actual proceso de fabricación de perfil encajonado, y examinar la propuesta de rediseño de distribución de planta. Por tanto, se hace necesario realizar un diagnóstico que permita analizar la distribución actual de planta detectando posibles opciones de mejora a nivel general y además, evaluar el proceso productivo de encajonado de perfiles e incorporar planes de mejora focalizados que permitan a la empresa incluirlo dentro del portafolio de productos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las industrias están en la obligación de crear e implementar planes de mejoramiento continuo para evaluar y disminuir fallas que se presenten durante todo el proceso productivo. En efecto, todos los procesos productivos presentan posibles opciones de mejora con el fin de optimizar resultados obtenidos. Atendiendo estas consideraciones, la empresa García Vega S.A.S desea adoptar la filosofía kaizen y necesita evaluar, medir y analizar el proceso productivo de encajonado de perfiles, debido que este producto se ha empezado a fabricar a partir del mes de febrero de 2013 y actualmente no se tiene documentación ni medición. Así mismo, como se puede observar en el diagnóstico de la empresa este producto es uno de los más representativos en ventas presentando una línea de tendencia al alza, lo que permite estimar un incremento en la demanda del producto.

Como complemento, según el informe de indicadores económicos presentado por la cámara de comercio de Santander de Junio de 2014⁴ la actividad constructora a pesar de su descenso mantiene una buena expectativa para lo que resta del año con el nuevo plan de ordenamiento territorial, contando además con el aumento de crecimiento del 52% en los saldos y créditos hipotecarios.

La propuesta de realizar mejoras a nivel general y mejoras de manera focalizadas en el proceso productivo de encajonado de perfiles, fue presentada al gerente de la empresa y al ingeniero de producción, los cuales dieron apoyo a la puesta en marcha del presente proyecto, planteando como objetivo el aumento de la productividad, la generación de propuestas de mejora que permitan alcanzar resultados positivos y sensibilizar la empresa sobre la cultura de kaizen en los

⁴ CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Información financiera compite 360. En: Indicadores económicos de Santander junio 2014. [en línea]. N° 83. (2014); [consultado 1 julio 2014]. Disponible en: <<http://www.compitem360.com/getattachment/f40bcb9e-f01a-4c74-8970-73493ac3e981/Indicadores-Economicos-de-Santander-Junio-2014.aspx>>

demás procesos productivos para lograr un mayor nivel de competitividad en el mercado.

Después de realizar el diagnóstico para el proceso productivo de encajonado de perfiles, se encontraron falencias como altos índices de presencia de desperdicios, bajo cumplimiento de las 5's, métodos inadecuados en actividades, inexistencia de ayudas mecánicas para facilitar el transporte, demoras debido a las largas distancias para desplazar material y producto en proceso, falta de control visual, y además el costo de producción es más alto que el precio de la competencia.

En relación con los hallazgos presentados anteriormente, surge la necesidad de desarrollar el presente proyecto, analizando y solucionando problemas que afecten el proceso productivo mencionado por medio la adopción de la filosofía de mejoramientos continuo kaizen y de herramientas asociadas a manufactura esbelta como implementación de 5's, trabajo estandarizado, disminución de desperdicios para permitir mejorar la calidad, aumentar el índice de cumplimiento, reducir el tiempo de producción y aumentar la productividad.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1. PERFIL DE LA EMPRESA

Tabla 2. Perfil de la empresa

NOMBRE	García Vega S.A.S
NIT	890211614-7
TIPO DE SOCIEDAD	Sociedad por acciones simplificadas
NUMERO DE EMPLEADOS DIRECTOS	360
NUMERO DE EMPLEADOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO DONDE SE DESARROLLA LA PRÁCTICA	120
GERENTE	Fabio García Acevedo
TELEFONOS	6469231
DIRECCIÓN	Calle 59 N° 16E-39 La esmeralda
DEPARTAMENTO	Santander
MUNICIPIO	Girón
INGRESOS O VENTAS DEL ÚLTIMO MES (PESOS)	\$ 1.273.392.835

Fuente: Información de García Vega S.A.S

2.2. OBJETO SOCIAL

Alquiler de equipos para la construcción, asesoría en modulación de falsa estructura, fabricación y montaje de estructuras metálicas, construcción de obras civiles e instalación de cubiertas

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Es una empresa líder en el mercado de alquiler y venta de equipos para la construcción del oriente colombiano. Cuenta con el respaldo de más de 28 años de trabajo brindando soluciones prácticas para el sector de la construcción, con una gama de productos de gran calidad que se adaptan a cualquier tipo de proyecto⁵.

Ofrece formaleta metálica con tableros de dimensiones variables que se ajustan a las necesidades de las obras civiles, formaleta de madera, parales y cerchas metálicas en varias medidas, andamios de carga y multidireccionales certificados por la firma BUREAU VERITAS, entre otros equipos para construcción, asesoría en modulación de falsa estructura, fabricación y montaje de estructuras metálicas, construcción de obras civiles e instalación de cubiertas.

Cuenta con diferentes centros de distribución cada uno de estos ubicados en las ciudades de Bucaramanga, Bogotá, Medellín y Barrancabermeja. Además tiene una planta de galvanizado en Bucaramanga y la planta de producción en Girón.

2.4. CULTURA ORGANIZACIONAL

MISIÓN: Creemos firmemente en el talento de nuestros trabajadores y sacamos al mercado equipos con calidad, para posicionarnos día a día como una empresa líder en el sector de la construcción ampliando nuestras fronteras en todo el territorio nacional⁶.

⁵ GARCÍA VEGA S.A.S. Quiénes somos? En: Quiénes somos? [en línea]. (2014): [consultado el 10 junio 2014]. Disponible en: < <http://www.garciavega.co/quienes-somos.html> >

⁶ GARCÍA VEGA S.A.S. Quiénes somos? En: Misión [en línea]. (2014): [consultado el 10 junio 2014]. Disponible en: < <http://www.garciavega.co/quienes-somos.html> >

VISIÓN: Posicionarnos a nivel nacional como la empresa más importante del sector de la construcción, con talento calificado, maquinaria y equipo de alta tecnología, desarrollando obras civiles y en el diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas⁷.

VALORES: Integridad, disciplina, pasión, confianza y humildad⁸.

PRINCIPIOS: Demostramos respeto por todos los individuos. Trabajamos juntos, en equipo. Aspiramos a ser siempre los mejores. Estamos enfocados al exterior. Valoramos la maestría personal. Vivimos con la camiseta puesta⁹.

2.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

García Vega S.A.S cuenta con un total de 360 empleados, de los cuales 120 pertenecen al área de producción. En el anexo 1. Organigrama de la empresa se identifican los cargos existentes en la empresa.

2.6. MAPA DE PROCESOS

El mapa de procesos de García Vega S.A.S se puede observar en el anexo 2. Mapa de procesos siguiendo lo establecido en los requisitos general del apartado 4.1 de la norma ISO 9001:2000¹⁰ ofrece una información general y permite identificar los procesos necesarios para el sistema de la calidad, su aplicación a través de la organización y determinar la interacción de los mismos.

⁷ GARCÍA VEGA S.A.S. Quiénes somos? En: Visión [en línea]. (2014): [consultado el 10 junio 2014]. Disponible en: < <http://www.garciavega.co/quienes-somos.html> >

⁸ GARCÍA VEGA S.A.S. Quiénes somos? En: Valores [en línea]. (2014): [consultado el 10 junio 2014]. Disponible en: < <http://www.garciavega.co/quienes-somos.html> >

⁹ GARCÍA VEGA S.A.S. Quiénes somos? En: principios [en línea]. (2014): [consultado el 10 junio 2014]. Disponible en: < <http://www.garciavega.co/quienes-somos.html> >

¹⁰ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistema de gestión de la calidad- Requisitos. NTC- ISO 9001. Cuarta edición. Bogotá: 2008. p. 2.

2.7. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

Los productos que actualmente se fabrican en la planta de Girón son alineadores, ángulos, corbatas, chapetas, encajonado de perfiles, parales, rinconeras, andamio estándar, crucetas, tableros metálicos, tensores, cerchas de 1,4m, 2m, 3m y 4m, verticales, horizontales, base collar de andamio multidireccional.

Además de los productos fabricados, la empresa presta diferentes servicios entre los cuales se destacan:

- **Alquiler de equipos:** Tableros(madera, metálicos), ruedas para andamio, rinconeras, ángulos, tableros circulares, andamios(estándar, carga, multidireccional), guías pavimento, cerchas metálicas, parales, alineadores, tableros de madera, escalera, tapas de columnas, tubos pasamanos, tornillos niveladores.
- **Alquiler de maquinaria:** Mini cargador, equipos de compactación, benitin 1 tonelada, canguros, ranas, mezcladoras, vibradores (eléctricos, gasolina), montacargas, cortadora pavimento, saca núcleos, poleas, elevadores, escaleras, compresor de martillo, martillo eléctrico, equipo para anclajes epóxicos, hidrolavadoras.
- **Construcción en obras civiles:** polideportivos, obras en concreto, mejoramientos institucionales.
- **Construcción de estructuras metálicas:** Coliseos, bodegas, puentes peatonales, entresijos, escaleras, plantas industriales, parqueaderos, cubiertas, puente grúa.
- **Planta de galvanizado:** la empresa presta el servicio de galvanizado en caliente, ya que cuenta con una cuba de 6,5m de largo, 0,60m de ancho y 1m de profundidad.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. LEAN MANUFACTURING O MANUFACTURA ESBELTA

Según Rajadell¹¹ la manufactura esbelta es un conjunto de herramientas (TPM, 5S, SMED, kanban, kaizen, takt time, 5MQS, entre otras.) que permiten eliminar todas las acciones que no aportan valor al producto, servicio o proceso, por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. También afirma Villaseñor¹², hacer más con menos; menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea. Sin duda, lean manufacturing proporciona a las empresas herramientas para mantenerse en el mercado actual que requiere alta calidad y cortos tiempos de entrega a un bajo precio. Dentro de las herramientas para realizar este proyecto se referencian:

3.1.1. Kaizen: Como lo expresa Rajadell¹³, la palabra kaizen es la conjunción de dos palabras kai que significa cambio y zen, para mejorar. Entonces, kaizen significa “cambio para mejorar”. Dentro de esta perspectiva kaizen es una filosofía de mejoramiento continuo, que tiene como objetivo mejorar constantemente maquinaria, materiales, utilización de mano de obra y métodos de producción a través de la aplicación de sugerencias e ideas de los equipos de la compañía, eliminando las siete grandes causas de desperdicio: sobreproducción, inventarios, defectos, re- procesos, esperas, movimientos y transportes innecesarios.

3.1.2. Análisis de desperdicios 5MQS: La empresa Toyota definió desperdicio como “todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas

¹¹ RAJADELL, Manuel. LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad, Madrid. Ediciones Díaz de Santos. 2010. p. 2

¹² VILLASEÑOR, Alberto. Manual de lean manufacturing Guia basica. Mexico: Limusa-Wikey, 2007. p.19.

¹³ RAJADELL, *Op. cit.*, p. 12

y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”¹⁴. Todas las acciones que realiza una empresa deben enfocarse a agregarle valor al producto, para hacerlo importante para el cliente. Pero todas aquellas cosas que no obtengan este objetivo serán tomadas como desperdicio. Usando la clasificación de 5MQS cada uno de los 7 desperdicios se mencionan a continuación¹⁵:

- **MAN-HOMBRE-PERSONAS:** Cualquier acción que el personal realice que no le añada valor al producto.
- **MACHINE-MAQUINAS:** Este desperdicio hace referencia al tiempo que se pierde relacionado con máquinas.
- **MATERIAL:** EL uso de materiales innecesarios, costosos o que simplemente no satisfacen la función básica del producto.
- **MANAGEMENT- DIRECCIÓN:** Se incurre en este desperdicio cuando se generan gastos en comunicaciones internas o en reuniones que no generan decisiones.
- **METHOD-MÉTODOS:** Se presentan debido a producción en grandes lotes, transportes o desplazamientos, métodos inadecuados de trabajo, grandes inventarios de materia prima, producto en proceso o producto terminado, lo que hace incurrir en costos de espacio, papelería y logística.
- **QUALITY-CALIDAD:** Fabricación de productos defectuosos que generan sobrecosto o inspecciones que no agregan valor al producto.
- **SECURITY-SEGURIDAD:** La existencia de accidentes laborales lo que ocasiona paros o retrasos en la producción.

3.1.3. Cinco eses 5's: La filosofía de cinco eses es una herramienta de optimización que ha sido utilizada en empresas de todo el mundo para conseguir

¹⁴ ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: publicaciones UIS. 1999. P. 23.

¹⁵ *Ibíd.*, p. 24-25

mejoras en los procesos productivos, facilitar el flujo de materiales y personas, disminuyendo errores y tiempo¹⁶.

- SEIRI - ELIMINAR: Eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas para evitar elementos inútiles que originan aumento de búsquedas, accidentes, pérdida de tiempo, falta de espacio¹⁷.
- SEITON – ORDENAR: Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar¹⁸. Esta S invita a organizar los elementos clasificados como necesarios, para que se puedan encontrar fácilmente. Para lograr esto se debe asignar un lugar de ubicación a cada cosa, marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenamiento y zonas de paso, eliminar la suciedad colocando artículos en sobres o cajas, decidir los niveles de inventario máximos y mínimos, organizar estantes y muebles en lugares específicos.
- SEISO – LIMPIAR: Se debe integrar la limpieza como parte del trabajo diario¹⁹, pero se debe centrar en la eliminación de las causas de la suciedad y no es sus consecuencias. Este paso reduce el riesgo de accidentes, incrementa la vida útil de los equipos y reduce la cantidad de averías.
- SEIKETSU – ESTANDARIZAR: Permite consolidar las metas alcanzadas aplicadas a las tres primeras “S”²⁰. Propone seguir un método para aplicar un procedimiento de una manera que la organización y el orden sean aspectos fundamentales. Se deben fijar los lugares donde deben estar las cosas y donde deben desarrollarse las actividades.

¹⁶ *Ibíd.*, p. 32-35

¹⁷ Escuela de organización industrial. Lean manufacturing conceptos, técnicas e implantación. *En*: Lean manufacturing conceptos, técnicas e implantación. [en línea]. (2013); pg 38. [19 julio 2014]. Disponible en: <http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf>

¹⁸ *Ibíd.*, p. 39

¹⁹ *Ibíd.*, p. 39

²⁰ *Ibíd.*, p. 40

- SHITSUKE – DISCIPLINA: Tiene como objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada²¹. El cumplimiento de la disciplina exige la realización de auditorías para constituir una herramienta de ayuda que debe ser utilizada y mejorada permanentemente por el propio equipo. Es importante inculcar paciente y continuamente la práctica de todas estas actividades.

3.2. TRABAJO ESTANDARIZADO

El objetivo del trabajo estándar es: reducir la variabilidad de los procesos mediante la estandarización de trabajos y aumentar la productividad y la calidad eliminando todo tipo de ineficiencias y desperdicio²².

Como afirma Villaseñor²³, al implementar el trabajo estándar se obtienen los siguientes beneficios: documentación del proceso actual para todos los turnos y todas las personas, reducción de la variabilidad, facilidad de operación para los nuevos operarios, reducción en lesiones y actividades con mucho esfuerzo y es base de referencia para actividades de mejora. Los documentos que llevan el seguimiento y control de toda la implementación de la estrategia, dejan un resultado escrito y normalizado para cada uno de los puestos de trabajo y de las piezas a elaborar en el proceso, en efecto se contribuye a la mejora continua de la mano de obra y el proceso productivo; como se muestran a continuación:

3.2.1. Ficha instructivo de operación estándar: Provee información detallada sobre las actividades del ciclo operacional, promueve la seguridad y conciencia de calidad, minimiza la omisión de pasos en el proceso, incrementa el nivel de comprensión del operario, sirve para la resolución de problemas ya que visualiza

²¹ *Ibíd.*, p. 41

²² GKN Driveline Headquarters. Su guía sobre Trabajo Estándar. Redditch, Worcestershire Reino Unido: Equipo global de mejoras practicas GKN, 2004. p. 7.

²³ VILLASEÑOR, Alberto. Conceptos y reglas de lean manufacturing. 1ra Edición. Mexico: Limusa. 2007. p. 79

los desperdicios. Asimismo, es una herramienta de control visual que permite instruir a los nuevos integrantes.

3.2.2. Formato ficha de material conforme: Documento diseñado para llevar el control de calidad de las piezas al final del proceso, también controla la disposición del producto no conforme que se encuentre en todo el proceso.

3.2.3. Seguimiento a producción diaria: Permite llevar control de la producción diaria, personal que intervienen en el proceso y tiempo de producción.

3.3. DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto es un histograma especial que muestra las frecuencias de ciertos eventos de manera ordenada de mayor a menos²⁴ y “nos ayuda a identificar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles”.

Al respecto, el principio de Pareto o regla del 80-20 afirma que en todo grupo de factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos (20%) son los responsables de la mayor parte de este (80%), es decir el 20% de las causas constituirá aproximadamente un 80% del problema. Así que, la solución a los problemas se debe centrar en los pocos elementos vitales.

Dentro de las múltiples aplicaciones de este principio, su propósito siempre será identificar las causas principales de los problemas y establecer el orden de importancia para resolverlos.

²⁴ HOYOS, William. Un libro de calidad La ingeniería industrial aplicada a la calidad en las empresas. Bucaramanga, 2006. 1ra Edición, UIS.

3.4. ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según un método preestablecido.²⁵

3.4.1. Estudio de tiempos: El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a una tarea específica, realizada en condiciones determinadas, y para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida²⁶.

TIEMPO CRONOMETRO O DE RELOJ (TR)²⁷: Tiempo que se mide mediante un cronometro sin tener en cuenta los tiempos de descanso del operario ni por fatiga ni por necesidades personal.

FACTOR DE RITMO- CALIFICACIÓN (FR)²⁸: Corrige las diferencias que se producen al existir diferentes trabajadores para la misma tarea, algunos más capacitados y conocedores que otros.

TIEMPO NORMAL (TN)²⁹: Tiempo medido por el cronometro en el que un operario capacitado, conocedor de la tarea invertiría en la realización de la tarea objeto de estudio. Su valor es: $TN = TR \times FR$

SUPLEMENTOS DE TRABAJO (K)³⁰: Es el tiempo que se concede al trabajador con objeto de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes

²⁵ OIT. Oficina internacional del trabajo. Introducción al estudio del trabajo. Editorial OIT. 2da Edición. Ginebra. 1973

²⁶ KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra. Oficina Internacional del trabajo. Cuarta Edición. 1992. p. 273

²⁷ CASO NEIRA, Alfredo. Técnicas de medición del trabajo. 2da Edición. Madrid: FC Editorial. 2006. p.19

²⁸ *Ibíd.*, p. 19.

²⁹ *Ibíd.*, p. 19.

³⁰ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos. Editorial Mc Graw. Hill. Segunda Edición. P. 225

que son partes regulares de la tarea. Los suplementos que pueden concederse son: Suplementos por descanso y necesidades personales (constantes/variables), suplementos por características del proceso: (inactividad forzosa), suplementos por actividades periódicas y suplementos por contingencia.

$$\text{Suplementos} = \text{TN} \times \text{K} = \text{TR} \times \text{FR} \times \text{K} \quad (1)$$

TIEMPO TIPO (Tp)³¹: Tiempo necesario para que un trabajador capacitado y experto en la tarea la realice a un ritmo normal, añadiendo los suplementos correspondientes.







3.5. DIAGRAMA DE PROCESOS

Es una herramienta de análisis, que por medio de representación gráfica señala la secuencia de actividades que constituyen un procedimiento, identificándolos mediante ciertos símbolos de acuerdo a su naturaleza; igualmente, incluye toda la información que se considera para el análisis, tal como las distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido³². Los símbolos se explican a continuación:

³¹ CASO NEIRA, Op. cit., p. 20.

³² GARCIA CRIOLLO, Op. cit., p. 42

Tabla 3. Símbolos de diagrama de operaciones

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SIMBOLO
OPERACIÓN	Ocurre cuando se modifican las características de un objeto.	
TRANSPORTE	Cuando el objeto es movido de un lugar a otro.	
INSPECCIÓN	Examinar para comprobar cantidad y verificar calidad o alguna característica específica.	
DEMORA	Cuando se interfiere el flujo de un proceso, con lo cual se retrasa el siguiente paso planeado.	
ALMACENAMIENTO	Se retienen y protegen contra movimientos o usos no autorizados	
OPERACIÓN-INSPECCIÓN	Se presenta cuando se quiere indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo.	

Fuente adaptado: KRAJEWSKI, Lee J, RITZMAN, Larry P. Administración de operaciones. Estrategia y análisis, 8va edición. Pearson educación, México 2000.

3.6. DIAGRAMA DE RECORRIDO

Es un complemento del diagrama de flujo de operaciones y se realiza sobre un plano a escala de la planta de producción, en el cual se indica con flechas el recorrido del producto durante todo el proceso productivo, empezando desde la materia prima hasta llegar al producto terminado³³.

Los diagramas de recorrido pueden ser de gran utilidad para diagnosticar problemas relacionados con el arreglo de las áreas, la ubicación de máquinas y equipos dentro de la planta, resolver inconvenientes de desplazamiento con lo que se convive y lograr disminuir las distancias recorridas, espacio ocupado y eliminar zonas de congestión. Es importante que en el plano se identifiquen claramente las máquinas, zonas de almacenamiento y demás objetos que intervengan en el proceso de manufactura.

³³ ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: publicaciones UIS. 1999. P. 85

3.7. ANÁLISIS DE CAPACIDAD

La capacidad es la cantidad de producción que un sistema es capaz de generar durante un periodo de tiempo específico³⁴. Se expresa mediante relaciones dependiendo de cómo la empresa necesite la información, puede ser: unidades producidas por periodo de tiempo, volumen de producción diario, semanal, mensual, anual, horas maquinas por mes o año, entre otros. Es necesario aclarar los siguientes términos:

RESTRICCIÓN: Cualquier factor que limita el desempeño de una sistema y restringe su producción³⁵.

CUELLOS DE BOTELLA: Se define específicamente como cualquier recurso cuya capacidad disponible limita la aptitud de la organización para satisfacer el volumen de productos, la mezcla de productos o la fluctuación de la demanda requerida por el mercado.³⁶

CAPACIDAD INSTALADA: Nivel de producción que el sistema en conjunto lograría trabajando al máximo de la capacidad del recurso restrictivo de producción en un periodo específico de tiempo.

3.8. INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto o una organización, suelen establecerse por los líderes del proyecto para ser utilizados posteriormente evaluando el desempeño y los resultados. Del

³⁴ CHASE, Richard B. JACOBS Robert. AQUILANO Nicholas. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial Mc Graw Hill. Décima edición. p.122

³⁵ KRAJEWSKI, Lee J, RITZMAN, Larry P. Administración de operaciones. Estrategia y análisis, 8va edición. Pearson educación, México 2000. p.254

³⁶ KRAJEWSKI ,Ibíd., p.254

mismo modo y como indica Rincón³⁷, un buen sistema de medición debe poseer las siguientes características:

- **Pertinencia:** Las mediciones deben ser tomadas en cuenta y tener importancia en las decisiones gerenciales. En la medida que una medición va perdiendo pertinencia también debe merecer menos atención.
- **Precisión:** Las mediciones deben reflejar fielmente la magnitud del hecho que se quiere analizar o controlar. Para garantizar el grado de precisión de las mediciones se debe considerar una definición clara de la medición, escala, error permisible, seleccionar el instrumento adecuado y capacitar al personal encargado de tomar la información.
- **Oportunidad:** Las mediciones deben suministrar la información en el momento indicado que permita tomar las correcciones de caso, de tal manera que siempre se garantice que los procesos estén bajo control.
- **Confiabilidad:** Esta característica está muy ligada a la precisión, pero además enfatiza que las mediciones deben ser actos repetitivos y de naturaleza periódica, que permitan con el tiempo la comparación y correlación con otras mediciones.
- **Economía:** Debe existir una proporcionalidad entre los costos incurridos para obtener las mediciones, los beneficios y la relevancia de las decisiones que se sustentan con los datos obtenidos.

3.9. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible.³⁸

³⁷ RINCÓN BERMÚDEZ, Rafael David. Los indicadores de gestión organizacional: Una guía para su definición En: [en línea] Vol. 34. N°111. (1998) [consultado 10 mayo 2014]. Disponible en: <<http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1104/996>>

Según Muther³⁹, el objetivo de la distribución de planta es lograr la integración de todos los factores implicados en la unidad productiva, optimizar los recorridos efectuados por materiales y hombres, garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal y adaptabilidad a los cambios en las circunstancias bajo las cuales se realizan las operaciones.

Básicamente, existen diferentes tipos de distribución de planta⁴⁰:

- Distribución por procesos: Las máquinas o funciones similares se agrupan por su tipo. Todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas.
- Distribución por productos: Las máquinas o funciones similares se arreglan de acuerdo a los pasos en que progresivamente se realiza un producto.
- Posición fija: En este tipo de sistema, los productos están en un lugar fijo y las maquinas u equipos se mueven hacia el producto. Es la típica distribución para proyectos.
- Tecnología de grupo o manufactura celular: Las máquinas y equipos están agrupados bajo el criterio de utilizar diferentes tipos de máquinas en un mismo centro de trabajo (células de manufactura) y asignar una familia de productos (que son similares) a cada una de esas células. Este tipo de distribución es una distribución híbrida entre la distribución por procesos y la distribución por producto.

3.10. MÉTODO CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)

Es un algoritmo constructivo, cuyo objetivo es desarrollar una distribución donde los departamentos con mayor relación estén lo más próximos posible⁴¹.

³⁸ DOMINGUEZ MACHUCA, José Antonio, et al. Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. Editorial Mc Graw Hill, Madrid 1995. p 275.

³⁹ MUTHER Richard. Distribución en planta. Editorial Hispano Europea. Barcelona. Cuarta Edición. 1981. p 15-19

⁴⁰ *Ibíd.*, p 24-30

Las relaciones de cercanía (CR_{ij}) definen la conveniencia de ubicar pares de operaciones o departamentos cercanos entre sí. Normalmente, se definen las siguientes clasificaciones⁴²: A=Absolutamente necesario, E=Especialmente importante, I= Importante, O= Importancia ordinaria, U= No importante y X=indeseable.

Este método se basa en hallar una calificación total de cercanía (TCR, Total closeness rating para cada departamento). Para esto es necesario dar valor numérico a cada relación de cercanía. La escala usada para cada relación de cercanía es arbitraria y por lo general se usan los valores siguientes⁴³: A=6, E=5, I=4, O=3, U=2 y X=1.

Se define V (CR_{ij}) como el valor de la relación de cercanía entre los departamentos i y j. La TCR de un departamento es la suma de los valores de relaciones de cercanía (CR) que tiene un departamento con los demás y se expresa en la ecuación siguiente:

$$TCR = \sum_{j=1}^m V (CR_{ij}) \quad (2)$$

El método CORELAP utiliza la siguiente función objetivo como criterio de optimización:

Minimizar: $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V(CR_{ij})X_{ij}$, donde V (CR_{ij}) es el valor de la relación de cercanía entre i y j, y, X_{ij} es la distancia entre i y j.

⁴¹ MONKS, *Op. cit.* P. 103

⁴² TOMPKINS, James. *Facilities planning*. Jhon Wiley & Song ,Inc. USA.2003

⁴³ TOMPKINS, *Op. cit.* Pág.

4. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN ACTUAL

El diagnóstico se llevó a cabo en primera instancia, por conocimiento de manera general de los procesos productivos de García Vega S.A.S, mediante visitas para realizar observación directa, encuestas y entrevistas al personal de la planta. Esta información recolectada permite obtener una visión general sobre el estado actual de la empresa, la interacción de los diferentes procesos productivos e identificar los productos más representativos.

Se compila información sobre maquinaria, materia prima, relación entre áreas, procedimientos, proveedores y demás características que integran el desarrollo de la actividad económica que permita analizar los factores que influyen en la distribución actual de planta e identificar la problemática, con el fin de mejorar el aprovechamiento del espacio, disminución de los retrasos y tiempos de fabricación e incremento de la producción. Igualmente, la recolección de datos del sistema de producción, la clasificación de los mismos con el fin de identificar los productos representativos y la participación porcentual en ventas para realizar un diagrama de Pareto e identificar los puntos críticos sobre los cuales se realiza un estudio detallado. Gracias a estas herramientas se pretende obtener un panorama cuantitativo y cualitativo de la situación actual, las deficiencias y posibles acciones de mejora.

4.1. CONTROL DE PRODUCCIÓN

La planeación de la producción debe tener en cuenta las diferentes solicitudes de pedidos existentes del cliente interno o externo. En el anexo 3. Procedimiento control de producción se describe las actividades a desarrollar desde la planificación de la producción hasta el despacho de productos terminados, así mismo se evidencia el flujo de manera general establecido por la empresa.

En ese procedimiento se describen las actividades, los responsables y los documentos de referencia del proceso desde que se realiza la solicitud del pedido, pasando por el análisis de la solicitud, la comunicación de la orden de producción, la identificación de materiales necesarios, las prioridades de producción, los tiempos de fabricación, la mano de obra disponible, el seguimiento a la fabricación, el acabado superficial hasta la finalización y cierre de la orden de producción.

4.2. MATERIA PRIMA

Dentro del proceso de fabricación existe gran variedad de materia prima que interviene, pero la principal en todos los procesos es el metal, como tubos, ángulos, platinas, vigas, perfiles, láminas, metaldeck en diferentes dimensiones y calibres. El anexo 4. Materia prima hace referencia a los materiales utilizados a través de los diferentes procesos productivos.

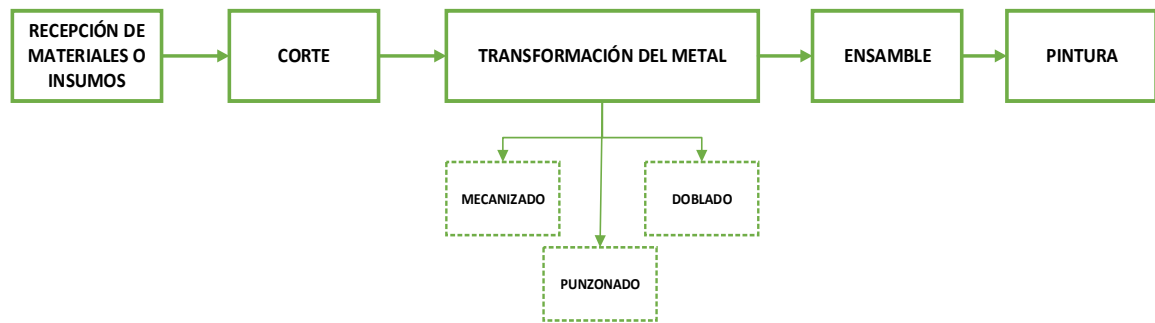
4.3. MAQUINARIA

Dentro de las máquinas utilizadas en el proceso productivo de la planta de girón se encuentran: brazo robot, sierras sin fin, prensas hidráulicas, tornos, taladro fresador, mesa de corte con plasma, equipo de soldadura, troqueladora, cizallas, pistolas de pintura.

En el anexo 5. Listado de maquinaria se describen las máquinas que posee la planta de producción.

4.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Figura 1. Flujo de procesos productivos



- **Recepción de materiales:** Las especificaciones de material requerido son elaboradas según las necesidades de director de obras, director de producción, gerencia o auxiliar de obras. Las órdenes de compra son elaboradas por la gerencia de compra. Cuando el material ingresa a la planta de producción de Girón se identifican, se cuentan, se inspeccionan según la factura y certificado del producto que se recibe del proveedor y se diligencia una entrada de material donde se especifica la cantidad, el tipo de material, sus características y se almacenan.
- **Corte:** El corte de metales se realiza con el fin de obtener una pieza con medidas, forma y acabados deseados. Este proceso se puede llevar a cabo por medio de diferentes máquinas: sierra sin fin, cizalla hidráulica, GEKA, equipo de corte plasma manual y mesa de corte con plasma.
- **Transformación del metal:**
 - ❖ Mecanizado: Es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya

sea por arranque de viruta o por abrasión. Dependiendo del tipo de mecanizado requerido se puede usar el torno, la fresadora, taladro fresador o el taladro de árbol.

- ❖ **Troquelado:** Conjunto de operaciones que sin producir viruta someten una lámina plana a ciertas transformaciones a fin de obtener una pieza de forma geométrica propia. Esta operación se realiza con troqueles en máquinas llamadas prensas. La operación se subdividen en:

a) **Corte o punzonado:** Es una operación mecánica que consiste en seccionar una pieza metálica plana con una forma predeterminada mediante una serie de herramientas de corte diseñadas para tal fin. El juego entre la matriz y el punzón permite la exactitud del punzonado y depende del material y el espesor de la chapa a trabajar.

b) **Doblado y/o curvado:** El doblado es uno de los procesos de la manipulación del metal, en el cual la fuerza es aplicada a una lámina de metal, haciendo que se doble en el ángulo y la forma deseada.

Estos procesos se pueden realizar en la prensa hidráulica, plegadora, GEKA y troqueladora.

- **Ensamble:** Un proceso con aporte de calor, mediante el cual se unen dos piezas metálicas, pudiendo o no intervenir otra sustancia o material ajeno a las piezas o de su misma naturaleza. La soldadura puede ser de electrodo revestido, MIG y flux core.
- **Pintura:** Cubrir con una capa de color una superficie. Este proceso se puede realizar mediante pistolas de pintura o brochas.

Para analizar de manera general los procesos productivos realizados actualmente en la planta de producción, se elaboró el diagrama multiproducto que se expone en el anexo 6. Por medio de este diagrama de flujo de procesos que muestra mediante gráficos las diferentes etapas de los procesos de producción, se puede conocer la materia prima utilizada, las máquinas que participan y el proceso en general finalizando con la terminación del producto y almacenamiento del mismo.

4.5. SELECCIÓN DEL PRODUCTO

Por medio de los departamentos de ventas y de producción se obtuvo información sobre las unidades de productos fabricados desde octubre de 2013 hasta mayo de 2014 dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 4. Fabricación de productos mensuales

CÓDIGO	PRODUCTOS	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	TOTAL	PROMEDIO DE PRODUCCION
1	Alineadores	554	489	328	684	600	489	680	382	4206	526
2	Angulos	14	8	16	0	0	18	28	14	98	12
3	Cerchas de 1,4m-2m-3m-4m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Crucetas	40	18	0	0	0	0	12	0	70	9
5	liras	0	33	0	0	4	0	5		42	6
6	Parales	12	6	0	9	0	10	0	13	50	6
7	Poleas colgantes	0	0	0	1	0	0	2	3	6	1
8	Rinconera	0	10	0	4	0	0	6	0	20	3
9	Tableros metálicos	48	38	30	0	26	12	28	56	238	30
10	Tensores	50	0	38	0	56	0	74	0	218	27
11	Encajonado de perfiles	167	198	259	435	396	503	456	404	2818	352
12	Andamio estándar	0	2	8	0	9	0	6	0	25	3
13	Verticales- andamio multidireccional	48	0	58	36	60	0	64	46	312	39
14	Horizontales- andamio multidireccional	21	40	0	48	36	54	34	65	298	37
15	Diagonales- andamio multidireccional	40	18	38	0	56	39	76	0	267	33
16	Base Collar- andamio multidireccional	8	0	0	8	0	20	14	0	50	6

Fuente: director de producción

Con los productos enunciados anteriormente y el total de producción de los mismos desde octubre de 2013 hasta mayo de 2014 se halló el porcentaje de participación en ventas:

Tabla 5. Total de producción desde octubre de 2013 hasta mayo 2014

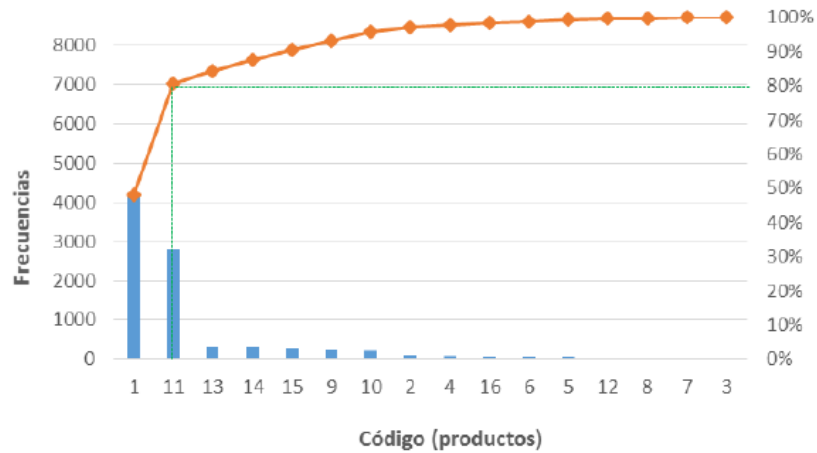
CÓDIGO	PRODUCTOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1	Alineadores	4206	48%	48;2%
11	Encajonado de perfiles	2818	32%	80;6%
13	Verticales- andamio multidireccional	312	4%	84;1%
14	Horizontales- andamio multidireccional	298	3%	87;6%
15	Diagonales- andamio multidireccional	267	3%	90;6%
9	Tableros metálicos	238	3%	93;4%
10	Tensores	218	3%	95;9%
2	Ángulos	98	1%	97;0%
4	Crucetas	70	1%	97;8%
16	Base Collar- andamio multidireccional	50	1%	98;4%
6	Parales	50	1%	98;9%
5	liras	42	0%	99;4%
12	Andamio estándar	25	0%	99;7%
8	Rinconera	20	0%	99;9%
7	poleas colgantes	6	0%	100;0%
3	Cerchas de 1,4m-2m-3m-4m	0	0%	100;0%
TOTAL		8718		

Fuente: director de producción

A partir de la recopilación de datos sobre la cantidad de productos fabricados y el porcentaje de participación en ventas durante los meses de octubre de 2013 hasta mayo de 2014, se identifican los productos más relevantes: alineadores 48% y encajonados 32%, como se puede ver en la tabla anterior.

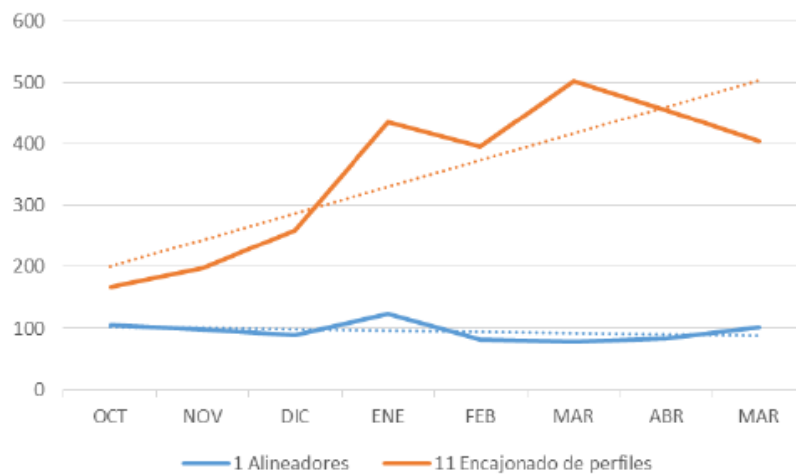
Una vez establecidos los productos representativos se procede a realizar un diagrama de Pareto, en el cual se puede identificar los pocos vitales de los muchos triviales:

Figura 2. Diagrama de Pareto



Según el gráfico, los pocos vitales corresponden a los productos de código 1 alineadores y 11 encajonado de perfiles. De dichas referencias se realizó además un estudio de tendencia a través del tiempo, arrojando como resultado:

Figura 3. Tendencia de alineadores y encajonado de perfiles



Este análisis permite observar que el producto encajonado de perfiles tiene una tendencia de creciente positiva a través del tiempo, mientras que el producto alineadores se comporta de una manera estable.

Por otra parte, la gerencia manifiesta interés en el estudio del encajonado de perfiles puesto que es un producto que se empezó a fabricar desde febrero de 2013 y se desarrolla debido a la necesidad de satisfacer la demanda interna generada por el departamento de obras.

Dentro de este marco se decide seleccionar el producto de encajonado de perfiles como base del estudio de tiempos y realizar una revisión del proceso productivo actual para posterior análisis sobre posibles propuestas de mejora.

Una vez seleccionado el encajonado de perfiles, se complementó el diagnóstico con el uso herramientas descritas posteriormente, como listas de chequeo de las 5's, análisis de desperdicios 5MQS, estudio de tiempos, análisis de capacidad, diagrama de operaciones y diagrama de recorrido para lograr identificar los puntos críticos dentro del proceso.

4.6. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE PLANTA

La empresa elabora actualmente 16 productos diferentes de diversos tamaños, de tal manera que desea mantener la maquinaria trabajando en todos los artículos y piezas. Por tanto, ha tratado de agrupar la maquinaria de un mismo tipo, buscando que el producto en proceso pueda ser asignado a cualquier máquina del tipo apropiado que este libre y los trabajadores pueden ser destinados a cualquier máquina del grupo. En consecuencia, la planta muestra una distribución combinada entre distribución por proceso y distribución por producto, debido que a medida que las condiciones de producción empezaron a cambiar y algunos

objetivos tomaron más importancia que otros, la distribución o ciertas partes de la misma se fueron acomodando en marcha.

Teniendo en cuenta que cualquier método heurístico de distribución de planta, requiere los datos⁴⁴ del área de cada departamento y medidas de relación de proximidad entre departamentos que se expresan en forma cualitativa o cuantitativa (flujo entre departamentos), es necesario referenciar el anexo 7, donde se muestra el plano de la distribución actual de planta, la posición y área de los diferentes centros de trabajo y maquinaria. Asimismo, el anexo 8. Matrices origen destino presenta la matriz de origen destino elaborada con las frecuencias de los diferentes flujos de recorridos según los procesos productivos descritos en el flujograma multiproducto (*Anexo 6. Diagrama multiproducto*) y el promedio de producción mensual hallado por medio de la información recolectada en los departamentos de ventas y producción sobre las unidades de productos fabricados desde octubre de 2013 hasta mayo de 2014 (*tabla 4 fabricación de productos mensuales*). De igual manera, se construyó una matriz descrita en el mismo anexo, calculando las trayectorias que existen entre los diferentes centros de trabajo o máquinas, utilizando una función de distancia rectangular.

A continuación, se encuentran las relaciones de cercanía (CR_{ij}) entre el área de trabajo i y el área de trabajo j ; que se definen de acuerdo al criterio de los flujos descritos en la matriz origen destino. Posteriormente, se indica el valor de la relación de cercanía entre los departamentos.

A continuación se procede a hallar el valor de la función objetivo con la distribución actual utilizando la fórmula 3. Los cálculos necesarios para encontrar la función objetivo se expresan en el anexo 9. Valor inicial de la función objetivo.

⁴⁴ Monks, Joseph G. Teoría y Problemas de Administración de Operaciones. Editorial McGraw Hill. México 1988. p 101

Función objetivo: $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V(CR_{ij})X_{ij}$ (3)

Función objetivo: 4034

Con las evidencias presentadas en el diagnóstico anterior, es posible comprender el funcionamiento de la planta de producción e identificar diferentes problemas presentes en el método actual de fabricación.

El análisis de la distribución actual de la planta señala que se debe plantear la distribución según proceso, donde la táctica más común es colocar los departamentos o centros de trabajo en las localizaciones más económicas, lo que significa minimizar el costo por transporte de material; esto se consigue colocando más cerca los departamentos con gran interdependencia en flujos de gente y/o materiales. Con respecto a esto, se presenta la matriz de relaciones de cercanía descrita en el anexo 8. Matrices de origen destino y se muestra como complemento el anexo 7. Plano de distribución inicial de la planta que constituye el plano de la planta, a partir de esto, se pueden encontrar que algunas relaciones de cercanía no se cumplen actualmente, por citar un ejemplo, el área de pulidora con respecto al producto terminado, el área de pintura y pulidora con respecto al área de soldadura. Igualmente la relación de cercanía que debería existir entre el área de almacenamiento varillas y el área de la sierra sin fin y GEKA.

5. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO ENCAJONADO DE PERFILES

El diagnóstico se lleva a cabo inicialmente con base en herramientas cualitativas como la observación directa del proceso productivo, entrevistas y encuestas al personal operativo y/o administrativo, permitiendo realizar análisis de 5's, desperdicios 5MQS y de la distribución actual de la planta. Posteriormente, se utilizan herramientas cuantitativas para efectuar la medición de tiempos y la formulación de indicadores de medición.

Tabla 6. Descripción de las operaciones del encajonado de perfiles

N°	NOMBRE	DESCRIPCION	PIEZAS	PERSONAL DISPONIBLE
OPERACIÓN 1	Cortar lámina en platinas de 302x78mm.	Alistamiento de máquina cizalla y corte total de lámina en platinas de 302x78mm.	120 platinas	1 operario
OPERACIÓN 2	Destijerar puntas de las platinas	Alistamiento de máquina cizalla , corte diagonal en cada punta de la platina, esta operación se realiza en 5 platinas a la vez.	5 platinas	1 operario
OPERACIÓN 3	Soldar 1 platina en cada extremo de los dos perfiles	Los dos soldadores trabajan simultáneamente, cada uno ubicado en extremos diferentes de los dos perfiles a soldar las dos platinas. Se soldan en total 4 platinas.	2 perfiles sencillos	2 Soldadores/ 2 auxiliares
OPERACIÓN 4	Cortar varilla 80cm	Alistamiento de máquina GEKA, corte de 4 varillas de 6 m cada una. De cada varilla salen 7 unidades.	28 varillas	1 operario/ 2 auxiliares
OPERACIÓN 5	Doblar varilla a 90°	Alistamiento de máquina prensa hidráulica, doblar 8 varillas a 90°	8 varillas	1 operario
OPERACIÓN 6	Soldar 2 varillas en cada extremo de los dos perfiles	Los soldadores trabajan simultáneamente, cada uno ubicado en diferentes extremos del perfil y encargados de soldar dos varillas en cada uno de los extremos de los dos perfiles.	2 perfiles sencillos	2 Soldadores/ 2 auxiliares
OPERACIÓN 7	Pintar internamente 2 perfiles	Pintar con anticorrosivo gris la parte interna de los dos perfiles	2 perfiles sencillos	1 pintor
OPERACIÓN 8	Puntear para realizar ensamble	Unir los dos perfiles por medio de prensas y hacerle puntos de soldadura para realizar el ensamble por cada lado.	1 perfil encajonado	1 Soldador/ 1 auxiliar
OPERACIÓN 9	Resoldar con el brazo robot	Resoldar con cordón de soldadura continuo por cada lado de los perfiles ensamblados	1 perfil encajonado	1 Soldador/ 1 auxiliar
OPERACIÓN 10	Aplicar masilla	Realizar limpieza de pepas de soldadura y aplicar masilla para darle uniformidad al cordón de soldadura realizado con anterioridad	1 perfil encajonado	1 auxiliar
OPERACIÓN 11	Pintar externamente	Pintar con anticorrosivo gris la parte externa de los perfiles encajonados	1 perfil encajonado	1 pintor

Fuente: García Vega S.A.S

La descripción de las operaciones que conforman el proceso productivo de encajonado de perfiles, las piezas fabricadas en cada operación y el personal disponible se señalan en la tabla 6, mostrada anteriormente. Esta información fue recopilada a través de entrevistas con el director de producción y personal operativo, asimismo observación directa en las diferentes visitas realizadas en la planta de producción.

5.1. MATERIA PRIMA UTILIZADA

En el anexo 10. Materia prima para perfiles encajonados se puede encontrar la descripción de la materia prima utilizada en el proceso de encajonado de perfiles.

5.2. MAQUINARIA UTILIZADA

La maquinaria utilizada en el proceso de encajonado de perfiles se compone por la cizalla hidráulica, GEKA, prensa hidráulica, equipo de soldadura, brazo robot y pistola de pintura como se describe en el anexo 11. Maquinaria utilizada para perfiles encajonados

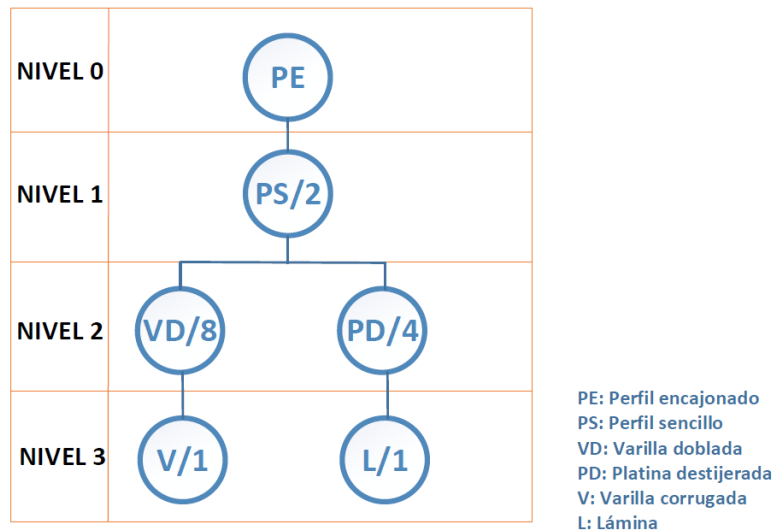
5.3. DIAGRAMA DE OPERACIONES

En el anexo 12. Diagrama de operaciones inicial se presentan todas las etapas del proceso productivo y describen las diferentes características de la materia prima y las cantidades necesarias, el tiempo tipo de las operaciones que se realizan en cada máquina o centro de trabajo, los desperdicios que se producen, los insumos que se van utilizando en el proceso, los transportes y las distancias recorridas en cada uno. Igualmente, presenta un resumen total de las operaciones, inspecciones, transportes y almacenamiento, donde se observa que en ningún momento se realiza inspección en el proceso, ocasionando que algunos productos presenten fallas e imperfecciones. Se debe tener en cuenta que los transportes se

dificultan debido al peso y dimensiones del material, además no se cuenta con ayudas mecánicas, es decir, todos los transportes los realizan los operarios de manera manual.

5.3.1. Lista de materiales: A continuación se puede observar la lista de materiales, (BOM: bill of materials) permitiendo complementar de manera general la información necesaria para entender el proceso de encajonado de perfiles y se muestra una foto del producto terminado.

Figura 4. Lista de materiales (BOM)



Fuente: García Vega S.A.S

Figura 5. Producto terminado



5.4. DIAGRAMA DE RECORRIDO

La planta de producción consta actualmente de un solo piso, en el anexo 13. Diagrama de recorrido inicial, se puede encontrar el diagrama de recorrido que se construyó con base en un plano de la empresa para la fabricación del producto seleccionado, adicionándole la ubicación de los centros de trabajo implicados en la fabricación de perfiles encajonados y la interacción que existe entre estos, por medio de flechas numeradas que indican la secuencia del proceso. En este diagrama se puede observar el movimiento que necesita realizar el material desde que empieza como materia prima hasta que finaliza como producto terminado. Teniendo en cuenta que la adecuación de la planta se empezó a realizar bajo la marcha, asimismo la ubicación de la materia prima, el producto en proceso, los centros de trabajo de soldadura (brazo robot, punteado, varilla y lámina), la zona de pintura, la máquina GEKA y el almacenamiento del producto terminado se fue dando donde existía espacio disponible. Y, en el caso del resto de la maquinaria involucrada (prensa hidráulica, cizalla hidráulica) donde ya estaban establecidas anteriormente. Lo anteriormente descrito genera desorden, grandes distancias,

transportes excesivos y desorganización en los procesos productivos, lo que afecta de manera directa la eficiencia del sistema

5.5. ANALISIS DE TIEMPOS

Aunque este proceso se puede realizar con perfiles de diferente medida (longitud), para efectos del estudio de tiempos las mediciones se realizaron para perfiles de 7,53 metros, debido a que estos son los que actualmente se producen.

Tamaño de la muestra: Se utiliza la técnica de tiempos por cronómetro con método vuelta a cero. Inicialmente, se debe registrar la duración de varios ciclos de trabajo como indica ORTIZ PIMIENTO⁴⁵, según el tamaño de la muestra el estudio de tiempo por cronómetro y en este caso debido a que en la mayoría de operaciones el tiempo de ciclo se encuentra entre 5 y 10 minutos, se decide realizar 10 observaciones por cada operación como premuestra.

Los ciclos óptimos necesarios para que la muestra sea representativa en cada una de las actividades se encuentran registrados en el anexo 14. Ciclos óptimos y se hallan teniendo en cuenta la siguiente formula estadística:

$$N = \frac{\left(S * t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \right)^2}{e^2} \quad (4)$$

Dónde:⁴⁶

S = Desviación estándar de la premuestra

t = El valor obtenido en la tabla para la distribución t-student al nivel α

α = El valor del nivel de confianza fijado (90 %)

⁴⁵ ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: publicaciones UIS. 1999. P. 152.

⁴⁶ *Ibíd.*, p 189

e = el valor del margen de error deseado en segundos (6 segundos para premuestras mayores a 100 segundos y 2 segundos para premuestras menores a 100 segundos).

Por lo tanto $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = 1,38$ para 9 grados de libertad y un nivel de confianza del 90%.

Estos tiempos se tomaron para cada actividad que conlleva a la terminación del encajonado de perfiles, a continuación se asignó una valoración de acuerdo al ritmo de trabajo como expresa la escala británica representada de 0 a 100, donde 0 representa la actividad nula y 100 el ritmo normal de trabajo del obrero calificado⁴⁷. Luego se asignaron suplementos, esta asignación descrita en el anexo 15. Suplementos asignados se realizó para cada uno de los puestos de trabajo de acuerdo a la organización internacional del trabajo OIT mediante el sistema de suplementos por descanso que presenta el anexo 16. Sistema de suplementos según OIT. Además, se agregó un 1,5% asignado a contingencias las cuales se determinaron por el director de producción.

Los resultados del tiempo tipo de cada tarea definido como ritmo tipo⁴⁸ y el tiempo tipo total del proceso se encuentra en la tabla 7. Los cálculos realizados para cada una de las actividades se pueden observar en el anexo 17. Tiempo tipo inicial.

⁴⁷ KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra. Oficina Internacional del trabajo. Cuarta Edición. 1992. p. 317

⁴⁸ KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra. Oficina Internacional del trabajo. Cuarta Edición. 1992. p. 343.

Tabla 7. Tiempo tipo encajonado de perfiles

PROCESOS	TIEMPO TIPO (s)
TRANSPORTE 2: Zona de almacenamiento de lamina a la cizalla.(2m)	1013
OPERACIÓN 1: Cortar lámina en platinas de 302x78mm.	11120
OPERACIÓN 2: Destijerar puntas de las platinas	1651
TRANSPORTE 3: De la cizalla al área de soldado de platina (15m)	345
TRANSPORTE 4: Zona de almacenamiento de varilla a la GEKA(20m)	700
OPERACIÓN 4: Cortar varilla 80cm	3294
TRANSPORTE 5: De la GEKA a la prensa hidráulica (2m)	403
OPERACIÓN 5: Doblar varilla a 90°	3716
TRANSPORTE 6: De la prensa hidráulica al area de soldado de varilla (5m)	851
TRANSPORTE 1: Lugar de almacenamiento de perfil al área de soldado de platina y varilla (10M)	2001
OPERACIÓN 3: Soldar 1 platina en cada extremo de los dos perfiles	491
OPERACIÓN 6: Soldar 2 varillas en cada extremo de los perfiles	1682
TRANSPORTE 7: Área de soldado de platina y varilla al área de pintura (5m)	1582
OPERACIÓN 7: Pintar internamente 2 perfiles	836
TRANSPORTE 8: Área de pintura al área de ensamble (22m)	2852
OPERACIÓN 8: Puntear para realizar ensamble	2044
TRANSPORTE 9: Área de soldado al brazo robot. (1m)	349
OPERACIÓN 9.Resoldar con ell brazo robot	1853
TRANSPORTE 10: Del brazo robot al área de pintura (12m)	1378
OPERACIÓN 10: Aplicar masilla	1039
OPERACIÓN 11. Pintar externamente	1389
TRANSPORTE 11: Del área de pintura al área de almacenamiento de producto terminado(21m)	1276
Total	41865

5.6. ANALISIS DE CAPACIDAD

Para comprender las actividades implicadas en el proceso de encajonado de perfiles se muestra la relación secuencial entre ellas a través de la ruta del proceso presentada en el anexo 18. Ruta del proceso, y se describen los diferentes centros de trabajo, la capacidad, las operaciones realizadas en cada uno de ellos y las materias primas que se usan en el proceso.

Es conveniente resaltar que todas las máquinas requieren supervisión y presencia de personal para realizar las operaciones del proceso.

El procedimiento para lograr obtener el cálculo de la capacidad, se inicia calculando el tiempo tipo unitario para lo cual es necesario dividir los tiempos tipo de cada operación presentados en la tabla 7, sobre la cantidad de unidades producidas.

Por otra parte y teniendo en cuenta que en la planta de producción de Girón se estableció que los recursos utilizados para este proceso productivo cuentan con un turno de 8 horas diarias de lunes a sábado con 30 minutos de descanso, para laborar un total de 450 minutos o 27000 segundos diarios disponibles.

Para poder hallar la capacidad disponible por operación en cada centro de trabajo, se dividen los 27000 segundos diarios disponibles sobre los tiempos tipo de cada operación. A excepción de los centro de trabajo que desarrollan más de una operación, como la cizalla, en el cual se corta de lámina y se destijera la platina, y el de pintura que incluye la aplicación de masilla y pintura externa. En estos es necesarios dividir los 27000 segundos en la suma de los tiempos tipo de las operaciones descritas anteriormente, debido a que estas operaciones usan el mismo recurso.

Es necesario calcular la capacidad disponible en unidades de perfiles encajonados al día, para esto la capacidad que se halló anteriormente se divide en las unidades requeridas en cada operación para lograr la fabricación de un perfil encajonado.

En la tabla 8 se muestra el análisis de la capacidad por centro de trabajo y se señala que el recurso restrictivo que limita el desempeño del sistema y restringe la producción, se encuentra en el centro de trabajo nombrado como prensa hidráulica, donde se realiza la operación doblar las 8 varillas necesarias para soldar en el perfil.

Tabla 8. Análisis de capacidad por centro de trabajo

CENTRO DE TRABAJO	CANTIDAD	OPERACIÓN	UNIDADES PRODUCIDAS	TIEMPO TIPO (S)	TIEMPO TIPO UNITARIO (S/UNIDAD)	TIEMPO DIARIOS DISPONIBLE DEL CT (s)	CAPACIDAD DISPONIBLE (UNIDADES/DIA)	UNIDADES REQUERIDAS PARA FABRICAR UN PERFIL	CAPACIDAD DISPONIBLE (PERFILES ENCAJONADOS/DIA)
Cizalla	1	Cortar lamina	120 Platinas	11120	93 s/platina	27000	76 platinas/dia	4 platinas	19
		Destijerar	5 Platinas	1310	262 s/platina				
GEKA	1	Cortar varilla	28 Varillas	3294	118 s/varilla	27000	230 varillas/dia	8 Varillas	29
Prensa Hidraulica	1	Doblar varillas	8 Varillas	3716	465 s/varilla	27000	58 varillas/dia	8 Varillas	7
Estacion soldadura	1	Soldar platina	2 perfiles sencillos	491	246 s/perfil sencillo	27000	110 perfiles sencillos/dia	2 perfiles sencillos	55
	1	Soldar varilla	2 perfiles sencillos	1682	841 s/perfil sencillo	27000	32 perfiles sencillos/dia	2 perfiles sencillos	16
Pintura	1	Pintura interna	2 perfiles sencillos	836	418 s/perfil sencillo	27000	65 perfiles sencillos/dia	2 perfiles sencillos	32
	1	Aplicar masilla Pintura externa	2 perfiles encajonados 2 perfiles encajonados	1039 1389	520 s/perfil encajonado 695 s/perfil encajonado	27000	22 perfiles encajonados/dia	1 perfiles encajonados	22
Estacion soldadura de perfil	1	Puntear para realizar ensamble	1 perfiles encajonados	2044	2.044 s/perfil encajonado	27000	13 perfiles encajonados/dia	1 perfiles encajonados	13
Brazo robot	1	Resoldar con brazo robot	1 perfiles encajonados	1853	1.853 s/perfil encajonado	27000	15 perfiles encajonados/dia	1 perfiles encajonados	15

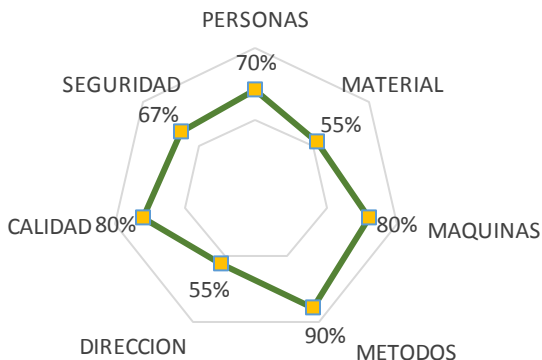
5.7. ANALISIS DE DESPERDICIOS

Con el objetivo de identificar los desperdicios existentes y aplicar medidas correctivas, por medio de observación directa de la planta se realizó un diagnóstico mediante una lista de chequeo (anexo 19. Lista de chequeo inicial de desperdicios 5MQS) desarrollada en conjunto con el gerente de producción. A través de la cual, se determinó el porcentaje en que se presentan cada uno de los despilfarros, el cual no debería superar el 50% en ninguno de los casos. La meta establecida de reducción con previa revisión y compromiso de la dirección es que estén por debajo del 40%.

En el anexo 20. Porcentaje inicial de presencia de desperdicios 5MQS se presenta la calificación inicial y el porcentaje obtenido de presencia de cada uno de los desperdicios.

A continuación se presenta un diagrama de red inicial que representa la presencia de los desperdicios en la planta.

Figura 6. Diagrama de red desperdicios



Las razones que causan los altos índices de presencia fueron identificadas por medio de entrevistas al director de producción y personal operativo de la planta de producción, reuniones realizadas directamente con gerencia y subgerencia,

además observación directa del proceso productivo y funcionamiento de la planta en general principalmente son:

- **MAN- HOMBRE:** Este aspecto es uno de los más críticos dentro de la empresa debido a la falta de organización en el puesto de trabajo, y en gran parte a los métodos establecidos actualmente.

❖ **Desplazamientos para llevar/traer cosas/materiales/herramientas debido a los actuales métodos establecidos:**

- Los operarios no tienen cerca las herramientas o materiales necesarios para cumplir su labor productiva, deben desplazarse constantemente al almacén de herramientas ya sea para solicitar materiales o por herramientas, lo que impide un proceso continuo.
- Para lograr el ensamble del producto final se tienen que desplazar hasta los lugares donde están almacenadas las partes que lo conforman, y estas partes se encuentran revueltas entre muchas otras cosas.
- Cuando se necesita alguna lámina se pierde tiempo de búsqueda por que el almacenamiento de este material no se está haciendo de una manera adecuada.
- Los operarios tiene que ir a las oficinas a pedir material de papelería, hojas, lapiceros, correctores, marcadores.
- Existen bastantes desplazamientos por parte del personal para ir a beber agua.

En efecto, se realizó la cuantificación de pérdidas por desplazamiento de personas (anexo 21. Cuantificación de pérdidas por desplazamiento inicial) teniendo en cuenta los diferentes transportes que se hacen debido al proceso productivo de encajonado de perfiles. Cabe resaltar que se tienen en cuenta solo los tiempos de desplazamiento, no los tiempos de espera. Para realizar el cálculo se utilizó la distancia, la frecuencia y el tiempo que requiere realizar cada desplazamiento. La hora hombre tiene un costo de \$2.500, y se tuvieron en cuenta 25 días laborales

al mes. De esta herramienta cuantitativa se puede concluir que, se gastan 69 horas cada día, es decir 1725 horas al mes en desplazamiento de material y que cada mes se gastan aproximadamente \$7'490.573 debido a este tipo de desperdicio.

❖ **Búsquedas de herramientas en el puesto de trabajo:**

- Los puestos de trabajo que contienen herramientas disponen de cajones para ubicarlas, pero dentro de estos no existe una ubicación específica de las herramientas necesarias y tampoco se encuentra marcada la ubicación de las existentes, generando esto pérdidas de tiempo en búsquedas innecesarias y retrasando los tiempos de entrega al cliente.

Figura 7. Cajón de almacenamiento GEKA



Figura 8. Puesto de trabajo de la cizalla hidráulica



- **MÉTODOS:**

Durante el transporte de material no se hace uso de ayudas mecánicas, además el desplazamiento de material se dificulta por el tamaño y peso del mismo. El movimiento de la materia prima, producto en proceso y producto terminado ocasiona paradas en otros puestos de trabajo, y aumento del tiempo en general en el proceso de encajonado de perfil.

- ❖ **Transportes o desplazamientos:** Debido a la distribución de la planta y como se puede observar en el anexo 13. Diagrama de recorrido inicial, el flujo del material mientras se realiza el proceso de transformación es bastante amplio, generando demoras debido a numerables desplazamientos y transportes. Además debido al material que se encuentra regado por la planta se dificulta el movimiento de los productos en proceso o terminado.

- ❖ **Grandes lotes de inventario:** Se manejan grandes lotes de inventario de materia prima que involucran espacio necesario para otro tipo de cosas. A continuación una muestra:

Figura 9. Grandes lotes de inventario



- **MÁQUINAS:** Este tipo de desperdicio se está generando debido a falta de mantenimiento preventivo y a la utilización de las máquinas involucradas en el proceso.
- ❖ **Programas de mantenimiento:** En la planta de producción de Girón a pesar de existir un departamento de mantenimiento y un programa de mantenimiento preventivo este no se cumple realmente, solo se hace mantenimiento correctivo.
- ❖ **Poca utilización de algunas máquinas:** En algunos casos debido a la fallas de planeación o a la producción de productos con solicitudes específicas de los clientes. Además por algunos repuestos, o falta de revisión o calibración de equipos se puede presentar este desperdicio. A continuación se presenta una tabla con el porcentaje de utilización de las máquinas del mes de enero información solicitada al director de producción. Para hallar la capacidad instalada se tomó la información de 1 turno de 8 horas cada uno y se multiplicó por 25 días laborales al mes. Se puede evidenciar que no se utiliza ni el 50% de la capacidad instalada.

Tabla 9. Porcentaje de utilización de maquinas

MAQUINA	ENERO		
	HORAS DE USO REAL	CAPACIDAD INSTALADA EN HORAS	% DE UTILIZACIÓN
Brazo Robot	90	200	45%
Cizalla	67,26	200	33,6%
GEKA (Cizalla)	52,76	200	26,38%
Prensa Hidráulica	10,17	200	5%
TOTAL	220,19	800	27%

Fuente. Departamento de mantenimiento García Vega S.A.S

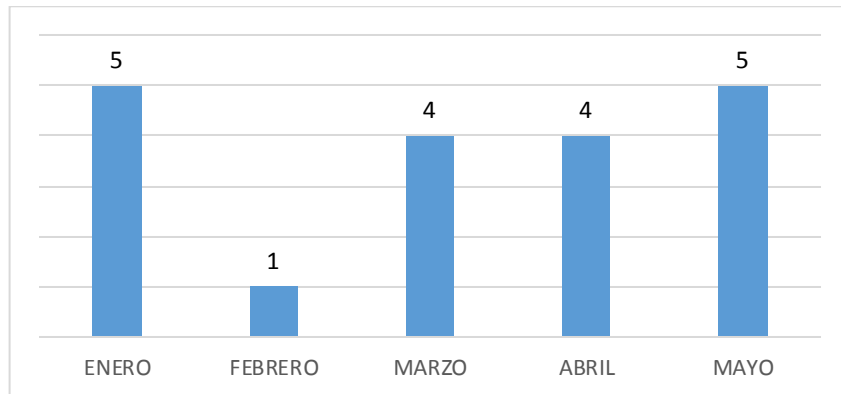
- **CALIDAD:** Con el fin de satisfacer las necesidades del cliente, reducir los defectos en los productos o procesos, ofrecer una oportunidad de mejora en algunos procesos o productos o reducir costos de producción se debe pensar en incluir la calidad durante todos los procesos productivos de la empresa.

❖ **Producción de defectuosos:** La fabricación de productos defectuosos es un grave desperdicio. Genera demoras en los tiempos de entrega al cliente, molestias ocasionadas debido a productos entregados no conforme a los requerimientos. Como se puede evidenciar en la tabla 20. Cálculo del indicador de efectividad en la calidad, se encuentra un porcentaje de 10% para abril, 9% mayo y 8% mayo del año 2014. La meta para este indicador es bajar a 5%.

- **Inspecciones:** No se realizan inspecciones que permitan saber si el proceso se va realizando de la manera correcta. Es obligatorio establecer filtros para lograr que el producto llegue al final del proceso cumpliendo las necesidades del cliente y los tiempos establecidos con la planeación.

- **SEGURIDAD:** Los accidentes y lesiones presentados en la planta de producción se pueden encontrar en el anexo 22. Accidentalidad de enero hasta mayo 2014. A continuación se presenta una gráfica de barras con los datos:

Figura 10. Accidentalidad Enero-Mayo2014



Fuente: García Vega S.A.S

5.8. ANALISIS DE 5 ESES

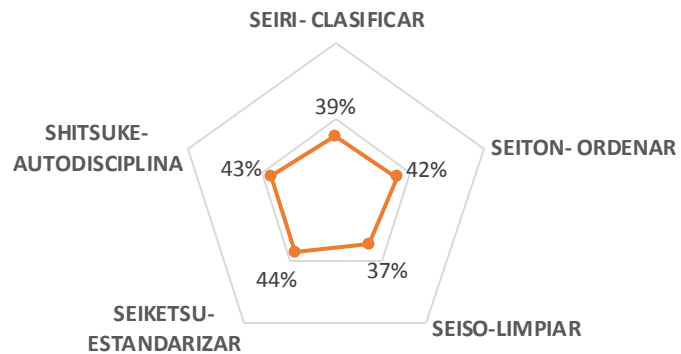
Luego de realizar un análisis sobre los involucrados en el proceso productivo de encajonado de perfiles e identificar las secciones de oficinas, área de almacenamiento, corte, doblado, ensamble, pintura y almacén de herramientas se procedió a capacitar al personal sobre la importancia que tiene la implementación de las 5's como cultura, y sobre los conceptos teóricos y prácticos que implica esta estrategia. La estructura de la capacitación expuesta se encuentra en el anexo 23. Estructura de capacitación 5 eses.

Posteriormente, se realiza el diagnóstico, por medio de un recorrido por las instalaciones de la planta observando cada puesto de trabajo, lo que permitió la identificación de algunos puntos de desorden y suciedad señalados en el anexo 24. Soporte fotográfico y evidencia 5 eses.

Conjuntamente se aplicó una lista de chequeo (anexo 25. Lista de chequeo 5 eses inicial) la cual permitió verificar el grado de cumplimiento de cada una de las 5's en cada una de las áreas involucradas en el proceso, esto con el fin de identificar

las etapas de cumplimiento más afectadas. Esta lista se califica de 1 a 5 según el nivel de cumplimiento que alcanza la empresa. A cada pregunta se le dará una valoración siendo 1 el valor de menor cumplimiento y 5 máximo cumplimiento. En el anexo 26. Nivel de cumplimiento inicial 5 eses se encuentra el nivel de cumplimiento inicial del total de las áreas involucradas determinado por la lista de las 5's, porcentajes que son representados en un diagrama de red a continuación:

Figura 11. Diagrama de red inicial 5's



En este diagrama se observan los porcentajes de cumplimiento que presenta cada S (ese) y todos se encuentran por debajo del 50%, además el cumplimiento total de las 5's está en 40%. La meta propuesta por la empresa de la implementación de esta estrategia es subir el cumplimiento a 70%. Es necesario entonces, realizar acciones de mejoras en todas y cada una de las Ss.

Como resultado del estudio se observaron los siguientes problemas:

SEIRI- CLASIFICAR:

- En las todas áreas de trabajo se encuentran objetos innecesarios como: vasos, botellas, bolsos, celulares, comida, ropa, etc.

- Existe acumulación de productos almacenados sobre todo en las áreas de almacenamiento, corte, ensamble, pintura y almacén de herramientas.
- Las paredes de la planta se encuentran en mal estado, sucias y manchadas por grasa y pintura. En algunas partes los pisos se encuentran con huecos y desniveles.
- Los pisos y pasillos de la planta y por ende de las áreas involucradas no se encuentran limpios y despejados. Se observa mugre, papeles de comida, envolturas de dulces, envases de gaseosa, vasos plásticos. Igualmente la acumulación de inventario de materia prima, producto en proceso y sobrantes de fabricaciones de productos se encuentran alrededor de la planta.

SEITON- ORDENAR:

- En general la planta no cuenta con espacios establecidos para ubicar, productos en proceso o producto no conforme. Por esto es normal encontrarlos esparcidos por toda la planta.
- Existe gran dificultad en el área de almacenamiento encontrar materiales e insumos. Así mismo en el almacén de herramientas presenta serios problemas al momento de encontrar herramientas, materiales e insumos, perdiendo tiempo en búsquedas de los mismos.
- Aunque dentro de la planta, aunque existen zonas establecidas para cada centro de trabajo pero no se encuentran claramente señalizadas.
- En la mayoría de los casos, las pertenencias personales se encuentran en el puesto de trabajo. Puesto que no existen suficientes lockers.
- El acceso a extintores se dificulta debido en su mayoría a la cantidad de material en el piso y pasillos, no se encuentra señalizado el lugar de ubicación.
- No existen normas establecidas para desechar elementos innecesarios.

- Se observa frecuentemente al personal recorrer la planta en búsqueda materiales, insumos o producto en proceso.
- No se cuenta con dispositivos de control visual en la planta que permitan señalar la presencia de producto no conforme, materia prima, producto en proceso o producto terminado.

SEISO-LIMPIAR:

- No existe cultura de limpieza y aseo en los puestos de trabajo. Casi siempre se encuentran el puesto de trabajo desordenado.
- Se cuenta con muy pocos elementos de aseo, y los que existen se encuentran en mal estado.
- Existe una persona designada para realizar aseo en el área de oficinas y otra persona que encargada de recoger los desechos que generan las máquinas y los demás operarios dentro de la planta.
- Algunos sistemas de iluminación se encuentran con suciedad.
- El piso se encuentra normalmente lleno de elementos como cables, papeles, cajas, laminas, tubos, escombros o desechos.

SEIKETSU- ESTANDARIZAR:

- Algunos empleados no usan los elementos de protección personal.
- No hacen uso de los equipos que existen para movilizar carga.
- Algunos operarios realizan labores sin tener en cuenta las normas de seguridad.
- La planta carece de señales de seguridad industrial.
- No existe un lugar designado para la acumulación de basura.

SHITSUKE-DISCIPLINA:

- Aunque la empresa trata de controlar la llegada a tiempo del personal, aún existen falencias por que el método actual es firmar una lista en el momento de la llegada y poner la hora a la cual llego, en ocasiones un compañero firma por otro, o llegan tarde y ponen la hora de entrada correcta.
- Aunque existe un programa periódico para el mantenimiento de las máquinas, este no se está llevando a cabo según lo programado, por lo cual han existido averías en algunas máquinas.
- No existe respeto del espacio en las áreas de trabajo, el producto en proceso es almacenado en otras secciones.

6. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

Analizando la información obtenida en el diagnóstico general de la planta y del proceso de encajonado de perfiles se prioriza de acuerdo a las necesidades de mejoramiento y se planifica las acciones de mejora que se implementarán a partir de las deficiencias que se encontraron. Las acciones de mejora, incluyendo el análisis de la distribución de la planta de producción, se plantean a partir de una reunión con los entes interesados (gerente, director de producción y autora del proyecto) y se pondrán en marcha por medio de herramientas como implementación de 5's, análisis de despilfarros, jornadas kaizen, estandarización del trabajo.

6.1. IMPLEMENTACION DE LAS 5`S

El objetivo principal de implementar esta propuesta es instaurar rutinas que permitan mantener un ambiente de orden, limpieza y organización en todos los centros de trabajo de la planta con el fin de mejorar la eficiencia en el trabajo, motivar al personal, obtener una mejora calidad de vida, brindar seguridad al trabajador y atacar los problemas encontrados en el apartado 5.8 análisis de 5 eses.

Para implementar esta propuesta se empezó con la capacitación expuesta (anexo 23. Estructura de capacitación 5 eses) sobre los conceptos teóricos y prácticos que implica esta estrategia con el fin de concientizar sobre la importancia de la misma.

Posteriormente, se tuvieron en cuenta las 5 eses:

SEIRI-CLASIFICAR: En esta etapa se logra identificar claramente los elementos y cosas necesarias e innecesarias para desarrollar las operaciones cotidianas en los

diferentes puestos de trabajo. El siguiente diagrama resume las acciones realizadas durante la implementación de esta primera s.

Figura 12. Diagrama de flujo guía para la clasificación (SEIRI)



Para ayudar con la identificación de los elementos en cada centro de trabajo se realizan las preguntas: ¿Es necesario este elemento?, Si es necesario, ¿tiene que estar localizado aquí?, ¿es necesario en esta cantidad? Algunos de los elementos identificados en la jornada SEIRI se encuentran en el anexo 27. Imágenes de objetos identificados en la jornada SEIRI.

Luego se procede a realizar una lista como se muestra en el anexo 28. Lista de seguimiento sobre los elementos identificados donde se registra el elemento, la ubicación, cantidad, posible causa y acción sugerida para la eliminación. Las decisiones tomadas para cada elemento identificado fueron aprobadas por el supervisor de planta y el director de producción.

Para realizar la organización de los elementos necesarios, se siguió la guía de clasificación según la frecuencia de uso:

Tabla 10. Guía de clasificación

FRECUENCIA DE USO	DESTINO
Una vez al año Una vez cada 2 o 6 meses	Colocarlas en el almacén de herramientas
Una vez al mes Una vez a la semana Una vez al día	Colocarlas juntas en el cajón de herramientas designado.

Fuente adaptado: ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: publicaciones UIS. 1999



Gracias a esta jornada se logró eliminar una gran cantidad de objetos innecesarios, despejar espacio de los centros de trabajo, reorganizar los cajones de herramientas y crear conciencia entre el personal sobre la importancia del orden y aseo en el área de trabajo.

SEITON-ORDENAR: Una vez se tienen los objetos identificados y clasificados se procede a organizarlos en cada cajón de herramientas designado y correspondiente a cada centro de trabajo. En el anexo 29. Fotos sobre los cambios realizados en los centros de trabajo, se pueden observar algunas fotos sobre las mejoras realizadas en los diferentes centros de trabajo.

El almacén de herramientas fue partícipe de diferentes cambios como reorganización de herramientas, eliminación de objetos inservibles, demarcaciones de tablero de herramientas, clasificación de objetos pequeños como tuercas, tornillos, entre otros. Algunos de estos cambios se pueden observar en el anexo 30. Fotos de cambios realizados en almacén.

También se organizó y despejó el espacio de tránsito de personas y material respetando los espacios de almacenamiento de producto en proceso y zonas necesarias para el correcto funcionamiento de las máquinas. A continuación se muestra un ejemplo.

Tabla 11. Organización y liberación de espacio

ANTES	DESPUES
	

Fuente: García Vega S.A.S

Con el fin de eliminar los objetos personales de los operarios que se encontraban en los diferentes centros de trabajo como se puede observar en el registro fotográfico a continuación, se decidió remodelar y reasignar los lockers.

Figura 13. Objetos personales



Figura 14. Lockers



Para las oficinas se realizaron una serie de cambios con el fin de mejorar la organización de los cascos de los ingenieros y supervisores, ubicándolos en una repisa realizada para tal fin. Además de la elaboración de una mesa y adquisición de sillas.

Figura 15. Orden y aseo en oficinas



SEISO-LIMPIEZA: La implementación empezó por organizar jornadas de limpieza los días sábados durante las últimas horas del turno de la mañana y las primeras del turno de la tarde para asegurar la participación de todo el personal y dotación de elementos de aseo específicos para las necesidades de la planta. En cada jornada los operarios se dedicaban a limpiar su puesto de trabajo, los alrededores, limpieza de paredes, limpieza de máquinas, ventanas, mesas, barrido general, acomodación de material.

Al principio de la jornada se reunía al personal para dar instrucciones específicas sobre áreas que requerían colaboración de personal adicional, también exponer las necesidades de la jornada con el lema de “en una planta limpia se destacan defectos”. A continuación se puede muestra un registro fotográfico durante alguna de las jornadas.

Figura 16. Jornada de limpieza



Por otro lado, se realizaron capacitaciones a cargo de la practicante de ingeniería ambiental sobre la correcta separación y recolección de residuos sólidos, y se adecuaron puntos ecológicos en diferentes partes de la planta.

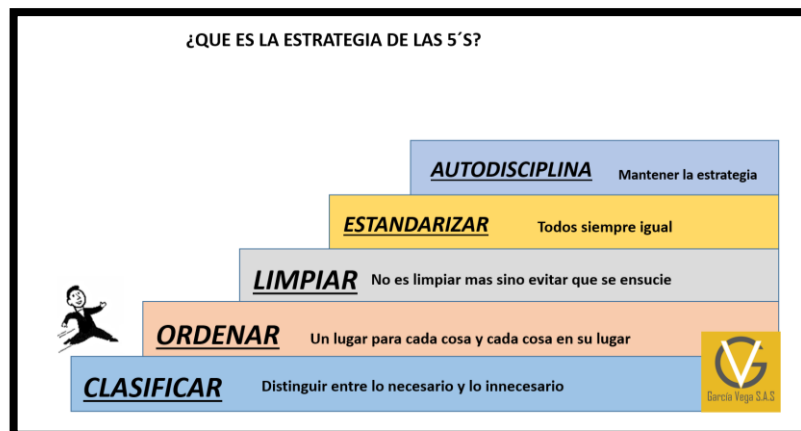
Figura 17. Punto ecológico



Además se implementaron rutinas de aseo diarias, donde los operarios revisan el estado de su sitio de trabajo al iniciar la jornada laboral y se encargan de dejarlo en las mismas condiciones al terminar la jornada.

SEIKETSU- ESTANDARIZAR: Se establecieron estándares de limpieza y rutinas de inspección diarias para controlar de manera permanente el estado de la planta, se ubicaron retablos en diferentes lugares de la empresa para que motivaran a los empleados a mantener su puesto de trabajo en las mejores condiciones.

Figura 18. Retablo 5 eses



SHITSUKE-AUTODISCIPLINA: Es importante conocer que la empresa tenía establecido un programa de seguridad y salud en el trabajo llamado “no de papaya”, que consta de un llamado de atención, publicación en lista y multa económica al personal que no cumpla con las normas de seguridad en el trabajo. Para asegurar el cumplimiento de la cultura de orden y aseo en la planta, se adicionó al programa nombrado y establecido por la empresa anteriormente, las papayas ambientales. Las cuales tienen el mismo manejo, y se ponen al personal que no cumpla con las normas establecidas de orden y aseo. Diariamente se revisan las zonas para controlar, recordar la importancia de la limpieza en los diferentes centros de trabajo y lograr establecer el hábito de orden y aseo.

Con el fin de verificar el cumplimiento del programa de 5 eses y revisar los resultados obtenidos con las mejoras, se diligenció la lista de chequeo que se encuentra en el anexo 31. Lista de chequeo 5 eses inicial.

Es posible verificar que las condiciones de orden y aseo en todos los centros de trabajo de la planta han incrementado notablemente después de la implementación del programa de 5 eses como muestra a continuación el porcentaje de cumplimiento actual versus el inicial.

Tabla 12. Incremento porcentual de las 5 eses

S	SEIRI- CLASIFICAR	SEITON- ORDENAR	SEISO- LIMPIAR	SEIKETSU- ESTANDARIZAR	SHITSUKE- AUTODISCIPLINA	TOTAL
PUNTAJE INICIAL	39,3%	42,7%	37,1%	43,8%	43,3%	41%
PUNTAJE FINAL	75%	78,8%	80,9%	96,6%	74,0%	81%
INCREMENTO PORCENTUAL	36,1%	36,1%	43,8%	52,8%	30,7%	39,9%

6.2. DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS 5MQS

Con el fin de mejorar los procesos productivos, se necesita disminuir los factores que generan demoras, pérdidas, improductividad, ineficiencia, costos, entre otros aspectos que influyen de manera negativa en la producción. Para empezar con la disminución se realizó una jornada de capacitación a todo el personal por parte del estudiante en práctica con el fin de explicar el significado de desperdicio, tipos, como identificarlos y que se puede hacer para lograr la disminución de cada uno de ellos en la planta. Las diapositivas usadas en esta capacitación se pueden encontrar en el anexo 32. Capacitación de 7 desperdicios.

Además para lograr que los operarios tuvieran presente los 7 tipos de desperdicios se realizaron posters alusivos y se ubicaron en diferentes lugares de la planta. Asimismo, se realizaron calendarios del 2014 con la misma ilustración del poster que fueron entregados a todo el personal operativo y administrativo para facilitar la identificación de los desperdicios y disminución de ellos diariamente.

Figura 19. Calendarios 2014



Figura 20. Posters de 7 desperdicios



Posteriormente, para cada tipo de desperdicio analizado con anterioridad, se presentan acciones desarrolladas para solucionar la problemática.

MAN-HOMBRE :

- Reducción de desplazamientos para llevar o traer herramientas: Las herramientas fueron clasificadas según su frecuencia de uso en el almacén de herramientas de la planta o en los cajones de herramientas designados para cada centro de trabajo.
- Disminución de tiempo perdido en búsquedas de herramientas en los puestos de trabajo: Para lograr reducir tiempo perdido en buscar las herramientas propias de cada centro de trabajo, se reasignaron y reordenaron los cajones de herramienta, dándoles dentro de los mismos una ubicación específica a las herramientas necesarias de cada proceso.

- Los desplazamientos con la nueva ubicación del almacenamiento de la varilla disminuyen, teniendo en cuenta que con la anterior configuración se gastaban \$7.778 diarios o \$194.450 mensual por este desperdicio, luego reubicación se disminuyó a \$2.178 diarios o \$54.450 al mes, teniendo \$140.000 menos de gasto al mes.

MAQUINAS:

- Con el fin de mejorar el programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la planta se realizó una reunión con el encargado del departamento de mantenimiento el Ingeniero Hilton Ramírez, el subgerente de la empresa el Ingeniero Fabio José García, el ingeniero de producción José Pablo Páez y el estudiante en práctica para crear un macro que permitiera tener la información actualizada de los equipos y maquinaria para saber el estado real en que se encuentran. Para obtener esta información la revisión de los equipos empezó en el mes de julio y se empezó a digitar la información de manera proporcional a las revisiones realizadas. Este programa permite saber los días restantes para la ejecución del mantenimiento con ayuda de un código de colores, además la descripción de cada actividad, la periodicidad en días, la fecha del último mantenimiento realizado y la fecha del próximo mantenimiento. Para mayor comprensión se encuentra en el anexo 33.

Ejemplo de diligenciamiento del macro de mantenimiento, donde se puede apreciar el modelo del macro diligenciado en el mes de septiembre de 2014 para los equipos de maquinado.

Es importante resaltar que actualmente se está llevando el control del mantenimiento preventivo por medio de esta herramienta.

Figura 21. Programa mantenimiento preventivo

PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPOS DE MAQUINADO								
fecha Actual		16/09/2014		Días restantes para la Ejecucion del Mantenimiento				
Mantenimiento		Mensual		d>=30	30>d>=20	20>d>=10		
				10>d>=5	5>d>=0	d<=0		
Grupo	Codigo maquina	Descripcion Actividad	Periodicidad (Traducida en Dias)	Ultimo mantenimiento	Proximo Mantenimiento	Dias restantes		
01-CH	01-CH-01	Limpieza general	mensual	30	12/03/2014	11/04/2014	-158	
		Revisión nivel de aceite	mensual	30	12/03/2014	11/04/2014	-158	
		Lubricación con grasa # 2 maquina	mensual	30	12/03/2014	11/04/2014	-158	
		Revisión presión en Mpa a cilindros nitrógeno	mensual	30	12/03/2014	11/04/2014	-158	
		Limpieza filtro de aceite del recipiente	mensual	30	12/03/2014	11/04/2014	-158	
		Revisión funcionamiento electrovalvulas	trimestral	90	12/03/2014	10/06/2014	-98	
		Inspección cuchillas de cortar	trimestral	90	12/03/2014	10/06/2014	-98	
	01-CH-02 GEKA	Revisión y ajuste de bornes elevador de voltaje	trimestral	90	12/03/2014	10/06/2014	-98	
		Revisión sistema eléctrico	semestral	180	12/03/2014	08/09/2014	-8	
		Inspección funcionamiento cilindros hidráulicos	semestral	180	12/03/2014	08/09/2014	-8	
		Revisión y cambio de rodamientos motores	anual	360	12/03/2014	07/03/2015	172	
		Inspección estado del aceite para cambio	anual	360	12/03/2014	07/03/2015	172	
		Limpieza general	bimestral	60	13/03/2014	12/05/2014	-127	
		Revisión nivel de aceite	bimestral	60	13/03/2014	12/05/2014	-127	
01-CH-02 GEKA	01-CH-02 GEKA	Lubricación con grasa # 0 maquina	bimestral	60	13/03/2014	12/05/2014	-127	
		Revisión presión en PSI a manómetros	bimestral	60	13/03/2014	12/05/2014	-127	
		Limpieza filtro de aceite del recipiente	bimestral	60	13/03/2014	12/05/2014	-127	
		Revisión funcionamiento electrovalvulas	trimestral	90	13/03/2014	11/06/2014	-97	
		Inspección cuchillas de doblar	trimestral	90	13/03/2014	11/06/2014	-97	
		Inspección bastago para acoples punzones	trimestral	90	13/03/2014	11/06/2014	-97	
		Revisión sistema eléctrico	semestral	180	13/03/2014	09/09/2014	-7	
	01-CH-02 GEKA	01-CH-02 GEKA	Inspección funcionamiento cilindros hidráulicos	semestral	180	13/03/2014	09/09/2014	-7
			Revisión y cambio de rodamientos motores	anual	360	13/03/2014	08/03/2015	173
			Inspección estado del aceite para cambio	anual	360	13/03/2014	08/03/2015	173
			Limpieza general	mensual	30	09/02/2014	11/03/2014	-189
			Revisión nivel de aceite	mensual	30	10/02/2014	12/03/2014	-188
			Lubricación con grasa a maquina	mensual	30	11/02/2014	13/03/2014	-187
			Inspección cuchillas de doblar	mensual	30	12/02/2014	14/03/2014	-186

Fuente: Departamento de mantenimiento de García Vega S.A.S

- Se elaboraron hojas de vida de cada máquina con información de la marca, modelo, ubicación en zona de la planta, función, designación interna, fabricante, datos dimensionales y parámetros de operación, especificaciones técnicas de motor, principales actividades que realiza el equipo y registro fotográfico. Las hojas de vida de la maquinaria se puede encontrar en el anexo 34. Hojas de vida maquinaria.
- Con ayuda del departamento de mantenimiento, de los operarios y de los supervisores se realizaron los instructivos para cada maquina y equipo, donde se describen los elementos de protección necesarios para operarla, lo que se se debe hacer antes de encender el equipo, durante el funcionamiento y despues de terminar labores tal como se muestra el anexo 35. Instructivos de la maquinaria.

Las hoja de vida de cada máquina y el respectivo instructivo fue ubicado en cada máquina y dado a conocer al personal operativo por programas de capacitación llevados a cabo a cargo del departamento de mantenimiento del Ingeniero Hilton Ramirez.

- Con el fin de involucrar a todo el personal operativo para que tenga la capacidad de reportar fallas al departamento de mantenimiento se implementó un formato de solicitud de mantenimiento el cual se puede encontrar en el anexo 36. Solicitud de orden de mantenimiento.

MATERIALES:

- Se realiza una capacitación a cargo del supervisor Víctor Plata para el manejo adecuado de herramientas.
- Para mejorar el almacenamiento de láminas se realizó una clasificación por calibres. Además de eliminación de sobrantes de láminas para el lugar de la chatarra como se puede observar a continuación el cambio.

Tabla 13. Almacenamiento de lámina antes/después



- Se diseñó, planteó y realizó un dispositivo de almacenamiento elaborado con vigas en H de soporte con el fin de mejorar el almacenamiento, obtener una

mejora clasificacion por medidas y disminuir el tiempo de busqueda del metaldeck.

Figura 22. Dispositivo almacenamiento de Metaldeck



- Se realizaron pequeños soportes con material sobrante de obras para recolectar diferentes productos en proceso o terminados, con el fin de optimizar el espacio utilizado.

Figura 23. Soportes para almacenar productos en proceso o terminados



METODOS:

- Después de realizar diferentes jornadas de orden y aseo, se logró despejar zonas críticas, establecer zonas de almacenamiento de producto en proceso, producto final y producto no conforme.
- Se propuso eliminar la acumulación de materia prima, producto en proceso, producto final y producto no conforme debido a que existía gran cantidad de inventario tal como lo evidencia el anexo 37. Proceso de eliminación de materia prima, producto en proceso y final.
- Se diseñó e implementó el uso de ayudas mecánicas para facilitar el transporte del material, producto en proceso y producto final. A continuación se muestra el registro fotográfico del procedimiento de construcción de los dispositivos realizados. Es importante aclarar que todos los carritos fueron elaborados con material sobrante de los procesos de producción de la planta.

Figura 24. Ayudas mecánicas para transportar material



DIRECCION:

- Para mejorar los problemas de comunicación de la planta entre los directivos y empleados, se plantea un evento llamado “tómese un café con el jefe”, que consiste en programar reuniones amenas, interesantes e informales para tomarse un café con el personal por áreas distribuidos entre auxiliares, soldadores, pintores, administrativos y supervisores en el horario que puedan con un número máximo de 8 participantes y el subgerente con el fin de escuchar el punto de vista acerca de la situación de la empresa, escuchando ideas, quejas, opiniones y sugerencias. Gracias a estas reuniones se pudieron escuchar ideas de mejoramiento de procesos, solucionar problemas internos mejorando el ambiente de trabajo para lograr un trato cordial y amable entre el personal.

Figura 25. Invitaciones del programa "tómese un café con el jefe"



- Se implementaron charlas de cinco minutos diarias entre supervisores y personal operativo donde se informaba al personal la meta del día y las acciones a cumplir.

CALIDAD:

- Con la creación de controles e inspección de calidad en los procesos productivos, la implementación de instructivos de fabricación y el procedimiento de tratamiento de producto no conforme implementado; el producto defectuoso se identificó de manera adecuada y se logró disminuir el número de fallas en los procesos. Los que se puede observar también en el cálculo del indicador de efectividad en la calidad tabla 20.
- Con el fin de dar a conocer los estándares de calidad establecidos en cada proceso, la importancia de realizar productos con calidad y optimizar los recursos se realizaron capacitaciones sobre los controles establecidos y la importancia de mantenerlos con el tiempo.

SEGURIDAD:

- Reactivación de la campaña de “NO DAR PAPAYA” cumpliendo los parámetros establecidos para cada papaya de llevar control y registro del personal que da papaya, evidenciando la fecha, el motivo y la firma de la persona.

A la segunda papaya se debe firmar un registro de condiciones inseguras con compromiso del trabajador. En caso de incumplir con una tercera se hará una llamado de atención con copia a la hoja de vida del trabajador. Al incurrir en una quinta papaya se hace suspensión del trabajador por un día entero de trabajo.

Quincenalmente se pasa el informe al departamento de salud ocupacional del registro de las papayas. Además se debe tener en cuenta que cualquier trabajador puede colocar papaya a otro incluyendo ingenieros, supervisores u oficiales.

También se debe tener en cuenta que las actividades de alto riesgo como trabajo en alturas, utilización de máquinas y equipos, actos que puedan ocasionar lesiones graves, se saltarán los pasos y se realizará llamado de atención escrito de manera inmediata o la suspensión directa del trabajo si lo amerita.

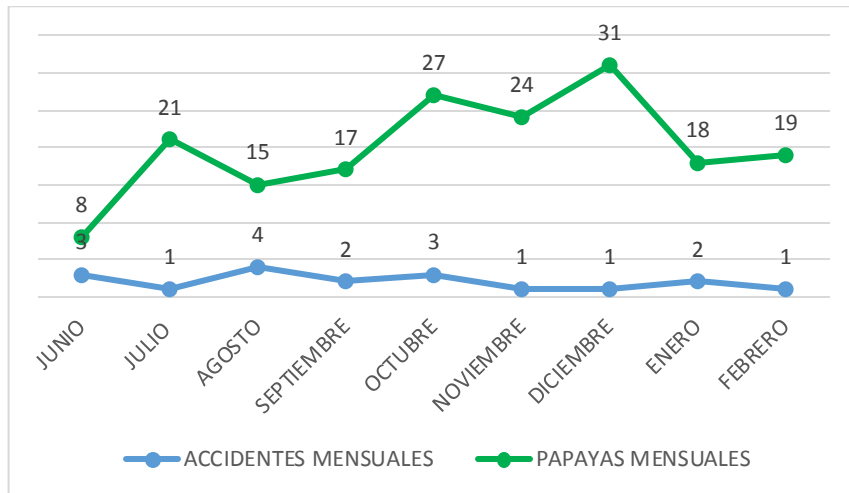
Con la reactivación del programa se presentan gráficas que afirman que a medida que aumenta la identificación de comportamientos inseguros, los accidentes tienden a disminuir.

Tabla 14. Accidentalidad Vs Papayas desde junio 2014 a febrero 2015.

MES	ACCIDENTES MENSUALES	PAPAYAS MENSUALES
JUNIO	3	8
JULIO	1	21
AGOSTO	4	15
SEPTIEMBRE	2	17
OCTUBRE	3	27
NOVIEMBRE	1	24
DICIEMBRE	1	31
ENERO	2	18
FEBRERO	1	19

Fuente: García Vega S.A.S

Figura 26. Accidentalidad Vs Papayas desde junio 2014 a febrero 2015.



Fuente: García Vega S.A.S

- Se implementó, apoyado por la gerencia y la ARL, un programa llamado “soy seguro” que pretende disminuir la accidentalidad dentro de la compañía. Para tal razón se comenzó un plan de capacitaciones semanales dirigidas al personal operativo y administrativo. La participación en el programa es de carácter obligatorio y se desarrolla en jornada laboral.
- Se realizaron campañas de sensibilización y atención de primeros auxilios al personal interesado para ayudar en caso de emergencia, capacitaciones brindadas por el SENA.
- Se realizaron jornadas de calentamiento a cargo de un licenciado en educación física dirigida al personal operativo, mediante las cuales se educó al personal sobre que ejercicios de calentamiento realizar según la labor que ejerce con el fin de disminuir dolores y lesiones. Las jornadas se efectuaron durante el mes de julio una vez a la semana con el fin de establecer el hábito.

Figura 27. Jornada de calentamiento



- Se efectuó un simulacro de incendio con ayuda de la ARL con el fin de evaluar la capacidad de respuesta del personal dando resultados positivos y propuestas de mejora.

Figura 28. Simulacro de incendio



Con el fin de verificar el impacto de las diferentes acciones de mejora efectuadas para disminuir los desperdicios se diligenció la lista de chequeo que se encuentra en el anexo 38. Lista de chequeo de desperdicios 5MQS final. Teniendo en cuenta los porcentajes obtenidos se puede observar la reducción significativa de los

diferentes desperdicios, reflejando un importante cambio en las condiciones de trabajo de la planta.

En la tabla 14 se muestran los porcentajes obtenidos por la aplicación de la lista de identificación inicial versus la presencia de desperdicios luego de la implementación de las mejoras.

Tabla 15. Porcentaje presencia inicial Vs presencia final desperdicios 5MQS

S	PERSONAS	MATERIAL	MÁQUINAS	MÉTODOS	DIRECCIÓN	CALIDAD	SEGURIDAD
INDICE DE PRESENCIA INICIAL	70%	55%	80%	90%	55%	80%	67%
INDICE DE PRESENCIA FINAL	15%	0%	40%	45%	15%	20%	13%
DISMINUCIÓN PORCENTUAL	55%	55%	40%	45%	40%	60%	54%

6.3. JORNADAS KAIZEN

Conocer la metodología KAIZEN para crear un cambio en la cultura organizacional que permita que todo el personal que forma parte de la empresa contribuya al mejoramiento continuo de la misma. Por medio de una jornada de sensibilización a todos los integrantes operativos de la planta se expuso sobre la metodología, en qué consiste, para qué sirve, ventajas brindadas, reglas para aplicarla y se recordó los tipos de desperdicios con el fin de poner a disposición las herramientas para realizar mejoras en el ámbito de los procesos de cada uno que permitan eliminar algún tipo de despilfarro. Las diapositivas expuestas se pueden encontrar en el anexo 39. Capacitación kaizen- mejora continua.

Gracias a la implementación de la metodología KAIZEN se logra mejorar el clima laboral, se eliminaron barreras de comunicación y se fomenta la participación y exposición de ideas benéficas en los procesos productivos.

6.3.1. Jornada de nivelación del piso: Con las inspecciones realizadas para el diagnóstico de los procesos productivos se identificó que existían partes de la planta donde no había piso de concreto y otras donde el piso se encontraba a desnivel. Con el fin de lograr y mantener un estado de limpieza e higiene en las instalaciones se propone realizar en las áreas que lo necesiten un piso de concreto, es decir, una superficie horizontal plana nivelada que facilite el transporte de productos y el tránsito de personal, que permita sostener y/o transportar objetos pesados, facilite la limpieza y sea resistente a los golpes.

Las zonas donde se realizó la mejora incluyeron áreas de la planta que involucran el proceso de diferentes productos como la zona de soldadores, área de sierra sin fin y tornos. Además, áreas donde se trabaja el proceso de perfil encajonado únicamente como área de pintura y área de soldado de varilla y platina. En el anexo 40. Registro fotográfico de nivelación de piso se pueden observar las mejoras realizadas.

6.3.2. Jornada de demarcación de zonas de tránsito en la planta: Luego de realizar inspecciones en la planta de producción se detectaron algunos de los problemas como disminución de los pasillos de evacuación por la presencia de obstáculos durante el recorrido (producto en proceso, laminas, retal, cables, basura), obstaculización de las puertas por la presencia de diverso material tras ella y obstáculos en las salidas de emergencia, lo que provoca mayor tiempo en la evacuación y posibles tropiezos mientras ésta se lleva acabo. Para mejorar los problemas detectados es necesario realizar una demarcación que permita indicar al empleado las vías de tránsito de personas y transporte de materia prima, producto en proceso y producto terminado.

Luego de realizar la jornada expuesta en el anexo 41. Jornada de demarcación de zonas de tránsito se logró mejorar en aspectos como orden y aseo, se aumentó en la seguridad con respecto al riesgo locativo y se logró motivación visual al personal.

6.3.3. Capacitación sobre propósitos, valores y principios: Aunque la empresa tiene establecidos los propósitos, valores y principios, estos jamás habían sido comunicados y explicados al personal. Teniendo en cuenta la afirmación anterior, asimismo con el fin de efectuar cambios en la cultura y sensibilizar a todo el personal en el respeto y pertenencia a la empresa es necesario enfocar al personal en el cumplimiento de los objetivos por medio de una capacitación donde se dan a conocer los propósitos planteados, los valores que son los pilares del comportamiento y los principios de la compañía. En este aspecto, la gerencia ha mostrado interés y compromiso por mejorar, involucrándose de manera activa para dirigir la capacitación al personal. Las diapositivas usadas para la jornada descrita se encuentran en el anexo 42. Capacitación PVPs.

6.3.4. Capacitación PHVA: Considerando que el ciclo PHVA se encuentra dentro de las herramientas de mejoramiento continuo y es utilizado en el sistema de gestión de calidad, permitiendo a la empresa una mejora en la competitividad, procesos productivos, calidad, productividad y disminución de costos. Es importante dar a conocer el ciclo PHVA para ponerlo en práctica en los diferentes procesos de la organización con el fin de obtener los beneficios mencionados anteriormente.

El contenido de la capacitación expuesta se encuentra en el anexo 43. Capacitación PHVA

6.3.5. Capacitación desafío: Capacitar sobre herramientas de 5 eses, 7 desperdicios, ciclo PHVA, kaizen es importante, pero se debe reforzar en el personal la vivencia de los conceptos de manera diferente, agradable y amena en un espacio reservado para aprender con actividades lúdicas que permitan absorber de una manera sencilla y aplicar los diferentes conceptos en situaciones cotidianas.

Por consiguiente, se efectuó una actividad dirigida a todo el personal operativo de la planta llamada “desafío” que consistía en la construcción de una torre realizada con diferentes materiales (papel, pitillos, cinta, fideos, tijeras), en un tiempo determinado y en grupos de 5 personas.

La reacción del personal fue receptiva y notoriamente positiva, tanto así que la jornada se extendió al personal administrativo y operativo de las diferentes sedes por petición de la gerencia.

En el anexo 44. Capacitación desafío se encuentra el contenido de la capacitación y en el anexo 45. Registro fotográfico capacitación desafío, la evidencia en fotos de las diferentes reuniones.

6.4. TRABAJO ESTANDARIZADO

La empresa no contaba con documentación de procesos, lo cual generaba métodos de trabajo no estandarizados.

Los documentos instructivo de operación estándar, formato de material no conforme y seguimiento a producción diaria enunciados a continuación, fueron elaborados por parte del estudiante en práctica, luego revisados y corregidos por el director de producción, posteriormente aprobados por la coordinación de alto desempeño e incluidos como soporte dentro del plan de calidad de la empresa.

6.4.1. Instructivo de operación estándar: Los instructivos para la planta de Girón se elaboraron recolectando información detallada sobre cada actividad realizada dentro de los diferentes procesos productivos por medio de la observación directa de cada uno de los procesos productivos, entrevistas al jefe de planta, operarios y al ingeniero de producción.

Una vez aprobados los instructivos se programaron capacitaciones para todo el personal de la planta. La empresa planeó que durante cada semana se debía realizar la explicación de dos instructivos a todo el personal operativo. Debido a esto, se decidió junto con el director de producción que diariamente se capacitaría al personal en diferentes grupos, que comprendían más o menos 5 personas.

Luego de cada semana y a medida que se iba avanzando en las capacitaciones, se entregaba al líder de cada centro de trabajo los instructivos para que estuvieran a disposición del personal y se pudiera acceder a ellos de manera fácil y sencilla.

Gracias a los instructivos realizados se permite al personal operativo y administrativo obtener conocimiento, aumentar el nivel de comprensión y minimizar la omisión de pasos de cada proceso productivo, promover la seguridad y concientizar sobre la calidad del producto, resolver problemas visualizando desperdicios. De igual manera actualmente se usa como herramienta de capacitación a los nuevos integrantes de la planta. Los diferentes instructivos de los procesos productivos realizados se encuentran en el anexo 46. Instructivos de procesos productivos.

6.4.2. Formato de material no conforme: Debido a la importancia del control de calidad de las piezas durante los diferentes procesos productivos y debido a la falta del mismo dentro de la planta de producción, se diseñó un procedimiento presentado en el anexo 47. Procedimiento control de producto no conforme, que cubre las actividades desde identificación del producto no conforme, el

tratamiento, seguimiento y cierre a satisfacción para los procesos contemplados dentro del alcance del sistema de gestión de calidad.

Asimismo, se planteó un formato de tratamiento de producto no conforme referenciado en el anexo 48. Formato producto no conforme, asegurando la separación y previniendo el uso o entrega no intencionada de producto no conforme. Para realizar estos documentos, fue necesario obtener información involucrando y revisando las necesidades del personal operativo, los supervisores y el director de producción. Luego de elaborar estos documentos fueron revisados por el director de producción, corregidos y aprobados por la coordinación de alto desempeño e implementados en todos los procesos de producción de la planta.

6.4.3. Seguimiento a producción diaria: A partir de la necesidad de adquirir trazabilidad de los diferentes productos fabricados se diseña un documento para el seguimiento de la producción diaria. Es decir, permitir registrar cada producto desde su origen hasta su finalización, siguiendo el rastro a través de las diferentes etapas de producción y transformación, identificando centros de trabajo, personas, procesos y demás información de importancia referente a los mismos a fin de disponer de estos datos cuando resulte necesario.

El formato expuesto en el anexo 49. Seguimiento a producción diaria, permite obtener información sobre el avance y evaluar el cumplimiento de tareas diarias, controlar la calidad de las piezas realizadas, identificar el personal que participa en el proceso y controlar la disposición del producto no conforme que se encuentre en cada proceso.

Este formato se realizó y revisó en conjunto con el director de producción, luego fue aprobado e implementado por la coordinación de alto desempeño en los procesos productivos de la planta de Girón.

6.5. MEJORAMIENTO DE PROCESOS ENCAJONADO DE PERFILES

Las siguientes mejoras están dirigidas a intervenir en el proceso productivo de encajonado de perfiles, aumentando la productividad, eliminando desperdicios 5MQS y desarrollando un proceso de mejora continua. Gracias a las diferentes actividades realizadas con la implementación de 5 eses, jornadas kaizen y la disminución de despilfarros se logró motivar al personal, obtener información sobre ideas de mejora en los procesos e implementarlas con la autorización de la gerencia. A continuación se pueden encontrar las mejoras realizadas.

6.5.1. Reubicación de la materia prima (varilla): La distancia que se encontraba entre la zona de almacenamiento de la varilla y la máquina Geka era de 20 metros, recorrido que se hace en promedio 16 veces gastando 700 segundos, lo que se traduce a 3 horas laborales por día, representado en \$7.778 diarios en solo ese recorrido, tal como se puede ver en el anexo 21. Cuantificación de pérdidas por desplazamiento inicial.

Se decidió ubicar la varilla en un lugar más cercano a la máquina, a solo dos metros. De esta manera, el tiempo de transporte desde la zona de almacenamiento de la varilla hasta la Geka es de 196 segundos diarios, representado en \$2.178 diarios, como se puede observar en el anexo 50. Cuantificación de pérdidas por desplazamiento final.

Disminuyendo en \$5.600 diarios el costo de transporte de material, lo que representaría \$140.000 mensuales si se toma 25 días laborales para realizar el cálculo.

El diagrama de recorrido luego de implementar esta mejora se puede observar en el anexo 51. Diagrama de recorrido final.

6.5.2. Matriz de la prensa hidráulica para doblar varillas: La operación 5 como confirma la *tabla 6. Descripción de las operaciones realizadas en el proceso de encajonado de perfiles*, incluye alistamiento de máquina prensa hidráulica y doblar 8 varillas a 90° grados. Antes, debido a la matriz era necesario marcar cada varilla utilizando corrector blanco en el lugar exacto donde se debía realizar el doblado de 90°, luego se ubicaba la varilla en la prensa y se doblaba.

La mejora consta de reformar la matriz incluyéndole un tope que no permita el desplazamiento de la varilla y asegure la distancia requerida para realizar el doblado a 90°. Debido a esta mejora se logró disminuir tiempo total en la operación como se puede observar en el anexo 63. Tiempo tipo final resumen, estandarizar el proceso y mejorar la productividad.

Con el fin de motivar al personal y dar a conocer la mejora implementada se realizó una publicación en cartelera sobre la mejora realizada.

6.5.3. Dispositivo para encajonar perfiles: Con el fin de mejorar la operación de puntear para realizar en ensamble se planteó diseñar un dispositivo que permitiera prensar los perfiles sencillos y facilitar la operación 8 descrita en la *tabla 6*.

Para realizar el diseño se contó con la ayuda del diseñador de la empresa Stefan Lunenborg, él se encargó de convertir las necesidades presentadas en soluciones por medio del dispositivo creado, en el anexo 52. Plano del prototipo del dispositivo encajonado se puede observar el diseño del prototipo.

El prototipo fue expuesto en reunión con las partes implicadas, gerencia, calidad, director de producción y diseñador. El diseño planteado fue aprobado y construido, logrando implementar el nuevo dispositivo al proceso en el mes de octubre de 2014. Se realizaron pruebas del funcionamiento del dispositivo,

revisando los nuevos pasos a seguir para poder usarlo, explicación sobre la maniobra del mismo, y se fabricaron perfiles con ayuda del dispositivo durante ese mes. Luego de las pruebas se encontraron falencias en el dispositivo, debido a la posición de las prensas se dificultaba posicionarlas de manera frontal y al final la operación requería más precisión, personal, esfuerzo y tiempo. Con el fin de perfeccionar el funcionamiento del prototipo se suspendió la operación del mismo mientras se realizan las mejoras.

En reunión con las partes implicadas en el proceso se dieron a conocer las falencias y las posibles mejoras a realizar. El diseñador planteó en diciembre de 2014 un diseño reformado el cual se puede ver en el anexo 53. Diseño mejorado del dispositivo encajonado. Este dispositivo actualmente está en estudio, ultimando detalles y mejorando con las observaciones del anterior, con el fin de ser aprobado e implementado en el proceso, se espera que logre disminuir los tiempos y lograr estandarizar la producción.

Cabe resaltar que mientras este dispositivo es construido e implementado la operación se realiza de manera manual, obedeciendo el instructivo redactado para realizar encajonado de perfiles lo que ha permitido disminuir tiempos de producción.

6.5.4. Reubicación de los centros de trabajo soldadura (punteado y brazo robot): Buscando disminuir la distancia entre los centros de trabajo y desarrollar un proceso en línea se plantea reubicar los centros de trabajo de soldadura punteado y brazo robot. De esta manera existe una disminución como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 16. Disminución de costos por reubicación de los centros de trabajo soldadura

			DISTANCIA EN METROS	TIEMPO RECORRIDO EN SEG	HORAS LABORALES PERDIDAS	PERDIDA (\$)
ANTES	Área de pintura	Área de ensamble	22	1398	16	\$ 40.000
	Máquina: Brazo Robot	Área de pintura	12	1378	8	\$ 20.000
DESPUES	Área de pintura	Área de ensamble	4	680	8	\$ 20.000
	Máquina: Brazo Robot	Área de pintura	4	705	4	\$ 10.000
MEJORA (disminución)	Área de pintura	Área de ensamble	18	718	8	\$ 20.000
	Máquina: Brazo Robot	Área de pintura	8	673	4	\$ 10.000

Esta reubicación se puede realizar debido a que estos centros de trabajo son exclusivos del proceso de encajonado de perfiles, por lo tanto no afectan el funcionamiento de los demás procesos productivos existentes en la planta.

Esta propuesta no se ha implementado, la gerencia decide esperar para realizar los movimientos de máquinas y equipos en el momento que cuente con la construcción completa de las oficinas, con el fin de realizar todos los cambios de posición en planta de una sola vez.

6.6. CREACIÓN DE ESCUELA DE FORMACION GARCIA VEGA

En el año 2014, la compañía planteo la creación de la escuela de formación con el objetivo de realizar capacitaciones a nivel nacional para el área comercial, con el fin de fortalecer el conocimiento en los servicios ofrecidos a los clientes como: alquiler y venta de equipos, servicio de galvanizado en caliente, fabricación de estructuras metálicas y temas adicionales inherentes al sector de la construcción. Para lograr tal fin, el personal involucrado recibirá un correo electrónico con la

invitación a la videoconferencia semanal a realizarse los días miércoles a las 5:00 p.m.; se podrá ingresar desde cualquier sitio que cuente con internet y un sistema de parlantes o audífonos. En el anexo 54. Instructivo de acceso a la plataforma para conferencias, se explica la manera de acceder a la plataforma. Es importante resaltar que los temas de las capacitaciones fueron expuestos en la reunión semanal de los lunes realizada con todo el personal administrativo y la gerencia fue la que tomo la decisión final sobre cuales tratar.

Las diferentes capacitaciones se llevaron a cabo según el tema a tratar por el personal que cuente con la formación y experiencia dentro de la empresa. Algunos de los temas de esas capacitaciones fueron: costo de no galvanizar, 7 desperdicios, 5 eses, ciclo PHVA, kaizen, calidad de principio a fin, encofrado metálico, planta de producción, planta de galvanizado, proceso de producción, mejoramiento de procesos, andamios multidireccionales y multifuncionales, entre otros.

6.7. INDICADORES DE GESTION

Se diseñaron 3 indicadores de gestión con el propósito de realizar una medición base que permitiera generar un diagnóstico cuantitativo de productividad de mano de obra, índice de cumplimiento y efectividad en la calidad. Para recopilar la información y obtener los datos de los indicadores fue necesario revisar diferentes documentos de la parte de producción y despachos. Los indicadores se exponen a continuación:

- *El indicador de cumplimiento* permite determinar el nivel de cumplimiento a clientes y el porcentaje de pedidos que fueron entregados a tiempo en el mes. La información necesaria para este indicador, se obtuvo del total de las órdenes de producción programadas y las órdenes de salida al mes, en donde se indica

la cantidad de perfiles a producir y la fecha de entrega al cliente de dichos perfiles.

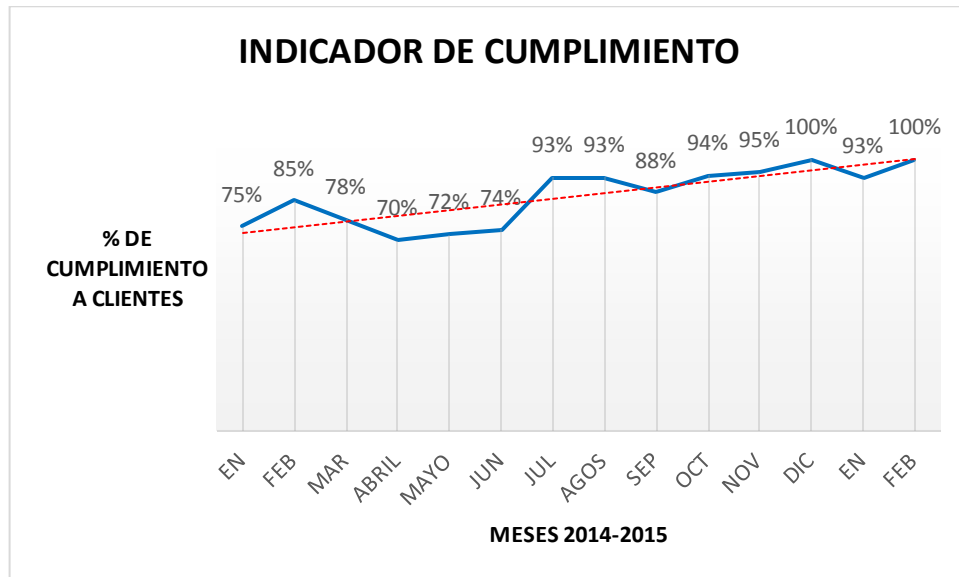
Tabla 17. Ficha técnica del indicador índice de cumplimiento

NOMBRE	Indice de cumplimiento		
DESCRIPCION	Indica el nivel del cumplimiento al cliente como el porcentaje de pedidos entregados a tiempo. Un nivel alto de este indicador muestra que se cumple con los tiempos de entrega establecidos.		
FORMULA	$\frac{\text{Total de ordenes de produccion entregadas a tiempo y completas al mes}}{\text{Total de ordenes de produccion programadas al mes}} \times 100$		
UNIDAD	Porcentaje	TIPO DE INDICADOR	Servicio
FUENTE DE DATOS	Orden de producción, registro de entrega de producto terminado	TIEMPO DE CALCULO	MENSUAL
RESPONSABLE	Dirección de producción		

Tabla 18. Calculo indicador de cumplimiento

INDICADOR DE CUMPLIMIENTO														
	2014												2015	
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	EN	FEB
TOTAL ORDENES DE PRODUCCIÓN ENTREGADAS A TIEMPO Y COMPLETAS	9	11	14	14	13	17	14	14	7	16	19	4	13	10
TOTAL ORDENES DE PRODUCCIÓN PROGRAMADAS	12	13	18	20	18	23	15	15	8	17	20	4	14	10
% DE CUMPLIMIENTO A CLIENTES	75%	85%	78%	70%	72%	74%	93%	93%	88%	94%	95%	100%	93%	100%

Figura 29. Comportamiento del índice de cumplimiento



De la gráfica anterior, se observa que durante los meses de enero y junio, se mantiene un promedio de un 75% de cumplimiento a clientes, debido a ciertos incumplimientos presentados en entregas pactadas con el cliente. Posteriormente, se observa un aumento que inclusive supera la meta que fue planteada por la empresa en algunas ocasiones del 90%.

- *El indicador de efectividad en la calidad no fue posible medirlo en los meses de enero, febrero y marzo del año 2014, debido a que la empresa no contaba un sistema para evaluar la calidad de los perfiles durante todo del proceso productivo lo que ocasionaba que el cliente fuera el que evaluara está efectividad en el producto, y en diversas ocasiones devolvieran dicho producto. Durante el mes de abril se planteó un formato de seguimiento de producción diaria en las áreas de corte, soldadura y pintura en el cual se debe realizar revisión a las especificaciones planteadas por el cliente en la orden de producción. Este formato (anexo 49. Seguimiento a producción diaria) fue aprobado y establecido por la gerencia a partir del mes de mayo. Es por esto*

que el indicador se empezó a medir a partir de ese mes. La meta propuesta para este indicador es que baje al 2%.

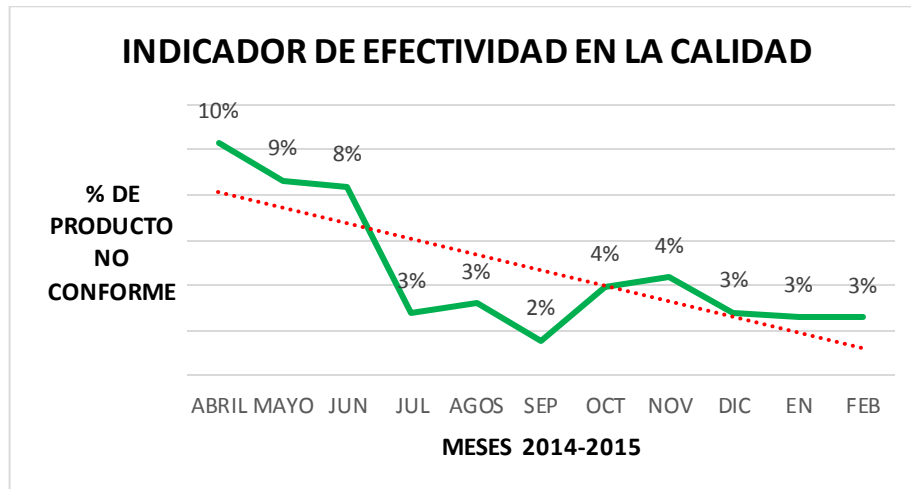
Tabla 19. Ficha técnica de indicador de efectividad en la calidad

NOMBRE	Efectividad en la calidad		
DESCRIPCION	Identificación de productos que no cumplan con las especificaciones planteadas expresado en porcentaje. Un nivel bajo de esta indicador muestra que disminuyen los productos defectuosos fabricados.		
FORMULA	$\frac{\text{Numero de perfiles no conformes}}{\text{Numero de piezas fabricadas}} \times 100$		
UNIDAD	Porcentaje	TIPO DE INDICADOR	Producción
FUENTE DE DATOS	Formato de seguimiento de producción diaria	TIEMPO DE CALCULO	MENSUAL
RESPONSABLE	Dirección de producción		

Tabla 20. Calculo de indicador de efectividad en la calidad

INDICADOR DE EFECTIVIDAD EN LA CALIDAD														
	2014												2015	
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	EN	FEB
NÚMERO DE PERFILES NO CONFORMES	-	-	-	47	35	40	16	22	6	10	20	5	15	11
NÚMERO DE PIEZAS FABRICADAS	-	-	-	456	404	478	580	692	384	254	462	178	582	432
% DE PRODUCTO NO CONFORME	-	-	-	10%	9%	8%	3%	3%	2%	4%	4%	3%	3%	3%

Figura 30. Comportamiento índice de efectividad en la calidad



Según la gráfica obtenida de los datos del índice de efectividad en la calidad, se puede observar que empezó a medirse en el mes de abril con un porcentaje de 10% de producto no conforme encontrado. Luego empezó a disminuir, hasta que en el mes de julio logra alcanzar un 3%. Esta reducción es debido a la implementación de mejoras como el control de calidad en el proceso, estandarización y capacitación al personal operativo, entre otras.

- *Indicador de productividad* fue hallado con información proporcionada por el área de producción, indicando la cantidad de perfiles producidos y las horas hombre dedicadas a la producción mensualmente. El aumento de este indicador se interpreta de una manera positiva para la empresa.

Tabla 21. Ficha Técnica indicador productividad

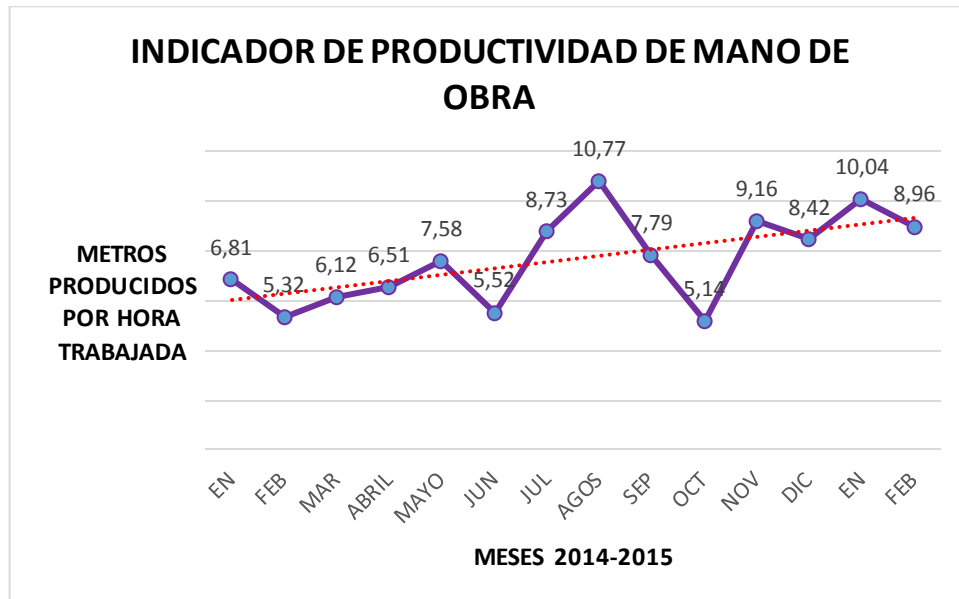
NOMBRE	Productividad		
DESCRIPCION	Es la relación entre los recursos obtenidos y los recursos empleados en la producción de los mismos. Un nivel alto de este indicador puede mostrar que el proceso está siendo eficiente		
FORMULA	$\frac{\text{Perfiles producidos al mes(metros)}}{\text{Horas hombre trabajadas al mes}}$		
UNIDAD	Metros/ hora hombre	TIPO DE INDICADOR	Producción
FUENTE DE DATOS	Reporte diario de actividades	TIEMPO DE CALCULO	MENSUAL
RESPONSABLE	Dirección de producción		

Tabla 22. Calculo indicador de productividad

INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA														
	2014												2015	
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	EN	FEB
PERFILES PRODUCIDOS (METROS)	1975	1782	2264	2052	1818	2151	2166	3284	1402	1954	1878	758	2008	2106
HORAS HOMBRE TRABAJADAS AL MES	290	335	370	315	240	390	248	305	180	380	205	90	200	235
METROS PRODUCIDOS POR HORA TRABAJADA	6,81	5,32	6,12	6,51	7,58	5,52	8,73	10,77	7,79	5,14	9,16	8,42	10,04	8,96

A continuación se muestra el resumen de los indicadores para los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2014. Y los meses de enero y febrero de 2015.

Figura 31. Comportamiento índice de productividad de mano de obra



En los primeros meses se puede observar un índice promedio de 6.31 en los metros producidos por hora trabajada. Luego de implementar las mejoras de estandarización de trabajo, implementación de 5 eses, disminución de despilfarros, implementación de formatos de control de producción y capacitación al personal operativo se fue evidenciando una mejoría y aumento del índice.

En el mes de octubre se puede evidenciar una caída en la productividad de mano de obra debido al dispositivo implementado para mejorar la operación de puntear para encajonar perfiles. Dispositivo que presentan aun falencias, por lo que aumenta el esfuerzo, personal y tiempo en la operación.

Tabla 23. Indicadores de medición

INDICADOR	2014												2015	
	EN	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC	EN	FEB
Cumplimiento	75%	85%	78%	70%	72%	74%	93%	93%	88%	94%	95%	100%	93%	100%
Efectividad en la calidad	-	-	-	10%	9%	8%	3%	3%	2%	4%	4%	3%	3%	3%
Productividad de mano de obra (metros/horas hombre)	6,81	5,32	6,12	6,51	7,58	5,52	8,73	10,77	7,79	5,14	9,16	8,42	10,04	8,96

Luego de revisar los indicadores se ratifica que gracias a las mejoras implementadas a partir del mes de junio de 2014, se logra la optimización de los procesos e incremento de la eficiencia en las operaciones.

6.8. PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La propuesta de redistribución de la planta se hace basándose en el método heurístico llamado CORELAP (COmputerized RELationship LAYout Planning), el cual se lleva a cabo con el fin de Minimizar: $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V(CR_{ij})X_{ij}$, donde V (CR_{ij}) es el valor de la relación de cercanía entre i y j, y, X_{ij} es la distancia entre i y j.

Con el fin de disminuir el costo por transporte de material, producto en proceso, producto terminado se plantea minimizar las distancias entre los departamentos que tienen mayores valores de relaciones de cercanía.

Los pasos que se siguieron del algoritmo se describen a continuación:

1. Hallar el TCR de cada departamento, seleccionar el más alto y ubicarlo en el centro: Luego de realizar la matriz de relaciones de cercanía y la matriz de valores

de relaciones de cercanía que se encuentran en el anexo 8. Matrices origen destino, se procede a hallar los TCR de cada departamento, se selecciona el más alto como equipo de soldadura lo que se puede observar en el anexo 55. Valores TCR de cada departamento, y se procede a ubicarlo en el centro de la planta,

2. Realizar una iteración que consta de seleccionar el departamento con el TCR más alto con respecto a los departamentos ya ubicados y situarlo sobre la distribución parcial de forma que se optimice su posición de acuerdo a la función objetivo.

Se debe tener en cuenta que cuando existen empates entre centros de trabajo, se utiliza como criterio de desempate el centro de trabajo con mayor área, si continúa el empate se utilizara reglas lexicográficas (orden alfabético o numérico). Igualmente, luego de ubicar un centro de trabajo, éste no se puede mover. Además, para ubicarlo se debe tener en cuenta los posibles lugares de ubicación teniendo en cuenta las limitantes del problema. Si quedan centros de trabajo por ubicar se debe volver al paso de seleccionar el centro de trabajo con el TCR más alto con respecto a los departamentos ya determinados.

Luego de realizar la iteración se encuentra que la plegadora es el departamento con el TCR más alto, se sitúa sobre la distribución parcial. Posteriormente, se realiza el mismo procedimiento y se nombra a continuación el orden en que se ubican los departamentos, prensa hidráulica, sierra sin fin, taladro fresador, cizalla hidráulica, pintura, geka, almacenamiento de producto terminado, troqueladora, almacenamiento de lámina/platinas, dobladora manual, pulidora, cizalla manual, torno, brazo robot, almacenamiento de tubería/ángulos, almacenamiento de varilla, almacenamiento de perfiles, plasma y fresadora como se puede observar en el anexo 56. Procedimiento de ubicación de departamentos.

El diseño planteado se puede observar en el anexo 57. Diseño de la propuesta de distribución.

A continuación se procede a hallar el valor de la función objetivo con el diseño de la propuesta de distribución utilizando la fórmula 3. Los cálculos necesarios para encontrar la función objetivo se expresan en los anexos 58. Distancia entre departamentos según propuesta de distribución y 59. Evaluación de la función objetivo según la propuesta de distribución.

$$\text{Función objetivo: } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V(CR_{ij})X_{ij} \quad (3)$$

$$\text{Función objetivo: } 1165$$

El valor de la función objetivo con la distribución planteada (1165) es menor que el valor de la función objetivo de la distribución actual (4043)

6.9. PLAN DE SEGUIMIENTO A LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS

Es necesario establecer un plan de seguimiento, con el fin de garantizar que se cumplen con las estrategias, objetivos y actividades definidas, teniendo en cuenta los responsables delegados. Asimismo, permite tener una línea de trabajo planificada y conocer cuando algo no está funcionando correctamente para poder realizar acciones correctivas. En el anexo 60. Plan de seguimiento a las mejoras implementadas se detallan las actividades que se proponen desarrollar dentro de cada programa, el método de evaluación, la frecuencia y los responsables, igualmente el cronograma propuesto para desarrollar cada una de las mismas y algunos temas de capacitaciones propuestos, todo con el fin de cumplir los objetivos planteados inicialmente.

7. ANALISIS Y VALORACION DE RESULTADOS

Es importante evaluar los resultados obtenidos luego de realizar la implementación de las mejoras propuestas con el fin de mostrar el cambio obtenido gracias a la inversión realizada.

7.1. INVERSIONES REALIZADAS

En el anexo 61. Inversiones realizadas, se muestran las acciones realizadas dentro de cada propuesta de mejora con los respectivos valores de las inversiones ejecutados en la empresa.

7.2. BENEFICIOS OBTENIDOS

Dentro de los múltiples beneficios obtenidos a corto, mediano o largo plazo se destacan a continuación los encontrados al término de la realización de la práctica empresarial

Aumento en la productividad: Tal como lo indica la figura 30 Comportamiento índice de productividad de mano de obra, la productividad aumenta a través de los meses en que se empezaron a implementar las mejoras.

Aumento en el índice de cumplimiento: La figura 28 Comportamiento del índice de cumplimiento, evidencia la conducta del indicador desde enero de 2014 hasta enero 2015 y se resalta que en algunos meses alcanza a un 100%, siendo así un 100% de órdenes programadas entregadas a tiempo y completas.

Aumento en la calidad: Aunque el índice de calidad no fue posible medirlo en el diagnóstico inicial del proyecto, luego de las implementaciones de formatos para control de la calidad en los procesos productivos se pudo realizar la medición que

se puede observar la figura 29 Comportamiento índice de efectividad en la calidad, donde el porcentaje de producto no conforme disminuye. Además, teniendo en cuenta que anteriormente no se realizaba inspección durante el proceso, ocasionando que se presentaran reprocesos e imperfecciones en los perfiles encajonados, se incluyen inspecciones dentro del proceso productivo tal como lo describe el anexo 62. Diagrama de operaciones final.

Cambio en la cultura organizacional: El personal se encuentra motivado y con un estado de ánimo diferente, aportando a la mejora continua de la empresa de manera activa.

Mejoras en el clima laboral: Se desarrolla un trato amable y cordial entre los directivos, operativos y administrativos logrando escuchar ideas de mejora, detección de problemas a tiempo o eliminar posibles errores de fabricación.

Estandarización de procesos: Gracias a los formatos implementados se logra la estandarización de los procesos productivos, disminuyendo los costos de reprocesos, facilitando la integración a los procesos de personal nuevo, disminuyendo los tiempos de fabricación.

Disminución de accidentes laborales: Con las mejoras implementadas los accidentes tienden a disminuir tal como lo puede evidenciar la figura 25. Accidentalidad Vs papayas desde junio 2014 hasta febrero de 2015

Disminución de desperdicios: Los desperdicios presentes en la planta de producción presentaron una disminución porcentual que se puede observar en la tabla 14 porcentajes presencia inicial Vs presencia final desperdicios 5MQS.

Incremento de presencia 5 eses: La presencia de las 5 eses aumentó en la planta, tal como se puede evidenciar en la tabla 11 incremento porcentual de las 5 eses luego de las mejoras implementadas.

Disminución de tiempos de producción de perfiles encajonados: La medición de los tiempos de producción se realizó para perfiles de longitud 7,53 metros al igual que la inicial. Los tiempos normalizados de cada operación con la respectiva aplicación de porcentaje de suplementos y tomando como porcentaje de contingencias 1,5% se puede observar en el anexo 63. Tiempo tipo finales y el tiempo tipo total se puede encontrar en el anexo 64. Tiempo tipo final resumen.

Si se compara con los tiempos iniciales medidos en el diagnóstico se puede observar que en todas las operaciones se disminuyó el tiempo tipo, gracias a la implementación de mejoras realizadas como instructivos de fabricación, control de producto no conforme, producción diaria, mejora de la matriz de la prensa hidráulica y la construcción de carritos para movilizar los perfiles.

Aumento de la capacidad en los centros de trabajo de encajonado de perfiles y cambio del recurso restrictivo: En el anexo 65. Cálculo de capacidad final, se muestra el nuevo análisis de la capacidad por centro de trabajo.

Al comparar el cálculo de la capacidad actual con el hallado en el diagnóstico inicial realizado se encuentra que la capacidad de todos los centros de trabajo aumenta y se encuentran nuevos recursos restrictivos que pueden limitar el desempeño del sistema, teniendo en cuenta que el recurso restrictivo hallado inicialmente era la operación doblar varillas y que en el análisis actual es el centro de trabajo de la estación de soldadura de perfil donde se realiza la operación para ensamblar perfiles que consiste en la unión de dos perfiles sencillos mediante prensas manuales para aplicar soldadura MIG por cada uno de los dos lados y el

centro de trabajo del brazo robot que consiste en resoldar lo que se soldó con el proceso anterior.

Disminución de costos por transporte de material dentro de la planta: Cabe resaltar que en el diagnóstico inicial y tal como lo muestra el anexo 21. Cuantificación de pérdidas por desplazamiento inicial, se gastaban \$7'490.573 mensuales por desplazamientos dentro de la planta, con las mejoras establecidas según el anexo 50. Cuantificación de pérdidas por desplazamiento final, se logró disminuir el costo a \$3'667.205 mensual, alcanzando una diferencia de \$3'823.368 al mes.

8. CONCLUSIONES

Mediante el diagnóstico realizado de la situación inicial por medio de observación directa y entrevistas al personal, apoyado con herramientas como el análisis de las operaciones, descripción de los procesos, análisis de desperdicios y análisis de 5 eses, asimismo creación y análisis de indicadores, se logró conocer el funcionamiento de la planta de producción e identificar problemas que disminuyen la productividad y generan pérdida de tiempo, con el fin de proponer posibles opciones de mejora.

Por medio de la identificación, análisis y mejora del recurso restrictivo de capacidad en el proceso productivo de encajonado de perfiles es posible aumentar la capacidad disponible de 7 perfiles encajonados al día a 19 perfiles encajonados al día.

Al comparar el tiempo tipo inicial de cada operación que compone el proceso de encajonado de perfiles con respecto al tiempo tipo final, se observa disminución en todas las operaciones, debido a la implementación del instructivo de fabricación y la mejora realizada a la matriz de la prensa hidráulica. Asimismo, disminución en el tiempo tipo de los transportes luego de la reubicación de la varilla y la construcción e implementación de carritos para movilizar los perfiles, disminuyendo las pérdidas por desplazamiento en \$3'823.368 mensual.

La creación de un sistema de indicadores de medición para el proceso productivo de encajonado de perfiles permite tener datos para identificar falencias iniciales, calculando el porcentaje de cumplimiento en 75%, efectividad en la calidad en 10% y productividad de mano de obra en 6,81 metros/hora hombre. Asimismo, se logra evidenciar el cambio positivo presentado en la empresa después de las mejoras implementadas, con un aumento en el porcentaje de cumplimiento al 100%, una disminución efectividad en la calidad al 3% mostrando que disminuyen

los productos defectuosos fabricados, y aumentando la productividad de mano de obra en 8,96 metros/hora hombre.

Mediante el análisis de desperdicios 5MQS inicial y la implementación de mejoras para solucionar los problemas encontrados en el diagnóstico se logró la disminución porcentual de los desperdicios presentes en la planta fue de 55% personas, 55% material, 40% maquinas, 45% métodos, 40% dirección, 60% calidad, 54% seguridad; logrando la meta establecida de tener menos del 40% en cada uno de los desperdicios encontrados en el diagnóstico inicial.

Con la implementación de la estrategia de las 5 eses se logra un incremento de 36,1% en seiri, 36,1% en seiton, 43,8,% en seiso, 52,8% en seiketsu y 30,7% en shitsuke, es decir un incremento total de 39,9% en las condiciones de orden y aseo en la planta respecto al estado inicial.

Dentro de las jornadas kaizen se logran los objetivos establecidos apoyados en la colaboración y participación de todos los empleados, como: mejorar la matriz de la prensa hidráulica, proponer y diseñar un dispositivo para encajonar perfiles, demarcar zonas de tránsito, nivelar el piso en algunos lugares necesarios en la planta.

Con la reactivación del programa de la empresa “no dar papaya”, la implementación del programa “soy seguro” brindado por la ARL, las campañas de sensibilización y atención de primeros auxilios se logra disminuir la accidentalidad y el porcentaje de seguridad según los desperdicios 5MQS pasa de 67% de presencia a 13%.

El replanteamiento realizado del plan de mantenimiento preventivo de maquinaria facilita la planeación de la producción, mejora la calidad de los productos, reduce los costos de reparación, aumenta la vida útil de las máquinas y evita retrasos por paros inesperados.

Debido a la falta de documentación y controles de calidad en los procesos productivos, es necesario realizar instructivos de operación estándar que logren minimizar las variaciones en los procesos y garanticen que las operaciones siempre se realicen de la misma manera. Además, se implementan los formatos de control de producto no conforme y seguimiento a producción diaria que permiten efectuar una revisión continua del cumplimiento de los patrones de calidad establecidos.

El cambio en la cultura organizacional, elimina barreras de comunicación fomentando la participación e integración activa de los empleados en la proposición de ideas benéficas enfocadas al cumplimiento de los objetivos como organización.

El diseño de la propuesta de distribución realizada aplicando el método CORELAP, consigue disminuir la distancia entre los departamentos que tienen mayor flujo entre sí, según los procesos productivos actuales de la empresa, obteniendo menores costos por transportes.

La práctica empresarial permitió fortalecer los conocimientos teóricos adquiridos durante el proceso de formación académica brindada por la universidad, gracias a la implementación de herramientas en la empresa y la participación de manera activa y crítica en la mejora de los procesos, reduciendo actividades que no agregan valor, logrando un compromiso de todo el personal incluyendo a los directivos de la organización.

9. RECOMENDACIONES

Debido a la importancia de fomentar constantemente la cultura organizacional kaizen en la empresa, se deben mantener capacitaciones que logre afianzar el mejoramiento continuo de los procesos productivos, que permitan la participación, retroalimentación, socialización de ideas y reconozcan las iniciativas que puedan generar cambios benéficos para mejorar el desarrollo de la empresa, contribuyendo a mejorar el índice de producción defectuosa, disminuyendo costos y consumo de materia prima e incrementando la productividad de la organización.

Mantener y desarrollar nuevos programas de incentivos y reconocimiento social con el objetivo de aumentar el sentido de pertenencia con la empresa, rendimiento y eficiencia del personal.

Se recomienda a la empresa tener en cuenta el diseño de redistribución planteado, en el momento de realizar alguna modificación a la distribución actual.

Realizar periódicamente las actividades del programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, para que sea posible disminuir las pérdidas de tiempo por avería, asimismo garantizar un funcionamiento continuo. Se recomienda realizar un estudio para lograr disminuir los tiempos de alistamiento.

Además de mantener el sistema de indicadores implementado, se recomienda evaluarlos periódicamente para analizar posibles opciones de mejora que permitan tomar decisiones a tiempo.

Ejecutar el plan de seguimiento para dar continuidad al cumplimiento de la estrategia de las 5 eses incentivando la cultura permanente de orden y limpieza en toda la planta. Se recomienda continuar con el proceso de capacitaciones para

lograr adaptación de la cultura a cada uno de los operarios y garantizar la continuidad.

Conservar y realizar el correcto diligenciamiento de los diferentes formatos establecidos para mejorar la trazabilidad del producto.

10. BIBLIOGRAFIA

ACESCO. Metaldeck manual técnico. En: Manual técnico. [En línea] Edición 2. (2012); 10 p. [consultado 10 febrero de 2014]. Disponible en: <http://www.acesco.com/acesco/images/stories/Manuales/Manual_Tecnico_Metaldeck_FINAL-Dic102012.pdf>

ACESCO. Metaldeck manual de instalación. En: Manual técnico. [En línea] Edición 2. (2012); [consultado 10 marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.acesco.com/acesco/images/stories/Manuales/Manual_de_Instalacion_METALDECK-Dic102012.pdf>

CASO NEIRA, Alfredo. Técnicas de medición del trabajo. 2da Edición. Madrid: FC Editorial. 2006.

CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Información financiera compite 360. En: Indicadores económicos de Santander diciembre 2013. [En línea]. N° 81. (2014); [consultado 20 marzo 2014]. Disponible en: <<http://www.compitem360.com/getattachment/2672153a-5894-4a87-9577-dd0d3f63587e/Indicadores-economicos-de-Santander-Diciembre-de-2.aspx>>

CÁMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA. Información financiera compite 360. En: Comportamiento de las 360 empresas más grandes de Santander en el 2013. [En línea]. N° 111. (2014); [consultado 10 mayo 2014]. Disponible en: <<http://www.compitem360.com/getattachment/e59763fb-f0ca-4d87-9f54-f508d2143cf2/Comportamiento-de-las-360-empresas-mas-grandes-de.aspx>>

CHASE, Richard B. JACOBS Robert. AQUILANO Nicholas. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial Mc Graw Hill. Décima edición.

DOMINGUEZ MACHUCA, José Antonio, et al. Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. Editorial Mc Graw Hill, Madrid 1995.

Escuela de organización industrial. Lean manufacturing conceptos, técnicas e implantación. En: Lean manufacturing conceptos, técnicas e implantación. [En línea]. (2013); [consultado 19 julio 2014]. Disponible en: <http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf>

GARCIA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. Ingeniería de metodos. Editorial Mc Graw.Hill. Segunda Edicion.

GARCÍA VEGA S.A.S. Quiénes somos? En: Quiénes somos? [En línea]. (2014): [consultado el 10 junio 2014]. Disponible en: < <http://www.garciavega.co/quienes-somos.html> >.

GKN Driveline Headquarters. Su guía sobre Trabajo Estándar. Redditch, Worcestershire Reino Unido: Equipo global de mejoras practicas GKN, 2004.

HOYOS, William. Un libro de calidad La ingeniería industrial aplicada a la calidad en las empresas. Bucaramanga, 2006. 1ra Edición, UIS.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistema de gestión de la calidad-Requisitos. NTC- ISO 9001. Cuarta edición. Bogotá: 2008.

KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra. Oficina Internacional del trabajo. Cuarta Edición. 1992.

KRAJEWSKI, Lee J, RITZMAN, Larry P. Administración de operaciones. Estrategia y análisis, 8va edición. Pearson educación, México 2000.

MONKS, Joseph G. Teoría y Problemas de Administración de Operaciones. Editorial McGraw Hill. México 1988.

MUTHER Richard. Distribución en planta. Editorial Hispano Europea. Barcelona. Cuarta Edición. 1981

MUÑOZ NEGRON, David F. Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocio. Cengage learning Editores, 2009.

OIT. Oficina internacional del trabajo. Introducción al estudio del trabajo. Editorial OIT. 2da Edición. Ginebra. 1973.

ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: publicaciones UIS. 1999.

PEÑA CEPEDA, Juliana Andrea Peña Cepeda. Mejoramiento del proceso productivo Metálicas García. Trabajo de grado (pregrado ingeniería industrial) Bucaramanga, Universidad industrial de Santander, Facultad de ingenierías físico-mecánicas, Escuela de estudios industriales y empresariales 2012.

RAJADELL, Manuel. LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad, Madrid. Ediciones Díaz de Santos. 2010.

RINCÓN BERMÚDEZ, Rafael David. Los indicadores de gestión organizacional: Una guía para su definición En: [en línea] Vol. 34. N° 111. (1998) [consultado 10 mayo 2014]. Disponible en:<http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1104/996>

TOMPKINS, James. Facilities planning. Jhon Wiley & Song ,Inc. USA.2003.

VILLASEÑOR, Alberto. Manual de lean manufacturing Guía basica. Mexico: Limusa-Wikey, 2007.

VILLASEÑOR, Alberto. Sistema 5´s Guía de implementación. 1ra Edición. Mexico: Limusa. 2011.

VILLASEÑOR, Alberto. Conceptos y reglas de lean manufacturing. 1ra Edición. Mexico: Limusa. 2007.