

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO Y GESTIÓN DE  
INVENTARIOS DE LA EMPRESA ALTAMAX**

**EMILSEN BÁEZ VALENZUELA  
KATHERINE MORANTES ORTIZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2016**

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO Y GESTIÓN DE  
INVENTARIOS DE LA EMPRESA ALTAMAX**

**EMILSEN BÁEZ VALENZUELA  
KATHERINE MORANTES ORTIZ**

**Trabajo de grado para optar al título de  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Director:  
ING: EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNÁNDEZ  
Ingeniero Industrial**

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

**2016**

## DEDICATORIA

*A mis padres María Elcida y Pedro Damián y a mi hermana Luz Dary por sus consejos, comprensión y apoyo incondicional desde el momento en que decidí iniciar mi carrera*

*A mis hermanos y sobrinos porque gracias a su apoyo, lealtad y confianza me impulsan para cumplir mis metas.*

*A mis amigos, especialmente a Laura, Katherine y Juan David a quienes conocí compartiendo aulas de clase y me apoyaron para cumplir esta meta.*

*A mis profesores de primaria y secundaria Gladis, Leonor, Lirian, Eliecer y Maikel quienes me ayudaron a descubrir mis capacidades y me enseñaron que la disciplina es la clave para hacer realidad todo lo que me propongo.*

*A mi ahijada Lizeth Echeverria por el apoyo que me brindo en los momentos difíciles que se presentaron no solo durante el desarrollo de este proyecto si no a lo largo de toda mi carrera.*

**Emilsen Baez Valenzuela**

## **Dedicatoria**

*Primeramente, a ti padre creador y guiador de mi vida que has sido mi fuerza en los momentos de angustia y zozobra.*

*A mis padres, Marina y Gustavo mi ejemplo a seguir quienes han sido mi mayor motivación, apoyo y amor incondicional.*

*A mis hermanos Neyda, Elkin y Edna mis primeros amigos y cómplices de ellos he recibido todo su amor y hacen parte de todas mis alegrías y a mi pequeña Gaby mi gran inspiración.*

*La vida me ha enseñado mucho y una de ellas fue a reconocer a los verdaderos amig@s hoy mas que nunca me siento feliz al contar con personas tan especiales: Leidy, Emilsen, Luz mary, Juan David, Alba, Cris, Mayerly y Shirly.*

*A ti Jerson por tu cariño, paciencia y entrega.*

*Todos de una u otra forma han puesto un granito de arena y hoy quiero dedicarles este logro.*

**Katherine Morantes Ortiz**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ingeniero Edwin Alberto Garavito Hernández, por sus grandes aportes, apoyo y comprensión durante el desarrollo del proyecto.

A la empresa ALTAMAX, por brindarnos la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

A la Universidad Industrial de Santander como base de formación académica y desarrollo personal.

Emilsen Baez Valenzuela

Katherine Morantes Ortiz

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	22
1. GENERALIDADES .....	25
1.1. OBJETIVOS .....	25
1.1.1. Objetivo General. ....	25
1.1.2. Objetivos Específicos .....	25
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	26
1.3. ALCANCE .....	28
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	30
2.1. MISIÓN .....	30
2.2. VISIÓN.....	30
2.3. VALORES CORPORATIVOS. ....	30
2.4. RESEÑA HISTÓRICA.....	30
2.5. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA.....	31
2.6. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	32
2.7. ELEMENTOS DISPONIBLES EN LOS PUESTOS DE TRABAJO.....	34
2.8. MAQUINARIA .....	35
2.9. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS .....	39
3. MARCO TEÓRICO .....	41

3.1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD .....	41
3.2. ANÁLISIS DE PARETO .....	41
3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO .....	42
3.4. DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO .....	43
3.5. FINALIDAD DE LA OPERACIÓN.....	44
3.6. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	45
3.7. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO .....	47
3.8. SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE MATERIALES.....	48
3.9. ESTUDIO DE TIEMPOS .....	49
3.10. PRACTICA DE LAS 5 S's .....	50
3.11. DESPILFARROS .....	52
4. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DOCUMENTACIÓN DE PROCESOS .....	53
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALTAMAX .....	53
5. DIAGNÓSTICO.....	60
5.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	60
5.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO .....	61
5.3. DIAGRAMA DE OPERACIONES .....	62
5.4. CAPACIDAD ACTUAL DE PRODUCCIÓN.....	65
5.5. DIAGRAMA DE RECORRIDO .....	66
5.6. ANÁLISIS 5S's.....	66
5.7. ANÁLISIS DE DESPILFARROS .....	73
5.8. CONTROL DE INVENTARIOS .....	80
5.9. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	82

5.10. ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	84
5.11. ANÁLISIS DE DEVOLUCIONES.....	85
6. IMPLEMENTACION DE MEJORAS .....	88
6.1. IMPLEMENTAR LAS TÉCNICAS DE LEAN MANUFATURING. ....	88
6.1.1. Estandarización.....	88
6.1.2. Mantenimiento Productivo Total.....	91
6.1.3. Control Visual.....	93
6.1.4. Control De Despilfarros .....	94
6.1.5. Implementación De Las 5 S's.....	96
6.2. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LOS PROCESOS DE APROVISIONAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LAS MATERIAS PRIMAS DENTRO DE LA EMPRESA. ....	102
6.2.1. Propuesta Para El Mejoramiento Del Proceso De Aprovisionamiento. ....	103
6.2.2. Propuesta Para El Mejoramiento Del Proceso De Almacenamiento.....	106
6.2.3. Propuesta Para El Mejoramiento Del Proceso De Transporte De Materias Primas Dentro De La Empresa .....	107
6.3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....	108
6.4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MANUAL DE FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS.....	113
6.5. SISTEMA DE INDICADORES.....	114
6.5.1. Indicador De Productividad .....	114
6.5.2. Indicador Exactitud De Inventario .....	117

6.5.3. Indicador Para Medir La Efectividad De Los Stickers De Identificación ....	118
6.6. RECONVERSIÓN INDUSTRIAL.....	121
7. CONCLUSIONES.....	129
8. RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFÍA.....	132

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Área de corte	56
Figura 2. Área de remache	57
Figura 3. Área de ensamble	58
Figura 4. Probador de instalaciones de alta	59
Figura 5. Área de empaque	59
Figura 6. Diagrama de radar para el cumplimiento de las 5S's de la empresa Altamax.	67
Figura 7. Elementos innecesarios encontrados en la evaluación de Seiri.	69
Figura 8. Elementos innecesarios encontrados en la evaluación de Seiton.	70
Figura 9. Elementos innecesarios encontrados en la evaluación de Seiso.	71
Figura 10. Elementos innecesarios encontrados en la evaluación de Seiketsu	72
Figura 11. Resultados de la lista de chequeo.	73
Figura 12. Elementos que afectan el buen desempeño del recurso hombre	75
Figura 13. Elementos que afectan el desempeño de las máquinas.	76
Figura 14. Panorámica de la forma como se realiza el apilamiento.	78

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Diagrama de procesos.	54
Gráfica 2. Diagrama de Pareto para las ventas de 2016	63
Gráfica 3. Comparación de ventas 2015-2016	64
Gráfica 4. Comparación compras vs consumo del año 2015	81
Gráfica 5. Devoluciones registradas en el periodo diciembre de 2015 a mayo de 2016	86
Gráfica 6: diagrama de radar para los resultados obtenidos.	102
Gráfica 7: comportamiento de la productividad	115
Gráfica 8: Diagrama de operaciones	122
Gráfica 9: utilización del recurso humano para manejar la línea de ensamble	123
Gráfica 10: utilización del recurso humano para manejar la línea de ensamble	124
Gráfica 11: utilización del recurso humano para manejar la línea de ensamble	125
Gráfica 12: Requerimientos de espacio por estación	127

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Dotación de los puestos de trabajo en el área de producción.	35
Tabla 2: Lista de referencias.	39
Tabla 3. Resumen del estudio de tiempos para las referencias que más rotan.	65
Tabla 4. Resultados de la aplicación de las listas de chequeo.	68
Tabla 5. Lista de despilfarros en porcentaje.	74
Tabla 6 distancia recorrida en metros desde el área de descargue hasta cada bodega.	78
Tabla 7. Análisis de devoluciones	86
Tabla 8: Formato de planeación de la limpieza	93
Tabla 9: comparación de los resultados de la lista de chequeo	101
Tabla 10: Tabla comparativa para la selección de proveedores	105
Tabla 11:Ficha Técnica Indicador de Productividad	114
Tabla 12: Calculo indicador de productividad	115
Tabla 13: Ficha Técnica Indicador de Exactitud de inventarios	117
Tabla 14: Ficha Técnica indicador de efectividad de los stickers de identificación	118
Tabla 15: Índice para el mes de agosto para el uso de tarjetas de identificación.	120
Tabla 16: Índice para el mes de septiembre para el uso de stickers de identificación.	120
Tabla 17: matriz origen destino	121
Tabla 18: Requerimiento de estaciones para el incremento de la demanda en 50%	123

Tabla 19: Requerimiento de estaciones para el incremento de la demanda en 100%	124
Tabla 20: Requerimiento de estaciones para el incremento de la demanda en 200%	125
Tabla 21: Especificaciones de la maquinaria	126
Tabla 22: presupuesto para la implementación de las mejoras	128

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ventas.	62
Anexo B. Diagrama de operaciones.	64
Anexo C. Estudio de tiempos.	65
Anexo D. Listas de chequeo 5 S's.	66
Anexo E. Lista de chequeo despilfarros.	73
Anexo F. Diagrama de recorrido.	74
Anexo G. Espacios disponibles.	74
Anexo H. Materiales en inventario.	74
Anexo I. Consumo de materia prima.	80
Anexo J. Compras de materia prima.	80
Anexo K. Comparación compras vs consumo.	80
Anexo L. Formato de producto terminado.	83
Anexo M. Capacitación estandarización.	89
Anexo N. Estandarización del proceso productivo.	90
Anexo O. Capacitación TPM.	91
Anexo P. Capacitación ayudas visuales.	93
Anexo Q. Manual de mantenimiento	91
Anexo R. Capacitación despilfarros.	95
Anexo S. Distribución de planta.	96

Anexo T. Capacitación 5 S's.	96
Anexo U. Manual de funciones y procedimientos.	113
Anexo V. Propuesta RFID.	118
Anexo W. Evidencia fotográfica.	116
Anexo X. Distribución de planta para la reconversión industrial.	128

[ Ver carpeta de anexos]

## RESUMEN

**TÍTULO:** MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO Y GESTIÓN DE INVENTARIOS, DE LA EMPRESA ALTAMAX.\*

**AUTORES:** Emilsen Báez Valenzuela  
Katherine Morantes Ortiz\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Mejoramiento del sistema productivo, mantenimiento productivo total, control de inventarios, Distribución de Planta, Manual de Funciones y Procedimientos, Instalaciones de Alta.

### DESCRIPCIÓN

El desarrollo de este proyecto, busca implementar técnicas que contribuyan al mejoramiento del proceso productivo y la gestión de inventario de la empresa Altamax.

Los principales problemas que fueron encontrados en la fase de diagnóstico existían porque que la empresa no tenía los procesos estandarizados y tampoco contaba con un manual de funciones. Además, la distribución de los espacios y el sistema de almacenamiento no eran los más adecuados para hacer un mayor aprovechamiento de las áreas disponibles.

Para solucionar estos inconvenientes, un manual de funciones y procedimientos fue diseñado, asimismo las actividades realizadas en cada espacio de trabajo fueron estandarizadas. Por otra parte, se realizó una redistribución de la planta, se implementó el sistema de almacenamiento en estantería y se estableció que el método que se debe utilizar para la rotación de inventarios es PEPS y así evitar la obsolescencia de las materias primas.

Asimismo, considerando el incremento de las ventas en lo que va corrido del año, se propone una propuesta del diseño del sistema productivo para el caso de una reconversión industrial. De igual modo, se sugiere el uso de código de barras para tener un mejor control de los inventarios y para un mejor conocimiento del número de unidades existentes en el almacén de materia prima.

---

\* Trabajo de grado

\*\* "Facultad de ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director: Edwin Alberto Garavito Hernández; ingeniero Industrial.

## ABSTRACT

**TITLE:** IMPROVING THE PRODUCTION SYSTEM AND THE INVENTORY MANAGEMENT OF THE ALTAMAX COMPANY.\*

**AUTHORS:** Emilsen Báez Valenzuela  
Katherine Morantes Ortiz\*\*

**KEYWORDS:** Production System Improvement, Total Production Maintenance, Inventory Control, Plant Layout, Functions and Procedures Manual, High Production Facilities.

### DESCRIPTION

The development of this project seeks to implement techniques that contribute to improving the production process and inventory management of the Altamax company.

The main problems that were found in the diagnostic phase existed because the company had no standardized processes and also lacked a manual of functions. In addition, the distribution of space and storage system were not the most suitable to make better utilization of the available areas.

To solve these problems, some manuals of functions and procedures were designed. Also, the activities in each workspace were standardized. Moreover, a redistribution of the plant was carried out, the shelf storage system was implemented, FIFO inventory rotation method was established and also avoid raw materials obsolescence.

Also, considering the increase in sales so far this year, a proposal by the design of the production system in the case of a restructuring is proposed. Similarly, the use of barcode for better inventory control and for a better knowledge of the number of units in the warehouse of raw materials is suggested.

---

\* Degree Project

\*\* Physical-Mechanical Engineering's Faculty. School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering. Director. ING Edwin Alberto Garavito Hernández.

## INTRODUCCIÓN

El cambio reiterativo de la tecnología usada en el manejo de sistemas productivos exige a las empresas estar a la vanguardia de éstos acontecimientos. El manejo adecuado de la misma, otorga a las organizaciones una ventaja competitiva ya que permite mejorar la forma como se realizan los diferentes procesos; además, adquieren la capacidad de reaccionar ante los cambios del entorno, especialmente a las exigencias de los clientes.

Las exportaciones e importaciones en Colombia han aumentado en los últimos años gracias a la aprobación de los Tratados de Libre Comercio, y esto permite a las empresas manufactureras tener acceso a una gran cantidad de materias primas sin tener que pagar grandes sumas de dinero para cubrir el valor de los aranceles.

ALTAMAX es una empresa dedicada a la fabricación de cables para bujía de vehículos automotores; cuenta con clientes a nivel nacional e internacional y sus principales proveedores se encuentran en Estados Unidos, China y Malaysia.

La empresa ALTAMAX alcanzó un incremento del 28% en las ventas en el 2015 y se espera que para el año 2016 el aumento sea similar al del periodo inmediatamente anterior; por esta razón, se hace necesario aumentar la capacidad de producción y mejorar la calidad del producto con el fin de alcanzar las metas propuestas.

El primer paso para el desarrollo del proyecto es la fase de diagnóstico, donde se hará un análisis exhaustivo de los espacios físicos, manejo de inventarios y la forma como se viene realizando el proceso de producción. Para esta etapa se utilizarán herramientas de manufactura esbelta como las 5S's, estandarización y eliminación de desperdicios.

Asimismo, se implementarán algunas técnicas del “lean manufacturing” que ayuden a ejercer un mejor control de la producción y se diseñará un manual de procedimientos que facilite la estandarización de las diferentes actividades a realizarse, permitiendo a los operarios llevar a cabo labores en los diferentes centros de trabajo. Posteriormente se harán recomendaciones a la gerencia y se implementarán y evaluarán las que sean aprobadas.

Este documento inicia con el planteamiento del problema seguido de la descripción de la empresa, posteriormente se hace un análisis de los factores involucrados en el sistema productivo, los resultados esperados, la metodología y el marco teórico que contiene información relevante para el cumplimiento de los objetivos. Finalmente se hace un análisis de los recursos empleados para el desarrollo del proyecto y se comparte la bibliografía de los recursos literarios utilizados para la elaboración de este documento.

## CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Realizar un diagnóstico del proceso productivo de la empresa Altamax para identificar los principales problemas que afectan su funcionamiento.	CAPITULO 5
Implementar las técnicas de “Lean manufacturing” con el fin de mejorar las condiciones del sistema productivo y tener un mayor control de la producción	SUBTITULO 6.1
Proponer un plan de mejoramiento para los procesos de aprovisionamiento, almacenamiento y transporte de las materias primas dentro de la empresa.	SUBTITULO 6.2
Diseñar una nueva distribución de la planta para la organización del sistema productivo.	SUBTITULO 6.3
Diseñar e implementar un manual de procedimientos y funciones para los cargos en áreas administrativas, producción, gestión de inventarios, almacenamiento y planeación de requerimientos de materias primas.	SUBTITULO 6.4
Diseñar un sistema de indicadores que permita dar seguimiento a los cambios realizados en el área de producción, gestión de inventarios y planeación de materiales.	SUBTITULO 6.5
Desarrollar una propuesta del diseño del sistema productivo para un escenario de reconversión industrial y relocalización de la planta.	SUBTITULO 6.6

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. OBJETIVOS

**1.1.1. Objetivo General.** Diseñar e implementar mejoras del sistema productivo y gestión de inventarios de la empresa Altamax.

#### 1.1.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico del proceso productivo de la empresa Altamax para identificar los principales problemas que afectan su funcionamiento.
- ✓ Implementar las técnicas de “lean manufacturing” con el fin de mejorar las condiciones del sistema productivo y tener un mayor control de la producción.
- ✓ Proponer un plan de mejoramiento para los procesos de aprovisionamiento, almacenamiento y transporte de las materias primas dentro de la empresa.
- ✓ Diseñar una nueva distribución de la planta para la organización del sistema productivo.
- ✓ Diseñar e implementar un manual de procedimientos y funciones para los cargos en áreas administrativas, producción, gestión de inventarios, almacenamiento y planeación de requerimientos de materias primas.

- ✓ Diseñar un sistema de indicadores que permita dar seguimiento a los cambios realizados en el área de producción, gestión de inventarios y planeación de materiales.
- ✓ Desarrollar una propuesta de diseño del sistema productivo para un escenario de reconversión industrial y relocalización de planta.

## **1.2.JUSTIFICACIÓN**

El sector automotriz es una de las industrias con mayores índices de crecimiento en los últimos años; por esta razón las empresas proveedoras buscan la forma de cumplir con las exigencias del mercado proponiendo materias primas con altos estándares de calidad y tiempos de repuestas más eficientes.

Altamax es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cables para bujías, que los últimos dos años ha presentado un incremento del 28% en sus ventas, por esta razón se hace necesario realizar un análisis del sistema productivo con el fin de detectar las falencias que se presentan y atacarlas desde sus puntos más críticos.

Los principales problemas que se presentan son:

- ✓ No tienen políticas establecidas para hacer el aprovisionamiento, lo que ocasiona problemas de espacios, bajo control de las existencias, reposición inoportuna, y pérdida de materiales.
- ✓ No cumplen con los requisitos mínimos establecidos por los estatutos de seguridad industrial, resolución número 02400 de mayo 22 de 1979 por la

cual se establecen algunas disposiciones sobre seguridad en los establecimientos de trabajo.

- ✓ Las áreas de almacenamiento y producción no se encuentran demarcadas en su totalidad.
- ✓ No poseen un sistema adecuados para el transporte de los diferentes materiales dentro de la planta lo que causa demoras en la producción, tiempos ociosos y errores en los requerimientos de materiales en el área de producción.
- ✓ No cuentan con una línea de producción definida, lo que ocasiona movimientos innecesarios, pérdidas de tiempo, errores en la producción, aumenta el costo de la calidad y el nivel de inventarios.
- ✓ El sistema de información utilizado no es el adecuado (Siigo) para una empresa manufacturera.
- ✓ Los procesos no están estandarizados, lo que afecta la calidad, dificulta el control y aumenta los tiempos de ciclo de la operación.

Con las mejoras realizadas en estas áreas se pretende aumentar y mejorar la capacidad productiva tanto de las máquinas como de los trabajadores y tener procesos flexibles capaces de reaccionar a los cambios del entorno.

### 1.3. ALCANCE

El propósito de este proyecto es contribuir con el mejoramiento del sistema productivo de la empresa Altamax, mediante la implementación de las técnicas adecuadas que permitan la mejor utilización de los recursos involucrados. Para lograrlo, se realizará un análisis a los procesos necesarios para la fabricación de instalaciones de alta, con el fin de identificar las falencias y los inconvenientes que presenta y proponer planes de mejora.

Para que este proyecto se lleve a cabo a cabalidad con lo establecido en los objetivos se debe lograr:

- ✓ Elaborar un informe de la fase de análisis mediante el uso de herramientas como: listas de chequeo de las 5 S's, despilfarros (5MQS), análisis de diagramas, análisis de espacios disponibles, cumplimiento de normas de diseño de instalaciones industriales (Resolución 2400) y un estudio de métodos y tiempos, con el fin de proponer mejoras puntuales a los problemas encontrados.
- ✓ Con la implementación de las técnicas del Lean Manufacturing se busca estandarizar los procesos para que siempre se realicen de la misma forma, reducir los tiempos de preparación especialmente en el área de corte, disminuir los problemas de calidad mediante la detección temprana de las imperfecciones, generando disciplina y teniendo en cuenta la opinión del personal encargado de realizar el proceso.
- ✓ Con una nueva distribución de planta se pretende hacer un mejor aprovechamiento de los espacios físicos teniendo en cuenta la normatividad, de tal forma, que se disminuyan los recorridos del personal encargado del abastecimiento de la línea de producción.

- ✓ Con la implementación del manual de procedimientos y funciones se busca identificar los cargos necesarios para hacer un manejo adecuado de los recursos de la empresa y asignarle a cada uno las labores básicas que debe desarrollar de acuerdo al perfil del cargo que desempeña.
- ✓ El diseño de un sistema de indicadores se hace con el fin de establecer una medida para comparar el desempeño obtenido en cada área en un periodo de tiempo. Se busca medir variables como productividad, tiempos de espera, rotación de inventarios que son muy importantes en el funcionamiento del proceso productivo y de los que no se llevaba ningún registro.
- ✓ El plan de mejoramiento propuesto busca establecer procedimientos para las actividades de compra almacenamiento y transporte de materias primas para facilitar el control y el manejo del inventario en las bodegas, es decir, saber la cantidad y la ubicación de la materia prima en cualquier momento, para en base en ello, realizar las compras y evitar la pérdida de tiempo buscando los materiales cuando se requieren.
- ✓ La propuesta del diseño del sistema productivo se hace con el fin de establecer los requerimientos en un nuevo contexto. Lo que se busca es aumentar la capacidad de producción mejorando las condiciones necesarias para llevar a cabo todas las actividades involucradas.

## **2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1. MISIÓN**

Ofrecer tecnología, seguridad y confianza a los conductores de vehículos livianos a través del producto cables para encendido de bujía, siendo amables con el medio ambiente y generando rentabilidad a la empresa<sup>1</sup>.

### **2.2. VISIÓN.**

En el año 2020 la compañía estará ubicada entre las 5 empresas de mayor facturación en el mercado de cables para encendido de bujía en Colombia, donde el 70% de su facturación estará generada por las ventas en el mercado de exportación<sup>2</sup>.

### **2.3. VALORES CORPORATIVOS.**

Actitud de servicio, respeto, compromiso, comunicación, mejoramiento continuo.

### **2.4. RESEÑA HISTÓRICA**

La empresa Altamax inició sus operaciones en el año de 1996 en la ciudad de Bucaramanga, centro industrial y comercial del oriente colombiano.<sup>3</sup>

Nació gracias a la perseverancia, visión y espíritu emprendedor de su fundador, el señor Raúl Castellanos Fonseca, quien luego de fundar el almacén “Fiat Repuestos”; donde se comercializaron autopartes de todas las marcas creó una

---

<sup>1</sup> INSTALACIONES ALTAMAX Nuestros insumos [en línea] [Citado el 20 de abril de 2016] Disponible en <<http://www.instalacionesaltamax.com/index.php/nuestros-insumos>>.

<sup>2</sup> Ibíd.

<sup>3</sup> Ibíd.

empresa que ha venido trabajando con el propósito de suministrar cables de encendido para el sector automotriz.

Desde entonces, la empresa ha producido y comercializado juegos de cables para bujía de marcas propias como “Súper Dakart’s”, marca que logró posicionarse fuertemente en el mercado. Luego se estableció la producción de los capuchones de bujía, de distribuidor y terminales; naciendo así toda la línea de productos nacionales.

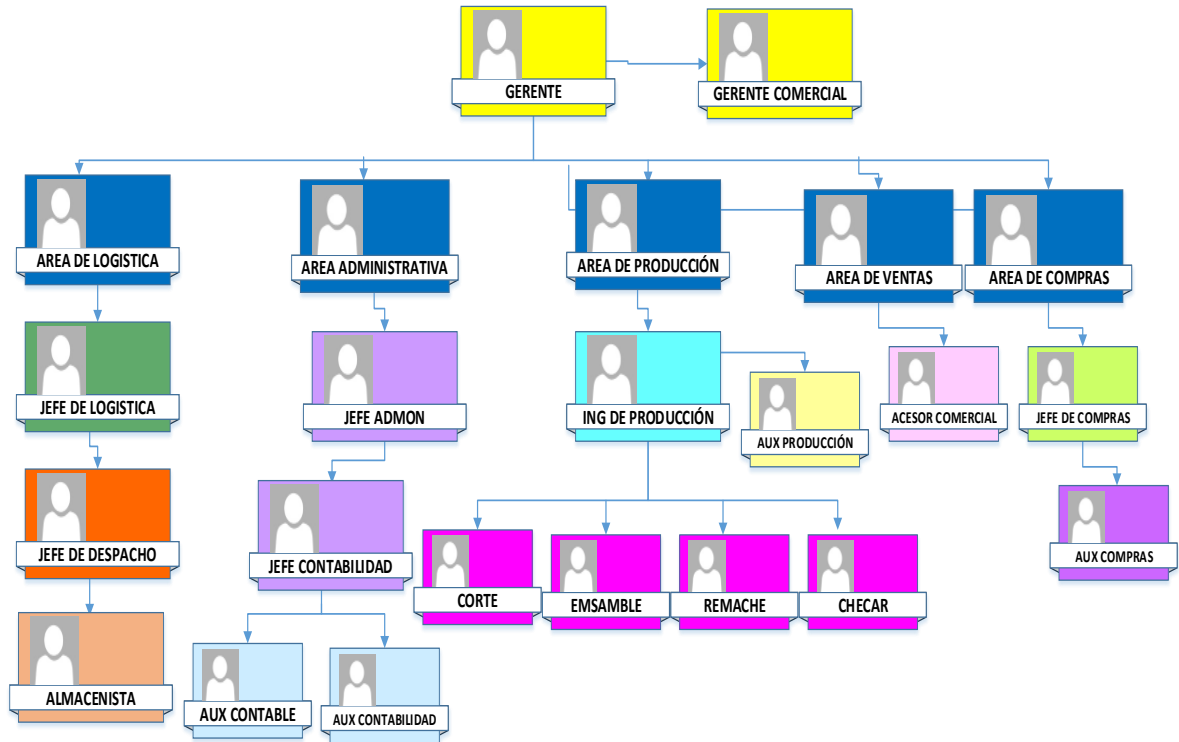
En la búsqueda de la mejora continua, la empresa decide lanzarse en la investigación de mejores propuestas en términos de funcionalidad y características superiores de calidad y es entonces donde encuentra en la oferta internacional, partes para el ensamble de los juegos de cable de tipo importado, incursionando así con una línea que mezcla lo nacional con lo importado comercializada bajo la marca “Súper WIRE SET”, línea que también tuvo una fuerte acogida en el mercado Nacional.

Gracias a esto la empresa ha evolucionado con un solo fin; dar al mercado el mejor producto posible; y es así como nace la línea Premium marca “Altamax”, producto fabricado con insumos importados, ensamblado en Colombia en una planta propia, con personal altamente calificado, bajo procesos estandarizados y velando porque la política de alta calidad se conserve en cada una de las instalaciones que se fabrican.

## **2.5. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA**

Altamax es una unidad de negocio de la empresa MaxRepuestos y todas las actividades administrativas relacionadas son realizadas por el personal de esta área conjunta como se evidencia en la figura 1.

**Figura 1: Estructura organizacional de la empresa MaxRepuestos**



## 2.6. MATERIA PRIMA E INSUMOS

Para Altamax, lo primordial es contar con materias primas de excelente calidad, para ello, hace importaciones de insumos que son fundamentales para la elaboración de instalaciones de alta como son cable inductivo, capuchones, terminales, distribuidores, tubos, para obtener las características ideales del producto y satisfacer las necesidades de los clientes.

A continuación, se ilustra las materias primas e insumos utilizados para la fabricación de las diferentes referencias de cables para bujía que elabora y comercializa Altamax.

## CABLE INDUCTIVO



**CARACTERÍSTICAS:** Cable inductivo elaborado bajo los más altos estándares del sistema de aseguramiento de calidad, cumpliendo con la norma ISO/TS 16949:2002 Estándar y la norma ISO 14001:2004 estándar mundial que certifica que el cable favorece el medio ambiente por reducción de emisiones contaminantes. Además cumple con las excelentes características de supresión de RFI (Radio Frecuency Interferente) de conformidad con la norma SAE.<sup>1</sup>

**USO:** Es un elemento primordial en la fabricación del cable para bujías. Se utilizan cables siliconados importados de USA que tienen diferentes calibres, los más usados son 7 y 8 mm.

## CAPUCHÓN DISTRIBUIDOR



**CARACTERÍSTICAS:** Elaborados bajo estrictas especificaciones de calidad cumpliendo la norma ISO/TS16949: 2002 certificación de Kiwa International GMBH de Alemania; Estándar mundial.

El capuchón de Bujías 100% en silicona resistente a altas temperaturas garantizando un alto rendimiento. El capuchón distribuidor en EPDM es resistente a la tracción y al envejecimiento, protegen eficientemente contra la humedad, derrames de aceite, gasolina y demás líquidos; no se pegan a las bujías ni se rasgan al retirarlos. Sellamiento dieléctrico garantizado entre el cable y la bujía para evitar el escape de la corriente.

**USO:** Están diseñados para una fácil instalación y un ajuste seguro.

---

<sup>1</sup> Ibíd.

## TERMINALES



**CARACTERÍSTICAS:** Elaborados bajo estrictas especificaciones de calidad cumpliendo la norma ISO/TS16949: 2002 certificación de Kiwa International GMBH de Alemania; Estándar mundial que certifica los productos para el sector automotriz. Los terminales poseen doble sistema de prensado, para la chaqueta y para el conductor helicoidal. Terminales resistentes a la corrosión

**USO:** Brindan excelente conexión mecánica a la bujía, bobina y distribuidor.

## CAPUCHÓN DE BUJÍA



**CARACTERÍSTICAS:** Capuchón moldeado de material no conductor (caucho, baquelita, PVC, etc.) que cubre, con funciones protectoras, el cuerpo aislante de la bujía y su terminal.

**USOS:** Se utiliza al objeto de evitar dispersiones de corriente, a lo largo de la superficie externa aislante de la bujía, debidas a la humedad, a la presencia de agua o impurezas.

## 2.7. ELEMENTOS DISPONIBLES EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

En la tabla 1 se relacionan los elementos, las herramientas y la maquinaria que se utiliza en cada puesto de trabajo.

**Tabla 1: Dotación de los puestos de trabajo en el área de producción.**

PUESTO DE TRABAJO	ELEMENTOS UTILIZADOS
CORTE	Cortadora neumática, cortadora eléctrica, reglas metálicas, ligas, tarjetas para la identificación de los órdenes de producción, alicate, lanilla, canastillas.
REMACHE	Máquinas remachadoras, bisturí, alicate, canastillas.
ENSAMBLE	Máquina ensambladora, silicona líquida, agujas con diámetro igual al de los capuchones, llave Bristol, canastillas.

## **2.8. MAQUINARIA**

Toda la maquinaria manual empleada en el proceso de producción es alimentada por un compresor que impulsa aire a través de una tubería que pasa por cada punto donde están ubicadas. Cada máquina cuenta con una válvula por donde circula aire a razón de 11,25 kgf/cm<sup>2</sup>.

Estas máquinas funcionan por acumulación de aire en las bombonas situadas en la parte superior, son accionadas por un pedal neumático que activa los cilindros que a su vez son impulsados por el aire para que ejerzan presión sobre el vástago y mediante fuerzas de compresión se ensamblan los remaches al cable o se ajusten los capuchones.

A continuación, se describen los diferentes tipos de máquinas empleadas en el área de producción de la empresa Altamax.

## CORTADORA NEUMÁTICA



Se utiliza para cortar cable de diferentes diámetros en pocas cantidades, generalmente para lotes de producción inferiores a 40 instalaciones porque agrega otra actividad al proceso y es retirar el recubrimiento de las puntas para el posterior remache. Esta máquina tiene capacidad de cortar un cable cuando es accionada, pero tiene la ventaja que no necesita cambiar accesorios cuando cambia el diámetro del elemento que se está cortando. Funciona con el sistema que se describió anteriormente.

## CORTADORA ELÉCTRICA



Se utiliza para cortar cable cuando las órdenes de producción son superiores a 40 instalaciones. Actualmente el diámetro del cable que se maneja es 5mm, 7mm, 8mm y 8,5mm. Cuando se corta cable de 5mm no se usan levas, estas se colocan a medida que aumenta el diámetro del cable, por ejemplo: para cortar el cable de 8 mm o de 8,5 mm es necesario utilizar 3 levas.

Otra configuración que debe hacerse antes de iniciar el proceso de corte es la relacionada con la longitud del cable. Esta varía según la referencia que se va a fabricar. Actualmente se elaboran instalaciones desde 2 hasta 9 cables cada uno con una longitud diferente. Este proceso se hace complejo ya que la máquina está descalibrada y el operario debe adecuar la medida haciendo varios experimentos.

Esta máquina a diferencia de la cortadora manual retira el recubrimiento del cable en los extremos, quedando listo para iniciar al siguiente proceso que es el remachado.

## REMACHADORA



Se usa para fijar los terminales en los extremos de los cables que posteriormente sirven para ajustar los capuchones. Su funcionamiento es similar al de la cortadora neumática ya que está unida al mismo sistema y el diseño es el mismo.

La forma del vástago es igual al de un terminal, cuando los cilindros ejercen presión sobre el, lo ajusta para que tome la forma del cable y se adhiera. El rendimiento de esta máquina depende de la habilidad del operario para realizar el remachado.

## ENSAMBLADORA DE CAPUCHÓN DISTRIBUIDOR



Ayuda a fijar el capuchón distribuidor al terminal en uno de los extremos del cable, además, facilita el ensamble cuando este requiere de precisión y fuerza.

Al igual que las otras máquinas funciona con el sistema que se describió al inicio de esta sesión, en este caso no se almacena aire, al accionar el pedal ejerce presión en la aguja que está unida al remache que fue ensamblado al cable anteriormente, esto disminuye la fuerza requerida y facilitando la fijación del capuchón al terminal.

Esta máquina no se utiliza siempre, en algunos casos este proceso se hace más fácil manualmente ya que al introducir la aguja en el capuchón este se deforma y genera saltos de corriente porque no queda bien acoplado al remache.

## ENSAMBLADORA DE CAPUCHÓN DE BUJÍA



Funciona de la misma forma que la máquina que se describió anteriormente, su uso es indispensable para el ensamble de los capuchones de bujía, debido a que de esta operación depende el buen funcionamiento de la instalación. Se utilizan agujas de acuerdo al diámetro del capuchón que se está ensamblando el cual tiene las mismas especificaciones del cable que se está usando.

A diferencia del procedimiento anterior en este caso el proceso no se puede realizar manualmente porque requiere fuerza y precisión para que el ensamble quede bien hecho y no haya fugas de corriente.

## PROBADOR DE INSTALACIONES



Es un tablero donde se someten las instalaciones a tensiones mucho mayores a las que van a estar expuestas normalmente durante un periodo tiempo que va desde 5 hasta 10 minutos.

Cada uno de los puntos del tablero está conectado a un transformador amplificador que aumenta la potencia de la corriente que llega de la fuente. Lo que se busca al exponer las instalaciones a estas condiciones es garantizar que no haya fugas o saltos de corriente cuando se someten a altas tensiones.

## MÁQUINA ENZUNCHADORA



Esta máquina es utilizada para sellar las cajas de cartón corrugado donde se empaican los productos terminados que están listos para ser distribuidos. Cuenta con un dispensador para la cinta y los zunchos, se acciona

mediante un botón que ejerce presión para ajustar la cinta y colocar el zuncho evitando que ceda.

Para realizar este proceso el operario debe tomar el extremo de la cinta y dar la vuelta a la caja para que la máquina pueda cumplir con su fin.

## 2.9. PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

Actualmente la empresa maneja un amplio portafolio de referencias, en la tabla 2 se mencionan las más importantes de cada marca de acuerdo a las rotaciones del último año.

**Tabla 2: Lista de referencias.**

MARCA	REFERENCIA	DESCRIPCION
CHEVROLET	660	CHEVROLET SPARK TAXI 724 MOD. 04
	647	CHEVROLET CORSA 1.3 / 1.4 / 1.6 MOD. 96 >> CP.
	676	CHEVROLET AVEO - AVEO LS - AVEO EMOTION /07 >> / 1.8 - 1.6/ 16V
	667	CHEVROLET LUV D-MAX 4X2 2.4 MOD. 05 >>
HYUNDAI	704	HYUNDAI ACCENT INY. MOD. 94 VERNA GYRO TAXI SUPER PONY 2001
	703	HYUNDAI ATOS 4 CABLES MOD. 02 >>
	715	HYUNDAI ACCENT VISSION 1.4, 1.6 MOD. 06 >>
MAZDA	401	MAZDA 323 NX CARBURACIÓN 86 - 97 / MAZDA 323 M.N. 86 – 97
	420	MAZDA B 2200 INY. MOD. 98 >>
	412	MAZDA 626 ASahi NUEVA RAZA MOD. 86 – 90
	411	MAZDA 323 ALLEGRO 1.3 INY. MOD. 95 >>

**Tabla 2: Continuación**

<b>MARCA</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
DAEWOO	1204	DAEWOO LANOS TODOS CP.
	1206	DAEWOO RACER TODOS SP.
	1208	DAEWOO LANOS TODOS SP.
KIA	2404	KIA EKO - PICANTO 2007 1.1 12V
	2412	KIA RIO 1.5 SPECTRA LS / KIA RIO 1.5 MOD. 03
	2423	KIA PICANTO ION 1.2 L 4 CIL. MOD. 2011 >>

Fuente: base de datos Altamax

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD**

Es importante considerar, desde el punto de vista económico y práctico, ciertos cambios que continuamente se llevan a cabo en los ambientes industrial y de negocios. La única forma en que un negocio o empresa puede crecer e incrementar sus ganancias es mediante el aumento de su productividad. La mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida.<sup>1</sup>

Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares (a menudo conocidos como medición del trabajo) y el diseño del trabajo.

#### **3.2. ANÁLISIS DE PARETO**

En el análisis de Pareto, los artículos de interés son identificados y medidos con una misma escala y luego se ordenan en orden descendente, como una distribución acumulativa. Por lo general, 20% de los artículos evaluados representan 80% o más de la actividad total; como consecuencia, esta técnica a menudo se conoce como la regla 80-20<sup>2</sup>.

Conceptualmente, el analista de métodos concentra el mayor esfuerzo sólo en algunos pocos trabajos que generan la mayor parte de los problemas. En muchos casos, la distribución de Pareto puede transformarse en una línea recta utilizando

---

<sup>1</sup> NIEBEL, Benjamin W. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 12a ed. México: Mc Graw Hill, 2009. p 1-2.

<sup>2</sup> Ibíd, p. 18-19.

la transformación log-normal, a partir de la cual se pueden hacer más análisis cuantitativos.

### 3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos.

Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los símbolos utilizados se representan en la figura 2

**Figura 2: Símbolos del diagrama de procesos**

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentaneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

Fuente: tomado de Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Pag: 27

Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización.

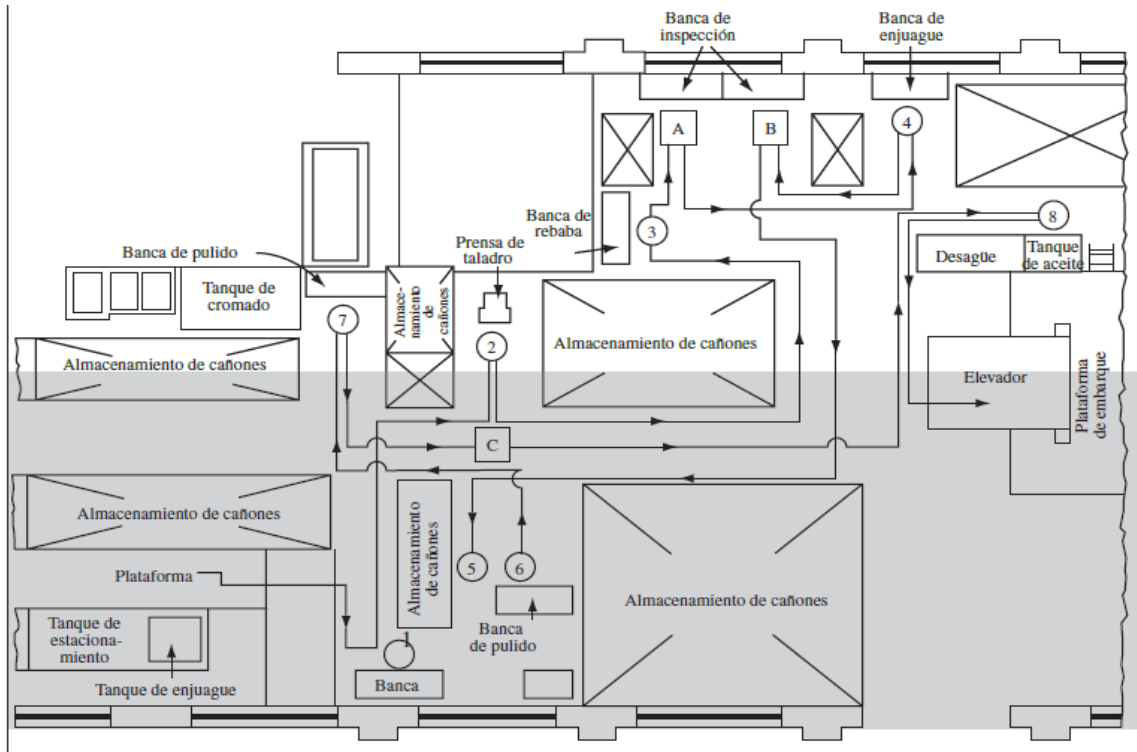
### **3.4. DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO**

A pesar de que el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de manufactura, no muestra un plan pictórico del flujo del trabajo. De la misma forma, es de utilidad visualizar las áreas potenciales de almacenamiento temporal o permanente, las estaciones de inspección y los puntos de trabajo.

El diagrama de flujo o recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso.

El diagrama de recorrido representa un complemento útil del diagrama de flujo de procesos debido a que indica el camino hacia atrás y las áreas posibles de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de la planta como se ve en la figura 3.

**Figura 3: Diagrama de recorrido**



Fuente: tomado de Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Pag: 30

### 3.5. FINALIDAD DE LA OPERACIÓN

La mejor manera de simplificar una operación es vislumbrar alguna forma de obtener los mismos o mejores resultados sin que ella implique costos adicionales. Una regla de gran importancia del analista es tratar de eliminar o combinar una operación antes de tratar de mejorarla. Alrededor de 25% de las operaciones que se llevan a cabo pueden eliminarse si se invierte suficiente tiempo en el estudio del diseño y del proceso.

En la actualidad se realiza mucho trabajo innecesario. En muchos casos, la tarea o el proceso no deben simplificarse o mejorarse, sino que se deben eliminar por completo. La eliminación de una actividad ahorra dinero en la instalación de un

método mejorado y no hay interrupción o retraso debido a que no se debe desarrollar, probar o instalar ningún método mejorado.

Con frecuencia, las operaciones innecesarias son producto de una planeación inadecuada cuando la tarea se hace por primera vez. Una vez que se ha establecido una rutina estándar, es difícil cambiarla, aun si dicho cambio elimina una parte del trabajo y lo vuelve más sencillo. Cuando se planean nuevos trabajos, el encargado de la planeación debe incluir una operación extra si existe alguna posibilidad de que el producto sea rechazado sin ella.

A menudo, las operaciones innecesarias se llevan a cabo debido al desempeño inadecuado de las operaciones anteriores. Se debe realizar una segunda operación para “darle un retoque” o hacer aceptable el trabajo realizado en ellas.

### **3.6. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

Las decisiones relativas a la distribución implican determinar la ubicación de departamentos, grupos de trabajo, estaciones de trabajo y puntos donde se guardan existencias en una instalación productiva. El objetivo es ordenar estos elementos de manera que se garantice el flujo continuo de trabajo en la fábrica<sup>1</sup>. En general, los elementos que intervienen en la decisión de la distribución son:

1. Especificación de los objetivos y criterios para evaluar el diseño. Los criterios básicos de uso común son la cantidad de espacio que se requiere y la distancia que se debe recorrer entre los elementos de la distribución.
2. Cálculos de la demanda de productos o servicios del sistema.

---

<sup>1</sup> CHASE, Richard B. JACOBS, Robert Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministro. 13ª Ed. México: Mc Graw Hill, 2011. P 177-198.

3. Procesamiento necesario en términos del número de operaciones y la cantidad de flujo entre los elementos de la distribución.
4. Espacio necesario para los elementos de la distribución.
5. Disponibilidad de espacio dentro de la instalación misma o, si se trata de una nueva, las configuraciones posibles para el edificio.

El patrón general del flujo de trabajo define los formatos para ordenar los departamentos de una instalación. Hay tres tipos básicos de formatos (centro de trabajo, línea de ensamble y distribución por proyecto) y uno híbrido (celda de manufactura).

El formato de centro de trabajo agrupa funciones o equipamientos similares, como todos los tornos en un área y todas las prensas en otra. Después, la pieza que se trabaja avanza, en una secuencia preestablecida de operaciones, de un área a otra, donde se encuentran las máquinas necesarias para cada operación.

En una línea de ensamble (también llamada distribución de flujo del trabajo), el equipo o los procesos de trabajo se ordenan según las etapas progresivas de la fabricación del producto. La ruta de cada pieza es en realidad una línea recta. La ruta de cada pieza es en realidad una línea recta.

Una celda de manufactura reúne distintas máquinas para trabajar en productos con formas y requerimientos de procesamiento semejantes. Una celda de manufactura se parece a un centro de trabajo porque las celdas están diseñadas para desempeñar un conjunto específico de procesos, pero también se parece a una línea de ensamble porque las celdas se dedican a una gama limitada de productos.

En la distribución por proyecto, el producto (en razón de su volumen o peso) está fijo en un lugar y el equipo de producción va al producto, no a la inversa. Las obras de construcción y los escenarios de cine son ejemplos de este formato.

Muchas instalaciones de manufactura combinan dos tipos de distribución. Por ejemplo, un área de producción dada se organizaría como centro de trabajo, y otra, como línea de ensamble. También es frecuente encontrar una planta entera ordenada con base en el flujo de los productos; por ejemplo, un área de maquinado de piezas, después un área de subensamble y un área final de ensamble al término del proceso.

### **3.7. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO**

El almacenaje es el conjunto de actividades que se realizan para guardar y conservar artículos en condiciones óptimas para su utilización desde que son producidos hasta que son requeridos por el usuario o el cliente<sup>1</sup>.

Dentro del sistema global del manejo de materiales, el sistema de almacenaje proporciona las instalaciones, el equipo, el personal, y las técnicas necesarias para recibir, almacenar, y embarcar materia prima, productos en proceso y productos terminados. Las instalaciones, el equipo y técnicas de almacenamiento varían mucho dependiendo de la naturaleza del material que se manejará.

Para diseñar un sistema de almacenamiento y resolver y resolver los problemas correspondientes es necesario tomar en consideración las características del material como su tamaño, peso, durabilidad, vida en anaqueles, tamaño de los lotes

---

<sup>1</sup> TORCAZA UIS "Sistema de almacenamiento" [en línea] [citado el 18 abril de 2016] disponible en: <http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/Sistemas%20de%20Almacenamiento.pdf>

y aspectos económicos. Se incurre en costos de almacenamiento y recuperación, pero no se agrega ningún valor a la inversión en equipos de almacenamiento y manejo de materiales, así como en superficie de bodega, deberán tener como base la reducción máxima de los costos unitarios de almacenamiento y manejo.

También debe considerarse el control del tamaño del inventario y la ubicación del mismo, las instrucciones sobre las inspecciones de calidad, las medidas relativas al surtido y empaque de pedidos, el andamiaje y número apropiado de andenes para recepción y embarque, así como el mantenimiento de registros.

### **3.8. SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE MATERIALES**

El manejo de materiales hace referencia a la forma en que estos se trasladan dentro de las instalaciones. Es la manifestación física del flujo de dinero a través de una empresa o de una economía y el control del flujo de los materiales es el control de la empresa. Por lo tanto, resulta esencial que se reconozca esta función tan importante y en la que todo conlleva un costo, como un objetivo primordial de la atención del ingeniero industrial<sup>1</sup>.

En el estudio de los transportes mecanizados la selección del proyecto idóneo en cada caso representa un problema en cuya resolución tiene importancia formidable la experiencia, pero que no puede abordarse con probabilidades de éxito si no se conocen las posibilidades que la industria del transporte brinda como consecuencia de la auto- selección que el progreso industrial ha ido realizando poco a poco, consagrando una serie de sistemas de transporte.

Lo mejor del manejo de los materiales es no manejarlo. El manejo de materiales es tiempo y el tiempo es costo.

---

<sup>1</sup> Ibíd.

Las mercancías de alto valor tienen gran impacto financiero en la empresa y las de alto “cubitaje” tienen un mayor impacto en las necesidades de espacio y de manejo de materiales. Los materiales en flujo consumen tiempo, y por lo menos generan un costo por el interés que representan en dinero, espacio, equipo, mano de obra para su manejo, seguro y en muchos casos pueden pérdidas por daños.

### **3.9. ESTUDIO DE TIEMPOS**

Establecer tiempos puede considerarse como una labor básica que apoya el proceso de toma de decisiones en algunas dependencias de la organización. Al conocer el tiempo de fabricación se tendrán argumentos para: Estimar el costo de los productos elaborados, la capacidad de producción de la planta, Programar eficientemente la producción, asignar correctamente el trabajo a los operarios, calcular eficiencias (relacionando la producción esperada con la producción real) y Comparar métodos de trabajo<sup>1</sup>.

El estudio de tiempos consiste en aplicar algún procedimiento de registro, con el propósito de establecer la duración de una tarea específica. Entre los procedimientos más conocidas dentro del estudio de tiempos se tienen los siguientes:

1. Cronometraje: Se basa en el empleo de un instrumento de medición para el registro de datos de tiempo real.
2. Tiempos predeterminados: se refiere a datos de tiempo estandarizados y organizados en tablas de fácil consulta.

---

<sup>1</sup> ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: UIS, 1999. p. 56.

3. Muestreo del trabajo: es un procedimiento que permite calcular tiempos mediante el registro de las actividades realizadas por el trabajador durante su jornada de trabajo.

Para poder establecer la duración de una tarea, se debe partir de tres premisas elementales:

1. Debe existir un método previamente definido, el cual indica la manera como se ha de ejecutar el ciclo de trabajo del empleado.
2. El operario debe desarrollar su actividad a un ritmo de trabajo normal.
3. El operario seleccionado para un estudio de tiempos debe ser calificado en cuanto a la habilidad para desarrollar el trabajo, es decir, no ser muy experto, ni tampoco inexperto. Un trabajador calificado es aquel que posee las aptitudes físicas para desempeñar una labor y que una vez capacitado posee la destreza suficiente para efectuar la tarea cumpliendo con las exigencias de seguridad, cantidad producida y calidad esperada.

### **3.10. PRACTICA DE LAS 5 S's**

La práctica de 5S hace parte de las técnicas de producción justo a tiempo, y deberá ser el primer paso dentro de un programa de mejoramiento de los procesos productivos o procedimientos administrativos de una organización.<sup>1</sup>

La práctica 5S se compone de una serie de actividades cuyo propósito es organizar los lugares de trabajo evacuando el desorden de la planta de producción y de las oficinas. Es por ello, que se dice que esta estrategia es uno de los primeros pasos

---

<sup>1</sup> Ibíd, p. 83.

dentro del programa de mejoramiento, ya que nada se puede mejorar consistentemente considerando el desorden como algo natural.

Aun cuando la estrategia parezca elemental, una cosa es conocerla y otra implementarla: para cualquier analista es claro que una fábrica ordenada es más productiva, sin embargo, lograr mantenerlas ordenadas no es tarea fácil.

Para que una empresa mejore su productividad no solo debe capacitar a su personal, también debe sensibilizar a su gente para minimizar la resistencia al cambio. Una vez cumplida esta etapa, se podrá implementar la práctica 5S, soportada en esa nueva cultura del personal.

**Seiri (clasificar):** consiste en mantener en el lugar de trabajo solo los elementos o útiles absolutamente necesarios para llevar a cabo en forma satisfactoria las tareas cotidianas.

**Seiton (ordenar):** significa que aquellos elementos que son necesarios en el puesto de trabajo deberán ser organizados de tal forma que se facilite su localización, utilización y devolución. Este último aspecto es fundamental porque debe crearse el hábito de no desordenar.

**Seiso (limpiar):** los empleados deben mantener pulcros y limpios sus puestos de trabajo, pasillos y demás áreas de la empresa. La limpieza no debe ser solo responsabilidad del personal de aseo.

**Seiketsu (estado de cumplimiento):** debe realizarse la verificación, el seguimiento y la estandarización de las tres eses operativas con el propósito de prevenir la reaparición del desorden y la suciedad logrando uniformidad en las actividades de trabajo.

**Shitsuke (disciplina):** consiste en crear el ambiente propicio para que las 5S se conviertan en un hábito y puedan posteriormente hacer parte de la cultura organizativa. El ambiente propicio aparece siempre y cuando las iniciativas de los empleados sean reconocidas por sus jefes inmediatos.

### **3.11. DESPILFARROS**

Cualquier cosa que no sea utilizar o consumir el mínimo imprescindible de equipo, materiales, componentes, espacio y tiempo del trabajador para añadir valor al artículo que se produce<sup>1</sup>.

La anterior definición, aclara que una empresa debe obtener un producto o servicio, con el mínimo de recursos, pero satisfaciendo al cliente. Aquellas acciones que sean adicionales e improductivas y que no agreguen valor se consideran despilfarros.

Idealmente un proceso productivo deberá contener solo actividades que agreguen valor, sin embargo, muchas veces es imposible lograrlo debido a que algunas actividades que no agregan valor son absolutamente necesarias por las mismas características del proceso. Lo importante será entonces, minimizar el impacto de aquellas actividades que no agregan valor.

El despilfarro proviene de múltiples orígenes, por ello, resulta útil clasificar dichos orígenes de acuerdo al esquema 5MQS el cual hace referencia a siete fuentes de despilfarro que son: personas (man), máquinas (machine), material (material), dirección (management), métodos (method), calidad (quality) y seguridad (security)

---

<sup>1</sup> Ibíd, p. 88.

## **4. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DOCUMENTACIÓN DE PROCESOS**

### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ALTAMAX**

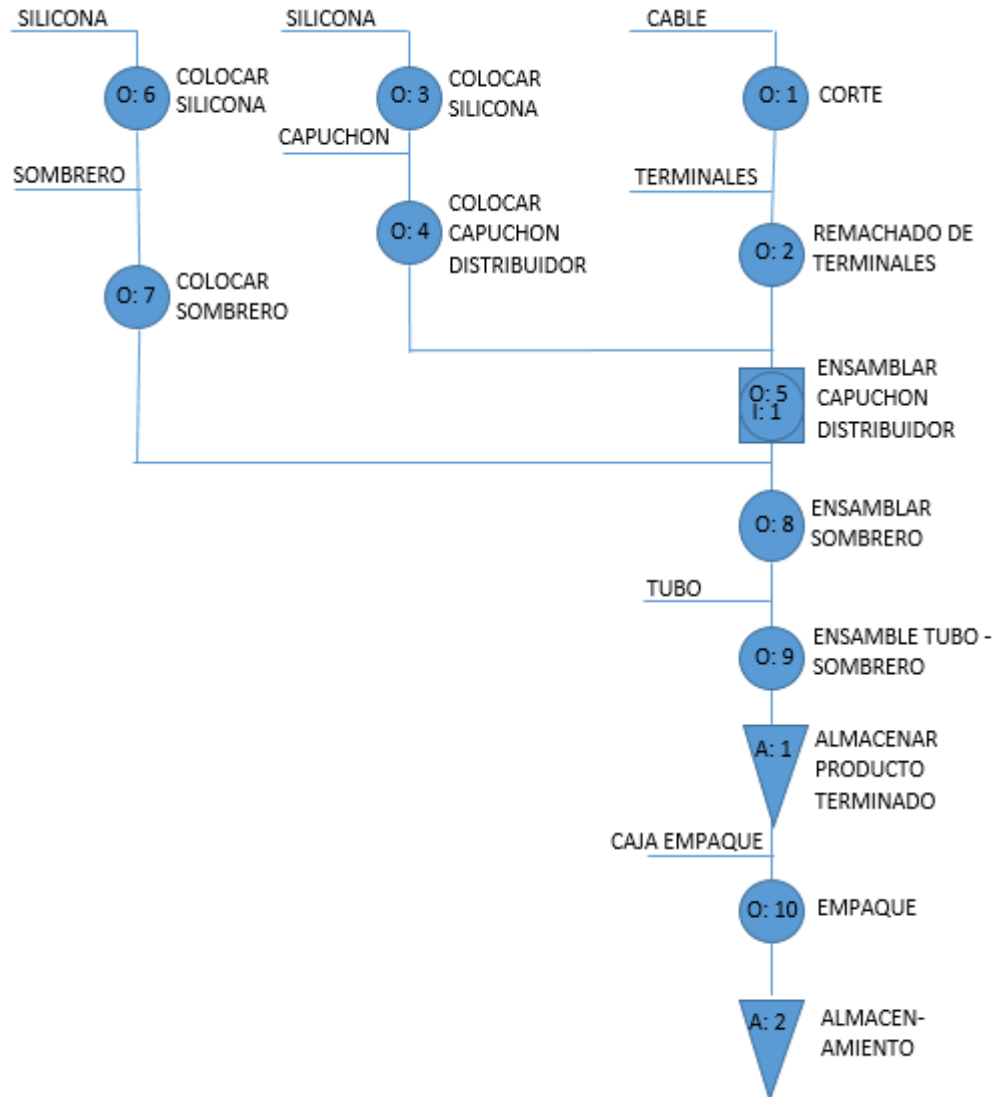
Para la fabricación de las instalaciones de alta como son conocidas técnicamente, la empresa cuenta con una línea de producción conformada por cinco puestos de trabajo: corte, armado, remache, ensamble de capuchón distribuidor y ensamble de capuchón de bujía. El empaque y embalaje del producto están a cargo del departamento de logística.

Gran parte del proceso se realiza de forma manual, esto permite hacer inspecciones en todos los puestos de trabajo para reducir fallas y costos evitando reproceso obteniendo un producto con altos estándares de calidad.

La mayoría de los empleados se han desempeñado en el mismo cargo durante varios años, por esta razón, el nivel de destreza es bastante alto, pero en el área de ensamble por ser uno de los procesos más críticos se presenta una rotación de personal elevado que hace más lenta la operación.

En la gráfica 1 se ilustra el diagrama de procesos donde se puede observar la secuencia de las actividades involucradas en la fabricación de instalaciones de alta. A continuación, se describe cada una de ellas.

**Gráfica 1. Diagrama de procesos.**



### ORDEN DE COMPRA

Las órdenes de compra se realizan según las especificaciones del ingeniero de producción y el jefe de logística. Contienen información como: la cantidad detallada del material, tipos de productos requeridos (cables, capuchones distribuidores,

capuchones de bujías, terminales, copas). Debido a que la gran mayoría de las materias primas son importadas, esta actividad se hace cada cuatro meses por el departamento de compras.

## RECEPCIÓN DE MATERIALES

Cuando los materiales e insumos ingresan a la planta, se realiza la verificación e inspección y se compara con las facturas. Esta actividad se hace para comprobar que las materias primas estén en buen estado, que cumpla con las características requeridas y que las cantidades coincidan con las especificadas en la factura, luego se legaliza y se hace la entrada del producto teniendo en cuenta las observaciones; posteriormente es llevado a la bodega para su almacenaje.

Actualmente no se cuenta con indicadores que permitan evaluar si la materia prima cumple o no cumple con dichas especificaciones, lo que se hace es revisar que no haya averías ni deformaciones.

## CORTE

El corte del cable inductivo se lleva a cabo con el propósito de obtener la medida precisa para la referencia a fabricar. Este proceso se puede realizar con la máquina neumática o con la máquina eléctrica dependiendo de la cantidad de cables a cortar. La máquina eléctrica es utilizada para cortar cable cuando las órdenes de producción son superiores a 40 instalaciones, tiene un porcentaje de error de 1 cm, debido a que ya cumplió su vida útil (aproximadamente tiene 50 años) y no se realiza el mantenimiento que ésta requiere. El único procedimiento que se hace constantemente es engrasar porque es indispensable para el funcionamiento.

El encargado de la bodega baja los carretes de cable que se encuentran en pisos superiores, el operario responsable del corte recibe la orden de fabricación por parte

del ingeniero de producción, diligencia los respectivos formatos de las cantidades y referencias a cortar, selecciona la regla metálica que contiene las medidas de la referencia, posteriormente, selecciona la leva adecuada para el tipo de cable, enciende la máquina e inicia el proceso de corte. El operario se encarga de organizar los cables cortados, supervisar que no queden residuos dentro de la máquina y detener el proceso cuando se obtiene la cantidad de cables requerida como se evidencia en la figura 1. Luego de tener los cables cortados el operario arma las instalaciones teniendo en cuenta el número de cables que lleva cada una para finalmente colocar en cada lote las tarjetas de identificación.

**Figura 1. Área de corte**



## REMACHE

El operario recibe los lotes en canastillas plásticas, toma una cantidad que varía entre 4 y 6 instalaciones y las ubica sobre las piernas, posteriormente sujeta una instalación con la mano izquierda y al mismo tiempo toma un remache y lo ajusta en la máquina con la mano derecha. Cuando termina de remachar todas las puntas del cable del mismo extremo de una instalación la coloca a un lado y repite el procedimiento para las otras instalaciones que tiene sobre las piernas.

Luego, toma las instalaciones que ya están remachadas en uno de sus extremos, las coloca nuevamente sobre las piernas y remacha la punta que hace falta. Esta vez lo hace con la otra mano, es decir, toma las instalaciones con la mano derecha y ubica los remaches con la mano izquierda, esto con el fin de evitar pérdida de tiempo girando las instalaciones para llevar a cabo el procedimiento como en la primera parte. Este proceso se ilustra en la figura 2.

**Figura 2. Área de remache**



## ENSAMBLE

En esta etapa el operario encargado recibe el producto en proceso, toma una instalación y sumerge en la silicona la punta de los cables que esta igual, luego con esta misma unta la aguja donde posteriormente coloca los capuchones para finalmente realizar el proceso de ensamble con los cables como se puede ver en la figura 3.

Este proceso también se realiza de forma manual debido al diseño del capuchón que llevan algunas instalaciones.

Para el proceso de ensamble de los capuchones de bujía siempre se utiliza la máquina, este proceso no se puede hacer de forma manual.

El lubricante utilizado es emulsión de silicona al 60%, facilita el ensamble de los capuchones distribuidores y de bujía con los terminales remachados en los extremos del cable.

**Figura 3. Área de ensamble**



### PROBADOR DE INSTALACIONES DE ALTA

Esta actividad es realizada generalmente por el ingeniero de producción quien selecciona las instalaciones de forma aleatoria.

Lo primero que se debe hacer es conectar cada uno de los cables de la instalación al tablero de prueba, luego se conecta el cable del tablero a una fuente de energía eléctrica, se configura el analizador de bobinas y a continuación conecta el caimán al tablero y con el electrodo (el extremo restante del caimán) se inician las pruebas pasándolo por todos los cables de la instalación con el fin de detectar posibles escapes de corriente como se observa en la figura 4.

**Figura 4. Probador de instalaciones de alta**



## EMPAQUE Y DESPACHO

Esta es la etapa final, después del operario hacer la prueba de calidad, se colocan etiquetas de identificación de empaque a cada una de ellas (tipo de referencia), luego se hace el alistamiento del embalaje (dependiendo a la empresa a despachar), si el operario observa muchas referencias pasa a una clasificación de las mismas por calibre, continuamente el operario se encarga de verificar que las instalaciones cumplan con las características descritas en la tarjeta de identificación, posteriormente se lleva a cabo el empaque de cada instalación, luego son depositadas en cajas de cartón corrugado y son selladas para ser almacenadas hasta el momento de ser despachadas como se ve en la figura 5.

**Figura 5. Área de empaque**



## 5. DIAGNÓSTICO

### 5.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Altamax a lo largo de los años ha venido evolucionando debido a los constantes cambios que se han dado en la industria automotriz que es el área donde se desempeña. Dicha evolución se ha logrado mediante la implementación de cambios progresivos que les permiten ser más competitivos en el mercado satisfaciendo las necesidades de los clientes aumentando la productividad y disminuyendo los tiempos de fabricación.

Es una empresa familiar consolidada hace 20 años y que ha crecido de forma empírica. El éxito que ha tenido es gracias a que en la región no hay otro negocio dedicado a esta actividad; la falta de competidores en el mercado a nivel local ha hecho que esta empresa no haga un manejo adecuado de su sistema productivo<sup>1</sup>, y por esta razón presenta varios inconvenientes que se analizarán a continuación con la ayuda de algunas herramientas tanto cualitativas como cuantitativas.

No hay un procedimiento a seguir cuando se hace la recepción de las materias primas, éstas se ubican en los lugares donde hay espacios disponibles sin tener en cuenta factores como la rotación, obsolescencia del producto existente, cumplimiento de normas, pero, sobre todo, el tiempo que se requiere para localizar una referencia cuando se necesita.

En cuanto al manejo de inventarios no existe una política que permita hacer un uso adecuado de las materias primas porque las compras se hacen sin tener en cuenta la demanda que presentan las diferentes referencias que se comercializan. Esto ha causado que en inventario haya materias primas que no se utilizan puesto que los requerimientos del mercado cambiaron.

---

<sup>1</sup> Datos consultados en la Cámara de Comercio 2016

El proceso de producción no está estandarizado, y las actividades de corte y manejo de las bodegas solo las realizan las personas responsables de dicha actividad, esto genera problemas en la calidad del producto cuando se presenta la ausencia de uno de ellos, porque la línea de producción es abastecida con materiales que no corresponden y la longitud del cable en el caso de la operación de corte no cumple con las especificaciones debido a que la máquina no está calibrada. Además, hay desmotivación y alta rotación del personal provocando una disminución considerable en la productividad y afectando el sentido de pertenencia de los empleados para con la organización. No cuenta con un estudio de tiempos que permita conocer la capacidad de producción actual.

Los espacios físicos no están bien distribuidos ocasionando pérdidas de tiempo en el transporte de materias primas dentro de la planta y afectando las condiciones del lugar de trabajo, poniendo en riesgo la integridad de los empleados porque no cumple con la normatividad, especialmente en el área de almacenamiento. Por otra parte, no cuenta con un manual de procedimientos y funciones en las diferentes áreas que permita hacer un control adecuado de las actividades.

## **5.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO**

El diagnóstico de la empresa Altamax se llevó a cabo en primer lugar por el conocimiento de manera general de los procesos productivos desarrollados, para esto se cumplió con asistencia regular donde se llevaron a cabo observaciones directas, auditorías y entrevistas al personal de la empresa para la recopilación de la información. Estas actividades permitieron conocer y obtener una visión global sobre la funcionalidad actual de la empresa para identificar los puntos críticos que alteran el funcionamiento.

**Observaciones directas.** Se realizaron mediante la asistencia a la empresa durante varias jornadas laborales para conocer y analizar el funcionamiento del sistema productivo y la planta física de la empresa Altamax.

**Auditorías.** Se llevó a cabo una serie de auditorías que permitió conocer más a fondo el funcionamiento de la empresa, además, se aplicaron listas de chequeo de las 5S's y de despilfarros (5MQS).

**Entrevistas.** Se entrevistó a personas en los diferentes cargos iniciando con el gerente comercial hasta los operarios; esto permitió conocer procesos como compras, recepción de materiales, corte, remachado, ensamble, probador de cables para bujías, empaque y despacho. De esta forma cada trabajador dio su aporte para conocer los diferentes problemas que se estaban presentando.

**Revisión de documentos.** Se recopiló información indispensable que permitió saber cómo se están desarrollando las diferentes actividades. Se hizo énfasis en datos históricos de compras, cantidad de referencias que se manejan actualmente, ventas de los dos últimos años, inventarios, entre otras.

### **5.3. DIAGRAMA DE OPERACIONES**

Para tener una mejor visualización de las actividades que se desarrollan en la empresa, se utilizaron diagramas de procesos que representan la secuencia de los procedimientos involucrados en la elaboración de las instalaciones, identificándolos mediante símbolos seleccionados de acuerdo a su naturaleza.

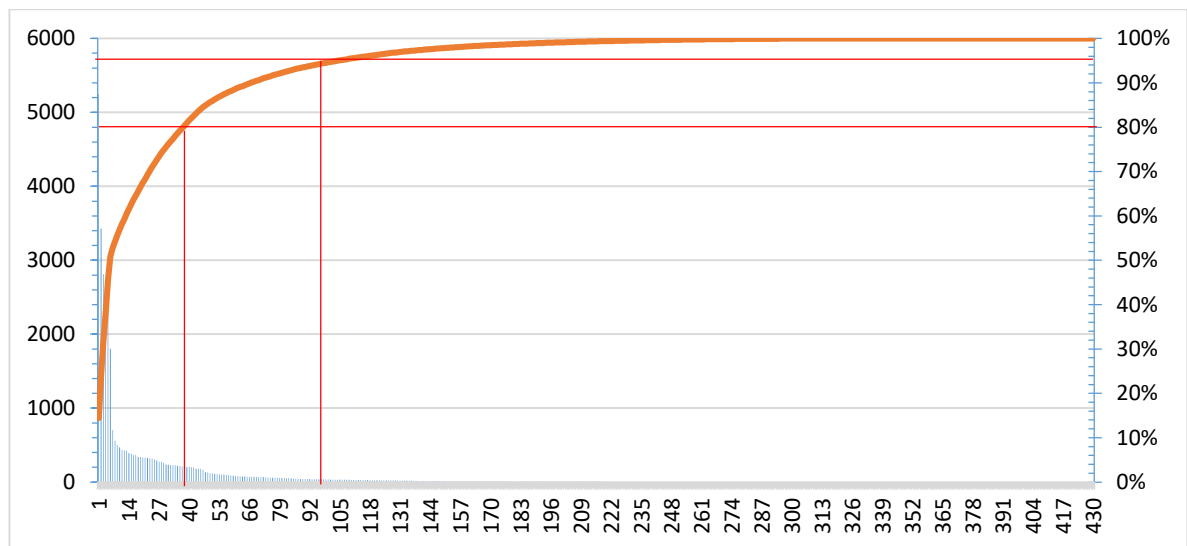
Estos diagramas se realizaron para las referencias que más se fabrican. La selección se hizo mediante la aplicación de un Pareto a los datos históricos de las ventas de los últimos dos años y al periodo transcurrido del año en curso. La información que se analizó para llegar a estas conclusiones se encuentra en el anexo A.

Para las ventas en cantidades del año 2015 se encontró que 64 de las 363 referencias que se manejan fueron las que generaron la mayoría de los ingresos, es decir, representan el 80% de las ventas totales. Para el año 2016 esta cantidad

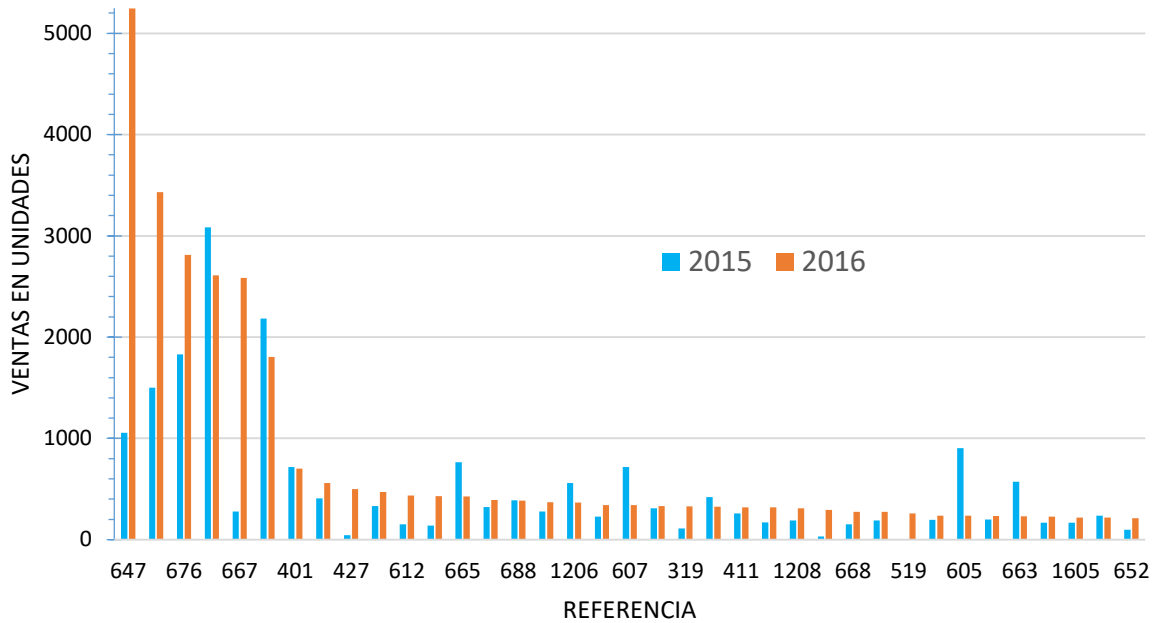
se redujo, paso de 64 a 37 referencias que conforman la categoría A. esto se evidencia mejor en gráfica de Pareto que se encuentra en la gráfica 2.

Para garantizar que no hay estacionalidad en la demanda se comparó los resultados de las ventas del periodo comprendido entre enero y abril del año en curso con los del año anterior. Se encontró que las referencias de la categoría A en el año 2016 obtuvieron un incremento considerable respecto al mismo periodo del año anterior debido al aumento de los clientes en el exterior y el fortalecimiento del mercado a nivel nacional. Esta comparación se ilustra en la gráfica 3.

**Gráfica 2. Diagrama de Pareto para las ventas de 2016**



**Gráfica 3. Comparación de ventas 2015-2016**



Todas las referencias no se fabrican de la misma forma. Los diagramas de operaciones se realizaron para las referencias que más rotan y que fueron seleccionadas en la categoría A.

Al analizar la forma como se fabrican estas instalaciones se concluyó que se deben realizar cuatro procesos que difieren en el orden como se ensamblen los diferentes componentes. Los diagramas de procesos se encuentran en el anexo B.

Lo que se puede evidenciar con la ayuda de los diagramas de procesos es que no hay estandarización y los operarios realizan las tareas de diferentes formas sin tener en cuenta si requieren o no más tiempo y si las actividades que realizan son necesarias o se pueden omitir.

#### 5.4.CAPACIDAD ACTUAL DE PRODUCCIÓN

La empresa no cuenta con un estudio de tiempos que permita determinar la capacidad de producción con la que cuenta.

En el anexo C se encuentra el estudio de tiempos realizado para las referencias que más rotan de acuerdo a los datos históricos del último año y que se clasificaron mediante la aplicación de un Pareto. Este estudio evidencia que la operación más lenta es el ensamble de los capuchones distribuidores. Con el fin de mejorar el rendimiento de este puesto de trabajo se está estudiando la posibilidad de contratar otro operario. Además, se evidencia que aproximadamente el 20% del tiempo de la jornada laboral se emplea en hacer alistamientos debido a que no hay una distribución adecuada de los espacios y tampoco cuenta con la señalización necesaria que facilite la búsqueda de los materiales. El resumen del estudio se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3. Resumen del estudio de tiempos en segundos para las referencias que más rotan.**

INSTALACIÓN	CT1	CT2	CT3	CT4	TOTAL
4 CABLES	12,8	34,87	32,46	33,1	113,23
5 CABLES	17,36	59,96	56,96	38,08	172,36

Teniendo en cuenta que se trabaja en un turno de 8 horas la capacidad con la que cuenta actualmente es de 826 instalaciones de 4 cables y de 480 para instalaciones de 5 cables. Dado que la operación más lenta es la que define la capacidad de producción, el turno de 8 horas se pasó a segundos y se dividió en el tiempo requerido en el centro de trabajo 2 que es el que requiere mayor tiempo.

## **5.5. DIAGRAMA DE RECORRIDO**

La planta de producción está constituida por tres bodegas y el área de producción ubicadas en diferentes pisos o niveles como se evidencia en el anexo D. En este diagrama se puede visualizar el movimiento necesario desde la recepción de la materia prima o insumos hasta obtener el producto terminado listo para su despacho siendo 6698,37 metros en promedio en una jornada laboral, efectuando recorridos de 30, 20, 21 veces a las bodegas 2, 3 y 4 respectivamente.

Debido a que la distribución de planta y el manejo de las materias primas no es el adecuado, se evidencian movimientos y transportes innecesarios que hacen más lento el proceso de alistamiento de materiales para iniciar la fabricación de las órdenes de producción. Esto se refleja en el diagrama de recorrido y en los espacios disponibles. Además, no cuenta con los elementos necesarios para trasladar las materias primas dentro de la planta, lo que afecta el proceso y la integridad de la persona responsable de esta actividad.

## **5.6. ANÁLISIS 5S's**

Luego de hacer una observación sobre los procesos involucrados en las áreas de almacenamiento, corte, remache, ensamble, control de calidad de las instalaciones de alta, despacho y administración se procedió a capacitar a los empleados sobre la importancia de las 5S's, implementación y los pasos a seguir para tener éxito en la aceptación de esta nueva cultura.

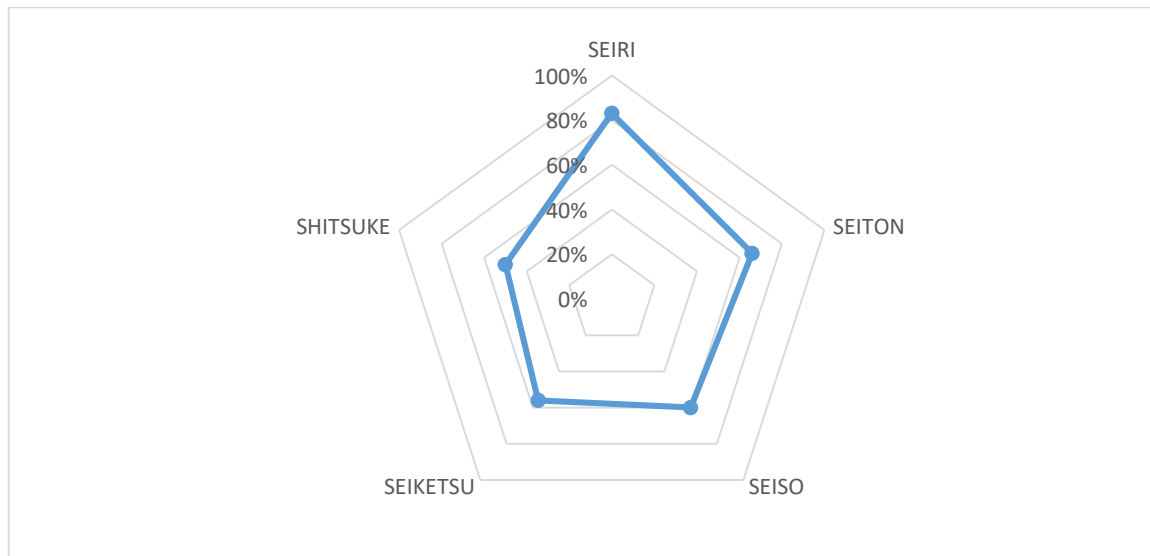
El diagnóstico se realizó haciendo un recorrido por todas las áreas de interés de la empresa para identificar los puntos donde había desorden y suciedad.

Finalmente, para evaluar la forma como la empresa realiza el control del cumplimiento de los requerimientos relacionados con el tema, se aplicó una lista de chequeo de la 5S's a personas que desempeñan cargos en las diferentes áreas,

donde se valoró con un criterio de 1 a 5 el nivel de cumplimiento para identificar la S más crítica. La lista de chequeo y la lista de asistencia a la capacitación se encuentran en el anexo D.


El porcentaje de cumplimiento de la metodología de las 5S's obtenido en la empresa Altamax se representa a continuación con la ayuda de un diagrama de radar.

**Figura 6. Diagrama de radar para el cumplimiento de las 5S's de la empresa Altamax.**



En la tabla 5 se muestran los resultados arrojados de la aplicación de la lista de chequeo inicial. SEIKETSU y SHITSUKE tienen el menor porcentaje de cumplimiento porque son de control y dependen de la ejecución de las tres primeras que son operativas.

**Tabla 4. Resultados de la aplicación de las listas de chequeo.**

	Máxima puntuación posible (Mps)	Puntos obtenidos (Po)	% Cumplimiento (Po/Mps)	% Máxima
SEIRI	40	29	73%	100%
SEITON	50	30	60%	100%
SEISO	50	29	58%	100%
SEIKETSU	50	22	44%	100%
SHITSUKE	60	24	40%	100%
TOTAL	250	134	54%	100%

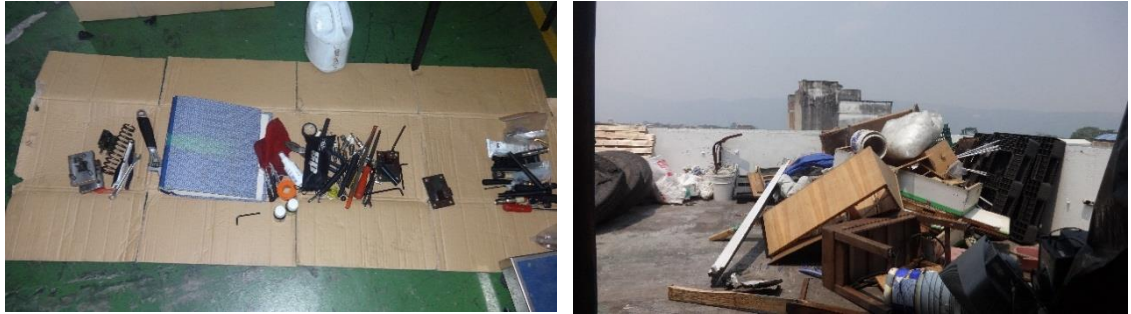
Después de hacer el estudio de las 5S's se determinó el porcentaje de cumplimiento que presenta cada una, siendo las más críticas SEIKETSU y SHITSUKE con un porcentaje de 40 y 44 respectivamente. A continuación, se hace un análisis de los problemas detectados en cada S.

#### SEIRI (Clasificar)

Se encontró que para esta S tiene un porcentaje de cumplimiento de 73% debido a:

- ✓ En los puestos de trabajos se encuentran herramientas innecesarias como tijeras, pinzas, tuercas, etc.
- ✓ Hay apilación de productos innecesarios en áreas de bodegaje y almacén de herramientas porque no hay claridad sobre su uso y no hay un lugar para separarlos.
- ✓ Los pasillos del área de bodega y empaque no se encuentran limpios y despejados. Se observa acumulación de inventario de materias primas, productos en proceso y producto terminado que causan demoras para ubicar y transportar una referencia cuando es necesario.

**Figura 7. Elementos innecesarios encontrados en la evaluación de Seiri.**



### **SEITON (Ordenar)**

Su porcentaje de cumplimiento es de 60%. Las principales causas son:

- ✓ En general la planta no dispone de áreas establecidas para ubicar producto en proceso, por tal razón es común encontrarlos en el área de producción o en las bodegas.
- ✓ Hay dificultad en el área de almacenamiento para encontrar las referencias de los materiales, debido a que su apilamiento es por medio de cajas, lo que ocasiona que el operario de bodega pierda tiempo por tener que moverlas para realizar las búsquedas.
- ✓ No existen normas establecidas para desechar elementos innecesarios porque no hay un lugar específico para hacerlo.
- ✓ Se observa al operario de remache y corte ausentarse de su puesto de trabajo en búsqueda de materiales e insumos.
- ✓ No se cuenta con un mecanismo de control visual en la planta que permita llevar el control de las existencias de materia prima, producto en proceso o producto terminado.

**Figura 8. Elementos innecesarios encontrados en la evaluación de Seiton.**



### **SEISO (Limpiar)**

Para esta S el porcentaje de cumplimiento es del 58%. A continuación, se enumeran las causas.

- ✓ Los elementos necesarios para realizar aseo son escasos.
- ✓ En ocasiones la cultura de limpieza no existe en cada puesto de trabajo, generando desorden y aumentando el desperdicio de los materiales.
- ✓ El piso se encuentra normalmente lleno de canastillas lo que limita el libre transporte por la planta
- ✓ No existe un control exhaustivo en cada área de la empresa, que motive la cultura de limpieza y aseo.

**Figura 9. Elementos innecesarios encontrados en la evaluación de Seiso.**



### **SEIKETSU (Estandarizar)**

Se encontró que para esta S tiene un porcentaje de cumplimiento de 44% dado a:

- ✓ No Existen equipos especializados para movilizar cargas dentro de la planta, lo que genera a los operarios problemas de salud a largo plazo debido al esfuerzo que deben realizar para llevar a cabo esta actividad.
- ✓ Se observa que algunos operarios no usan los implementos de seguridad apropiados para el desarrollo de cada actividad.
- ✓ No existe un manual de procedimiento de mantenimiento de las máquinas.
- ✓ La planta no cuenta con señalización de los espacios utilizados para almacenamiento, de los puestos de trabajo y de la maquinaria.
- ✓ No cuentan con la estandarización de los puestos de trabajo.
- ✓ La empresa no tiene un lugar designado para la disposición de residuos y basura.

**Figura 10. Elementos innecesarios encontrados en la evaluación de Seiketsu**



### **SHITSUKE (Disciplina)**

Para esta S su porcentaje de cumplimiento es de 40% principalmente porque:

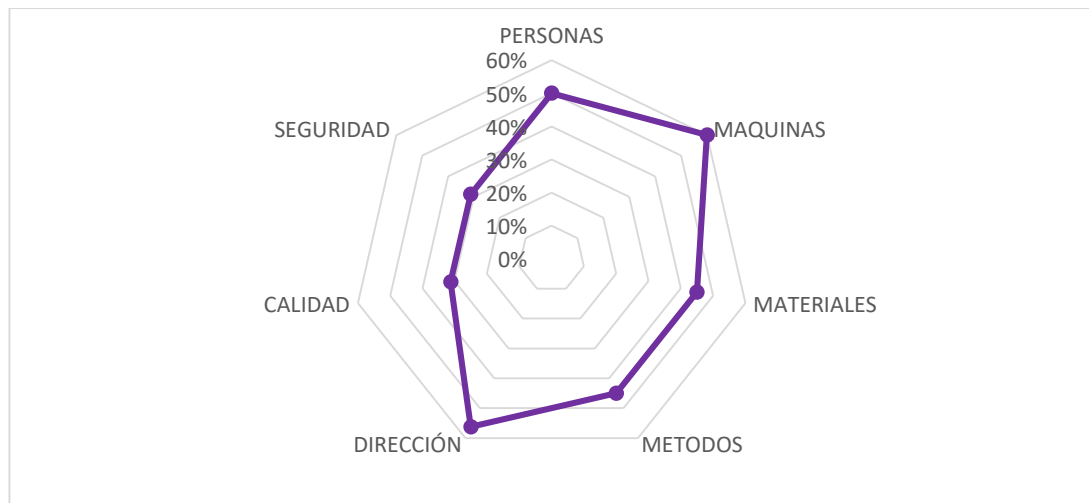
- ✓ Se observa que el producto en proceso es almacenado en los puestos de trabajo.
- ✓ Algunos operarios no se comprometen a utilizar los implementos de seguridad industrial.
- ✓ Los operarios no se responsabilizan de mantener su puesto de trabajo en óptimas condiciones.
- ✓ Se encuentran productos defectuosos o productos que se les realiza reproceso.

## 5.7. ANÁLISIS DE DESPILFARROS

Con la finalidad de detectar los tipos de desperdicios que se encuentran en la empresa ALTAMAX se aplicó el esquema de las 5MQS; para ello se aplicó una lista de chequeo inicial de desperdicio con el apoyo del ingeniero de producción y mediante la observación. La evaluación arrojó el porcentaje de despilfarro presente en cada una de ellas, el cual no debería superar un 50%. La lista utilizada se encuentra en el anexo E.


A continuación, se ilustra el diagrama de radar inicial que representa la presencia de los desperdicios.

**Figura 11. Resultados de la lista de chequeo.**



Los resultados obtenidos se observan en la tabla 6

**Tabla 5. Lista de despilfarros en porcentaje.**

	% Desperdicio
PERSONAS	50%
MÁQUINAS	60%
MATERIALES	45%
MÉTODOS	45%
DIRECCIÓN	56%
CALIDAD	31%
SEGURIDAD	31%

Los índices de despilfarros fueron identificados por medio de entrevistas al ingeniero de producción y operarios de la planta o información suministrada directamente por gerencia; igualmente observación directa en cada área de trabajo y funcionamiento del sistema productivo. A continuación, se identifica cada tipo de desperdicio presente en la empresa con sus respectivos problemas encontrados.

### **MAN (Hombre)**

En este aspecto los operarios hacen desplazamiento innecesario debido a que los materiales e insumos se encuentran lejos del área de producción como se evidencia en el diagrama de recorrido y los espacios disponibles que se encuentran en el anexo F y G respectivamente.

- ✓ Se observa que el operario de remache se debe levantar y buscar los terminales necesarios según la referencia para pasar a depositar en cada compartimiento para continuar con el proceso.

- ✓ El operario encargado de bodega debe hacer traslados innecesarios bajando mercancía necesaria para continuar con el proceso de la fabricación de cables para bujías.
- ✓ En cuanto a búsqueda de herramientas, en los cajones disponibles no existe una ubicación específica de las herramientas necesarias e igualmente no se encuentra señalizada la ubicación de las existentes, causando así pérdidas de tiempo realizando búsquedas innecesarias de las mismas. En la figura 12 se visualiza las herramientas sin la señalización y ubicación pertinente.

**Figura 12. Elementos que afectan el buen desempeño del recurso hombre**



### **MACHINE (Máquinas)**

Esta clase de despilfarro se genera por falta de un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas involucradas en el proceso. En bodega se encuentran máquinas obsoletas que ocupan espacios y no permiten dar un mejor aprovechamiento de los mismos.

- ✓ En la planta de producción Altamax no cuenta con un área de mantenimiento y mucho menos un programa de mantenimiento preventivo.

- ✓ La empresa posee máquinas obsoletas debido a que sus procesos han venido evolucionando. Dicha maquinaria genera utilización de espacios que podrían aprovecharse para el aprovisionamiento de materias primas o insumos. Esta situación se observa en la figura 13.

**Figura 13. Elementos que afectan el desempeño de las máquinas.**



## **MATERIALES**

Debido a que la empresa no cuenta con una política de inventarios que avale el proceso de compras, existen en bodega materiales e insumos que no se han utilizado en los últimos periodos porque están obsoletos o no se fabrican instalaciones para algunas marcas que se atendían tiempo atrás. Esto ha generado un mal aprovechamiento del espacio y pérdidas económicas de aproximadamente \$ 34.000.000<sup>1</sup>.

La lista de los materiales que se manejan actualmente se encuentran en el anexo H, allí se puede evidenciar la cantidad existente de cada material en las diferentes bodegas cuando se realizó el inventario inicial.

---

<sup>1</sup> Base de datos de la empresa Altamax 2016

El control de las existencias en inventario se empezó a realizar a partir del mes de marzo del año en curso. Por tal motivo no fue posible realizar un análisis exhaustivo de estos datos.

## **METHODS (Métodos)**

- ✓ El transporte de material e insumos no se realiza con los equipos adecuados, lo que provoca sobreesfuerzo en los operarios y ocasionalmente paradas que causan pérdida de tiempo.
- ✓ La recepción y el posterior almacenamiento de la materia prima requiere de una serie de desplazamientos necesarios para ubicarla en cada una de las bodegas. Para esta labor se usa un elevador de cargas que está habilitado en el área de producción y en 2 de los 3 niveles destinados a almacenamiento; el uso no es permanente ya que se utiliza solo para mover volúmenes grandes o cargas pesadas. Cuando no cumple con estas condiciones el operario encargado realiza esta labor manualmente. En la tabla 7 se encuentra un resumen de las distancias que se deben recorrer desde el punto de descargue hasta cada una de las bodegas donde se almacena la materia prima.
- ✓ La rotación del inventario es baja debido a que el aprovisionamiento se hace en lotes de gran tamaño en periodos de tiempo largos (los pedidos de materias primas importadas se hacen cada 4 o 6 meses). Actualmente se estima que el valor de las materias primas en inventario es de \$ 530.740.000<sup>1</sup> aproximadamente. Además, por mantener una gran cantidad de materiales no se cumple con las especificaciones de la norma de seguridad industrial 2400 que es fundamental para realizar una adecuada manipulación y control de los mismos. En la figura 14 se ilustra la forma como se realiza el apilamiento.

---

<sup>1</sup> Base de datos Altamax 2016

**Tabla 6 distancia recorrida en metros desde el área de descargue hasta cada bodega.**

<b>BODEGA</b>	<b>Metros recorridos del área de descargue a cada bodega</b>
1	34,61 m
2	37,91 m
3	58,97 m

**Figura 14. Panorámica de la forma como se realiza el apilamiento.**



### **MANAGEMENT (Dirección)**

- ✓ El personal cumple jornadas de 8 horas diarias, dependiendo de las órdenes de producción pendientes, trabajan horas extras, generando fatiga y aumentando el riesgo de errores humanos. Los cargos y las responsabilidades no se encuentran en su totalidad definidos porque en ocasiones faltan trabajadores y se debe asignar funciones dobles, provocando agotamiento físico. Según entrevistas realizadas a la administradora la empresa cuenta con estructuras salariales basándose en el cargo desempeñado y la antigüedad, pero se percibe que la empresa no considera los incentivos salariales que motiven al trabajador a ser más productivo. Para ver las principales fallas de la formalización organizacional se sugiere un estudio minucioso para obtener la información pertinente que conlleven a tener argumentos 100% verídicos.

- ✓ Se percibe que los trabajadores no se encuentran satisfechos en su prestación salarial para este caso se recomienda un estudio de clima laboral.
- ✓ Otro elemento que se percibe es que los trabajadores no se sienten motivados, lo que genera bajas en la productividad y afecta el desempeño en la empresa.

### **QUALITY (Calidad)**

- ✓ La empresa busca fabricar sus productos con los más altos estándares de calidad con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes. Para ello, se realiza una inspección a las instalaciones seleccionadas mediante un muestreo aleatorio con el propósito de detectar fallas a tiempo, es decir, antes de realizar el despacho.
- ✓ Cuando ocurre un error en el procedimiento de un puesto de trabajo se incurre en un reproceso aumentando el tiempo de fabricación y generando retrasos en los puestos siguientes.
- ✓ Actualmente Altamax no cuenta con un sistema que registre y cuantifique los productos defectuosos, por lo que es indispensable establecer un plan para el control de calidad que permita encontrar la fuente de los defectos.
- ✓ El exceso de inventario provoca que los materiales estén expuestos por mucho tiempo a humedad, envejecimiento y obsolescencia.

### **SECURITY (Seguridad)**

- ✓ Al realizar la recepción de las materias primas no se aplica la norma de SEGURIDAD INDUSTRIAL (Resolución Número 02400 de 1979 (mayo 22)) ni se dispone de implementos adecuados para su transporte dentro de la empresa;

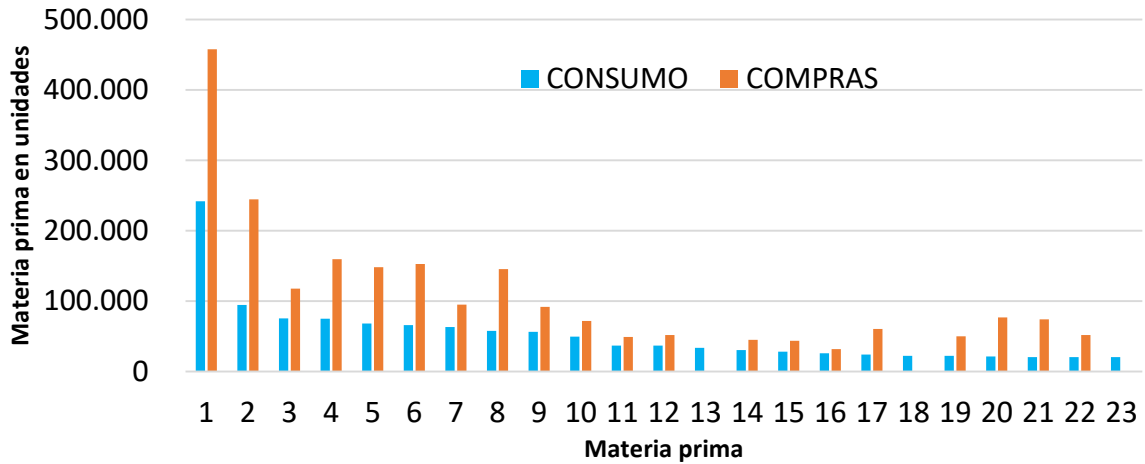
se descarga materiales en lugares donde dificultan el paso, las medidas de espacio de pasillos y materiales no cumple la norma del mínimo espacio requerido lo que puede generar accidentes de trabajo.

- ✓ No hay especificación y señalización de las instrucciones de las máquinas y los operarios no utilizan los elementos de seguridad necesarios, atentando contra la salud.
- ✓ Las condiciones ergonómicas no se encuentran definidas ni dispuestas las instrucciones lo cual puede ocasionar problemas de salud.

## **5.8. CONTROL DE INVENTARIOS**

Se hizo un análisis de la situación actual mediante observaciones directas, entrevistas al ingeniero de producción y al operario encargado del manejo de la bodega y consultando las bases de datos de la empresa. Para analizar el comportamiento de las materias primas se hizo una comparación de los datos históricos de consumo (anexo I) y compras (anexo J) de materia prima durante el 2015 como se observa en lo anexo K. Esto dejó en evidencia que las compras de algunos insumos se realizan sin tener en cuenta el consumo, ocasionando incremento en el almacenamiento de materiales con baja rotación como se puede ver en la gráfica 4.

**Gráfica 4. Comparación compras vs consumo del año 2015**



Debido a que la empresa maneja un software contable al que no se ingresan de manera correcta y permanente los consumos de materia prima y tampoco se lleva un registro manual no es posible saber con exactitud la cantidad de materiales que hay en inventario en un tiempo dado. Se han realizado varios conteos, pero las existencias físicas no concuerdan con las del sistema.

A continuación, se enumera una serie de problemas que se identificaron mediante el análisis de la información anterior.

- ✓ No existe una política de inventarios; actualmente las compras se realizan teniendo en cuenta las proyecciones de los datos históricos de las ventas del último semestre. es decir, la materia prima importada se compra cada cuatro a seis meses.
- ✓ En la bodega se encuentran materias primas que no se utilizan debido a que no cuentan con clientes para este tipo de referencia y no han establecido una estrategia para hacerlas rotar.

- ✓ No se tiene un orden definido para organizar la materia prima; cuando se hace la recepción se ubica en los lugares donde haya espacio e inclusive a obstaculizar el flujo de la operación.
- ✓ La empresa no cuenta con un sistema de información apropiado para el manejo del sistema productivo, esto dificulta el manejo de los inventarios ya que el registro de los materiales que se utilizan en las diferentes órdenes de producción se carga al sistema (siigo: software especializado para contabilidad) al terminar la jornada laboral o al día siguiente lo que imposibilita tener acceso a la información en tiempo real.
- ✓ No cuenta con un inventario de seguridad de producto terminado establecido lo que genera trabajo en horas extras para cubrir pedidos de grandes cantidades ocasionando agotamiento físico a los trabajadores.
- ✓ La empresa posee un área de despacho que no está bien estructurada para todas las dependencias lo que aumenta el riesgo de cometer errores y demoras.
- ✓ El almacenamiento de materiales se realiza mediante cajas provocando pérdida de tiempo cuando se requiere la materia prima.
- ✓ No se encuentra documentado el proceso de almacenamiento y control de existencias.

## **5.9. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Para realizar la valoración del estado actual de la empresa con lo que se refiere a la planeación y programación de la producción, se analizó el proceso productivo, se investigó sobre la forma como se realiza esta actividad preguntándole al ingeniero de producción y al gerente comercial encontrándose una serie de circunstancias tales como:

- ✓ La programación de la producción se lleva a cabo de acuerdo a los pedidos realizados y las referencias que tienen mayor rotación para mantener el inventario de producto terminado.
- ✓ El formato manejado por parte de la empresa para llevar a cabo el control del producto terminado no cumple con los requisitos necesarios, debido a que no cuentan con la información pertinente para llevar el control de productos defectuosos en cada lote, además, el operario encargado de llevar el control no legaliza los formatos lo que puede ocasionar inconvenientes a la hora de la verificación de los mismos en el momento de encontrar inconsistencias para su corrección. En el anexo L se encuentra el documento que actualmente se usa.
- ✓ No se encuentra documentado el proceso de producción lo que a futuro podría generar pérdidas de tiempo o cambios del proceso productivo.
- ✓ El proceso productivo es realizado para empresas con su propia marca y para la marca de la empresa Altamax.
- ✓ Altamax no dispone de un sistema de información que cumpla los requerimientos necesarios de la programación de la producción.
- ✓ El portafolio de productos cuenta con 430 referencias de las cuales 37 son las de mayor rotación. Esta conclusión está basada en el análisis de los datos del anexo 1.2.
- ✓ Cada orden de producción está identificada por un número que se diligencia a mano y el control es hecho por el ingeniero de producción.

## 5.10. ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Para este estudio se realizó el cálculo de los espacios ocupados por materiales e insumos y espacios disponibles para pasillos según la norma de SEGURIDAD INDUSTRIAL Resolución Número 2400 de 1979 (mayo 22), donde se encuentra que algunos pasillos no cumplen con la mínima medida requerida de espacios (70 cm) para paso peatonal de una sola dirección (véase en el anexo7).

Dependiendo de la norma, la estantería, según la resistencia, puede tener una altura de 2,45 m, ya que los materiales almacenados son ligeros.

Los espacios utilizados de la bodega 1 son de 65,19 m<sup>3</sup> con un porcentaje de utilización de 86,26%; esta bodega cumple con la norma de mínimos espacios de pasillos y la debida demarcación de los estantes donde se almacenan los materiales.

Los espacios utilizados en la bodega 2 es de 26,76 m<sup>3</sup> equivalente a un porcentaje de utilización de 64,33%, cumple con la norma mínima de espacios de pasillos (70 cm) pero no cuenta con estanterías y su acopio es caja sobre caja; no cuenta con zonas demarcadas; el 40% de la bodega es utilizada para otra dependencia de negocio.

La bodega 3 tiene un volumen de 93,28 m<sup>3</sup> con un porcentaje de utilización de 72,06%, no cumple con los espacios mínimos de pasillos lo que puede causar accidentes; no cuenta con estanterías para el almacenamiento lo que dificulta la búsqueda de materiales generando pérdida de tiempos, además, no cuenta con la demarcación de áreas de almacenaje. En el anexo G se encuentran los planos de las diferentes bodegas.

Se cuenta con dos terrazas que están siendo desaprovechadas ya que son utilizadas para almacenar máquinas obsoletas y desechos.

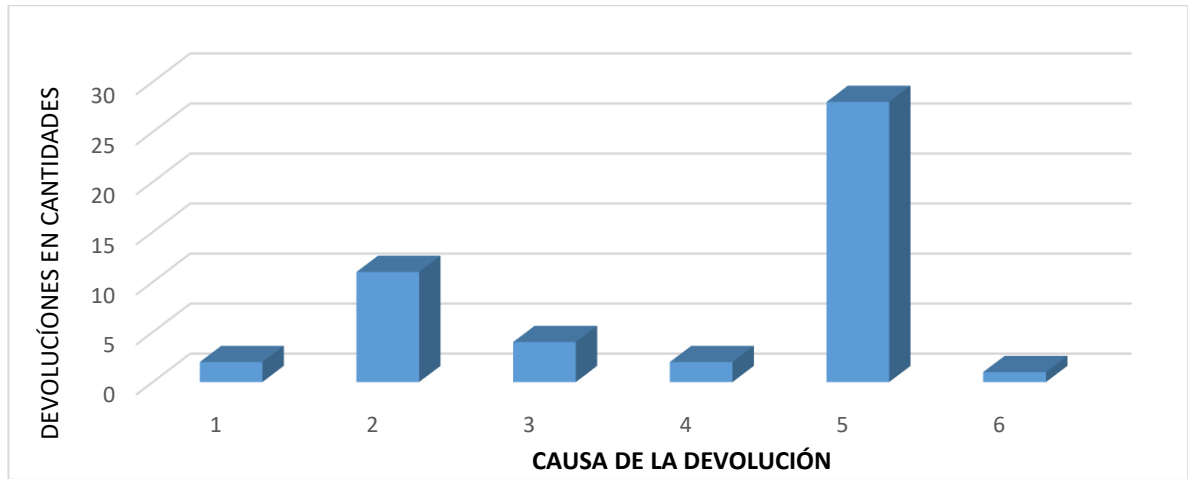
### **5.11. ANÁLISIS DE DEVOLUCIONES**

Para este estudio se analizaron los datos de los meses de diciembre a abril del año en curso, donde se encontró un alto número de devoluciones para el último mes con relación a los primeros meses como se muestra en la gráfica 5. El registro de las devoluciones se está realizando a partir del mes de enero, por esta razón no hay históricos de las devoluciones en periodos anteriores.

Las principales causas de las devoluciones son: errores en el ensamble de los capuchones, es decir, el tipo de capuchón no corresponde a la referencia solicitada, se factura y se despacha referencias que no han sido solicitadas, instalaciones con saltos de corriente, la instalación no corresponde a las especificaciones del empaque, la instalación no funciona debido a que los ensambles no están bien hechos. Además, se presentan problemas en el área de despacho porque no cuenta con un área destinada para esta actividad.

A continuación, en la gráfica 5 y en la tabla 8 se especifican las cantidades de acuerdo a los tipos de devoluciones presentes para el periodo de diciembre de 2015 a abril del año en curso.

**Gráfica 5. Devoluciones registradas en el periodo diciembre de 2015 a mayo de 2016**



Fuente: Base de datos Altamax 2016.

**Tabla 7. Análisis de devoluciones**

#	CAUSA DE LA DEVOLUCIÓN	CANTIDAD	VALOR PORCENTUAL
1	Faltan componentes en las instalaciones (capuchones o bujías)	2	7,14%
2	Salto de corriente	11	22,92%
3	Fuga de corriente	4	8,33%
4	No hay conducción de corriente	2	4,17%
5	Envío de referencias no solicitadas	28	58,33%
6	No corresponde a las especificaciones del cliente	1	2,08%

Se pudo establecer que la empresa no lleva un control adecuado de la calidad porque no hay un cargo definido según observaciones hechas y las apreciaciones del ingeniero de producción quien manifiesta que ha solicitado que se cree este

cargo, pero no ha tenido el visto bueno por parte de la gerencia; esto genera que no se lleve a cabo una inspección minuciosa a cada lote de producción. Además, ha generado controles incompletos, errores en el proceso productivo, desperdicios que no se puede cuantificar debido a que no se lleva el control, reproceso y devoluciones de producto.

## 6. IMPLEMENTACION DE MEJORAS

### 6.1. IMPLEMENTAR LAS TÉCNICAS DE LEAN MANUFACTURING.

**6.1.1. Estandarización.** La estandarización de los procesos se llevó a cabo bajo la premisa de alcanzar la eficiencia operativa evitando errores, utilizando un proceso que mantiene las mismas condiciones para producir los mismos resultados.

La estandarización se realizó en cada puesto de trabajo agrupando la materia prima de acuerdo a las actividades que se deben realizar para fabricar las distintas referencias.

En el área de corte se hizo la estandarización para la máquina automática y la manual teniendo en cuenta que esta última se utiliza cuando se deben fabricar ordenes de producción pequeñas. Para ambos casos se tuvo en cuenta el tiempo de alistamiento ya que comparado con el tiempo que tarda la operación es significativo y de no hacerlo no se tendría un valor promedio para realizar los cálculos.

El armado de las instalaciones se puede hacer después de la operación de corte o cuando finaliza el ensamble dependiendo del número de instalaciones especificado en la orden de producción. Generalmente, cuando los requerimientos son menores a 100 unidades el armado se hace al final. Para la estandarización se tuvieron en cuenta los dos casos porque el orden de las actividades cambia y el tiempo necesario es diferente.

En el área de remache se clasificaron los terminales de acuerdo a la forma de la materia prima y teniendo en cuenta cuando el armado se hace al principio o al final de la línea de ensamble.

En el puesto de trabajo donde se realiza el ensamble del capuchón distribuidor se agrupo la materia prima por familias según la forma de ensamble más eficiente teniendo en cuenta que no ocasionara fatiga en los operarios por el esfuerzo constante que deben hacer, sobre todo, en el caso de las operaciones manuales. Para este caso se encontró que el proceso se puede desarrollar de 7 formas diferentes.

La estandarización en el puesto de trabajo de ensamble de capuchón de bujía fue similar al empleado en el caso anterior, pero en esta ocasión la clasificación arrojo que hay 8 formas de realizar el proceso.

Para el caso del alistamiento de las materias primas se enlisto el orden como se deben realizar las actividades, pero no se calculó el tiempo ya que este varía según la cantidad de instalaciones que especifiquen las ordenes de producción.

A continuación, se describe cada una de las faces empleadas para realizar esta actividad:

## **METODOLOGÍA**

### **Fase 1: Jornada de Concientización**

En esta fase se realizó una capacitación para dar a conocer en que consiste la estandarización, la importancia de la aplicación y como se implementa; el material utilizado en la capacitación y la constancia de asistencia se encuentran en el anexo M. Posteriormente se llevó a cabo una sensibilización en cada puesto de trabajo entregando ayudas visuales que contribuyan a la retroalimentación de los conceptos expuestos anteriormente, con el objetivo de escuchar propuestas de mejora de cada uno de los operarios que intervienen en el proceso productivo.

## **Fase 2 pruebas**

Se llevaron a cabo pruebas experimentales para elegir el procedimiento más adecuado y establecerlo como un estándar en cada puesto de trabajo. En esta fase se tuvieron en cuenta los aportes hechos por los operarios en la actividad anterior teniendo en cuenta el tiempo empleado y la calidad del producto.

## **Fase 3 Implementación**

En esta fase se diseñó una ficha con la lista en forma secuencial de las actividades que se deben desarrollar en cada proceso para que los operarios tengan clara la manera como se debe realizar cada actividad. El resultado de la estandarización de los procesos se encuentra documentado en el anexo N.

## **Fase 4. Control**

Para verificar que las actividades estandarizadas en la fase anterior se están desarrollando a cabalidad el jefe de producción supervisa constantemente la forma como cada operario realiza la tarea.

**6.1.2. Mantenimiento Productivo Total.** Esta técnica se hace necesaria porque la empresa Altamax planea hacer la automatización de la línea de producción de manera progresiva. Este proceso ya inicio en el primer puesto de trabajo que es el área de corte donde se adquirió una máquina automática de corte y que soluciona los problemas de calidad que se ocasionaban en esa área. Lo que se busca es mantener esta nueva herramienta en óptimas condiciones tanto físicas como de funcionamiento y evitar al máximo paradas innecesarias en el área de producción. El manual de mantenimiento de la máquina Artos CS 326 se encuentra en el anexo Q.

## **METODOLOGÍA**

### **Etapa 1: Formación**

Esta fase se llevó a cabo capacitado al personal involucrado en la importancia de mantener los equipos en óptimas condiciones previniendo y detectando las anomalías que se presentan cuando están en una fase inicial. Para que esta actividad cumpliera con el objetivo de sensibilizar a los operarios en la importancia de la aplicación de esta técnica, fue necesario explicar cada uno de los tipos de mantenimiento que se pueden realizar y las ventajas que tiene cuando se implementa este sistema. La presentación utilizada para la capacitación y el registro de asistencia se encuentran en el anexo O.

### **Etapa 2 Limpieza**

En esta etapa se procedió a eliminar la suciedad en las máquinas y herramientas de cada puesto de trabajo identificando y eliminando de ser posible las fuentes de suciedad para que los empleados tuvieran un modelo de la forma como debe permanecer cada máquina al final de la jornada de trabajo.

### **Etapa 3 Identificación y reparación de anomalías**

En esta fase se identificaron y corrigieron las causas que de una u otra forma afectaban el buen funcionamiento de las máquinas. Las anomalías encontradas fueron: poca iluminación de algunas áreas de trabajo lo que impedía hacer la limpieza adecuada a las máquinas, falta de fuentes de energía que eran suplidas provisionalmente y que no garantizaban el flujo permanente de corriente, conectores sueltos o descompuestos y tornillos desajustados.

#### Etapa 4 Diseño de tarjetas

Se diseñaron tarjetas de mantenimiento con el fin de hacer seguimiento y llevar un plan de acciones que ayude a identificar y corregir las anomalías encontradas. La tarjeta naranja se utiliza para el lugar donde se detecta una anomalía, la azul es entregada al responsable de arreglar la anomalía y finalmente la blanca describe el plan de acciones para hacer el seguimiento. El diseño de dichas tarjetas se puede ver en la figura 4.

Figura 4: Tarjetas TPM


The figure displays three TPM (Total Productive Maintenance) cards. The first is an orange card titled 'Tarjeta de anomalía TPM'. It includes fields for 'Linea: \_\_\_\_\_', 'Estación: \_\_\_\_\_', 'Fecha: \_\_\_\_\_', 'Nombre: \_\_\_\_\_', a large box for 'Descripción de la anomalía:', and 'Responsable: \_\_\_\_\_'. The second is a blue card titled 'Tarjeta de trabajo que se tiene que realizar'. It includes fields for 'Fecha: \_\_\_\_\_', 'Responsable: \_\_\_\_\_', a large box for work details, and 'Linea: \_\_\_\_\_' and 'Estación: \_\_\_\_\_'. The third is a white card titled 'Tarjeta de trabajo que se tiene que realizar'. It includes fields for 'Fecha: \_\_\_\_\_' and 'Responsable: \_\_\_\_\_', and a large grey box labeled 'PLAN DE ACCIONES'.

Fuente. Figura tomada del libro Lean Manufacturing

#### Etapa 5: Planeación de la limpieza

Esta etapa tiene como objetivo conservar en óptimas condiciones la línea de trabajo tras la eliminación de suciedad y polvo, mediante el uso de las tarjetas de anomalías. A continuación, en la tabla 9 se ilustra el formato elaborado para la planeación de la limpieza.

**Tabla 8: Formato de planeación de la limpieza**

		PLAN DE ACCIONES PARA FUENTES DE SUCIEDAD	
Línea:		Fecha:	
N°	Problema	Acción	Estación
1			
2			
3			
4			
5			

### 6.1.3. Control Visual

Esta herramienta permite a los empleados tener una idea del cumplimiento de las metas establecidas para un periodo de tiempo en el área de producción. Además, pretende integrar a los empleados de esta área dándoles a conocer las estrategias de la empresa a corto, mediano y largo plazo.

### Etapa 1 Capacitación

Inicialmente se hizo una capacitación al personal del área de producción, donde se dieron a conocer las técnicas de control visual existentes y las que se iban a implementar. Por otra parte, se escucharon sugerencias acerca de la información

que debía comunicarse y que es importante para los trabajadores involucrados en las áreas donde se hizo la implementación. El material utilizado en esta actividad se encuentra en el anexo P.

### **Etapa 2: Toma de decisiones.**

Se debatió con el personal de la empresa las posibles herramientas o instrumentos que se iban a implementar como ayudas visuales y que facilitan la divulgación de la información en el momento que sea requerida. También, se acordaron los lugares más apropiados o puntos estratégicos donde se iban a disponer estas ayudas.

### **Etapa 3: Propuesta.**

Se acordó adecuar una pantalla donde se va a proyectar información relacionada con productividad, metas diarias, semanales y mensuales con el porcentaje de cumplimiento correspondiente, informes de mantenimiento, felicitaciones a empleados en ocasiones especiales, proyecciones de la empresa, retroalimentación de las técnicas implementadas y dar a conocer nuevas. Esta propuesta fue presentada y aceptada por la gerencia de la empresa Altamax y se acordó que esta pantalla sea adquirida y puesta en funcionamiento a finales del mes de octubre ya que es necesario destinar un presupuesto que no está disponible en el momento.

**6.1.4. Control De Despilfarros.** Con la utilización de esta herramienta se logró identificar y eliminar las actividades que no agregaban valor y que no eran indispensables para el buen funcionamiento del área de producción.

## **Metodología**

### **Etapa 1: Capacitación**

Para el desarrollo de esta etapa se capacitó al personal de la empresa sobre los tipos de despilfarros que se presentan en una organización para que pudieran identificar los que se presentaban en cada uno de los puestos de trabajo. La evidencia de esta actividad se encuentra en el anexo R.

### **Etapa 2: Acción**

En esta fase los operarios identificaron los despilfarros en los que estaban incurriendo en las actividades que realizaban diariamente y se implementaron políticas generales que ayudaron a solucionar muchos de los inconvenientes que se venían presentando.

**MÉTODOS:** Se diseñó una nueva distribución de planta (ver anexo S) y se implementó un sistema de almacenamiento como se evidencia en el anexo W, esto disminuyendo los tiempos de alistamiento porque el encargado de esta actividad no pierde tiempo buscando la materia prima que necesita, solo debe ubicar el área donde están los materiales y que está debidamente identificada.

**PERSONAS:** Actualmente la línea de producción se abastece una vez al día en horas de la tarde de acuerdo a la programación diaria de la producción, esto garantiza que en el turno siguiente los operarios cuentan con la materia prima necesaria para iniciar la operación. Esto redujo considerablemente los recorridos que debe hacer el operario encargado de abastecer la línea de producción ya que anteriormente debía suministrar los materiales siempre que se iniciaba la fabricación de una orden de producción.

**MÁQUINAS:** Se llevó a cabo la evacuación de las máquinas y materiales obsoletos o que ya no se utilizaban con el objetivo de liberar espacios.

**DIRECCIÓN:** Para aumentar la motivación del personal el gerente dispuso de un bono por cada propuesta de mejora o aporte significativo suministrado por los operarios.

**MATERIALES:** Se identificaron las materias primas que no rotaban y se vendieron a terceros. En cuanto al producto en proceso que en su gran mayoría era cable remachado se reutilizo para fabricar nuevas instalaciones.

**6.1.5. Implementación De Las 5 S's.** Con la implementación de esta cultura se pretende mantener el sitio de trabajo en óptimas condiciones y contribuir al mejoramiento del clima laboral. Para la implementación de esta herramienta se llevaron a cabo las siguientes actividades.

### **Etapa 1 Capacitación**

Se desarrolló una capacitación para dar a conocer la importancia de esta técnica y los empleados tomaran conciencia y adquirieran la capacidad de identificar los problemas que se presentan en cada uno de los puestos de trabajo y la forma correcta de mantenerlos con la estrategia 5S's. La presentación utilizada para esta actividad se encuentra en el anexo T junto con la lista de asistencia.

### **Etapa 2 plan de acción.**

Después de la identificación de los diferentes problemas hallados en la fase de diagnóstico que se describe en el capítulo 5, se llevó a cabo los siguientes planes de acción para la reducción o eliminación de falencias.

### **SEIRI (Clasificar)**

Se llevó a cabo la implementación del programa de las tarjetas rojas con el fin de identificar las irregularidades y los elementos innecesarios en el puesto de trabajo.

El encargado de llevar el registro de la información y hacer el seguimiento correspondiente es el jefe de producción. El formato de las tarjetas rojas se ilustra en la figura 5.

**Figura 5: Formato de las tarjetas rojas implementadas**

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

Fuente. Figura tomada del libro Lean Manufacturing

Para despejar los pasillos y poder transitar con facilidad el área de empaque se trasladó a la bodega 2 y todos los elementos que no tienen relación con la producción como el archivo de contabilidad se trasladaron a las bodegas disponibles en la parte superior. El paralelo entre el antes y el después del área de empaque se evidencia en la figura 6.

**Figura 6: área de empaque antes y después de la implementación de las mejoras**

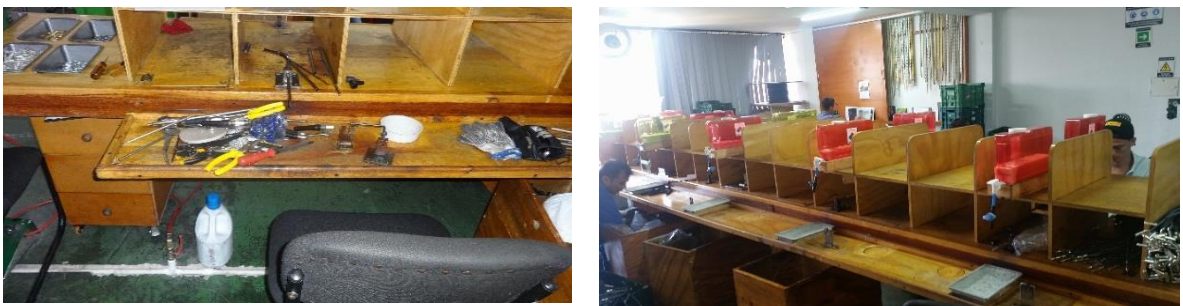


### **SEITON (Ordenar)**

En la bodega 3 se implementó el sistema de almacenamiento en estantería fija y se destinó el 50% del área disponible para la acumulación de producto terminado y el otro restante para almacenamiento de materia prima. En la bodega 4 se hizo una reorganización y se implementó el sistema de acumulación por apilamiento cubico en canastillas plásticas para conservar la estabilidad y evitar la deformación de las primeras unidades.

Las herramientas que fueron catalogadas como necesarias y de uso frecuente fueron organizadas en lugares estratégicos donde todos los operarios tienen acceso a ellas. En la figura 7 se observa el antes y después del puesto de trabajo del área de producción.

**Figura 7: puesto de trabajo del área de producción.**



## **SEISO (Limpiar)**

Se hizo una limpieza general de todas las áreas quitando las manchas y la suciedad para establecer la forma como deben permanecer. Además, la gerencia tomo la determinación de pintar los pisos de toda la planta y se dispuso un lugar para almacenar las canastillas desocupadas que era una de las principales fuentes de desorden.

En la figura 8 se observa los puestos de trabajo del área administrativa y de producción después de la aplicación de la cultura del orden y limpieza.

**Figura 8: Puestos de trabajo del área administrativa.**



## **SEIKETSU (Estandarización)**

Para la conservación de los estándares establecidos con las S's operativas se llevaron a cabo varias actividades como: diseñar posters para colocarlos en lugares estratégicos con el objetivo de mantener la cultura del orden y limpieza en todas las áreas, se hizo la demarcación de las áreas y se designó un lugar para la disposición final de residuos y basura. Además, la estandarización de los procesos y la implementación del manual de funciones y procedimientos ayudan a mejorar el cumplimiento de esta S. A continuación, en la figura 9 se observan algunas de las mejoras obtenidas.

**Figura 9: Demarcación de áreas**



### **SHITSUKE (Disciplina)**

Para mantener las condiciones que se lograron con las actividades anteriores, el jefe de producción es el encargado de hacer cumplir todas las disposiciones que sean necesarias para mantener el área de trabajo en óptimas condiciones.

### **Resultados alcanzados.**


Con la implementación de esta estrategia de la cultura del orden y aseo se alcanzó beneficios como:

- ✓ Disminución de los tiempos de fabricación porque el operario no pierde tiempo en la búsqueda de la herramienta requerida para el proceso.
- ✓ Reducción de los accidentes de trabajo.
- ✓ Mejor aprovechamiento de los espacios de almacenamiento.
- ✓ Mejor ambiente laboral para la realización de las actividades
- ✓ Mayor productividad gracias a que aumenta la motivación de los trabajadores.

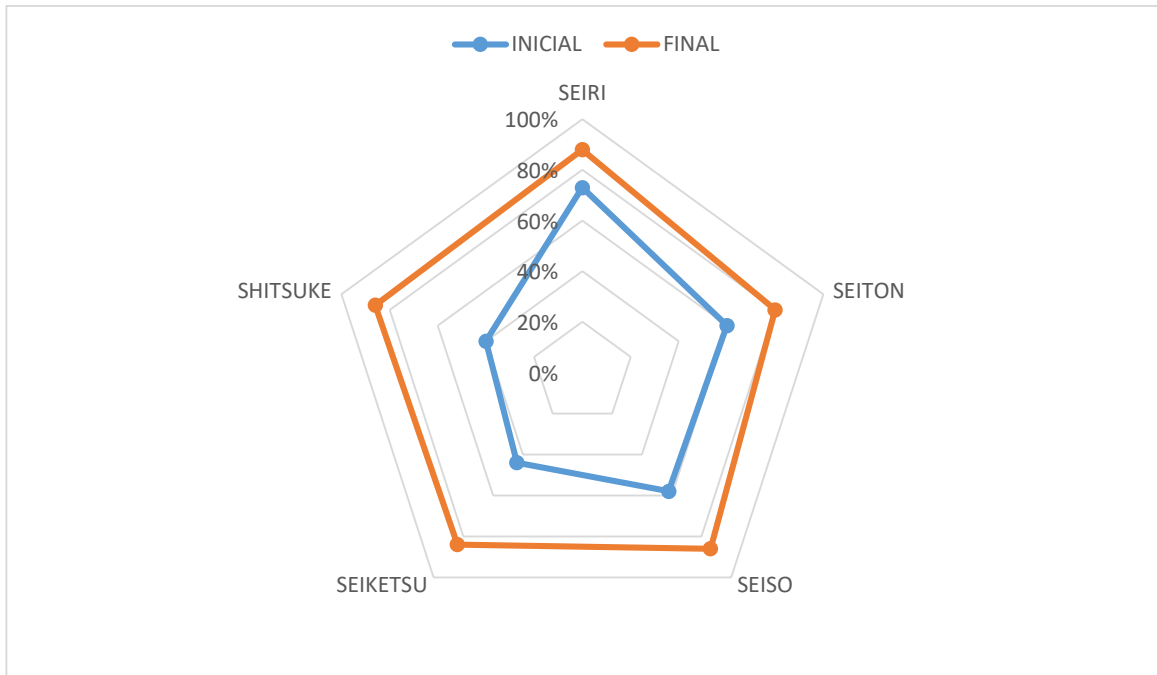
- ✓ Mejor presentación de las áreas de trabajo y por ende mejor imagen de la empresa.

Para visualizar los cambios logrados por la empresa en la implementación de la estrategia de las 5S's, se volvió a aplicar la lista de chequeo para comparar el cumplimiento de cada S antes y después de las mejoras implementadas. A continuación, en la tabla 9 se observan los resultados alcanzados en la implementación de la técnica de las 5S's.y en la gráfica 6 se hace una comparación de los resultados finales con los iniciales.

**Tabla 9: comparación de los resultados de la lista de chequeo**

	% Cumplimiento Inicial	%Cumplimiento Final	Incremento porcentual
SEIRI	73%	88%	15%
SEITON	60%	80%	20%
SEISO	58%	86%	28%
SEIKETSU	44%	84%	40%
SHITSUKE	40%	86%	46%
TOTAL	54%	85%	31%

**Gráfica 6: diagrama de radar para los resultados obtenidos.**



## **6.2. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LOS PROCESOS DE APROVISIONAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LAS MATERIAS PRIMAS DENTRO DE LA EMPRESA.**

Como se describió en el apartado 5,9 de la fase de diagnóstico uno de los principales problemas que se presenta en la empresa Altamax es la gestión de inventarios. Para solucionar este inconveniente a continuación se propone un plan de mejoramiento para el proceso de aprovisionamiento y almacenamiento.

### **6.2.1. Propuesta Para El Mejoramiento Del Proceso De Aprovevisionamiento.**

Desde la perspectiva logística almacenamiento es el conjunto de actividades que desarrollan las empresas para asegurar la disponibilidad de los bienes y servicios externos que le son necesarios para la realización de sus actividades. En el caso de Altamax este proceso se realiza mediante la importación de materias primas de países como Estados unidos, China y Malasia.

Esta propuesta se hace con el fin de dar a conocer una serie de actividades que deben ponerse en práctica para que el proceso de aprovisionamiento sea el adecuado. A continuación, se enumeran los pasos que se deben seguir para hacer esta actividad.

1. Identificar las necesidades y la manera en que deben ser satisfechas. Para determinar la cantidad de materia prima que debe adquirirse, se debe hacer con anterioridad la planeación de la producción para un periodo de tiempo determinado que incluya el lapso de tiempo que demora en llegar el pedido con el fin de establecer la cantidad que se requiere. Además, se debe revisar las existencias en inventario para descontarlas del requerimiento calculado en la planeación de la producción para determinar la cantidad de materia prima que debe pedirse.
2. Seleccionar los proveedores haciendo una investigación previa del mercado. Consiste en buscar fuentes alternativas de suministro e identificar nuevos mercados y materiales que contribuyan a mejorar el proceso y la calidad del producto.
3. Análisis de ofertas y negociación con el proveedor.  
Consiste en hacer una preselección de los proveedores a los cuales se les hace una solicitud de ofertas que se analizan teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Precio: debe estar claramente definido, ser unitario e incluir aspectos como manipulación y transporte.
  - ✓ Calidad: hace referencia a las condiciones que deben cumplir los materiales, para esto se debe hacer un plan de muestreo para determinar el tamaño de la muestra y el nivel de aceptación. Además, se deben establecer unos parámetros o indicadores para tener un patrón de referencia para determinar cuándo un producto es defectuoso.
  - ✓ Condiciones de pago: en este ítem se evalúan las condiciones que ofrece el proveedor tanto en forma de pago como el plazo para efectuar el mismo y se da una mayor puntuación al que mejor se ajuste a las condiciones por las que pasa la empresa en un momento determinado.
  - ✓ Plazos de entrega: Para evaluar todo lo relacionado con este aspecto se deben establecer los términos de la negociación (icoterms) para coordinar la entrega por parte del proveedor y la recepción por parte del cliente. Además, evita la ruptura del stock y paralizar el proceso productivo. Para lograr plazos adecuados será conveniente conocer la evolución de la demanda al comienzo del periodo de planificación y poder acordar y negociar con el proveedor la cantidad y frecuencia de los pedidos, facilitando de esta forma la planificación del mismo.
4. Seguimiento y vigilancia de la mercancía. Control cualitativo y cuantitativo.
- Esta actividad debe realizarse desde el momento en que se recibe la mercancía en el lugar acordado en el numeral anterior. Se hace cuando las mercancías no son recibidas en las puertas de la fábrica y consiste en hacer seguimiento para saber la ubicación en todo momento.

No es recomendable tener un solo proveedor a quien hacerle todo el pedido; es preferible distribuir las compras entre varios proveedores, para que la empresa no quede sin abastecimiento si un proveedor falla. A su vez, se debe tener en cuenta que el proceso de búsqueda y selección tiene un costo económico, únicamente se considera el tiempo dedicado por las personas encargadas de la selección, por lo que sólo se realizará para la adquisición de los productos que se compren con más frecuencia o en los que el ahorro final que se obtenga sea superior a la inversión realizada en la búsqueda y selección de los proveedores.

Cuando se hace la selección de los proveedores se debe entablar una relación donde el proveedor tenga acceso a la información que maneja la empresa para que pueda garantizar el suministro permanente de los materiales necesarios en los tiempos acordados.

Para la selección de los proveedores se debe utilizar un cuadro comparativo como el que se ilustra en la tabla 10. Además, si se desea puede agregarse un factor de ponderación para favorecer a un proveedor.

**Tabla 10: Tabla comparativa para la selección de proveedores**

ATRIBUTO	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
Precio			
Calidad			
Condiciones de pago			
Plazos de entrega			
Total			

**6.2.2. Propuesta Para El Mejoramiento Del Proceso De Almacenamiento.** El mejoramiento de este proceso se lleva a cabo a partir de la nueva distribución de planta. Es la disposición y custodia de todos los materiales desde que entran al área de almacenamiento hasta que salen. Además, debe haber un control exacto de las existencias y una reposición oportuna cuando sea necesario y haya material suficiente para hacerlo.

El principal objetivo es garantizar el suministro continuo y oportuno de los materiales de tal manera que el flujo de producción no sea interrumpido. Además, mejora la rapidez y la fiabilidad de las entregas minimizando las operaciones de manipulación y transporte.

Para la bodega 3 el almacenamiento se hará en estanterías de una sola profundidad para facilitar el acceso, la rotación y el manejo de los productos. En el caso de la bodega 4 se hará caja sobre caja y se utilizarán canastillas plásticas con capacidad de albergar volúmenes iguales o inferiores a  $0,06 \text{ m}^3$ ; este sistema de almacenamiento se utiliza porque el área es pequeña y el diseño dificulta el uso de estantería.

Para un mejor desempeño se deben llevar a cabo las siguientes actividades:

- ✓ Recepción de los materiales
- ✓ Transportar los insumos al área de almacenamiento.
- ✓ Verificar la cantidad y la calidad de los productos realizando el registro de entradas.
- ✓ Hacer el almacenamiento en el área que fue asignada a cada referencia.

- ✓ Garantizar que en todas las áreas de almacenamiento se maneje un sistema de inventarios PEPS.
  
- ✓ Conocer la cantidad de materiales disponibles en cada bodega.

Las actividades complementarias que deben realizarse para mejorar este proceso se encuentran especificadas en el manual de funciones para el operario de bodega.

**6.2.3. Propuesta Para El Mejoramiento Del Proceso De Transporte De Materias Primas Dentro De La Empresa.** El transporte de la materia prima dentro de la planta se realiza con carretillas y carros de mano. El abastecimiento de la línea de producción se hace una vez al día, de 4 a 5 pm y se utilizará el eleva cargas que está habilitado en 3 de las 4 bodegas para hacer el movimiento entre niveles. (de un piso a otro).

El jefe de bodega recibe la orden de requerimientos de materias primas emitida por el jefe de producción, hace un recorrido por la bodega principal hasta completar el pedido y lo lleva con el eleva cargas hasta la bodega 1 que es el área de producción. Como la materia prima es la que se debe transportar más y en mayores cantidades el área para el almacenamiento se ubicó más cerca del eleva cargas. En la primera fila se almacenan los terminales iniciando con los que más rotan, lo mismo se hizo para el almacenamiento de los capuchones distribuidores y de bujía.

Los carros que se deben utilizar tienen una pala fija sin aristas y soportan 300 kg aproximadamente, además tienen sujeción para una o dos manos. Se deben utilizar cuando los requerimientos de materia prima sean grandes para evitar sobre esfuerzos del operario encargado del manejo.

Para los requerimientos de materia prima pequeños se usa una canastilla móvil con tres compartimientos con la que se puede hacer el recorrido por los pasillos para hacer el alistamiento correspondiente.

Para la manipulación de los carretes de cable se cuenta con un gato hidráulico que tiene las siguientes características:

Altura máxima de elevación: 2,66 m. (accionado)

Espacio que ocupa sin ser accionado: 257.52 m<sup>3</sup>

capacidad máxima: 500 kg

A continuación, se agregan las imágenes de los carros manuales y las canastillas que se proponen para hacer el transporte de los terminales y los capuchones.

**Figura 10: Equipos para el transporte de materia prima dentro de la empresa**



Tomado de catálogo de productos de UNICARRIERS.

### **6.3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

La necesidad de un nuevo diseño de planta surgió por la deficiente utilización del espacio, la distancia recorrida y el tiempo empleado por parte de la persona

encargada de llevar los suministros a la línea de producción. Además, no era posible llevar un control adecuado de los materiales.

El diseño de la planta se realizó teniendo en cuenta la normatividad, especialmente la resolución 2400 que es el Estatuto de Seguridad Industrial que en el título 2 establece las especificaciones de los inmuebles destinados a establecimientos de trabajo.

La primera modificación que se hizo fue utilizar el área disponible en el sótano para el almacenamiento de las carretas de cable ya que se estaban almacenando en los niveles superiores y por el peso se ponía en riesgo la estructura del edificio. El área de empaque se trasladó a la bodega dos (ver plano Bodega 2. Área de empaque en el anexo S) porque cuando se empacaban y embalaban grandes cantidades de producto terminado se limitaba el área de producción ocupando todo el espacio disponible. Además, no era posible circular libremente por cada uno de los puestos de trabajo, provocando paradas innecesarias del proceso.

La distribución de las bodegas destinadas a almacenamiento de las materias primas se hizo de acuerdo a los requisitos exigidos por la norma 2400. Teniendo en cuenta las medidas de las bodegas los pasillos que se usan en esta clase de estructuras son secundarios, por esta razón, se dejaron pasillos de 90 cm de longitud más el área destinada para hacer la demarcación que debe ser de 5 cm por cada línea.

Uno de los principales problemas que se resolvió con la nueva distribución de planta fue el tiempo de alistamiento; gracias a la señalización de la ubicación de cada uno de los productos y la utilización de un sistema de almacenamiento eficiente este redujo considerablemente. Asimismo, se redujeron las distancias que debía recorrer el jefe de bodega para hacer el transporte de la materia prima; con la nueva distribución de planta y el uso de los carros manuales solo debe transitar una vez por los pasillos.

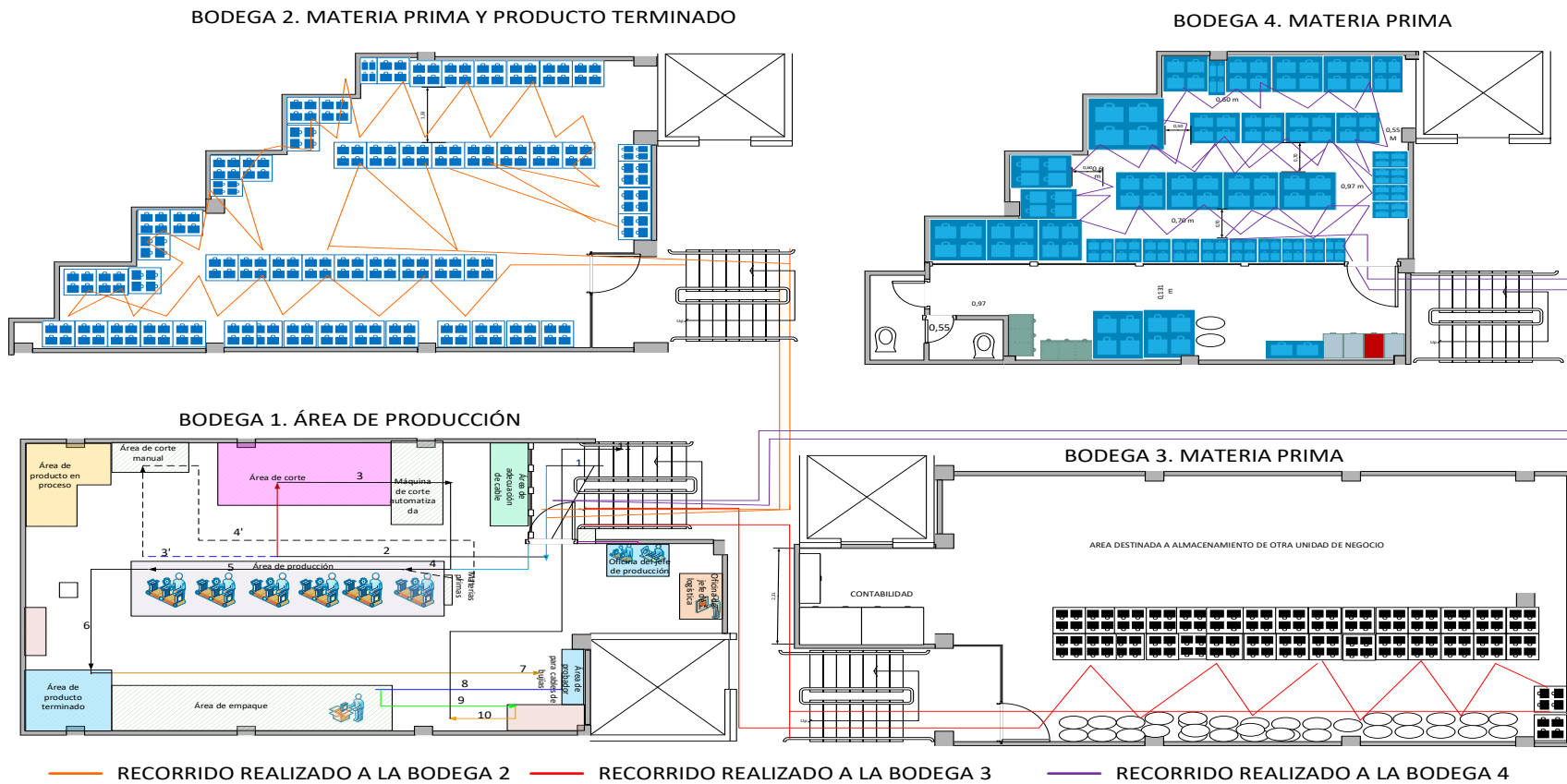
En el área de producción no fue necesario hacer grandes modificaciones. La reforma que hizo fue para acondicionar la nueva máquina de corte que funciona a una tensión de 120 v y la fuente que se utilizaba para abastecer la anterior era de 220 v. por esta razón fue necesario hacer el traslado.

Los planos de la nueva distribución de planta se encuentran en el anexo S y a continuación en la figura 11 y 12 se compara mediante un diagrama de espagueti los recorridos que se debían realizar anteriormente con los que se hacen ahora.

Se debe tener en cuenta que el recorrido ilustrado en la distribución de planta anterior debía realizarse siempre que se emitía una orden de producción y que actualmente solo se hace una vez al día para abastecer la producción diaria. Esto redujo el recorrido de 6600 metros que debía hacer el operario de bodega en un turno de trabajo a 300 metros aproximadamente.

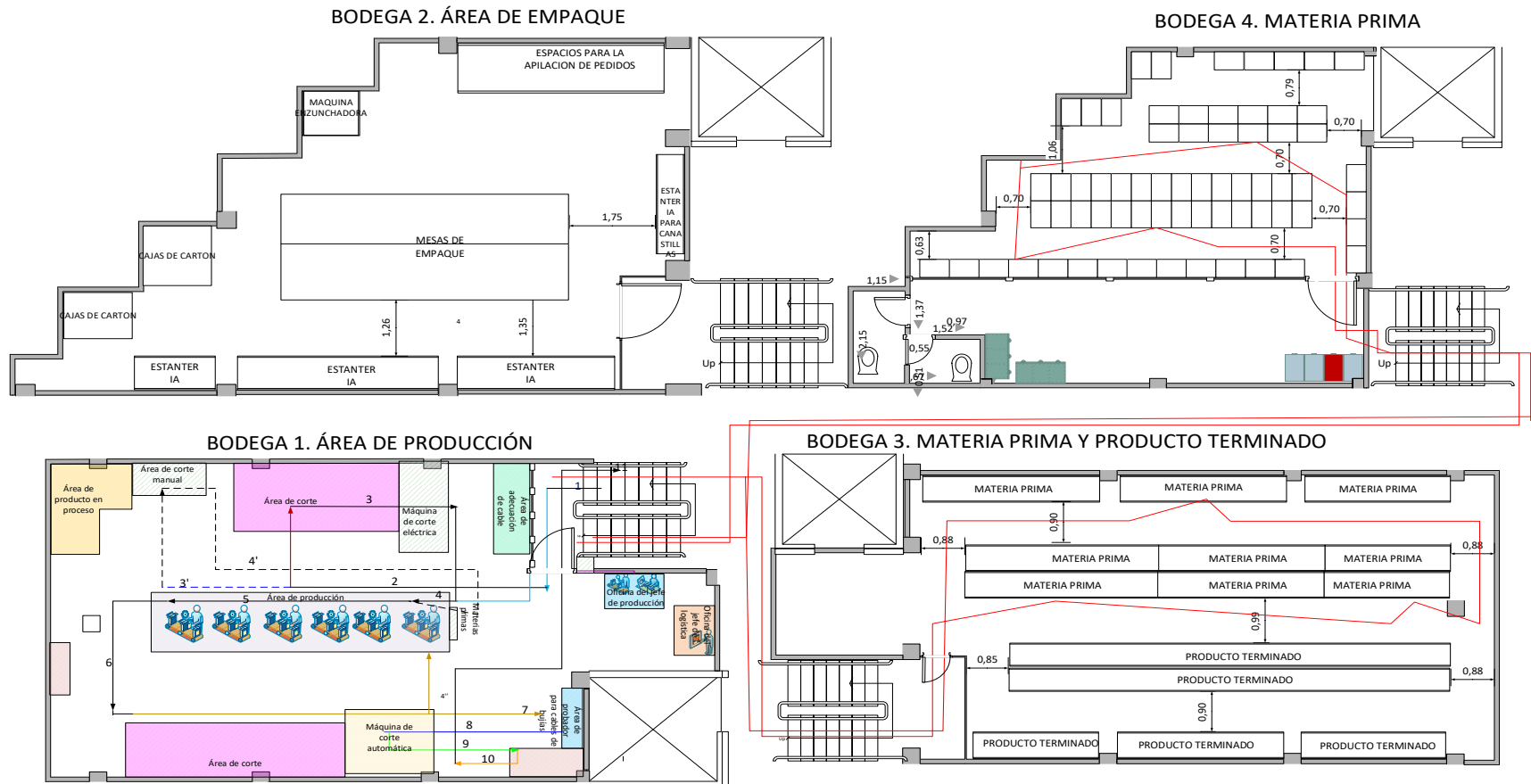
Figura 11: Diagrama de spaghetti para la distribución de planta anterior

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ANTERIOR (Escala 1:37)



**Figura 11: Diagrama de spaghetti para la distribución actual**

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL (Escala 1:37)



— RECORRIDO REALIZADO EN CADA UNA DE LAS BODEGAS

#### **6.4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MANUAL DE FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS.**

El manual de funciones y procedimientos de la empresa Altamax se diseñó con el fin de documentar y orientar al personal de la organización en el desarrollo de las actividades dentro de las áreas de producción, administración y logística. En este documento se especifican las tareas a realizar en cada uno de los cargos involucrados para que todos los empleados tengan claras sus responsabilidades.

Para la construcción de este manual se llevaron a cabo una serie de actividades como:

Hacer el análisis de los cargos para establecer las funciones desempeñadas, perfil profesional y responsabilidad a cargo por cada uno de los integrantes de la empresa Altamax.

Entrevistar a los empleados que desempeñan los diferentes cargos para obtener información clara y precisa para la elaboración de los respectivos manuales.

Estandarizar y documentar el cargo de control de calidad, porque la empresa no cuenta con una persona responsable de esta actividad y eso se ve reflejado en el aumento de las devoluciones y los reprocesos.

Socializar con los directivos de la empresa la información obtenida en los pasos anteriores con el fin de incluir las actividades que no se tuvieron en cuenta y eliminar las que no son necesarias.

El manual de funciones y procedimientos se encuentra en el anexo U.

## 6.5. SISTEMA DE INDICADORES

Es necesario establecer un programa de indicadores que proporcionen información cuantitativa que permita calcular el nivel de desarrollo de cada una de las mejoras puestas en marcha en las áreas de producción, gestión de inventarios y planeación de los materiales.

### 6.5.1. Indicador De Productividad

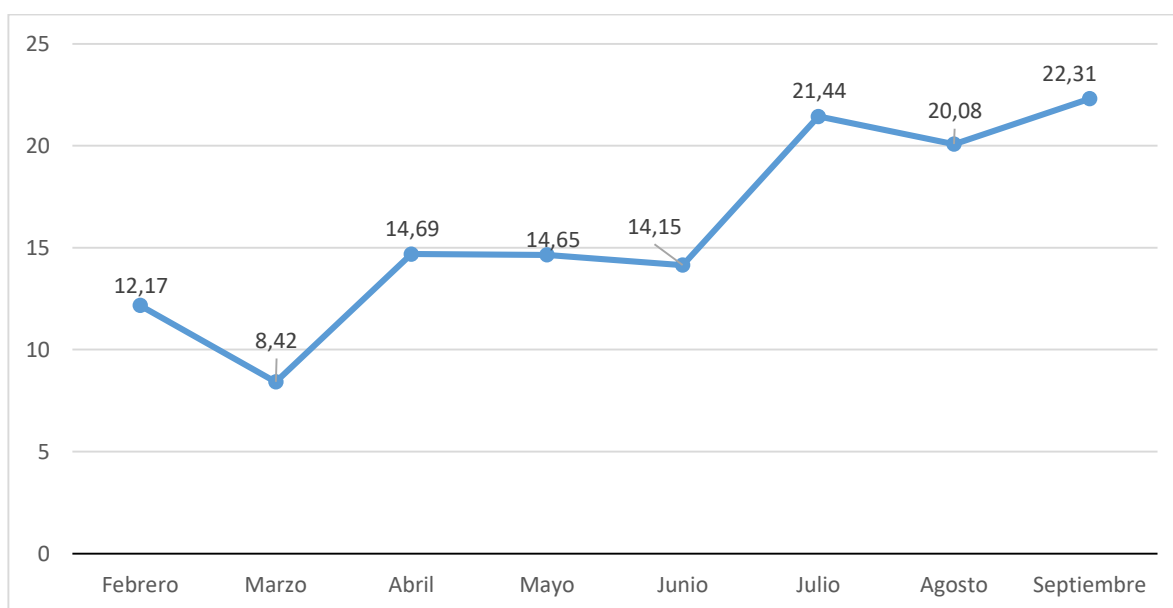
**Tabla 11:Ficha Técnica Indicador de Productividad**

Tipo de Indicador	PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA
Objetivo	Utilizar los recursos disponibles con el fin de tener el mayor aprovechamiento y la disminución de los tiempos de fabricación
Descripción	Es la relación .entre los recursos obtenidos y los recursos empleados en la fabricación de las instalaciones
Fórmula	$\frac{\text{Cantidad de piezas}}{\text{hora} - \text{hombre}}$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Ingeniero de producción.
Fuente de Información	Reportes suministrados de la producción mensual de los periodos anteriores y actual.
Interpretación	Cuanto mayor sea este indicador mucho mejor, pero se debe tener en cuenta en el momento de comparar dos o más periodos la cantidad de piezas y las horas hombre empleadas.

**Tabla 12: Calculo indicador de productividad**

INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA								
Periodo	2016							
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Producción (unidades)	11116	7044	13794	7692	10341	14774	15300	17004
Horas hombre trabajadas por mes	913,75	836,25	938,75	525	731	689	762	762
Indicador	12,17	8,42	14,69	14,65	14,15	21,44	20,08	22,31

**Gráfica 7: comportamiento de la productividad**



En la gráfica 7 se ilustra el comportamiento de productividad para los meses de febrero a septiembre. Para el último trimestre donde se implementaron las mejoras se logró un incremento de aproximadamente 3200 unidades al mes.

A continuación, se describen cada una de las mejoras que contribuyeron a alcanzar estos resultados.

1. Se instalaron recipientes acondicionados con un gotero encima de la aguja para aplicar la silicona. Esta mejora se implementó en los puestos de trabajo correspondientes al ensamble del capuchón distribuidor y de bujía, logrando disminuir el tiempo de fabricación, porque el operario no debe sumergir cada instalación en el recipiente para realizar la lubricación, sino que configura el dispositivo según la velocidad del ensamble.
2. Con la implementación del sistema de goteo se logró reducir un 48% el desperdicio de silicona porque el sobrante se acumula en un recipiente situado debajo de la aguja. Al terminar un turno dicho sobrante se recolecta y se reutiliza.
3. La cantidad de silicona que se le agregaba al agua no estaba especificada. Se hicieron pruebas para determinar la dosis necesaria para efectuar la lubricación y se encontró que con el 30% de la cantidad que se utilizaba anteriormente se obtenían los mismos resultados.
4. En el área de remache se empotraron recipientes para clasificar los terminales por tipo y ubicarlos más cerca del operario. Con esta mejora se redujo el tiempo de alistamiento y se evita la confusión al seleccionar los terminales.

Nota: las evidencias de las mejoras mencionadas anteriormente se pueden observar en las fotografías que se encuentran en el anexo W.

**6.5.2. Indicador Exactitud De Inventario.** El control de los inventarios se inició a partir del mes de septiembre y se lleva registro tanto en físico como en el sistema. Lo que se pretende es verificar si el sistema está bien parametrizado, pues en el área de producción se han presentado inconvenientes porque al generar una orden de producción el requerimiento de materia prima es mayor al necesario, es decir, el sistema descuenta más unidades de materia prima que las que realmente se consumen. Al hacer la comparación de los datos, las unidades registradas en el sistema son menores que las unidades en físico

Lo ideal es que este resultado sea igual o esté cerca de 1 o del 100%. Para identificar las causas que están produciendo este desfase, en el mes de octubre se hará una revisión a todas las ordenes de fabricación para identificar cuáles son las referencias que están mal parametrizadas en el sistema y hacer las modificaciones correspondientes.

**Tabla 13: Ficha Técnica Indicador de Exactitud de inventarios**

Tipo de Indicador	EXACTITUD DE INVENTARIOS
Objetivo	Comparar el nivel de inventario arrojado por el software contable Siigo y la cantidad de existenciales físicas de materias primas disponibles en las bodegas
Descripción	Por medio de este se desea determinar la diferencia que hay entre el sistema y la disponible en las áreas de bodegaje.
Fórmula	$1 - \frac{\sum(\text{diferencias encontradas en unidades durante el ultimo inventario})}{\text{total teorico en unidades de las referencias inventariadas}}$
Periodicidad	Mensual
Responsable	Personal asignado para confrontar el inventario físico con el del sistema.
Fuente de Información	Inventario físico reportado e información arrojada del sistema (siigo)
Interpretación	El óptimo se alcanza cuando este valor es igual a 1

La valoración de este indicador debe hacerse mensualmente mientras se logra que el inventario físico coincida con el sistema; después este control puede hacerse eventualmente o cada que se presente una anomalía.

Actualmente el control físico se hace con tarjetas cardex que se deben diligenciar siempre que se ingresan o se retiran materiales. Para que este proceso sea más eficiente y no sea necesario el uso de tarjetas se propone hacer la implementación de códigos de barras o identificador de radiofrecuencia haciendo uso de la base de datos que está disponible en el software siigo.

La propuesta para la implementación de este sistema se encuentra en el anexo V.

### 6.5.3 Indicador Para Medir La Efectividad De Los Stickers De Identificación.

Con este indicador se mide la efectividad de los stickers que son utilizados para identificar las referencias pertenecientes a una orden de producción.

**Tabla 14: Ficha Técnica indicador de efectividad de los stickers de identificación**

TIPO DE INDICADOR	EFFECTIVIDADDE LOS STICKERS DE IDENTIFICACIÓN
Objetivo	Evaluar la eficacia con la cual se realizan los vales de producción por medio del software contable Siigo.
Descripción	Por medio de este indicador se halla la cantidad de requerimientos de materia prima mal realizadas con respecto al total de los requerimientos impresos para estimar que tan eficaz es la operación.
Fórmula	$1 - \frac{\text{stickers errados}}{\text{Totalidad de stickers fabricados}}$

**Tabla 14: Continuación**

TIPO DE INDICADOR	EFFECTIVIDADDE LOS STICKERS DE IDENTIFICACIÓN
Periodicidad	Mensual
Responsable	Personal encargado del manejo y elaboración de los vales.
Fuente de Información	Software contable siigo.
Interpretación	El valor optimo se consigue cuando esta relación es igual a uno (1).

Estos stickers se implementaron debido a que las tarjetas de identificación que se utilizaban anteriormente se diligenciaban a mano. Esto generaba principalmente errores de calidad porque la información que se colocaba no coincidía con la correspondiente a la referencia que se debía fabricar.

Actualmente se ingresa al sistema la cantidad de unidades que contiene una orden de producción para generar los requerimientos de materia prima y los stickers correspondientes a cada referencia que se va a fabricar.

Con la utilización de este nuevo método de identificación se disminuyeron los errores en la línea de producción, especialmente cuando se realiza el ensamble de los capuchones porque los stickers contienen la información precisa de las características de los componentes que lleva cada referencia. Además, esta implementación disminuyó considerablemente las devoluciones provocadas por este tipo de fallas (instalaciones con capuchones que no corresponden según la referencia) y evita los reprocesos.

Cuando se usaban las tarjetas de identificación, éstas se unían a las instalaciones con ligas y como el material no era lo suficientemente resistente en algunas

ocasiones se desintegraban y no era posible identificar el producto, mientras que los stickers se adhieren y solo se retiran cuando se empaca el producto.

En la tabla 16 y 17 se muestran los resultados del antes y el después de la implementación

**Tabla 15: Índice para el mes de agosto para el uso de tarjetas de identificación.**

	AGOSTO			
Semana	1	2	3	4
Tarjetas errados	15	10	6	5
Tarjetas buenas	46	52	62	66
Total tarjetas diligenciadas	50	54	60	58
Índice	0,7	0,81	0,9	0,91

**Tabla 16: Índice para el mes de septiembre para el uso de stickers de identificación.**

	SEPTIEMBRE			
Semana	1	2	3	4
Stickers errados	1	0	0	0
Stickers buenos	49	54	60	58
Total stickers impresos	50	54	60	58
Índice	0,98	1	1	1

Aunque la efectividad de las tarjetas era buena los resultados que se obtienen con el uso de sticker son mucho mejores. Además, se debe tener en cuenta que el tiempo empleado para adherir el sticker es mucho menor que el empleado para amarrar las tarjetas.

## 6.6. RECONVERSIÓN INDUSTRIAL

Para solucionar los problemas de espacio que se han venido presentando por el incremento de las ventas y mejorar la competitividad de la empresa a continuación se presenta una propuesta del diseño de una nueva planta con base en las proyecciones hechas para el 2017.


















A continuación, en la tabla 17 se encuentra la matriz origen-destino donde no se evidencia retrocesos debido a que el proceso de fabricación con la tecnología que se va a utilizar es igual para todas las referencias.

**Tabla 17: matriz origen destino**

DE \ A	MP	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	PT
MP		15624							
R1			15624						
R2				15624					
R3					15624				
R4						15624			
R5							15624		
R6								15624	
R7									15624

En la gráfica 6 se ilustra la secuencia de las operaciones necesarias para la fabricación de las instalaciones junto con el tiempo que requiere cada una.

**Gráfica 8: Diagrama de operaciones**

RECURSO	P1 (15624 und/mes)	TIEMPO (seg)
MP		-
CORTE	 	4,5
REMACHE	 	9
C-DISTRIBUIDOR	 	18
C-BUJÍA	 	18
CALIDAD	 	16
ARMADO	 	20
EMPAQUE	 	30
PT	 	

### REQUERIMIENTO DE ESTACIONES

El requerimiento de las estaciones se hizo para tres casos y para un turno de 8 horas. Para este caso se utilizó el balance de líneas por el método de peso posicional por que el proceso se realiza en forma secuencial y los tiempos de procesamiento son pequeños; con la utilización de esta técnica se busca disminuir el tiempo ocioso del recurso humano que se debe emplear para que la línea de ensamble funcione sin interrupciones, pero minimizando el número de estaciones de trabajo.

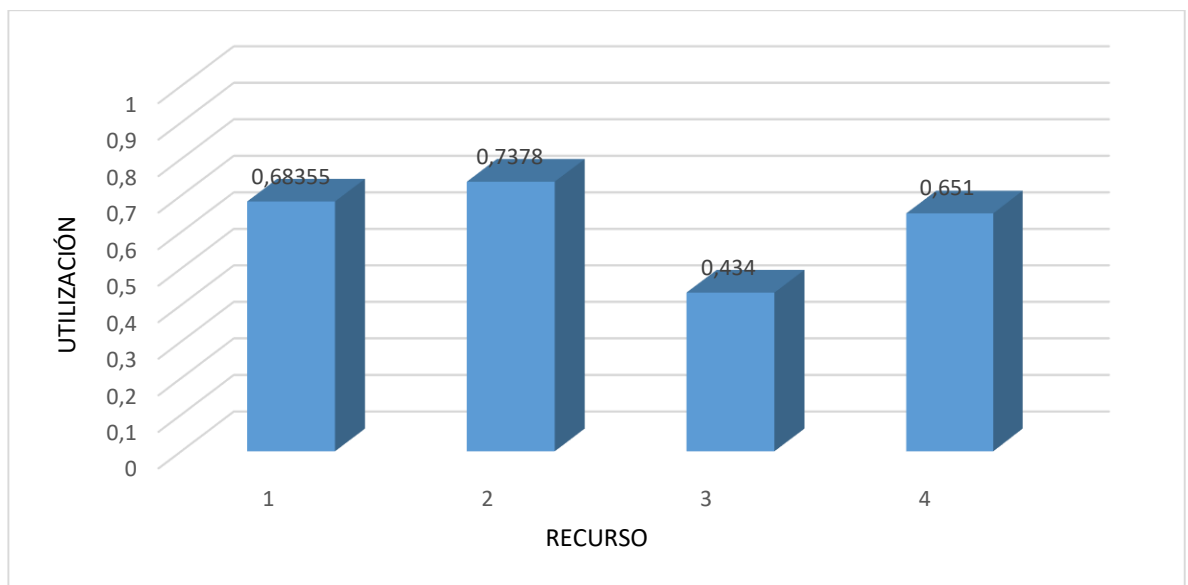
- ✓ Aumento de la producción en 50%  
Demanda: 15624 und/mes o 625 und/día

**Tabla 18: Requerimiento de estaciones para el incremento de la demanda en 50%**

ESTACIÓN	TIEMPO	Ti*D	CANTIDAD R	$\Sigma$ (CANTIDAD R)	CANTIDAD RECURSO
1	4,5	2812,32	0,09765	0,09765	1
2	9	5624,64	0,1953	0,29295	
3	18	11249,28	0,3906	0,68355	
4	18	11249,28	0,3906	0,3906	1
5	16	9999,36	0,3472	0,7378	
6	20	12499,2	0,434	0,434	1
7	30	18748,8	0,651	0,651	1

Para hacer el manejo adecuado de la línea de producción para un escenario donde la demanda aumenta el 50% se necesitan cuatro operarios a una utilización como la que se observa en la gráfica 9.

**Gráfica 9: utilización del recurso humano para manejar la línea de ensamble**



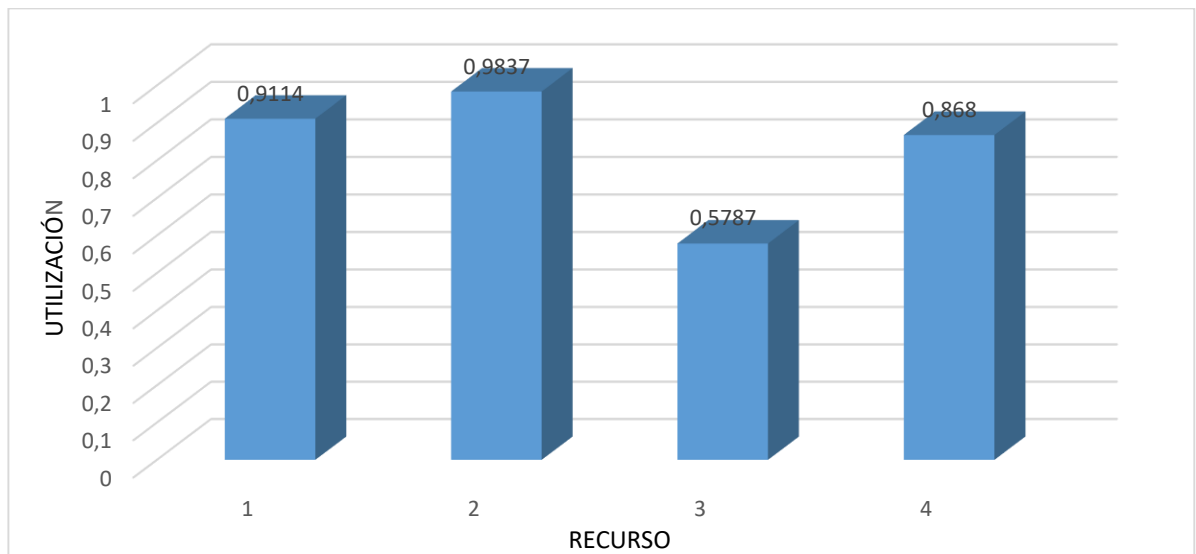
- ✓ Aumento de la producción en 100%
- Demanda: 20832 und/mes o 833 und/día

**Tabla 19: Requerimiento de estaciones para el incremento de la demanda en 100%**

ESTACIÓN	TIEMPO	Ti*D	CANTIDAD R	$\Sigma$ (CANTIDAD R)	CANTIDAD RECURSO
1	4,5	3749,76	0,1302	0,1302	1
2	9	7499,52	0,2604	0,3906	
3	18	14999,04	0,5208	0,9114	
4	18	14999,04	0,5208	0,5208	1
5	16	13332,48	0,46293333	0,9837	
6	20	16665,6	0,57866667	0,5787	1
7	30	24998,4	0,868	0,868	1

Para este escenario donde el incremento de la demanda es de 100% se necesitan al igual que en el caso anterior 4 empleados para manejar eficientemente la línea de producción, pero en esta ocasión la utilización es mayor que en el caso anterior.

**Gráfica 10: utilización del recurso humano para manejar la línea de ensamble**



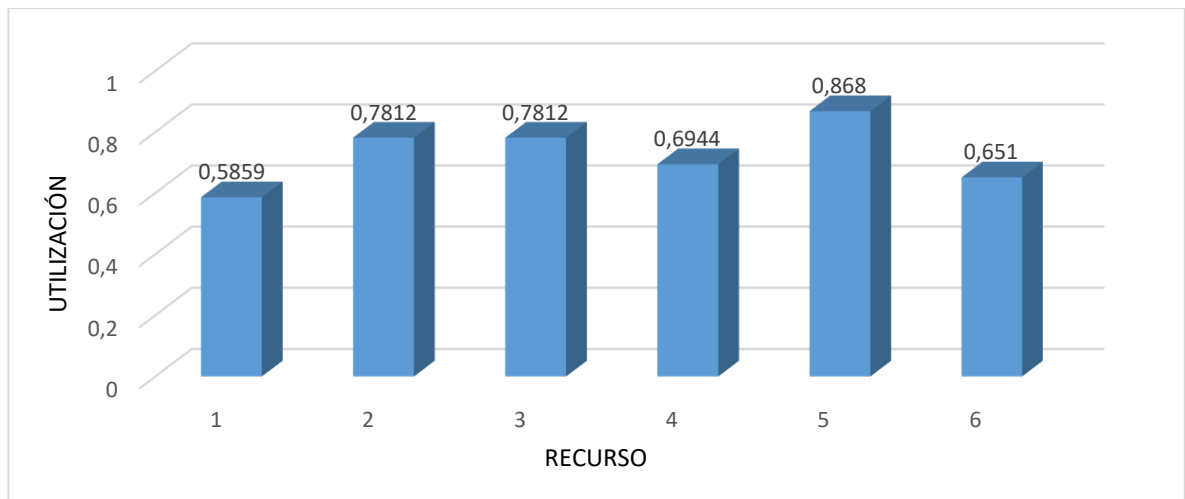
- ✓ Aumento de la producción en 200%  
Demanda: 31248 und/mes o 1245 und/di

**Tabla 20: Requerimiento de estaciones para el incremento de la demanda en 200%**

ESTACIÓN	TIEMPO	Ti*D	CANTIDAD R	$\Sigma$ (CANTIDAD R)	CANTIDAD RECURSO
1	4,5	5624,64	0,1953	0.1953	1
2	9	11249,28	0,3906	0,5859	
3	18	22498,56	0,7812	0,7812	1
4	18	22498,56	0,7812	0,7812	1
5	16	19998,72	0,6944	0,6944	1
6	20	24998,4	0,868	0,868	1
7	30	37497,6	1,302	1,302	2

Para este escenario que es el más optimista porque se considera que el incremento de la demanda aumente un 200%, se necesitan 7 operarios para hacer el manejo de la línea de ensamble. En el puesto de trabajo de empaque se requieren dos trabajadores con una utilización promedio de 0,651.

**Gráfica 11: utilización del recurso humano para manejar la línea de ensamble**



## ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINARIA

A continuación, en la tabla 22 se encuentran las especificaciones de la maquinaria utilizada para calcular los requerimientos de espacios por estación. Estas medidas solo proporcionan las dimensiones del espacio estático, es decir, cuando las máquinas no están funcionando.

**Tabla 21: Especificaciones de la maquinaria**

MÁQUINA	DIMENSIONES EN mm (largo*alto*ancho)	MARCA
Cortadora	900*450*730	METZNER CT 4000 <sup>16</sup>
Remachadora	1100*450*1700	HC 30T Automatic <sup>17</sup>
Ensambladora Capuchones De Bujía	1900*520*450	EUBANKS <sup>18</sup>
Ensambladora Capuchones Distribuidores	12400*700*520	EUBANKS

## REQUERIMIENTOS DE ESPACIO POR ESTACIÓN

Para calcular la amplitud por estación se tuvo en cuenta el espacio dinámico requerido por las máquinas, el área para el operario teniendo en cuenta las dimensiones necesarias para hacer el mantenimiento y el área necesaria para almacenar el producto en proceso.

---

<sup>16</sup> BLITZONLINE [en línea] [citado el 10 de octubre 2016] disponible en :<https://www.blitzonline.es>.

<sup>17</sup> METZNER [en línea] [citado el 7 de octubre 2016] disponible en: <http://www.metzner.com/>.

<sup>18</sup> EUBANKS [en línea] [citado el 7 de octubre 2016] disponible en: <http://www.eubanks.com>, <http://www.kingsing.com/>.

En la gráfica 12 se observan las dimensiones en cada una de las estaciones que van a incluir en la línea de ensamble.

**Gráfica 12: Requerimientos de espacio por estación**

**REQUERIMIENTOS DE ESTACIÓN POR ESPACIO**

MATERIAS PRIMAS (MP) E INSUMOS		CORTE (C)	ENSAMBLE BUJÍA (B)	ARMADO (A)	EMPAQUE
CARGUE (C)	ALMACÉN DE ESTIBAS (AE)	REMACHE (R)	ENSAMBLE DISTRIBUIDOR(D)	CALIDAD (C)	PRODUCTO TERMINADO (PT)

Espacio total requerido por cada recurso  
 Espacio para ubicar material ( entrada/ salida)

		Elaborado: EMILSEN BAEZ VALENZUELA 2114022 KATHERINE MORANTES ORTIZ 2114018	
Escala 1:1000	FABRICA	Revisado: Ing EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNANDEZ	FECHA :09 /10/ 2016 APROBADO

La distribución de la planta se hizo teniendo en cuenta la secuencia de las actividades que se deben realizar con el fin de disminuir las distancias necesarias para el transporte de los materiales.

El ancho de los pasillos en el área de almacenamiento es de 2 metros porque el transporte y la organización de los productos se debe hacer mediante el uso de un

montacargas. Para la línea de ensamble se va a utilizar una banda transportadora con el fin de facilitar el flujo del producto en proceso entre las estaciones.

El plano de la distribución de planta se encuentra en el anexo X y además se incluye una impresión.

## PRESUPUESTO

A continuación, en la tabla 22 se hace un estimado del presupuesto necesario para implementar las mejoras propuestas.

**Tabla 22: presupuesto para la implementación de las mejoras**

RUBRO	REFERENCIA	COSTO
Máquina cortadora automática	Metzner CT 4000	\$ 60.995.598,70
Máquina remachadora	HC 30T	\$ 26.354.313,45
Máquina de ensamble capuchón de bujía	EUBANKS	\$ 35.139.084,60
Máquina de ensamble capuchón distribuidor	EUBANKS	\$ 38.067.341,65
Carretilla de mano	249B14958	\$ 915.122,04
Carretilla de mano	249B14967	\$ 1.010.519,26
Estantería rodante para cargas	249B15006	\$ 837.009,88
carro para picking	249B15033	\$ 984.431,39
carro para picking	345B45593	\$ 1.738.790,00
Apilador electrónico	267b14366	\$ 10.093.863,98
cintas transportadoras	EUBANKS	\$ 12.345.789,00
Pantalla LED	SAMSUNG	\$ 2.000.000,00

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ Mediante el diagnóstico realizado se identificaron las falencias que se venían presentando en el proceso de aprovisionamiento, transporte de materiales, falta de planificación de la producción y fallas en el proceso de producción; esto permitió diseñar propuestas de mejoras encaminadas a solucionar los inconvenientes que se estaban presentando.
- ✓ Con la planeación de la producción diaria se logró disminuir en un 80% la cantidad de recorridos que debía hacer el operario de bodega para suplir los requerimientos de materia prima en el área de producción ya que esta actividad se realiza una sola vez al día.
- ✓ Con la implementación de los dispositivos de gotero para la silicona se eliminaron actividades que aumentaban el tiempo de proceso en los puestos de trabajo de ensamble de capuchones. Además, se disminuyó el desperdicio de silicona en un 30% y se eliminó una fuente de suciedad en los puestos de trabajo donde se utiliza.
- ✓ Mediante la redistribución de la planta se logró un aprovechamiento de los espacios disponibles en un 30% y se disminuyó en un 43% el tiempo necesario para hacer el abastecimiento de la línea de producción; facilitando la ubicación y el transporte de las materias primas dentro de la planta.
- ✓ Gracias a la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing se aumentó la producción en 3200 unidades al mes, debido al incremento de la productividad del personal del área de producción. Este resultado se comprobó utilizando el indicador que se diseñó para medir el efecto generado por el uso de las técnicas.

- ✓ Con la implementación de las estrategias de las 5 S's se logró un incremento del 15% para Seiri, 20% para Seiton, 28% para Seiso, 40% para Seiketsu y 46% para Shitsuke; propiciando mejores condiciones de trabajo bajo la premisa del orden y la limpieza.
- ✓ Los datos históricos de los consumos de materia prima permitieron identificar las referencias que no rotaban para una disipación final para recuperar el 60% del capital invertido.
- ✓ Por medio del diseño y la implementación del manual de funciones se logró esclarecer cada una de las actividades que debe realizar el personal involucrado, generando compromiso por parte de los trabajadores para los objetivos propuestos por la empresa. Por otra parte, proporciona un soporte para la actividad de reclutamiento y contratación de empleados.
- ✓ Con la estandarización del proceso de producción se determinó la mejor forma como se debe realizar cada una de las actividades involucradas, teniendo en cuenta el tiempo, la calidad del producto y la integridad del trabajador. Además, se tiene un mayor control de la producción porque elimina la variabilidad ocasionada por los malos procedimientos y disminuye los errores cuando se involucra personal nuevo.
- ✓ Con el uso del sistema de indicadores se facilita el seguimiento al sistema productivo, con la finalidad de encontrar falencias que ocasionan fallas y que pueden corregirse a tiempo o identificar propuestas que contribuyen a mejorar una actividad y que se pueden implementar en otras áreas.
- ✓ Con la propuesta de la reconversión industrial se busca solucionar los problemas de espacio que se presentan actualmente e implementar el uso de tecnología de punta para aumentar la capacidad y mejorar las condiciones en que se desarrolla el proceso de producción.

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a la empresa tener en cuenta la redistribución propuesta con el fin de cumplir con las especificaciones establecidas en la norma de seguridad industrial 2400.
- ✓ Se recomienda trasladar la planta de producción a una instalación que permita distribuir las áreas en un mismo nivel con el fin de generar un flujo continuo del producto disminuyendo los desplazamientos entre los puestos de trabajo.
- ✓ Se recomienda desarrollar nuevos programas de incentivos y reconocimientos que ayuden a mejorar la motivación de los trabajadores y el sentido de pertenecía hacia la empresa.
- ✓ Se recomienda dar continuidad a las estrategias implementadas y buscar nuevas alternativas que complementen las técnicas aplicadas inicialmente con el fin de lograr la mejora continua.
- ✓ Se recomienda hacer seguimiento a los indicadores para analizar posibles opciones de mejora y tomar decisiones a tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

ALTAMAX "Quiénes somos?" [En línea]. [citado el 12 febrero 2016] Disponible en:  
<http://www.instalacionesaltamax.com>

CHASE Richard; AQUILANO Nicholas. Administración de operaciones: Producción y Cadena de suministros Interamericana de México. 2009.

GAITHER, Norman y FRAZIER, Greg. Administración de producción y operaciones. 8 ed. México: Thomson Editores, 2000. p. 267.

GARAVITO HERNÁNDEZ, Edwin, "ESTATUTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Resolución Número 02400 de 1979 (Mayo 22)" [en línea] [citado el 12 abril de 20116] disponible en:  
<http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/2400.pdf>,

HERNANDEZ, Juan Carlos. VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing: Conceptos, Técnicas e Implementación. 1ª Ed. Madrid: Fundación EOI, 2013.

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

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

NIEBEL, Benjamin W. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 12a ed. México: Mc Graw Hill, 2009. P 25-32. (s.f.).

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

TORCAZA UIS "Distribución de planta" [en línea] [citado el 14 abril de 2016] disponible

en:[http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/p3\\_Plantas.pdf](http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/p3_Plantas.pdf)

TORCAZA UIS "Sistema de almacenamiento" [en línea] [citado el 18 abril de 2016] disponible en:

<http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/Sistemas%20de%20Almacenamiento.pdf>

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