



**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN  
MANUFACTURING EN LA PLANTA DE PINTURA DE AUTECO S.A**

**JULIÁN RICARDO POSADA ESCOBAR**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO  
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
DECANATURA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AFINES  
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2012**

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN  
MANUFACTURING EN LA PLANTA DE PINTURA DE AUTECO S.A**

**JULIÁN RICARDO POSADA ESCOBAR**

**Trabajo de grado para optar el título de Tecnólogo en Producción Industrial**

**Frank Libardo Rojas Toro  
Ingeniero Industrial  
Asesor Técnico y Metodológico**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO  
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
DECANATURA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y AFINES  
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2012**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL ASESOR TÉCNICO Y METODOLÓGICO**

**Medellín, 31 de mayo de 2012**

## **DEDICATORIA**

Con profunda gratitud quiero dedicar humildemente este trabajo primero que todo a Dios nuestro señor por darme la vida y permitirme finalizar exitosamente este proyecto. Gracias por haberme dado la fortaleza, la inteligencia y la sabiduría para seguir adelante y por haberme apoyado y acompañado en los momentos más difíciles y desconcertantes de mí existencia.

Dedico ese trabajo a mis padres y a mis hermanos, esos maravillosos seres humanos que me rodean y que llenan mi vida de felicidad, que siempre están en mi camino para darme fortaleza, animo, valor, consejos y sobre todo para apoyarme en los momentos donde siento desfallecer.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor de proyecto

Frank Libardo Rojas, por el tiempo dedicado y su ayuda en la elaboración de este trabajo.

A la Decanatura de Producción Industrial

Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente en sus instalaciones.

A la empresa Autotecnica Colombiana S.A.

Por permitirme realizar este estudio y poder realizar mi trabajo de grado en tan prestigiosa empresa.

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

INTRODUCCIÓN.....	18
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	21
2. JUSTIFICACIÓN .....	22
3. OBJETIVOS .....	23
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4. MARCO TEORICO .....	24
4.1 LEAN MANUFACTURING .....	24
4.2 5´S .....	25
4.3 JUSTO A TIEMPO .....	28
4.4 KAIZEN.....	30
5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO .....	32
5.1 LEAN MANUFACTURING .....	32
5.2 5´S .....	32
5.4 KAIZEN.....	35
6. METODOLOGÍA.....	36
6.1 TIPO DE ESTUDIO .....	36
6.2 MÉTODO .....	36
6.2.1 Método de la observación:.....	36
6.2.2 Método de la inducción: .....	36
6.2.3 Método de análisis y síntesis: .....	36
6.3 POBLACIÓN.....	36
6.4 MUESTRA .....	36
6.5 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	37
6.6 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	37
6.7 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	37

<b>7. DESARROLLO DEL TRABAJO.....</b>	<b>38</b>
<b>7.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>38</b>
7.1 Mano de Obra: .....	43
7.1.2 Máquina: .....	43
7.1.3 Medio Ambiente:.....	43
7.1.4 Material: .....	43
7.1.5 Administración: .....	43
7.1.6 Método de Trabajo:.....	43
<b>8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>44</b>
<b>8.1 INTRODUCCIÓN A LAS HERRAMIENTAS .....</b>	<b>45</b>
8.1.2 Lean Manufacturing .....	45
8.1.3 5´S .....	46
8.1.4 Justo a tiempo.....	50
8.1.5. Kaizen .....	56
<b>9. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO .....</b>	<b>59</b>
9.1 CAPITAL DE TRABAJO .....	60
<b>10. RESULTADOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>61</b>
<b>10.1 REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>61</b>
10.1.2 Reducción de inventarios .....	61
10.1.3 Reducción de tiempos de entrega.....	62
10.1.4 Mejor calidad.....	62
10.1.5 Menor mano de obra .....	62
10.1.6 Mayor eficiencia de equipo .....	62
10.1.7 Disminución de los desperdicios: .....	62
10.1.8 Disminución de la sobreproducción .....	62
<b>11. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>12. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>88</b>
<b>CIBERGRAFÍA.....</b>	<b>88</b>



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de defectos generados por la planta de pintura a lo largo del año 2011.....	Pág. 40
Diagrama de Pareto.....	Pág. 41
Tabla 2. Costo de los reprocesos que se generaron en la planta de pintura en 2011. ....	Pág. 42
Tabla 3. Beneficios obtenidos en puntos críticos con la aplicación de 5´S. .....	Pág. 49
Tabla 4. Beneficios obtenidos en puntos críticos con la aplicación de justo a tiempo.....	Pág. 53
Tabla 5. Esquema para análisis de valor agregado.....	Pág. 54
Diagrama de proceso.....	Pág. 55
Tabla 6. Beneficios obtenidos en puntos críticos con la aplicación de Kaizen. .....	Pág. 58
Tabla 7. Inversión requerida en capacitación inicial para la implementación de lean manufacturing. ....	Pág. 60
Tabla 8. Aumento de la productividad con la aplicación de las herramientas de lean manufacturing. ....	Pág. 63
Tabla 9. Diferencias en la productividad año 2011 vs año 2012 entre los meses comprendidos entre enero mayo.....	Pág. 63
Tabla 10. Tiempo que tarda el proceso de pintura sin la aplicación de lean manufacturing. ....	Pág. 64
Tabla 11. Tiempo que tarda el proceso de pintura con la aplicación de lean manufacturing. ....	Pág. 64
Tabla 12. Diferencia en tiempo aplicando lean manufacturing vs el proceso actual de la planta de pintura. ....	Pág. 65

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Formato de control de producción.....	70
ANEXO B. Registro de paros de conveyor.....	71
ANEXO C. Control de consumo de pintura por modelo.....	72
ANEXO D. Registro de recuperación de tanques.....	73
ANEXO E. Registro de recuperación de partes plásticas.....	74
ANEXO F. Áreas críticas de las partes para la aceptación de calidad.....	75
ANEXO G. Plano medio de tapas y carenajes.....	79
ANEXO H. Plano medio de colas.....	80
ANEXO I. Plano medio de guardabarros.....	81
ANEXO J. Plano medio de tanques.....	82
ANEXO K. Plan auditoria de 5´S en la planta de pintura.....	83
ANEXO L. Estandarización de la presión para la aplicación de pintura.....	84
ANEXO M. Contador de paros de conveyor por cabina.....	85
ANEXO N. Distribución de planta sin aplicación de lean manufacturing.....	86
ANEXO Ñ. Distribución de planta sin aplicación de lean manufacturing.....	87

## GLOSARIO

- ❖ **Lean Manufacturing:** Lean Manufacturing o simplemente "Lean" traduce Manufactura Esbelta. La palabra esbelta se refiere a la descripción de una empresa o proceso libre de desperdicios o ineficiencias y que se realiza con el mínimo de recursos necesarios. Lean es una herramienta de gestión de mejoramiento continuo que disminuye dramáticamente el tiempo entre el momento en el que el cliente realiza una orden hasta que recibe el producto o servicio, mediante la eliminación de desperdicios o actividades que no agregan valor en todas las operaciones. De esta forma, se alcanzan resultados inmediatos en la productividad, competitividad y rentabilidad del negocio.
- ❖ **CKD:** El Complete Knock Down (CKD) (Kit de montaje) es un sistema logístico mediante el cual se consolidan en un almacén todas las piezas necesarias para armar un automóvil o una motocicleta, y se envían según los programas de fabricación, (respetando modelos, extras, etc.) a fábricas en otros lugares del mundo.
- ❖ **Eficiencia:** hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por empresas u organizaciones debido a que en la práctica todo lo que éstas hacen tiene como propósito alcanzar metas u objetivos, con recursos (humanos, financieros, tecnológicos, físicos, de conocimientos, etc.) limitados y (en muchos casos) en situaciones complejas y muy competitivas.
- ❖ **Eficacia:** es una medida del logro de los resultados.
- ❖ **Retrabajos:** es el trabajo que se realiza a causa de no haber realizado el trabajo correctamente la primera vez
- ❖ **5`S:** es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.
- ❖ **Seiri:** Es la primera de las cinco fases. Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario.

- ❖ **Seiton:** Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos
- ❖ **Seiso:** Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.
- ❖ **Seiketsu:** Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos.
- ❖ **Shitsuke:** Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el ciclo PDCA (Planificar, hacer, verificar y actuar). Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5S pierde su eficacia
- ❖ **Justo a tiempo:** es un sistema de organización de la producción para las fábricas, de origen japonés. También conocido como *método Toyota* o *JIT*, permite aumentar la productividad. Permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias.
- ❖ **Kaizen:** es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva.
- ❖ **Conveyor:** es un sistema de dos o más poleas que posee una banda transportadora y gira alrededor de ellos generando un movimiento continuo
- ❖ **Falto de pintura:** es cuando la superficie de una pieza posee parches de la base de la superficie.
- ❖ **Falto de barniz:** pérdida de brillo con aspecto de formación de un velo o sombreado blanquecino.
- ❖ **Gotera de pintura:** gota o escurrimiento debido a un exceso de pintura.
- ❖ **Gotera de barniz:** gota o escurrimiento debido a un exceso de barniz.
- ❖ **Sucios:** es cuando la superficie de la pieza tiene manchas, polvo, impurezas o cualquier sustancia que estropea el buen aspecto.
- ❖ **Rayas lija:** marcas que quedan en la pintura a un lijado demasiado basto en las zonas de preparación o por falta de relleno de la pintura.

- ❖ **Rayas mal trato:** marcas que quedan después de una mala manipulación de las piezas.
- ❖ **Rayas Paleta:** marcas que se generan después de realizar el pegado de una calcomanía con un asentador.
- ❖ **Asentador:** elemento con el cual se realiza el pegado de las calcomanías, este se desliza fácilmente para evitar generar bombas o arrugas en la lámina.
- ❖ **Aceite:** se debe a una contaminación de la superficie o del aire con algunas sustancias que provocan efecto silicona.
- ❖ **Tono:** cambio en el aspecto del color de la superficie debida a diferencias de aplicación o desviaciones de las pinturas.
- ❖ **Adherencia:** unión física que resulta de haberse pegado una cosa con otra.
- ❖ **Remoción:** aspecto de pliegues en forma de arugas por contracción de la capa. Se puede definir como dilataciones y fuerzas internas generadas por un rápido secado superficial.
- ❖ **Hervido:** burbujas de disolvente evaporado en capas internas que rompen en la zona más superficial ya medio seca.
- ❖ **Fogeo:** cambios de tonalidad debidos a una distribución no uniforme de la pintura metalizada (con distinta velocidad de secado). También recibe el nombre de nubes, o ráfagas si el origen es una pulverización irregular.
- ❖ **Contaminación:** distribución no homogénea de pigmentos debida a las diferencias de densidad, que dan una tonalidad diferente a la del color patrón. Es un defecto típico de colores metalizados. Puede ser por exceso de capa, uso de disolventes demasiado lentos, catalizador inadecuado, mala pulverización
- ❖ **Hundido:** pequeños hundimientos por diferencias de absorción en zonas con diferente espesor, con ausencia de alguna capa, debido a una reparación, disolventes demasiado rápidos, o exceso de catalizador.

## RESUMEN

El estudio del presente trabajo se realizó en la planta de pintura de la empresa Autotecnica Colombiana S.A. o AUTEKO S.A. que posee elevados índices de desperdicios en sus distintas etapas de producción, que le representan pérdidas significativas en tiempo productivo y dinero. El objetivo de este trabajo es analizar las fuentes de desperdicios de la empresa y proponer mecanismos que logren su reducción mediante la aplicación de las técnicas de Manufactura Esbelta.

Se realizó un diagnóstico de todo el proceso productivo y se analizó cuales eran los principales problemas que esta planta tenía y que la hacían ineficiente.

Al realizar la recolección de los datos y el análisis de los mismos se evidenció que el proceso en la planta no estaba estandarizado, no se cumplía con los estándares de calidad y adicionalmente no se tenía una cultura de trabajar siempre hacia el mejoramiento continuo del proceso productivo.

Posteriormente se propusieron proyectos de mejoras y mediante una matriz de priorización se analiza el impacto versus la factibilidad de las propuestas, se seleccionó aquellas que son más factibles y de alto impacto en la mejora.

Se obtiene como resultado de la presente tesis un plan de mejoras que permite:

- 1.- Reducir los niveles de desperdicios en el proceso productivo aplicando lean manufacturing.
- 2.- Aplicar la filosofía de 5´S que permita crear la cultura de mejoramiento continuo en el proceso.
- 3.- Aplicar el justo a tiempo con el fin de aumentar la productividad y ser más eficientes.
- 4.- Aplicar Kaizen para tener un control de calidad total y realizar procesos de producción mucho más enfocados a la satisfacción del cliente.

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Lean manufacturing proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida.

La Manufactura Esbelta: son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos,

aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taichí Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre otros.

5'S: Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta. Las 5'S son:

- ❖ Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri
- ❖ Ordenar: Seiton
- ❖ Limpieza: Seiso
- ❖ Estandarizar: Seiketsu
- ❖ Disciplina: Shitsuke

Justo a tiempo: Tuvo su origen en la empresa automotriz Toyota y por tal razón es conocida mundialmente como Sistema de Producción Toyota. Dicho sistema se orienta a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor, y al logro de un sistema de producción ágil y suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes.

Kaizen: es lo opuesto a la complacencia. Kaizen es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva. El Kaizen surgió en el Japón como resultado de sus imperiosas necesidades de superarse a sí misma de forma tal de poder alcanzar a las potencias industriales de occidente y así ganar el sustento para una gran población que vive en un país de escaso tamaño y recursos. Hoy el mundo en su conjunto tiene la necesidad imperiosa de mejorar día a día

## SUMMARY

The study of this work was done in the paint shop of the company Autotecnica Colombiana S.A. or Auteco Inc. possessing high levels of waste in its various stages of production, which represent significant losses in production time and money. The aim of this paper is to analyze the sources of waste the company and propose mechanisms to achieve its reduction by implementing Lean Manufacturing techniques.

A diagnosis of the entire production process was analyzed and which were the main problems that this plant had and that made it inefficient.

When performing data collection and analysis of the same is evidenced that the process in the plant was not standardized, not satisfied with the quality standards and in addition there was no culture of always working towards continuous improvement of the production process. Subsequently proposed improvement projects and through a prioritization matrix analyzes the impact versus feasibility of the proposals, we selected those that are most feasible and high-impact improvement.

Is obtained as a result of this thesis an improvement plan that allows:

1. - Reducing levels of waste in the production process using lean manufacturing.
2. - Implement the 5's philosophy that will create a culture of continuous improvement in the process.
3. - Apply the right time to increase productivity and become more efficient.
4. - Applying Kaizen to have a total quality control and production processes make much more focused on customer satisfaction.

The main objectives of lean manufacturing is to implement a philosophy of continuous improvement that allows companies to reduce costs, improve processes and eliminate waste to increase customer satisfaction and maintain profit margins.

Lean manufacturing provides companies with tools to survive in a global market that demands higher quality, faster delivery at a lower price and the quantity required.



Lean Manufacturing: There are several tools that help eliminate all operations that do not add value to products, services and processes, increasing the value for each action and eliminating what is not required. Reduce waste and improve operations. Lean was born in Japan and was designed by the great gurus of the Toyota Production System: William Edward Deming, Taichi Ohno, Shigeo Shingo, and Eijy Toyota among others.

5'S: This concept refers to the creation and maintenance of work areas cleaner, safer and more organized; it is imparting "quality of life" to work. The 5's are from Japanese terms that every day we practice in our daily lives and are not solely part of a "Japanese culture" alien to us, indeed, all human beings, or nearly all, we tend to practice or have practiced the 5'S, although we do not realize. The 5's are:

- Sort, organize or arrange properly: Seiri
  
- Sort: Seiton
  
- Clean: Seiso
  
- Standardize: Seiketsu
  
- Discipline: Shitsuke

Just in time: It originated in the Toyota car company and for this reason is known worldwide as the Toyota Production System. This system is aimed at removing all kinds of activities that add no value, and the achievement of a flexible production system that is flexible enough to accommodate fluctuations in customer orders.

Kaizen: is the opposite of complacency. Kaizen is a system focused on continuous improvement across the enterprise and its components in a harmonious and proactive. The Kaizen in Japan came as a result of their pressing needs to outdo herself so I could reach the Western industrial powers and thus earn a livelihood for a large population living in a country of limited size and resources. Today the world as a whole has the imperative to improve day by day.

## INTRODUCCIÓN

Es importante decir que actualmente pocas industrias tienen el tamaño y el crecimiento sostenido que tiene la industria automotriz. Debido a esta situación, ha sido necesario que dichas empresas se adapten lo más rápido posible a los cambios, a las nuevas situaciones y a las técnicas actuales que le son presentadas para tener un mayor rendimiento y liquidez. En un mundo globalizado en el que cada vez es necesario ser más competitivo para poder cumplir con las exigencias del cliente, es necesario mantener un sistema de mejora continua, que soporte la calidad del producto que se comercializa, de tal manera que cada una de las partes (proveedor - cliente) obtengan los mejores beneficios. Así entonces, para competir en el mercado actual, las compañías tienen que aprender a ser más eficientes y concentrarse en eliminar el desperdicio en todos sus procesos.

La competitividad de una empresa y la satisfacción del cliente están determinadas por la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio. Se es más competitivo si se puede ofrecer mejor calidad, a bajo precio y en el menor tiempo.

Hoy por hoy, existen diversas metodologías de mejora continua que se encuentran enfocadas en satisfacer las necesidades del cliente. (Entre las más importantes se encuentra el *lean manufacturing*). Si estas metodologías se aplican de manera correcta pueden ayudar a muchas empresas a obtener productos y/o servicios de la más alta calidad a muy bajos costos.

Los directivos de Auteco S.A. han observado la necesidad de mejorar el proceso de pintura en la planta ya que el nivel de producción y ventas está aumentando considerablemente, pero la planta es ineficiente.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Autotecnica Colombiana S.A., o Auteco S.A., está ubicada en la carrera 42 # 45 - 77 autopista sur en el municipio de Itagüí Antioquia. Fue creada el 01 de Septiembre de 1941 en la ciudad de Medellín.

Empresa dedicada al ensamble y la fabricación de automotores y motocicletas de 2 y 3 ruedas en Colombia y en el grupo andino. Es además la única ensambladora multi-marca que busca por el mundo lo mejor de cada segmento de motos para ofrecerlo a sus clientes, es así como nacen nuestras líneas **Kawasaki**, de Japón; **Bajaj**, de la India; y **Kymco**, de Taiwán.

Auteco le ofrece a sus clientes una efectiva solución de transporte: vehículos de calidad, con el respaldo Auteco y con un óptimo servicio, pues gracias al trabajo en equipo con socios aliados, se conformó la Red de Distribución de Motocicletas con aproximadamente 310 concesionarios, 380 Centros de Servicio Autorizado y 1.120 puntos de Venta de Repuestos, con presencia en 270 ciudades y municipios del país.

Sus productos van dirigidos a todo tipo de persona moderna que le guste satisfacer las necesidades de transporte, recreación y diversión. Todo ello dentro de una cultura profundamente humana, con valores, principios, actitudes y prácticas que satisfagan las necesidades de sus clientes y de su gente, y que permitan a ésta, su felicidad y realización integral en sus dimensiones espirituales, intelectuales, emocionales y materiales, buscando contribuir, sin detrimento del medio ambiente, al progreso económico y social y al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad. En la actualidad Auteco cuenta con un total de 800 empleados de los cuales 200 son administrativos y 600 trabajan en la parte operativa.

En el momento Auteco cuenta con tres procesos principales que son los siguientes: El proceso de Almacén CKD que es el encargado del almacenamiento de la mercancía que llega desde las 3 casas matrices, el desempaque de las partes de las motocicletas y las partes de pintura para ser surtidas a las líneas de ensamble y al proceso de pintura.

El proceso de ensamble que es el encargado de realizar el armado de las partes de la motocicleta en diferentes estaciones de trabajo hasta que es completado.

El proceso de pintura que es el encargado de realizar el alistamiento de las partes plásticas y partes metálicas, la aplicación de la pintura, el pegado de las calcomanías de las piezas y el pulido e inspección final.

La creciente exigencia de calidad y de producción en la planta de pintura ha generado una serie de conflictos ya que la producción que se realiza en esta planta en muchas ocasiones no cumple con los estándares de calidad debido a que esta es muy ineficiente, las piezas salen defectuosas, se generan desperdicios en el proceso, no se aprovechan al máximo los recursos, y adicionalmente este proceso retrasa el ensamble de las motocicletas ocasionando paros de línea y motos incompletas.

Durante un análisis realizado a la planta se concluye que el proceso productivo de pintura no alcanza los niveles estándar de eficiencia de producción por lo que mensualmente se generan alrededor de 3400 motocicletas incompletas que representan un 20% de la producción mensual. Esta situación provoca que la empresa tenga que pagar tiempo extra para poder cumplir con la demanda, realizar los retrabajos respectivos y no generar esperas e insatisfacciones en los clientes debido al no cumplimiento en la entrega del producto final.

Todo lo anterior (la ineficiencia, el desperdicio, los retrabajos, defectos, entre otros) contribuye a que en la planta de pintura se tengan que realizar gastos extras y que como consecuencia se aumente el costo unitario, con lo que pierde competitividad frente a las demás empresas que también se dedican a realizar los mismos productos.

## **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

**1.1.2 ¿Será que con la implementación de la metodología lean manufacturing en la planta de pintura de Auteco S.A. se logrará reducir el producto no conforme y se generará una mayor productividad?**

## 2. JUSTIFICACIÓN

Llevar a cabo este proyecto para la empresa es importante debido a que por medio de estese implementaran metodologías y soluciones prácticas que permitan generar mejoras en los procesos de producción, y así poder lograr ser más competitivos y eficientes cumpliendo con las exigencias de calidad y con la satisfacción del cliente.

Como Institución Universitaria el Pascual Bravo se ha comprometido a que sus técnicos y tecnólogos apliquen sus conocimientos y virtudes en cada uno de sus campos. Esto hace que la institución sea digna de aplicar y desarrollar soluciones prácticas a procesos donde de la mano con muchas empresas se busca que estas sean más competitivas para cumplir con las exigencias del mercado.

En la elaboración de este proyecto y como autor se considera de gran importancia y valor para el estudiante ya que en este se plasman todos los conocimientos adquiridos y la forma como se desenvuelven en el medio real donde el compromiso y las ganas de hacer lo mejor nos hace sentir satisfechos y gratificados dejando huella en el lugar donde se presente la oportunidad de aportar y ser mejores cada día.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Proponer la implementación de la metodología Lean manufacturing en la planta de pintura de Auteco S.A.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Aplicar la metodología lean manufacturing para la mejora del proceso de producción en la planta de pintura.
- ❖ Aplicación de la filosofía de 5´S en la planta de pintura.
- ❖ Aplicación del modelo justo a tiempo para aumentar la productividad en la planta de pintura.
- ❖ Aplicación del Kaizen al proceso productivo.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 LEAN MANUFACTURING

La Manufactura Esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taichí Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre otros. El sistema de Manufactura Esbelta se ha definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- ❖ La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- ❖ Mejora continua: Kaizen.
- ❖ La mejora consistente de Productividad y Calidad.

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Lean manufacturing proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Lean manufacturing:

- ❖ Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.
- ❖ Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.
- ❖ Crea sistemas de producción más robustos.
- ❖ Crea sistemas de entrega de materiales apropiados.
- ❖ Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

Una planta de manufactura esbelta se caracteriza por:

- ❖ Producción integrada de una sola pieza (es decir, un flujo continuo de trabajo) con inventarios mínimos en cada etapa del proceso de producción.
- ❖ Capacidad de producción en lotes pequeños que esté sincronizado con la programación de embarque.
- ❖ Prevención de defectos en lugar de inspección y retrabajos al crear calidad en el proceso e implementar procedimientos de retroalimentación con tiempo real.
- ❖ Planeación de producción impulsada por la demanda del cliente o “Jalar” y no para satisfacer la carga de la máquina o flujos de trabajo inflexibles en el piso de producción.



- ❖ Organizaciones de trabajo basadas en el equipo con operadores y habilidades múltiples autorizadas a tomar decisiones y mejorar las operaciones con poco personal indirecto.
- ❖ Participación activa de los trabajadores en la depuración y solución de problemas para mejorar la calidad y eliminar desechos.
- ❖ Integración cercana de todo el flujo de valor desde materia prima hasta producto terminado a través de las relaciones orientadas a la cooperación con los proveedores y distribuidores.

#### 4.25´S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta. Las 5'S son:

- ❖ Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri
- ❖ Ordenar: Seiton
- ❖ Limpieza: Seiso
- ❖ Estandarizar: Seiketsu
- ❖ Disciplina: Shitsuke

Objetivos de las 5'S: El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo

**4.2.1 Clasificar (Seiri):** clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es el llamado "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

Clasificar consiste en:

- ❖ Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- ❖ Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- ❖ Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo.
- ❖ Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- ❖ Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- ❖ Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden producir averías.
- ❖ Eliminar información innecesaria y que nos pueden conducir a errores de interpretación o de actuación.

**4.2.2 Ordenar (Seiton):** consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc., es decir, "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar." El ordenar permite:

- ❖ Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- ❖ Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- ❖ Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- ❖ En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- ❖ Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- ❖ Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- ❖ Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

**4.2.3 Limpieza (Seiso):** limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de defecto.

Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo.

Para aplicar la limpieza se debe:

- ❖ Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- ❖ Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección".
- ❖ Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- ❖ El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación.
- ❖ No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

**4.2.4 Estandarizar (Seiketsu):** el estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo. La estandarización pretende:

- ❖ Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S.
- ❖ Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- ❖ Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- ❖ En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- ❖ El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.

- ❖ Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo.

**4.2.5Disciplina(Shitsuke):**Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por lo demás y mejor calidad de vida laboral, además:

- ❖ El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- ❖ Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- ❖ Promover el hábito de autocontrolar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- ❖ Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- ❖ Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

### **4.3JUSTO A TIEMPO**

Tuvo su origen en la empresa automotriz Toyota y por tal razón es conocida mundialmente como Sistema de Producción Toyota. Dicho sistema se orienta a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor, y al logro de un sistema de producción ágil y suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes.

Los fenómenos que suponen una desventaja en la vida cotidiana de las empresas y que impiden su funcionamiento eficaz y al mínimo coste son los que se enumeran a continuación:

- ❖ Almacenes elevados.
- ❖ Plazos excesivos.
- ❖ Retrasos.
- ❖ Falta de agilidad, de rapidez de reacción.
- ❖ Emplazamiento inadecuado de los equipos, recorridos demasiados largos.
- ❖ Tiempo excesivo en los cambios de herramientas.
- ❖ Proveedores no fiables. (Plazos, calidad)
- ❖ Averías.
- ❖ Problemas de calidad.

- ❖ Montones de desechos, desorden.
- ❖ Errores, faltas de piezas.
- ❖ Despilfarros. (Hombres, tiempo, materiales, equipos, locales).

Estos errores son el producto de:

1. La distribución inadecuada de las máquinas y los recorridos demasiados largos.
2. La duración de los cambios de herramienta.
3. Las averías.
4. Los problemas de calidad.
5. Las dificultades con los suministradores.

De tal forma se puede decir que las causas principales que provocan la baja performance en las empresas son:

1. Situación inapropiada de las máquinas y longitud de los trayectos.
2. Duración de los cambios de herramientas.
3. Fiabilidad insuficiente de los equipos.
4. Falta de calidad suficiente.
5. Dificultades debidas a los proveedores.

Por lo tanto la práctica del Justo a tiempo implica la supresión de tales anomalías. Este sistema está sustentado por herramientas y conceptos tales como. Tack time, kanban, celdas en formas de U y reducción de estructuras. Hacer factible el Justo a tiempo implica llevar de forma continua actividades de mejora que ayuden a eliminar los desperdicios en el lugar de trabajo.

Ahora bien, aplicar el Justo a tiempo implica comprar o producir sólo lo que se necesita y cuando se necesita, pero para que ello se cumplan se necesitan las siguientes condiciones:

1. Producir lo que la clientela desea y cuando lo desea y no producir para constituir almacenes de productos terminados o intermedios.
2. Tener plazos muy cortos de fabricación y gran flexibilidad para poder responder a los deseos de la clientela.
3. Saber fabricar cuando es necesario sólo cantidades muy pequeñas de un tipo dado de pieza. Es preciso para ello apartarse de la fabricación por lotes importantes y de la noción de "cantidad económica", lo que impone cambios rápidos de herramientas y una distribución en planta de las fábricas que permita el encadenamiento de las operaciones relativas a una misma pieza o un mismo producto.
4. No producir o comprar más que estrictamente las cantidades inmediatamente necesarias.

5. Evitar las esperas y las pérdidas de tiempo, lo que impone, en particular, la renuncia a un almacén centralizado así como a la utilización de medios de manutención comunes a varios puestos de trabajo y que, por ello, podrían no estar disponibles en el momento en que un obrero los necesitara.
6. Aportar los materiales, las piezas y los productos al lugar en que son necesarios, en lugar de almacenarlos en depósitos donde no sirven a nadie ni pueden utilizarse.
7. Conseguir una alta fiabilidad de los equipos. Para que una máquina pueda no producir una pieza más que cuando resulte necesaria para la etapa siguiente del proceso de fabricación, es preciso que la máquina no se averíe en ese preciso momento.
8. Gestionar la calidad de la producción. Si las piezas llegan en el momento oportuno y en el número deseado, pero no son de buena calidad, lo único que puede hacerse es rechazarlas y detener la producción de las fases siguientes del proceso.
9. Adquirir únicamente productos y materiales de calidad garantizada, para que no detengan la producción.
10. Disponer de un personal polivalente, capaz de adaptarse con rapidez y que comprenda los nuevos objetivos de la empresa.

#### **4.4KAIZEN**

Es lo opuesto a la complacencia. Kaizen es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva. El Kaizen surgió en el Japón como resultado de sus imperiosas necesidades de superarse a sí misma de forma tal de poder alcanzar a las potencias industriales de occidente y así ganar el sustento para una gran población que vive en un país de escaso tamaño y recursos. Hoy el mundo en su conjunto tiene la necesidad imperiosa de mejorar día a día.

No es necesario utilizar costosas tecnologías, ni sistemas complejos de administración para implementar métodos que permitan mejorar de forma continua los niveles de eficiencia y efectividad en el uso de los recursos.

Dentro de esa nueva visión, la necesidad de satisfacer plenamente a los consumidores y usuarios de productos y servicios, la creatividad puesta al servicio de la innovación, y el producir bienes de óptima calidad y al coste que fija el mercado, son los objetivos a lograr.

Estos objetivos no son algo que pueda lograrse de una vez, por un lado requiere concientización y esfuerzo constante para lograrlos, pero por otro lado, necesita de una disciplina y ética de trabajo que lleven a empresas, líderes y trabajadores a

superarse día a día en la búsqueda de nuevos y mejores niveles de performance que los mantengan en capacidad de competir.

No tomar conciencia de estos cambios y necesidades, llegará a ser letal para todos aquellos que no lo comprendan y entiendan debidamente. Enormes masas de individuos luchan todos los días para subsistir en el mundo, y para ello tratan de vender mejores y más económicos productos y servicios.

Hacer posible la mejora continua y lograr de tal forma los más altos niveles en una serie de factores requirió aparte de constancia y disciplina, la puesta en marcha de cinco sistemas fundamentales:

1. Control de calidad total / Gerencia de Calidad Total.
2. Un sistema de producción justo a tiempo.
3. Mantenimiento productivo total.
4. Despliegue de políticas.
5. Un sistema de sugerencias.
6. Actividades de grupos pequeños.

## 5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

### 5.1 LEAN MANUFACTURING

Se realizara en la planta de pintura una implementación de la metodología *Lean manufacturing* que permita de forma fluida la producción evitando desperdicios, piezas defectuosas, retrabajos, cuellos de botella entre otros y haciendo posible la idea de producir con los niveles de calidad exigidos y aumentando la productividad y la eficiencia de la planta.

Esta metodología traerá algunos beneficios como reducir a un 50% el costo de producción, reducir el tiempo de entrega (lead time), mejorar la calidad de los productos y los procesos y disminuir los desperdicios. En todos los procesos y en todas las áreas existen desperdicios, por lo que debemos de trabajar conjuntamente a promover la mejora continua, enfocando nuestros esfuerzos, a la identificación y eliminación de desperdicios tales como:

- ❖ Movimientos.
- ❖ Transporte.
- ❖ Corrección.
- ❖ Esperas.
- ❖ Inventarios.
- ❖ Sobre procesamiento.
- ❖ Sobre producción.

Para la aplicación de la metodología Lean manufacturing es importante tener en cuenta las siguientes herramientas:

### 5.25´S

Se implementara esta herramienta con el fin de que permita eliminar despilfarros y por otro lado permita mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que se generaran con la estrategias de las 5'S son:

- ❖ Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- ❖ Mayor calidad.
- ❖ Tiempos de respuesta más cortos.
- ❖ Aumenta la vida útil de los equipos.
- ❖ Genera cultura organizacional.
- ❖ Reduce las pérdidas y la producción con defectos.



Con base en esto se utilizaran cada uno de las 5'S para la obtención de los siguientes beneficios:

**5.2.1 Clasificar:** al clasificar se prepararan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura. Clasificar permite:

- ❖ Liberar espacio útil en planta y oficinas.
- ❖ Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos.
- ❖ Mejorar el control visual de stocks (inventarios) de repuesto y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
- ❖ Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuesto en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, envases plásticos, cajas de cartón y otros.

#### **5.2.2 Ordenar:**

- ❖ Facilitar el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- ❖ Se mejorara la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- ❖ El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- ❖ La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- ❖ Se liberara espacio.
- ❖ El ambiente de trabajo será más agradable.
- ❖ La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.

#### **5.2.3 Limpiar:**

- ❖ Se reducirá el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- ❖ Mejorará el bienestar físico y mental del trabajador.
- ❖ Se incrementará la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- ❖ Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.

- ❖ La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo.
- ❖ Se reducirán los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- ❖ La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

#### **5.2.4 Estandarizar:**

- ❖ Se guardara el conocimiento producido durante años de trabajo.
- ❖ Se mejorará el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- ❖ Los operarios aprenden a conocer con detenimiento el equipo.
- ❖ Se evitarán errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- ❖ La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.
- ❖ Se preparará el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- ❖ Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

#### **5.2.5 Disciplina:**

- ❖ Se creará una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- ❖ La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- ❖ Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- ❖ La moral en el trabajo se incrementa.
- ❖ El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- ❖ El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegar cada día.

### **5.3 JUSTO A TIEMPO**

Se implementara la filosofía justo a tiempo con el fin de:

- ❖ Reducir del 80 al 40% en plazos y stocks.
- ❖ Incremento de un 15 a un 35% en la productividad global.
- ❖ Reducción del 25 al 50% de la superficie utilizada.
- ❖ Disminución del 75 al 95% de los tiempos de cambios de herramientas.
- ❖ Reducción del 75 al 95% de los tiempos de parada de las máquinas por averías o incidencias.

- ❖ Disminución del 75 al 95% del número de defectos.

#### **5.4 KAIZEN**

Se implementara este sistema con el fin de construir sistemas de aseguramiento de calidad, estandarización, entrenamiento y educación, administración de costos y círculos de calidad.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio que se realizara será descriptivo ya que describirá una serie de hechos, para lograr alcanzar cada uno de los objetivos específicos y así mismo, los hechos u observaciones serán analizados para encontrar las razones o causas que fundamenten la argumentación del problema. Con esto se tiende a proponer una alternativa de sistema de diagnosticar las condiciones en que se encuentra la planta de pintura.

### 6.2 MÉTODO

De acuerdo con los objetivos planteados, se prevé que serán utilizados los métodos de la observación, inducción, análisis y síntesis, ajustándose a la necesidad que cada ítem requiera o se disponga de información, para utilizar el método que sea conveniente.

**6.2.1 Método de la observación:** se realizaran visitas de campo a la empresa para determinar cuál es el proceso productivo que actualmente se realiza y así poder identificar oportunidades de mejora.

**6.2.2 Método de la inducción:** se realizara una investigación de todo el proceso productivo de la planta de pintura con el fin de identificar cual es la raíz del problema.

**6.2.3 Método de análisis y síntesis:** después de haber realizado la recolección de los datos se realizara una verificación de esta información con el fin de proponer las respectivas implementaciones de mejora y dar la solución del problema.

### 6.3 POBLACIÓN

La población es toda la empresa ya que este fenómeno afecta directamente a todo el personal de la organización que cuenta con 800 empleados en la actualidad.

### 6.4 MUESTRA

La muestra a utilizar serán las 120 personas que trabajan en el proceso productivo de la planta de pintura.

## **6.5 FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **6.5.1 Fuentes de información primaria.**

Luis Ángel Arias Godoy (Coordinador de pintura)  
Janet Alexandra Barrera Ruiz (Analista de Calidad)  
Dorely Franco Valencia (Analista de ingeniería)  
Omar Fonnegra (Operario líder)  
Gildardo Jaramillo (Operario líder)

### **6.5.2 Fuentes de información secundaria.**

Consulta en la Web y toda la información escrita sobre el tema.

## **6.6 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la recolección de la información se harán entrevistas a las personas implicadas en el área con el fin de conocer las necesidades que se tienen en el proceso productivo, también se utilizara la observación directa y el diario de campo como método para obtener información y establecer posibles mejoras que permitan robustecer el proceso en la planta. Con esto se podría determinar cuáles serían las oportunidades de mejora a implementar en la planta de pintura.

## **6.7 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

A través de la información recolectada por medio de la observación directa, el diario de campo y las entrevistas elaboradas, se realizara un análisis de toda la información recolectada que permita identificar cual es la raíz del problema y dar una posible solución.

## **7. DESARROLLO DEL TRABAJO**

### **7.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En la actualidad la planta de pintura de Autotecnica Colombiana S.A. o Auteco S.A. se ha convertido en un proceso cuello de botella para toda la organización debido a que por su ineficiencia en el proceso productivo, los altos niveles de retrabajos, el alto nivel de piezas defectuosas, el alto grado de desperdicios y la falta de estándares de calidad en su labor han llevado a que la empresa por estas razones genere motocicletas incompletas causando insatisfacción en las entregas a los clientes internos y externos, generando paros de producción en otras áreas de la empresa y aumentando el costo de mano de obra.

En la planta de pintura de Auteco S.A. no se cuenta con estándares establecidos de producción que permitan hacer la medición de cada uno de las personas, por esta razón no se puede determinar si una persona es productiva o no y si normalmente cumple con la producción.

Otra de las necesidades con las cuales no se cuenta, es con un estándar de calidad que permita saber cuáles son las áreas críticas de las piezas de las motocicletas para determinar si son aceptadas o no.

No se cuenta con registros de consumos de pintura que permitan determinar cual es la cantidad que se necesita para pintar cierta cantidad de motos.

No se manejan registros para el reproceso de las piezas que salen defectuosas del proceso de pintura.

No se tienen estandarizadas las presiones de aire para realizar el proceso de aplicación y esto hace que en ocasiones las piezas salgan con goteras tanto de pintura como de barniz.

No se cuenta con medios de manejo para el almacenamiento y el surtido de las partes plásticas y metálicas ya terminadas a las líneas de ensamble y esto hace que se generen piezas defectuosas ya que estas en ocasiones hay que colocarlas en el suelo sin ninguna protección.

No se tiene un contador de paros de conveyor que permita medir cual es el tiempo que se pierde y cuáles son las causas de paro.

No se practican las 5'S en la planta y esto conlleva a que se generen espacios inadecuados de trabajo, desorganización, las zonas de producto no conforme no están debidamente delimitadas, se generan desperdicios, ineficiencias en los procesos, despilfarros de tiempo y de materia prima, no se cuenta con una cultura

de mejoramiento continuo y adicionalmente se elevan los costos ya que se deben trabajar horas extras para cumplir con la demanda y poder reprocesar las piezas que salen defectuosas de todo el proceso productivo de la planta de pintura.

A partir del acercamiento y conocimiento específico de los procesos productivos de AUTEKO S.A., surge la necesidad de identificar y definir con precisión las dificultades o inconvenientes que generan problemas en los productos desde cada una de las diferentes etapas o áreas de la planta de pintura.

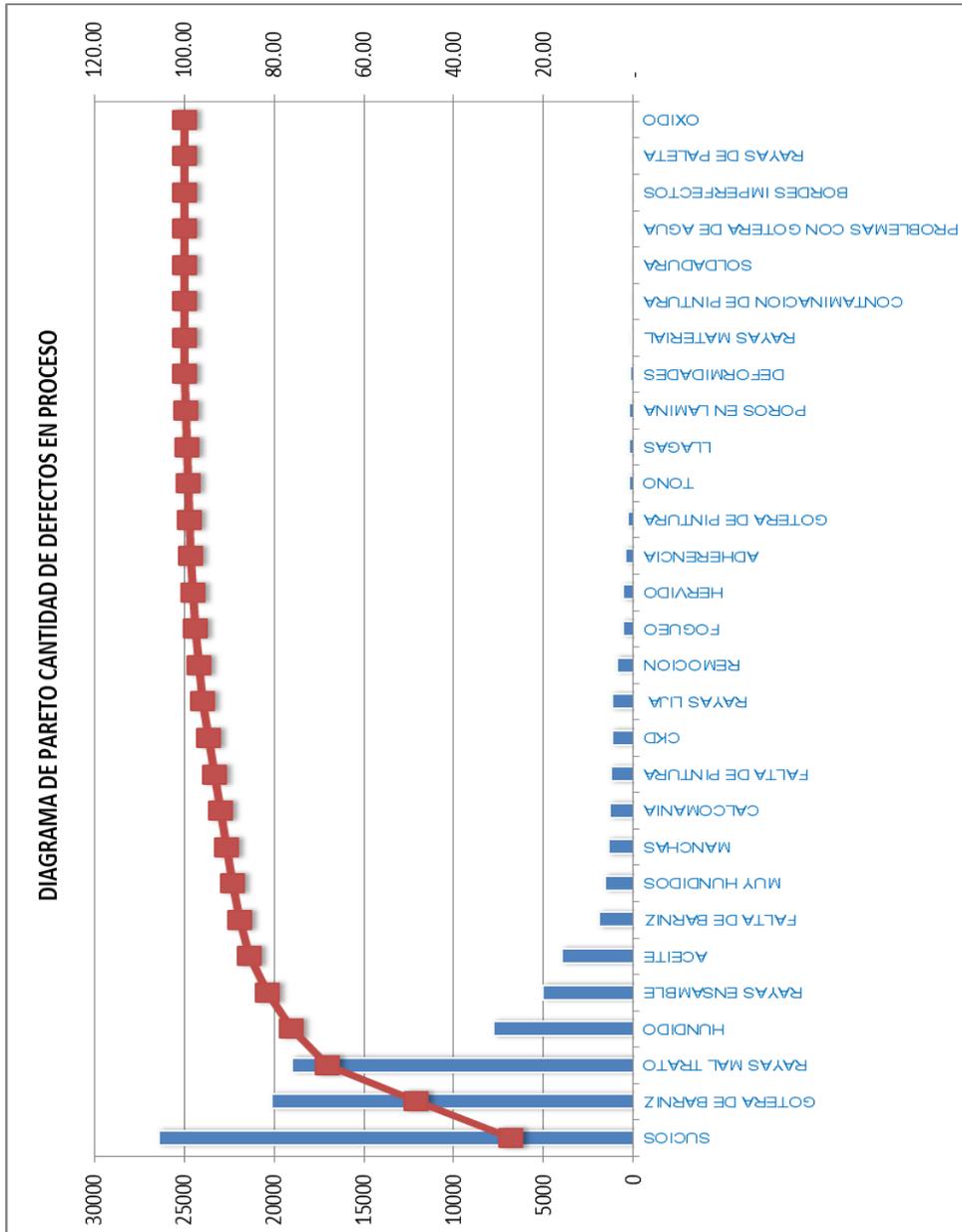
Como complemento de la información obtenida a partir de los aportes realizados por cada uno de los responsables de los procesos, se verifican los reportes históricos de reprocesos y defectos presentados a lo largo de la línea de producción durante un lapso de un año. A partir de esta información se elabora la gráfica que se presenta a continuación. Pareto de defectos de calidad en proceso, donde se evidencia con claridad que el 27,45% de los defectos (es decir, 5 defectos) corresponden al 76,20% de reprocesos que deben realizarse en la planta de pintura de AUTEKO S.A.

Tabla 1. Cantidad de defectos generados por la planta de pintura a lo largo del año 2011.

CODIGO DE DEFECTO	DEFECTO	CANTIDAD DE DEFECTOS	% ACUMULADO	%
15	SUCIOS	26390	27.45%	27.45%
7	GOTERA DE BARNIZ	20109	48.37%	20.92%
13	RAYAS MAL TRATO	18961	68.10%	19.72%
10	HUNDIDO	7787	76.20%	8.10%
11	RAYAS ENSAMBLE	5036	81.44%	5.24%
1	ACEITE	3985	85.58%	4.15%
4	FALTA DE BARNIZ	1911	87.57%	1.99%
22	MUY HUNDIDOS	1561	89.19%	1.62%
21	MANCHAS	1390	90.64%	1.45%
3	CALCOMANIA	1303	92.00%	1.36%
5	FALTA DE PINTURA	1252	93.30%	1.30%
27	CKD	1207	94.55%	1.26%
12	RAYAS LIJA	1203	95.81%	1.25%
14	REMOCION	945	96.79%	0.98%
6	FOGUEO	605	97.42%	0.63%
9	HERVIDO	603	98.05%	0.63%
2	ADHERENCIA	462	98.53%	0.48%
8	GOTERA DE PINTURA	310	98.85%	0.32%
16	TONOS	260	99.12%	0.27%
18	LLAGAS	249	99.38%	0.26%
20	POROS EN LAMINA	230	99.62%	0.24%
17	DEFORMIDADES	160	99.78%	0.17%
24	RAYAS MATERIAL	89	99.88%	0.09%
26	CONTAMINACION DE PINTURA	51	99.93%	0.05%
19	SOLDADURA	39	99.97%	0.04%
25	PROBLEMAS CON GOTERA DE AGUA	16	99.99%	0.02%
23	BORDES IMPERFECTOS	10	100.00%	0.01%
29	RAYAS DE PALETA	2	100.00%	0.00%
28	OXIDO	1	100.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		<b>96127</b>		<b>100%</b>

En esta tabla se muestra la cantidad de defectos que se produjeron en la planta de pintura de AUTEKO S.A. durante un año.





A continuación se muestra el resultado de los cálculos realizados, donde se encuentra el valor, en cuanto a los costos que implica, de cada uno de los defectos a lo largo de un año.

Tabla 2. Costo de los reprocesos que se generaron en la planta de pintura en 2011.

DEFECTO	COSTO DE TIEMPO MANO DE OBRA	COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL POR UNIDAD	FRECUENCIA ANUAL PIEZAS REPROCESADA EN 2011	COSTO ANUAL
FALTO DE PINTURA	\$ 1,750	\$ 800	\$ 2,550	1252	\$ 3,192,600
FALTO DE BARNIZ	\$ 1,900	\$ 950	\$ 2,850	1911	\$ 5,446,350
GOTERA DE PINTURA	\$ 2,200	\$ 1,400	\$ 3,600	310	\$ 1,116,000
GOTERA DE BARNIZ	\$ 2,350	\$ 1,600	\$ 3,950	20109	\$ 79,430,550
SUCIOS	\$ 900	\$ 850	\$ 1,750	26390	\$ 46,182,500
RAYAS LIJA	\$ 700	\$ 650	\$ 1,350	1203	\$ 1,624,050
RAYAS MAL TRATO	\$ 700	\$ 650	\$ 1,350	18961	\$ 25,597,350
RAYAS PALETA	\$ 2,350	\$ 1,600	\$ 3,950	2	\$ 7,900
RAYAS ENSAMBLE	\$ 3,000	\$ 1,900	\$ 4,900	5036	\$ 24,676,400
ACEITE	\$ 2,500	\$ 1,700	\$ 4,200	3985	\$ 16,737,000
TONO	\$ 1,200	\$ 1,000	\$ 2,200	260	\$ 572,000
ADHERENCIA	\$ 3,000	\$ 1,500	\$ 4,500	462	\$ 2,079,000
REMOCION	\$ 1,400	\$ 850	\$ 2,250	945	\$ 2,126,250
HERVIDO	\$ 1,400	\$ 1,200	\$ 2,600	603	\$ 1,567,800
FOGUEO	\$ 700	\$ 900	\$ 1,600	605	\$ 968,000
CONTAMINACION	\$ 1,850	\$ 700	\$ 2,550	51	\$ 130,050
HUNDIDOS	\$ 2,500	\$ 2,200	\$ 4,700	7787	\$ 36,598,900
OTROS	\$ 1,500	\$ 850	\$ 2,350	6255	\$ 14,699,250
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 262,751,950</b>

Estos costos adicionales generados por los reprocesos y modificaciones de los productos defectuosos son una primera representación de los beneficios económicos (ahorro) adicionales que se pueden generar para la empresa al reducir la frecuencia con la cual se presentan dichos defectos en la planta de pintura.

De esta forma, se puede determinar que la planta de pintura de AUTECO S.A. puede llegar a generar un ahorro anual de \$ 262,751.950 al reducir la presencia de estos defectos en los productos manejados a lo largo de la planta de pintura.

Para la organización de las causas detectadas se realizaron agrupaciones de acuerdo con la relación de las causas con determinadas características entre las que se encuentra la mano de obra, las máquinas, el medio ambiente, los materiales, la administración y los métodos de trabajo utilizados. Dentro de cada una de estas agrupaciones resulta importante resaltar:

**7.1 Mano de Obra:** varios de los defectos presentan como causas comunes las falencias en la capacitación de los trabajadores, la sensibilización respecto a la importancia de su trabajo en el cumplimiento de especificaciones; así como la concentración y experiencia de cada persona en el desarrollo de su labor, factores que están determinados en ocasiones por las distracciones que se pueden generar en torno a los puestos de trabajo y que se asocian también con el elevado componente manual del proceso.

**7.1.2 Máquina:** las máquinas no presentan realmente causas comunes en la repetitividad de los defectos, por tanto no se han considerado como un factor de alta relevancia.

**7.1.3 Medio Ambiente:** en este aspecto se destacan la falta de orden y limpieza en los diferentes puestos trabajo y áreas de la planta de producción.

**7.1.4 Material:** entre las causas asociadas a los materiales se destacan principalmente las características de las piezas (piezas muy grandes) sin ser una generalidad en los diferentes casos.

**7.1.5 Administración:** a este aspecto se asocian la claridad en los procedimientos y parámetros de calidad de los diferentes productos; así como las dificultades en la comunicación y la especificidad en la misma, para determinar los productos a elaborar y las características de estos.

**7.1.6 Método de Trabajo:** en el método de trabajo se resalta la realización de actividades en forma simultánea sin el establecimiento de prioridades claras.

Lo anterior, permite entonces destacar la necesidad de dar solución a partir del desarrollo de herramientas de manufactura esbelta a las causas de los defectos encontrados, buscando soluciones reales y de fondo que permiten un avance y mejoramiento de los diferentes procesos realizados en la planta de pintura de AUTECO S.A.

## 8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Con la asignación de las herramientas de lean manufacturing (manufactura esbelta) que se ajustan a la solución de los problemas y contando con la identificación de necesidades en el proceso de producción de la planta de pintura de Auteco S.A.; se procede a adaptar las herramientas de manufactura esbelta para la solución de problemas prioritarios mencionados en el presente trabajo.

Las herramientas de lean manufacturing se complementan entre sí, de tal forma que cada una aporta un elemento fundamental al funcionamiento del sistema completo; razón por la cual, al aplicar una herramienta el impacto no solo será sobre los problemas que se presenten sino también a otras causas que se generen en todo el proceso productivo.

En la adaptación de cada una de las herramientas de manufactura esbelta se inició con una lluvia de ideas realizada en grupos de trabajo, integrados por los operadores de los procesos directamente involucrados en los problemas que se presentan en la planta. Esto, debido a la importancia de aprovechar el conocimiento y la creatividad de los trabajadores y mejor aún si éstos se complementan con experiencia. En el caso de las personas responsables de cada proceso en la planta de pintura de AUTEKO S.A., resultan relevantes los aportes que se puedan generar porque son estas personas quienes realizan a diario la labor de transformación, pudiendo detectar los problemas y soluciones con mayor facilidad. Lo anterior, teniendo claro que con las personas directamente involucradas en los procesos es con quienes se logra iniciar la construcción de soluciones adecuadas para el proceso.

Con la lluvia de ideas se inició la adaptación de las herramientas de manufactura esbelta, pues en adición a las razones enunciadas en el párrafo anterior, hay otra que fundamenta el uso de dicha metodología. Dicha razón, consiste en involucrar desde el inicio de la construcción del modelo, al personal de la planta de pintura de AUTEKO S.A., porque a futuro quienes harán la implementación del modelo son los trabajadores. Lo cual producirá que si se genera un cambio importante, donde participan todos, al ver los resultados y descubrir que sus ideas son valiosos aportes para el mejoramiento de los procesos, estarán motivados y continuarán dando sus puntos de vista de manera que el proceso siempre se esté actualizando y mejorando.

Posterior a la lluvia de ideas se realizó una nueva reunión para presentar de manera ordenada y agrupada en las herramientas de manufactura esbelta correspondientes y las ideas generadas, con lo cual se inició la adaptación de cada herramienta en la solución de los defectos seleccionados en el sistema de producción de la planta de pintura de AUTEKO S.A.

## 8.1 INTRODUCCIÓN A LAS HERRAMIENTAS

Los aspectos que se contemplan a continuación son aquellos que resultan necesarios y significativos en la adaptación de cualquiera de las herramientas, sin importar cuál de éstas sea la seleccionada en cada caso; los puntos son los siguientes:

Capacitar a los involucrados en el proceso acerca de la filosofía y fundamentos del pensamiento esbelto, dando a conocer los lineamientos generales que permiten lograr la sensibilización de las personas ante la propuesta y brindan herramientas para la apropiación e interiorización de los conocimientos básicos requeridos.

Conformar equipos de trabajo constituidos por los integrantes de las diferentes etapas del proceso de producción; cada uno de los grupos será el encargado de liderar la implementación de una de las herramientas en la planta de producción. Redactar el objetivo de cada herramienta de manufactura esbelta en términos de los procesos de AUTEKO S.A., con el fin de que todas las personas los conozcan y los grupos de trabajo tengan un solo objetivo común, expresado explícitamente en un lugar visible de la planta.

Partiendo de los tres pasos generales, se procede con las etapas que constituyen el proceso de aplicación de cada herramienta de manufactura esbelta. Dichas etapas, son desarrolladas de forma detallada para cada una de las herramientas seleccionadas como aplicables en el proceso de producción de la planta de pintura de AUTEKO S.A, las cuales constituyen un modelo de aplicación de las herramientas, el cual se presenta a continuación:

**8.1.2 Lean Manufacturing.** El objetivo de la transformación del proceso a los principios lean es conseguir:

1. Eliminar de los procesos las actividades que no aporten valor añadido (desperdicios en forma de producción excesiva y stocks).
2. Introducir la flexibilidad necesaria para adaptar la producción a una demanda fluctuante.

**Fase 1. Formación:** se basa, en realizar seminarios, destinados al equipo humano de la planta de pintura involucrado en la transformación del sistema productivo. Se incidirá especialmente en los conceptos, métricas y herramientas del Lean Manufacturing.

**Fase 2. Recogida de datos:** se basa en realizar registros actuales de los distintos procesos operacionales involucrados en el sistema productivo.

**Ritmo de producción:** análisis del tiempo real disponible en la planta, ajustado a distintas situaciones de demanda de los clientes en tipo de producto y volúmenes de producción y obtención de los correspondientes ritmos idóneos de trabajo.

**Toma de datos de las operaciones:** este punto es de especial importancia, dado que el éxito de la implementación dependerá, en gran medida, de la fiabilidad de estos datos. Los datos se referirán a operaciones, equipamientos productivos, tiempos, flujos y recursos utilizados.

**Fase 3. Análisis de los datos:** en esta fase se analizan los datos recopilados.

**Análisis de las operaciones:** basado en la determinación de las operaciones de los procesos para los distintos componentes de los productos. Se incluirán todos los aspectos operativos, de calidad, de mantenimiento y de recursos humanos

**Fase 4. Fase de estudio:** análisis del nivel de calidad asegurada tras la eliminación de los desperdicios: se desarrolla un plan para el aseguramiento de la calidad en los procesos.

**Análisis de la disponibilidad, fiabilidad y eficiencia de los equipos productivos:** se desarrolla un plan para garantizar el correcto funcionamiento y mejora el tiempo de parada.

**Fase 5. Fase de evaluación de los resultados esperados:** definición de las condiciones de trabajo: determinación de las opciones de desarrollo de los procesos para distintos niveles de producción, de acuerdo con la cantidad de trabajadores, los lotes de producción, transportes, materiales en proceso, tiempo de proceso total o lead time, espacio ocupado y, desde luego, productividad. Es indispensable que se den las condiciones que aseguren el flujo regular y los tiempos (calidad, mantenimiento y formación del personal).

**Flujos de materiales, trabajadores, elementos de transporte e información:** determinación gráfica de las distintas soluciones a través de los correspondientes flujos, con aplicación de soluciones visuales tales como: señalización visual de etapas y proceso en planta. Se asignarán espacios para stock, almacenes, entradas y salidas de material y rutas de reaprovisionamiento. Se definirán, asimismo, las cantidades y capacidades de los medios de transporte de materiales y productos; y los tiempos de materiales detenidos

**8.1.35'S.** El movimiento de las 5S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la orientación de W. Edward Deming hace más de cuarenta años y que está incluida dentro de lo que

actualmente se conoce como “Lean Manufacturing” o Manufactura Esbelta. Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y seguras; es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. A raíz de la aplicación de esta herramienta en diversas organizaciones se han desarrollado secuencias para su implementación como la que se presenta a continuación:

- a. Definir responsable: Definir coordinador para la implementación y mantenimiento del sistema 5S, generar procedimiento, áreas aplicables y responsables.
- b. Capacitación y difusión: Capacitar a la gente a seguir el buen hábito del medio ambiente de calidad, requerido por la empresa.
- c. Implantación 5's: Eliminar lo innecesario, ordenar, identificar, clasificar, limpiar y mantener.
- d. Auditorias del sistema 5's.
- e. Acciones correctivas: Elaboración de planes para corregir y prevenir no conformidades.
- f. Seguimiento: Monitoreos y revisiones internas del área, cierre de auditorías.
- g. Mantenimiento y mejora

Tomando como punto de partida la secuencia de pasos presentada y otros textos representativos en temas referentes a manufactura esbelta y teniendo en cuenta las características del proceso productivo de la planta de pintura de AUTEKO S.A. en cuanto al proceso de transformación, la presencia de defectos en los productos, la cultura organizacional de la compañía, las necesidades de los clientes y el entorno; se presenta como metodología de aplicación para 5S en la planta de pintura de AUTEKO S.A. lo siguiente:

**I. Capacitar a todas las personas involucradas en los principios básicos de 5S, sus características y beneficios fundamentales.** La capacitación debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

**Objetivo General de la Capacitación.** Dar a conocer 5S como una herramienta útil en los puestos de trabajo, facilitando la identificación y comprensión de conceptos básicos (Seiri: Organizar, Seiton: Ordenar, Seiso: Limpiar, Seiketsu: Estandarizar, Shitsuke: Disciplinar.) de 5S.

**Objetivos Específicos de la Capacitación:**

- ❖ Entender el significado de la herramienta 5S.
- ❖ Identificar los objetivos y características de 5S.
- ❖ Identificar, conocer y comprender cada una de las 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke).

- ❖ Conocer los beneficios de 5S.
- ❖ Propiciar la aplicación de los conocimientos adquiridos sobre 5S a los puestos de trabajo y a los diferentes espacios de la planta de producción.

**Metodología.** La capacitación se desarrolla en tres etapas de la siguiente forma:

- a. Documento previo: Para el desarrollo de la capacitación a cada uno de los participantes se le entrega previamente un documento que incluye: 5S: ¿Qué es?, objetivos, características, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke y beneficios.
- b. Capacitación de las tres primeras 5S (Seiri: Organizar, Seiton: Ordenar, Seiso: Limpiar): Se realizará una sesión teórico-práctica donde a partir de actividades aplicables a espacios comunes en la cotidianidad (La casa, el puesto de trabajo, etc.) se desarrollen los conceptos de cada una de las eses y se establezcan compromisos particulares para las diferentes áreas de trabajo.
- c. Capacitación en Seiketsu: Estandarizar y Shitsuke: Disciplinar: Se realizará por medio de un taller, donde a partir de los avances alcanzados en el proceso de producción por medio de los compromisos adquiridos en la primera sesión de capacitación, se comprendan los conceptos restantes de 5S.

## **II. Verificar pre-requisitos e identificar restricciones del proceso de producción para la aplicación de 5S en los diferentes puestos de trabajo y áreas de la planta de producción:**

- a. Verificar Pre-requisitos: la aplicación de 5S no implica el cumplimiento de características determinadas por parte del sistema para poder desarrollar esta herramienta. A pesar de esto, resulta importante contemplar como pre-requisitos los siguientes aspectos: El seguimiento del orden secuencial de cada una de la 5S con el propósito de obtener resultados lógicos y coherentes que conlleven a la estandarización y autodisciplina en la organización del puesto de trabajo.

Se debe establecer un lugar específico para la ubicación y depósito de materiales usados con poca frecuencia en los puestos de trabajo, así como de materiales innecesarios.

- b. Identificación de restricciones: 5S es una herramienta enmarcada en una aplicación que resulta sencilla y que parte de la organización del entorno de la persona, por tal razón no se identifica ninguna restricción en la aplicación de la herramienta.

**III. Establecer el alcance de la herramienta.** Dadas las características y sencillez de 5S se ha determinado que esta herramienta es aplicable a lo largo de la línea de producción en los diferentes procesos y puestos de trabajo.

De acuerdo a lo anterior se establece la aplicación de 5S a partir de estaciones o centros de trabajo piloto para motivar desde los equipos de trabajo de cada área la



aplicación de 5S en el resto de la planta de producción y en las diferentes áreas, ajenas a producción, de la organización. 5S debe llegar a la mayor cantidad de puestos de trabajo y áreas de la organización permitiendo visualizar con facilidad las oportunidades que pueden permitir una mejora continua de los diversos procesos de la organización.

Tabla 3. Beneficio Obtenido en Puntos Críticos con la Aplicación de 5´S

AREA	BENEFICIOS PRINCIPALES
<p align="center"><b>PLANTA DE PINTURA DE AUTECO S.A.</b></p>	<p>Reducción en la producción de productos defectuosos, lo que a su vez genera una reducción de costos.</p>
	<p>Mayor aseguramiento de la calidad.</p>
	<p>Tiempo de respuestas más cortos.</p>

**IV. Acondicionar un lugar para iniciar el proceso de eliminación de desperdicios y organización de los puestos de trabajo.** En el lugar establecido como depósito, en la verificación de pre-requisitos, se establecen dos grandes áreas; una corresponde a elementos utilizados con poca frecuencia y la segunda para aquellos elementos innecesarios en los puestos de trabajo. Dicha asignación se realiza teniendo en cuenta que los materiales utilizados con poca frecuencia deberán permanecer almacenados en la planta, mientras que los materiales innecesarios deberán ser retirados en forma permanente de las instalaciones de la empresa.

**V. Limpiar el área de trabajo.** Una vez que se han definido los lugares en los que se ubicarán los diferentes elementos de acuerdo con sus características y las necesidades de trabajo de cada una de las personas en su puesto de trabajo se procede a limpiar el puesto de trabajo; esto significa que se eliminara la suciedad (polvo, manchas, residuos, etc.) que pueda existir en el puesto de trabajo

**VI. Realizar los ajustes necesarios para asegurar la comodidad de las personas y facilitar el desarrollo del trabajo realizado.** Teniendo la certeza de que los elementos que se encuentran en el puesto de trabajo son realmente necesarios y que se han retirado los artículos innecesarios la persona responsable de cada puesto deberá realizar los reajustes necesarios en la ubicación de los elementos para asegurar su comodidad y facilitar la realización de su trabajo; esto quiere decir, que cada persona realiza los cambios y modificaciones necesarios para ubicar los elementos del puesto de trabajo de forma tal que se le facilite la realización de su labor.

Esta reubicación de los elementos se debe realizar teniendo en cuenta que se debe siempre mantener el orden, la organización y la limpieza alcanzada en el

puesto de trabajo; es decir, que la reacomodación de los elementos no puede dar lugar a la generación de desorden y/o suciedad.

**VII. Estandarizar los logros alcanzados con la realización de los pasos anteriores.** Una vez establecida la forma adecuada para la organización de los elementos dentro del puesto de trabajo se establece un modelo de la forma en la que deben ubicarse los elementos en el puesto de trabajo y las condiciones en las que esté debe permanecer. Es decir, que después de definir la forma en la que debe estar organizado el puesto de trabajo se unifican los criterios de organización y se normaliza la ubicación de los elementos en el puesto de trabajo para asegurar que se mantengan a lo largo del tiempo los logros obtenidos.

**VIII. Dar a los trabajadores control y autonomía sobre sus lugares de trabajo.** Una vez que se han establecido normas y pautas claras sobre la forma en la que debe organizarse el puesto de trabajo respectivo resulta necesario entregar la responsabilidad sobre la conservación del lugar a la persona responsable del puesto de trabajo; es decir, que después de establecer acuerdos sobre la forma en la que deben permanecer los puestos de trabajo les corresponde a los involucrados directos mantener sus puesto de trabajo en las condiciones establecidas.

Cada trabajador debe ser responsable de su puesto de trabajo, teniendo la libertad para hacer cambio y mejoras que le permitan mantener o mejorar las condiciones establecidas en cuanto al aspecto y características que debe tener el puesto de trabajo.

Por medio de la aplicación de 5´S en los diferentes puestos de trabajo se logra mantener cada una de las instancias por las cuales deben pasar las piezas de las motocicletas en forma ordenada, organizada y limpia evitando que estas puedan quedar en mal estado en algún momento del proceso productivo.

**8.1.4Justo a tiempo.** A continuación se presenta una de las estrategias de aplicación, que propone la implantación del Justo a Tiempo involucrando cinco fases:

**Primera fase: cómo poner el sistema en marcha.** Esta primera fase establece la base sobre la cual se construirá la aplicación. Justo a tiempo exige un cambio en la actitud de la empresa, y esta primera fase será determinante para conseguirlo. Para ello será necesario dar los siguientes pasos:

- ❖ Comprensión básica.
- ❖ Análisis de costo/beneficio.
- ❖ Compromiso.

- ❖ Decisión si/no para poner en práctica el JIT.
- ❖ Selección del equipo de proyecto para el JIT.
- ❖ Identificación de la planta piloto.

**Segunda fase: mentalización, clave del éxito.** Esta fase implica la educación de todo el personal. Se le ha llamado clave del éxito porque si la empresa escatima recursos en esta fase, la aplicación resultante podría tener muchas dificultades. Un programa de educación debe conseguir dos objetivos:

- ❖ Debe proporcionar una comprensión de la filosofía del JIT y su aplicación en la industria.
- ❖ El programa debe estructurarse de tal forma que los empleados empiecen a aplicar la filosofía JIT en su propio trabajo.

**Tercera fase: mejorar los procesos.** El objetivo de las dos primeras fases es ofrecer el entorno adecuado para una puesta en práctica satisfactoria del JIT. La tercera fase se refiere a cambios físicos del proceso de fabricación que mejorarán el flujo de trabajo. Los cambios de proceso tienen tres formas principales:

- ❖ Reducir el tiempo de preparación de las máquinas.
- ❖ Mantenimiento preventivo.
- ❖ Cambiar a líneas de flujo.

Justo a tiempo deberá incluir un programa de mantenimiento preventivo para ayudar a garantizar una gran fiabilidad del proceso. Esto se puede conseguir delegando a los operarios la responsabilidad del mantenimiento rutinario. El flujo de trabajo a través del sistema de fabricación puede mejorar sustituyendo la disposición más tradicional por líneas de flujo (normalmente en forma de U). De esta forma el trabajo puede fluir rápidamente de un proceso a otro, ya que son adyacentes, reduciéndose así considerablemente los plazos de fabricación.

**Cuarta fase: mejoras en el control.** La forma en que se controle el sistema de fabricación determinará los resultados global es de la aplicación del JIT. El principio de la búsqueda de la simplicidad proporciona la base del esfuerzo por mejorar el mecanismo de control de fabricación:

- ❖ Sistema tipo arrastre.
- ❖ Control local en vez de centralizado.
- ❖ Control estadístico del proceso.
- ❖ Calidad en el origen (autocontrol, programas de sugerencias, etc.).

**Quinta fase: relación cliente-proveedor.** Constituye la fase final de la aplicación del JIT. Hasta ahora se han descrito los cambios internos cuya finalidad es mejorar el proceso de producción. Para poder continuar el proceso de mejora se debe integrar a los proveedores externos y a los clientes externos.

Teniendo como fundamento las cinco fases anteriores; se ha desarrollado para la planta de pintura de AUTEKO S.A. la siguiente metodología de aplicación de la herramienta Justo a tiempo:

**I. Educar al todo personal involucrado en los principios y características primordiales de Justo a tiempo.** En esta fase se debe comprender de la filosofía del JIT y su horizonte de aplicación en la planta de pintura de AUTEKO S.A. Aquí se inicia la aplicación de una de los tres elementos de JIT que es la intervención de los trabajadores.

La capacitación debe cumplir los siguientes principios:

**Objetivo General**

Proporcionar los conceptos básicos de la filosofía JIT y la forma en que podría aplicarse en un proceso de manufactura.

**Objetivos Específicos**

Entender que es JIT.

Identificar el objetivo y los elementos de JIT.

Conocer las características y los beneficios de JIT.

**Metodología.** La capacitación se desarrolla en dos etapas:

a. Documento Previo: con anterioridad a la capacitación se entrega a los asistentes un escrito que contenga información referente a JIT: ¿Qué es?, objetivos, características y beneficios.

b. Capacitación: se lleva a cabo como taller práctico, en el cual ejemplificando situaciones actuales de AUTEKO S.A. se identifiquen los conceptos de justo a tiempo.

**II. Verificar prerequisites e identificar restricciones.**

a. Verificación de prerequisites: para la aplicación de justo a tiempo se deben tener en cuenta las siguientes condiciones: concientización, Las directivas o alta gerencia de AUTEKO S.A. tendrán que formarse una idea detallada y clara de JIT con el fin de generar tres escenarios a futuro de la organización, los cuales son:

- ❖ Visualizar como sería el proceso de producción físicamente: el cual consiste en formular una idea de cómo debería ser AUTEKO S.A. dentro de 3 años aproximadamente en lo referente a distribución de planta física y al flujo de los materiales por los procesos de compra, fabricación y distribución.

- ❖ Una visión del clima organizacional: se trata de generar las directrices que determinaran cómo tendrá que ser la cultura de la organización para que JIT se haga un proceso exitoso.
- ❖ Una visión del mercado: se apoya en visualizar las posibles oportunidades en el mercado para adelantarse a la competencia, las cuales consisten en realizar entregas más rápidas, mejor servicio al cliente, mayor variedad de productos, menor precio y mayor calidad.

Luego a partir de los tres escenarios anteriores la empresa debe convertir estas visiones en una estrategia específica la cual debe ser explicada y de fácil comprensión para las personas de todos los niveles de la compañía.

Se debe crear una estructura para liderar el desarrollo de la herramienta. La estructura en lo posible debe contar con: un comité que dirija, formule y mida resultados; un facilitador cuya función primordial es garantizar que el esfuerzo inicial siga adelante y se alcancen los objetivos de corto y largo plazo; grupos de trabajo encargados de las pruebas piloto, los cuales contarán con un líder de equipo, facultado para comunicar los avances del grupo al comité.

**III. Establecer el alcance de la herramienta.** Guardando coherencia con el objetivo de la herramienta, de eliminar buena parte de las mudas en un negocio de manufactura, se ha determinado que JIT debe ser aplicado en todo el proceso de producción, Es importante aclarar que para empezar la aplicación de JIT no estarían incluidas las actividades de distribución, ni los proveedores. Estos serían mejoras al sistema una vez los resultados al interior sean tangibles.

Tabla 4. Beneficio Obtenido en Puntos Críticos con la Aplicación de Justo a tiempo

PROCESO	BENEFICIO PRINCIPAL
<b>DESEMPAQUE</b>	No realizar desempaques de las piezas antes de lo necesario.
<b>LIJADO</b>	No generar exceso de inventarios de piezas alistadas para la aplicación.
<b>APLICACIÓN PINTURA Y BARNIZ</b>	Requerir menor pintura y no generar despilfarros de materia prima.
<b>PULIDO</b>	Detectar las fallas antes de que lleguen para no generar motos incompletas.
<b>PEGADO DE CALCOMANIA</b>	Reducir los defectos generados por la mano de obra.
<b>INSPECCIÓN</b>	Tener mayor control de calidad y satisfacción en los clientes internos y externos.

**IV. Realizar un análisis de valor agregado.** Para hacer un análisis de valor agregado debe recorrer la planta. No se debe consultar los procedimientos, ni los diagramas de flujo para saber cuál debe ser la trayectoria del producto; simplemente se selecciona una pieza y se le hace seguimiento a lo largo de todo el proceso, anotando cada actividad que se realiza con el producto. Para recopilar la información se utiliza el siguiente esquema:

Tabla 5. Esquema para Análisis de Valor Agregado.

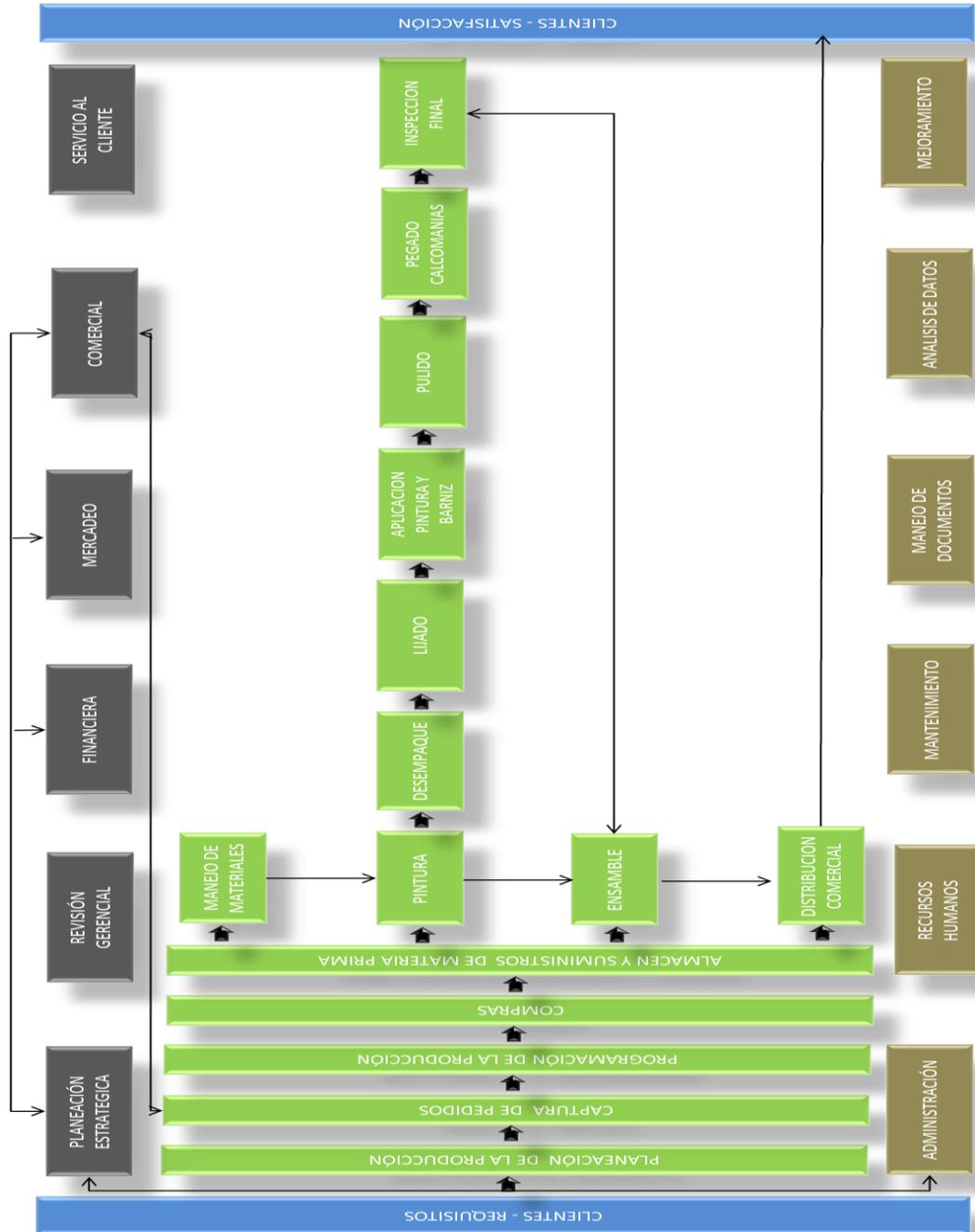
Actividad N°	Descripción	Agrega valor	
		SI	NO

Luego de completar las dos primeras columnas, debe marcar si la actividad agrega o no valor al producto, una vez ha realizado el recorrido y ha documentado las actividades en el esquema anterior, debe contar cuantas actividades del total realizado agregan valor, lo cual le dará una idea de que tantas falencias hay en el proceso de producción.

Posterior al análisis de valor agregado, mediante los grupos de trabajo es necesario generar alternativas para eliminar o disminuir las actividades que no agregan valor.

Para crear las alternativas, se recomienda utilizar una lista de chequeo con tres enfoques principales, aplicándola a cada actividad que no genere valor. De acuerdo a las alternativas generadas en los grupos generar los planes de acción para ponerlas en práctica e ir eliminando lo que no agrega valor.

## DIAGRAMA DE PROCESOS – CADENA DE VALOR



**V. Introducir el concepto de Calidad en la fuente.** En JIT el concepto de calidad se considera fundamental. El concepto de calidad en la fuente consiste en hacer las cosas bien desde la primera vez. La producción JIT exige calidad, vista como prevención de hechos nocivos o defectos; sin calidad no puede lograrse en grado significativo el equilibrio, la sincronización y el flujo; y por lo tanto no es posible alcanzar la meta de JIT.

**VI. Sistema de halar.** JIT requiere funcionar bajo un sistema de halar, de tal forma que cada operación, comenzando por la última del proceso hasta la primera del mismo, va halando el producto necesario de la operación anterior solamente a medida que lo necesite.

**VIII. Control Visual.** Para permitir la mejora del flujo de trabajo a través del sistema de producción se utilizan herramientas de control visual las cuales favorecen el mantener las estaciones de trabajo en condiciones adecuadas para el proceso además de permitir la identificación fácil de situaciones anormales, debido a que cuando hay establecido un lugar para cada cosa es sencillo saber cuándo hay algo fuera de su sitio. Para implementar el control visual se es preciso remitirse a la metodología desarrollada para las herramientas 5S.

**8.1.5. Kaizen.** A continuación se presenta la herramienta que busca el mejoramiento continuo en cuatro fases:

**Fase 1:** Entrenar a todo el personal en los principios de Kaizen, y los beneficios de usarlo.

**Fase 2:** Implementar Kaizen en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.

**Fase 3:** Implementar Kaizen en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de Kaizen, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va estar trabajando en su área.

**Fase 4:** Esta fase consiste en la revisión del sistema Kaizen, los puntos en los cuales se puede implantar un proceso de mejora continua, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de Kaizen:

Ningún trabajo debe ser hecho fuera del concepto de calidad total. Tener un control de calidad total en el proceso de producción y mejorar continuamente para evitar fallas en los procesos.

Teniendo como fundamento las fases anteriores se ha desarrollado la siguiente metodología de aplicación de la herramienta Kaizen para AUTECO S.A., cuyas etapas son las siguientes:



**I. Capacitar al personal involucrado en los principios, características y beneficios fundamentales de la herramienta Kaizen.** La capacitación debe cumplir las siguientes pautas:

**Objetivo General**

Facilitar la identificación y comprensión de los conceptos básicos de la herramienta Kaizen, propiciando la transferencia de estos conocimientos al puesto de trabajo.

**Objetivos Específicos**

Conocer qué es Kaizen.

Identificar el objetivo y las características de Kaizen.

Conocer los beneficios de la herramienta.

**Metodología**

La capacitación se desarrolla en dos etapas:

**I. Capacitación:** Se realizará a manera de taller, donde con actividades aplicables al proceso de producción de AUTEKO S.A.se expliquen los conceptos de Kaizen.

**II. Verificar prerequisites e identificar restricciones.**

a. Verificación de prerequisites del sistema de producción para implementar un sistema Kaizen.

- ❖ Debe considerar si el proceso de producción y el funcionamiento de la organización cumplen los prerequisites enunciados a continuación:
- ❖ Representar la mejor, más fácil y más segura forma de realizar un trabajo.
- ❖ Suministran un medio para evitar la recurrencia de errores y minimizar la variabilidad.
- ❖ Suministrar una manera de medir el desempeño.

**III. Establecer el alcance de la herramienta.** El mejoramiento debe ser y es una forma de vida dentro de la filosofía Kaizen. En ese espíritu el aprendizaje es un sinónimo de ejecución. En lugar de darles demasiada enseñanza, a los empleados, debe dárseles la oportunidad de aprender practicando y haciendo, involucrándose físicamente, utilizando tanto sus manos como sus cerebros.

Dentro de ese marco filosófico y cultural, diez son las reglas básicas para practicar el Kaizen:

1. Descartar el convencional pensamiento rígido sobre producción.
2. Pensar en cómo hacerlo y no por qué no se puede hacer.
3. No buscar excusas. Empezar por cuestionar las prácticas actuales.

4. No buscar la perfección. Hacerlo inmediatamente, aunque sea sólo para el 50% del objetivo.
5. Corregir los errores en forma inmediata.
6. No gasta dinero en Kaizen.
7. La sabiduría se presenta cuando se enfrenta la dificultad.
8. Preguntar cinco veces "¿Por qué?" y buscar la causa fundamental.
9. Buscar la sabiduría de diez personas, en lugar del conocimiento de una sola.
10. Recordar que las oportunidades para Kaizen son infinitas.

En cada uno de los procesos, se debe identificar cuál de los beneficios que ofrece la herramienta se desea alcanzar en primera instancia. Una vez se alcance dicho beneficio, se debe identificar el nuevo para tenerlo como punto de partida en la revisión y monitoreo de los resultados arrojados por la herramienta para proporcionar el mejoramiento de los procesos y así poder asegurar calidad total.

Tabla 6. Beneficio Obtenido en Puntos Críticos con la Aplicación de Kaizen.

PROCESO	BENEFICIO PRINCIPAL
<b>DESEMPAQUE</b>	Detectar las partes que llegan defectuosas con el fin de segregarlas y no involucrarlas en el proceso.
<b>LIJADO</b>	No generar piezas inconformes (mal lijadas o con parches donde la pintura se podría desprender por falta de adherencia)
<b>APLICACIÓN PINTURA Y BARNIZ</b>	Garantizar un proceso de aplicación adecuado monitoreando las presiones de aire para evitar fogueos o goteras.
<b>PULIDO</b>	Garantizar una buena apariencia de las piezas.
<b>PEGADO DE CALCOMANIA</b>	Utilizar personal con experiencia para realizar un adecuado proceso y evitar que salgan piezas defectuosas
<b>INSPECCIÓN</b>	Asegurar la calidad total y al 100% de los procesos anteriores en la planta de pintura.

El definir estándares para el proceso de producción permite establecer con claridad la forma en la que debe funcionar normalmente la línea de producción para lograr el cumplimiento de las especificaciones que han sido definidas; esto significa que los estándares son los parámetros que van a permitir una comparación constante entre las situaciones que se presentan en la línea de producción y las situaciones que en condiciones normales deberían presentarse.

## 9. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

Entendiendo un proyecto de inversión como un conjunto de actividades de aplicación de recursos para generar producción adicional real se inicia el proceso de la Propuesta realizada a AUTEKO S.A. Para realizar este proceso resulta necesario tener claros los requerimientos y condiciones que se utilizan en la empresa a nivel financiero para determinar la viabilidad de un determinado proyecto; es decir, que antes de iniciar la valoración a nivel financiero del proyecto es necesario conocer los parámetros que utiliza la empresa a este nivel.

Es necesario resaltar que aun cuando la empresa desea la evaluación del proyecto en un periodo de dos años, no quiere decir esto que al final de este periodo se vaya a dar por terminado el proyecto. La implementación de herramientas de manufactura esbelta implica un proceso continuo de mejoramiento que debe continuar siendo ajustado y evaluado de forma permanente, permitiendo que se convierta en parte de la cultura y principios de trabajo de AUTEKO S.A.

A continuación se desarrolla la evaluación financiera si en el proyecto se decidiera atacar los procesos que se desarrollan en la planta de pintura que pueden reducirse con la aplicación de lean manufacturing, 5S, justo a tiempo y Kaizen.

Dentro del análisis que se realizó a la propuesta tomando como referencia los posibles resultados sobre la reducción de defectos prioritarios se determinaron con claridad dos puntos en los cuales resultaba necesaria una inversión:

Capacitación: la inversión en capacitación contempla la capacitación de todos los miembros del equipo de producción de la planta de pintura de AUTEKO S.A. en todas las herramientas (Lean manufacturing. 5S, Justo a tiempo, Kaizen) mencionadas de manufactura esbelta, que como se mencionó implican costos mínimos además de la capacitación, los cuales además pueden ser cuantificados fácilmente. Para determinar el valor de la inversión de esta, se tuvieron en cuenta los costos de la capacitación propiamente dicha y los costos adicionales generados por el tiempo que deben permanecer las personas involucradas. Respecto al tiempo de las personas se considera la opción de realizar la capacitación después de la jornada laboral, pagando las horas- extras, con el propósito de no interrumpir ni alterar el flujo de producción.

Tabla 7. Inversión Requerida en Capacitación Inicial Para la Implementación de lean manufacturing.

Descripción del personal a capacitar	Número de personas a capacitar	Valor promedio de 1 hora de trabajo por persona	Valor promedio de 1 hora de trabajo por tipo de trabajador
Operarios	77	\$ 2.200	\$169.400
Coordinador de pintura.	1	\$ 13.500	\$13.500
Analista de calidad	1	\$10.000	\$10.000
Analista de ingeniería	1	\$15.000	\$15.000

Herramienta	Cantidad de horas semanales para la capacitación	Cantidad de horas durante 6 meses	Valor hora extra capacitación	Cantidad de personas a capacitar	Cantidad horas vs Valor hora extra	Costo total capacitación
Lean Manufacturing	2	48	\$ 3,200	80	\$ 153,600	\$ 12,288,000
5'S						
Justo a tiempo						
Kaizen						

Esta tabla indica la necesidad de invertir \$ 12.288.000 para capacitar inicialmente a todo el personal (80 personas) de producción de la planta de pintura de AUTEKO S.A. Esta capacitación se realizara 2 horas semanales durante un periodo de 6 meses. Es importante resaltar que una vez finalizada la capacitación inicial, los equipos de trabajo deben seguir profundizando en el conocimiento de las herramientas de manufactura esbelta de forma tal que se convierta en una actividad que sea parte de la labor desempeñada por cada persona.

## 9.1 CAPITAL DE TRABAJO

La reducción de los problemas que se presentan en la planta de pintura de AUTEKO S.A. permite la elaboración de un mayor número de productos, esto significa que el ahorro en tiempo y materiales que se logra con la reducción de defectos, debido a la aplicación las diferentes herramientas, aumenta la capacidad de producción de la empresa. Para suplir el aumento en la capacidad de la compañía resulta necesario realizar una inversión en inventarios de materias primas con el propósito de poder satisfacer los nuevos requerimientos de producción.

## 10. RESULTADOS DEL PROYECTO

La implementación del Lean Manufacturing y sus herramientas van a permitir obtener una serie de beneficios que harán tener un mayor control en los procesos e incrementar la eficiencia de todo el proceso productivo. En base a esto se mencionan algunas mejoras que se realizarán por medio de la implementación del Lean Manufacturing:

- ❖ Aumento de la productividad pasando del 30% al 80%.
- ❖ Lead Time (tiempo desde que se recibe la orden hasta que se entrega), reducción pasando del 80% al 40% del tiempo empleado para producir.
- ❖ Costo del producto en manufactura, disminución del 50% al 20%.
- ❖ Inventario, Disminución del 80% al 40%.
- ❖ Espacio liberado en la planta, de 30% a 50%.
- ❖ Tiempo necesario para lanzar un nuevo producto al mercado, disminución del 50% al 30%.
- ❖ Costos asociados a la calidad disminuyen entre un 60% y 50%.
- ❖ Comunicación efectiva y coordinada a lo largo de toda la organización.
- ❖ Equipos de trabajo más efectivo.
- ❖ Reducción de la necesidad de supervisar los empleados, se promueve un ambiente laboral mejorado y enriquecido.
- ❖ Operarios más competentes y eficientes.
- ❖ Aumento en la motivación.
- ❖ El trabajo se desarrolla en condiciones más seguras y saludables.
- ❖ Aumento en los tiempos de respuesta a requerimientos.
- ❖ Aumento en la flexibilidad en los pedidos. (Tamaños de lote, referencias, etc.)
- ❖ Entrega de producto terminado a tiempo.
- ❖ Incremento en la confianza del cliente.

### 10.1 REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Al ejecutar niveles de producción, ésta se puede ajustar a través de la programación en forma más eficiente, evitando los cuellos de botella, tiempos muertos de maquinaria sin utilizarla al máximo rendimiento permitido y mano de obra ociosa.

**10.1.2 Reducción de inventarios:** comprar las materias primas en la cantidad que se necesita por cada orden de producción, además, de tener proveedores estratégicos que entregan los pedidos de material en la medida que se va utilizando en producción, permite mantener inventarios bajos.

**10.1.3 Reducción de tiempos de entrega:** se reducen los tiempos de entrega ya que se produce a pedido y al estar mejor planificada la producción permite cumplir con los tiempos comprometidos.

**10.1.4 Mejor calidad:** se disminuye considerablemente la merma y el producto va siendo controlado en línea y no al final del proceso. Cada operario es un control de calidad, con lo cual se tiene la certeza que el producto que se transforma cumple con las especificaciones técnicas requeridas.

**10.1.5 Menor mano de obra:** permite tener dotaciones de personal polifuncional, es decir, personal capacitado en más de una función como por ejemplo un empleado participando en las actividades de mantención, producción y calidad.

**10.1.6 Mayor eficiencia de equipo:** el control que se desarrolla a las máquinas y equipos en cuanto a rendimiento, mantenimiento y tasas de calidad, permiten mantener un alto nivel de eficiencia productiva.

**10.1.7 Disminución de los desperdicios:** la aplicación de Lean permite visualizar todos los puntos de la empresa donde existen ineficiencias lo cual permite detectar costos y gastos ocultos.

**10.1.8 Disminución de la sobreproducción:** se produce solo lo que los clientes necesitan y en las cantidades que ellos los requieren.

Tabla 8. Aumento de productividad con la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing.

<b>AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD</b>									
<b>AÑO 2011 MESES COMPRENDIDOS ENTRE ENERO – MAYO</b>					<b>AÑO 2012 MESES COMPRENDIDOS ENTRE ENERO - MAYO</b>				
<b>MES</b>	<b>Cantidad de motos pintadas</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS PINTADAS</b>	<b>COSTO X PIEZA PINTADA</b>	<b>COSTO TOTAL X PIEZAS</b>	<b>MES</b>	<b>Cantidad de motos pintadas</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS PINTADAS</b>	<b>COSTO X PIEZA PINTADA</b>	<b>COSTO TOTAL X PIEZAS</b>
ENERO	7000	42000	\$ 3,000	\$ 126,000,000	ENERO	12600	75600	\$ 3,000	\$ 226,800,000
FEBRERO	8200	49200	\$ 3,000	\$ 147,600,000	FEBRERO	14760	88560	\$ 3,000	\$ 265,680,000
MARZO	9300	55800	\$ 3,000	\$ 167,400,000	MARZO	16740	100440	\$ 3,000	\$ 301,320,000
ABRIL	8800	52800	\$ 3,000	\$ 158,400,000	ABRIL	15840	95040	\$ 3,000	\$ 285,120,000
MAYO	10200	61200	\$ 3,000	\$ 183,600,000	MAYO	18360	110160	\$ 3,000	\$ 330,480,000
<b>TOTAL</b>	<b>43500</b>	<b>261000</b>	<b>\$ 3,000</b>	<b>\$ 783,000,000</b>	<b>TOTAL</b>	<b>78300</b>	<b>469800</b>	<b>\$ 3,000</b>	<b>\$ 1,409,400,000</b>

Tabla 9. Diferencia en la productividad año 2011 vs año 2012 entre los meses comprendidos enero – mayo

<b>DIFERENCIA AÑO 2011 VS AÑO 2012</b>				
<b>MES</b>	<b>Cantidad de motos producidas</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS PINTADAS</b>	<b>COSTO X PIEZA PINTADA</b>	<b>COSTO TOTAL X PIEZAS</b>
ENERO	5600	33600	\$ 3,000	\$ 100,800,000
FEBRERO	6560	39360	\$ 3,000	\$ 118,080,000
MARZO	7440	44640	\$ 3,000	\$ 133,920,000
ABRIL	7040	42240	\$ 3,000	\$ 126,720,000
MAYO	8160	48960	\$ 3,000	\$ 146,880,000
<b>TOTAL</b>	<b>34800</b>	<b>208800</b>	<b>\$ 3,000</b>	<b>\$ 626,400,000</b>

Esta tabla indica la diferencia que se genera en cantidad y costo de las piezas pintadas de los meses comprendidos entre enero hasta mayo durante el año 2011 y 2012 en la planta de pintura implementando la metodología lean Manufacturing.

Tabla 10. Tiempo que tarda el proceso de pintura sin aplicación de lean manufacturing.

Tiempo empleado para producir (pintar) 31 motocicletas completas (min)	tiempo empleado para producir (pintar) un lote de 128 unidades (min)	Tiempo en horas empleado para producir (pintar) el lote	días empleados para producir (pintar) un lote
69	285	4.75	0.20

MES	Cantidad de motos producidas	Cantidad de motos que se pueden pintar en el conveyor	Tiempo empleado para pintar 31 motocicletas completas (min)	Tiempo empleado para producir la cantidad de motos (min)	Tiempo en horas	Tiempo en días
ENERO	7000	31	69	15581	260	11
FEBRERO	8200			18252	304	13
MARZO	9300			20700	345	14
ABRIL	8800			19587	326	14
MAYO	10200			22703	378	16

Tabla 11. Tiempo que tarda el proceso de pintura con aplicación de lean manufacturing

Tiempo empleado para producir (pintar) 31 motocicletas completas (min)	tiempo empleado para producir (pintar) un lote de 128 unidades (min)	Tiempo en horas empleado para producir (pintar) el lote	días empleados para producir (pintar) un lote
42	173	2.89	0.12



MES	Cantidad de motos producidas	Cantidad de motos que se pueden pintar en el conveyor	Tiempo empleado para pintar 31 motocicletas completas (min)	Tiempo empleado para producir la cantidad de motos (min)	Tiempo en horas	Tiempo en días
ENERO	7000	31	42	9484	158	7
FEBRERO	8200			11110	185	8
MARZO	9300			12600	210	9
ABRIL	8800			11923	199	8
MAYO	10200			13819	230	10

Tabla 12. Diferencia de tiempo aplicando lean manufacturing vs proceso actual de la planta de pintura.

Diferencia en el tiempo comprendido entre enero a mayo de 2011 vs 2012	Tiempo en horas	Tiempo en días
6097	102	4
7142	119	5
8100	135	6
7665	128	5
8884	148	6

Esta tabla indica la diferencia que se genera en tiempo si se producen la misma cantidad de motos en los meses comprendidos entre enero hasta mayo durante el año 2011 y 2012. En esta tabla se ve una diferencia de ahorro en tiempo del 40% en la planta de pintura implementando la metodología lean Manufacturing.

## 11. CONCLUSIONES

1. Entendiendo un modelo como una reproducción a escala que puede ser imitada o repetida, el desarrollo realizado a lo largo del presente trabajo permitió establecer un guía o modelo metodológico en el que se estructuran de forma lógica los pasos a seguir para lograr una implantación exitosa de herramientas de manufactura esbelta en AUTEKO S.A. Esto posibilita que el modelo propuesto sea repetible en otras líneas de producto de AUTEKO S.A. y que cada una de las herramientas pueda llegar a ser aplicada en un mayor número de áreas de trabajo que las mencionadas como directamente relacionadas con las características de la herramienta.
2. Los problemas de calidad que se presentan a lo largo de la línea de producción de AUTEKO S.A. se reflejan en el incumplimiento de especificaciones de los productos, permitiendo que se generen defectos; por tanto los defectos evidencian de manera clara los problemas de calidad.
3. Cada una de las herramientas de manufactura esbelta tiene diversas características que permiten lograr una reducción en la frecuencia de defectos en la línea de producción; por tanto, la aplicación de cada una de las herramientas posibilita en varios casos la reducción de más de uno de los defectos encontrados.
4. De las cuatro herramientas de manufactura esbelta aplicables al proceso de producción de la planta de pintura de AUTEKO S.A., se encontró que con la aplicación de dos de estas: 5´S y Kaizen, se impacta el 60% de los problemas que se presentan en el proceso de producción.
5. Las características específicas hacia las cuales se orienta cada herramienta permiten determinar el efecto que se genera en la reducción de defectos y facilitan la selección de herramientas adecuadas para cada situación; esto significa que la asignación de herramientas a cada uno de los diferentes defectos está determinada por el impacto que pueden generar en la reducción de los mismos.
6. El esquema de implementación que se desarrolla para AUTEKO S.A., debe permitir la comprensión clara de los pasos a seguir y llegar al grado de detalle que permita comprender el esquema metodológico que se pretende seguir.
7. El compromiso de la alta gerencia y las directivas de la empresa AUTEKO S.A., resulta fundamental en el desempeño exitoso de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta. Junto con esto la capacitación del equipo de trabajo, el entrenamiento, involucramiento y compromiso personal son factores decisivos en el proceso de desarrollo de un pensamiento esbelto dentro de la planta de producción.

8. Los desarrollos realizados por medio del trabajo son un aporte en el mejoramiento de los procesos productivos de AUTEKO S.A. que permiten apoyar los alcances realizados con el proceso de implementación de las herramientas desarrolladas, por tanto se considera responsabilidad de la empresa permitir que dichos avances se conviertan en realidad y puedan repercutir en el cumplimiento de metas y objetivos trazados.

## 12. RECOMENDACIONES

1. En el momento en el que se decida iniciar el proceso de implementación de herramientas de manufactura esbelta es necesario que todas las personas que hacen parte de la planta de pintura de AUTEKO S.A. tengan claro que este es un proceso de mejoramiento continuo que requiere atención constante; por tanto se considera necesario en cada etapa del proceso definir un responsable claro de las tareas asignadas y desarrollar mecanismos de evaluación y retroalimentación de los avances realizados. Es decir, que el modelo de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta, en la etapa de implementación, requiere la designación de responsabilidades específicas en el desarrollo de cada una de las etapas enunciadas en el mismo.
2. Manufactura esbelta debe entenderse como una filosofía o pensamiento en el cual las herramientas son algunas de las formas que se pueden desarrollar para llegar a desarrollar un trabajo armónico en el flujo de proceso de forma tal que se reduzcan las mudas presentes en el proceso de producción, buscando con todas las propuestas resultados positivos que se reflejen en el aumento de productividad, la reducción de costos, la reducción de defectos entre otros.
3. El desarrollo exitoso de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta se fundamenta en los avances realizados por los equipos de trabajo que se conformen; en este orden de ideas se plantea la posibilidad de desarrollar un programa desde el área de recursos humanos que fomente la participación de los trabajadores y ante todo le permita a cada uno de los equipos de trabajo presentar sus resultados a los demás miembros involucrados en el proceso.
4. Para la ejecución de la primera etapa de capacitación en cada herramienta de manufactura esbelta, resulta fundamental que la persona encargada de realizarla conozca las etapas planteadas en el modelo y siga los lineamientos documentados en éste, pues de la capacitación parte la motivación del personal para llevar a cabo los cambios en el proceso de producción.
5. Una vez se realicen las capacitaciones iniciales en cada herramienta, se debe propiciar la creación de una cultura de auto estudio de los grupos de trabajo, para que los integrantes de dichos grupos propicien el avance y las mejoras de sistema.

## ANEXOS





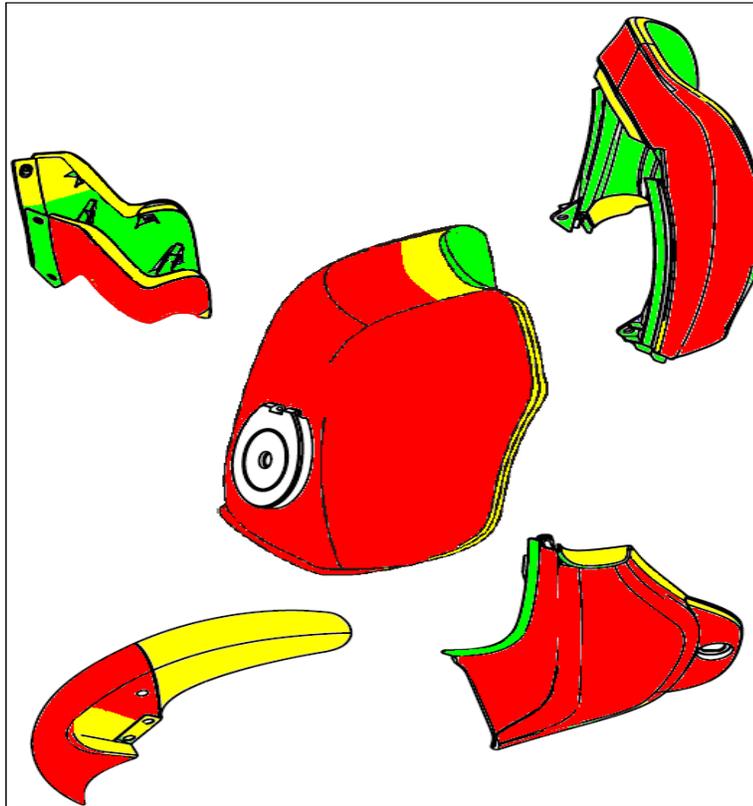








## ANEXO F. AREAS CRÍTICAS DE LAS PARTES PARA LA ACEPTACIÓN DE CALIDAD



**A** AREA CRITICA



Son las zonas visibles por el usuario donde los defectos son detectados fácilmente, afectando la apariencia de la pieza o moto.

**B** AREA MENOS CRITICA.



Son las zonas poco visibles por el usuario donde sus defectos son detectados al tacto.

**C** AREA NO CRITICA.



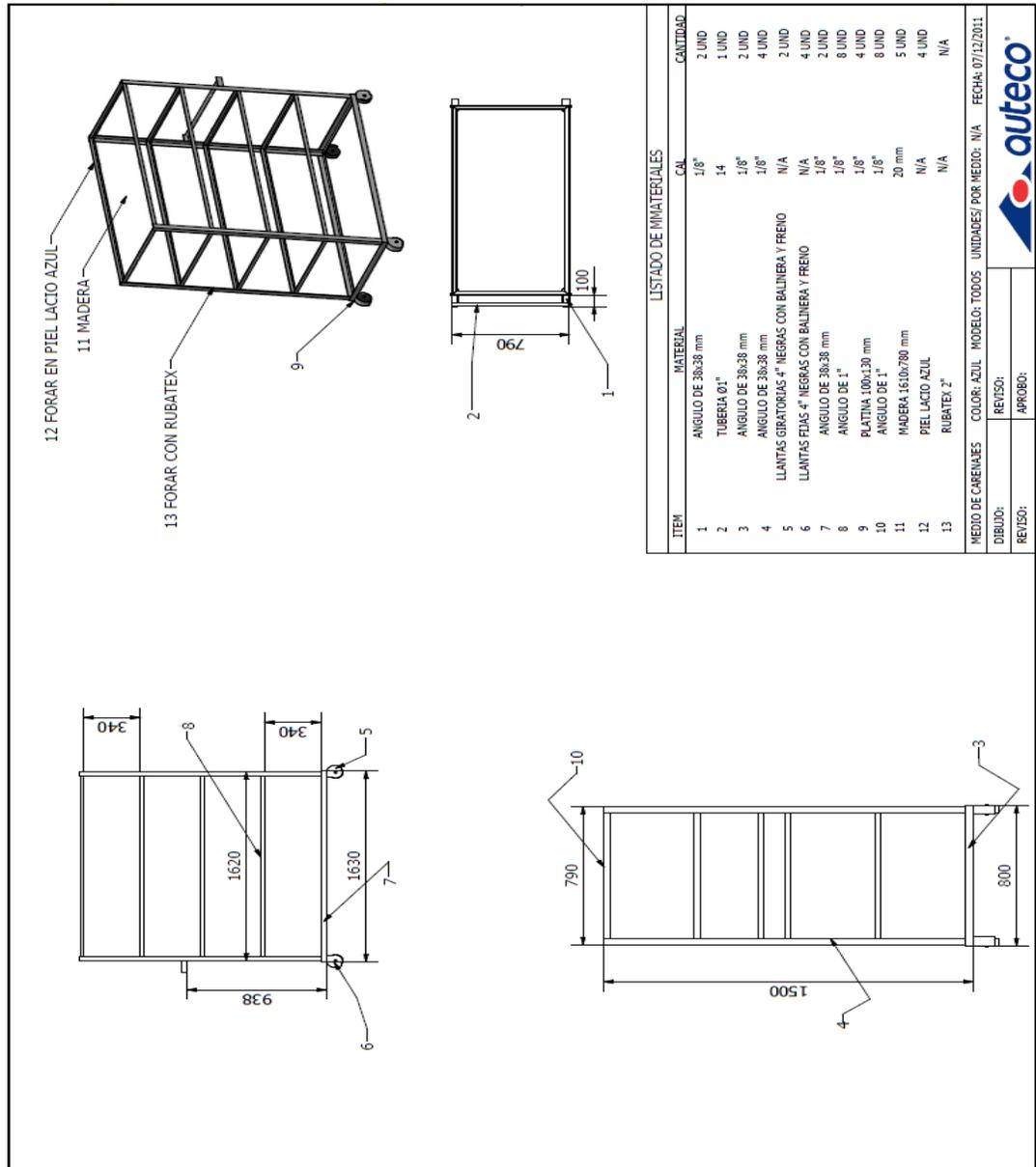
Son las zonas difíciles de detectar por el usuario, que no afectan la apariencia de la pieza o moto.

<b>Tipo de motocicleta</b>	<b>Todos los modelos</b>						
Partes de aplicación	Tanques, complemento tanque, guardabarros, carenajes, tapa laterales, colas y (partes plásticas en general)						
Distancia para la inspección visual	30 cm a 70 cm						
<b>Características a controlar</b>	Especificación por tipo de zona						
	<b>A crítica (Rojo)</b>	<b>B menos crítica (Amarillo)</b>	<b>C no crítica (Verde)</b>	<b>Muestra</b>		<b>Verificación</b>	<b>Plan de Reacción</b>
				<b>Tamaño</b>	<b>Frecuencia</b>		
Tono y brillo	El color debe estar de acuerdo al color estándar (según probeta plástica y metálica)			1	1 cada 1	Visual utilizando probeta	Segregar, registrar e informar
Piel de naranja	Los defectos altamente visibles y notables no serán aceptados	Los defectos levemente visibles serán aceptados.	Este defecto será aceptado en esta zona.	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Chorro, gotas o exceso de pintura. La superficie tiene un acabado desigual.	Los defectos visibles no son aceptables.	Los defectos visibles no son aceptables.	Este defecto será aceptado en esta zona.	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Agujeros (pinole), puntos, sucios, aceites, mezclas de sustancias extrañas del mismo color que la base o de color diferente a la base).	Diferente color $\leq 0.25$ mm	Diferente color $\leq 0.5$ mm	Este defecto será aceptado en esta zona.	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
	Igual color $\leq 0.4$ mm	Igual color $\leq 0.6$ mm	Este defecto será aceptado en esta zona.	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
	Numero de defectos en la misma zona $\leq 2$ La distancias entre defectos debe ser $\geq 20$ mm	Numero de defectos en la misma zona $\leq 3$ La distancias entre defectos debe ser $\geq 20$ mm	Este defecto será aceptado en esta zona.	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
Marcas de pulido en la superficie. (Nubes)	Ninguna marca de pulido es aceptable.	Ninguna marca de pulido es aceptable.	Este defecto será aceptado en esta zona. En el caso que la superficie este despintada o de manera irregular no será aceptado.	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Descamación, fisuras, ampollas.	Estos defectos no son aceptables.			1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e

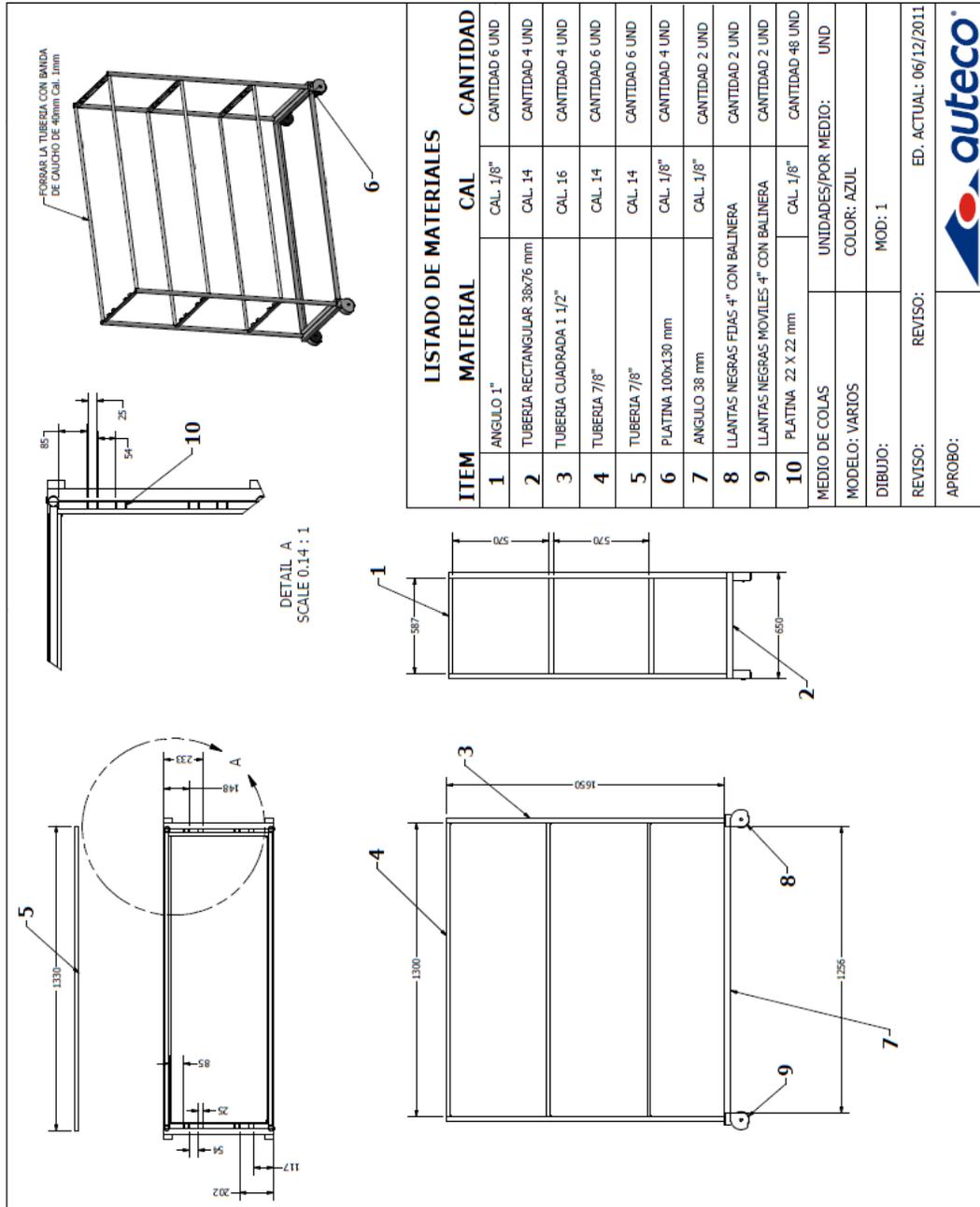
						informar	
Marcas por golpes (hundido)	Estos defectos no son aceptables.			1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Rayas	Este defecto no es aceptable.	Espesor $\leq$ 0.1mm, longitud $\leq$ 2 mm Se aceptan máximo 5 rayas en una zona de 15 mm (cuadrados)	Este defecto será aceptado en esta zona.	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
Falta de pintura o barniz	Este defecto no es aceptable.	Este defecto no es aceptable.	Este defecto será aceptado en esta zona.	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Huellas de lija	Este defecto no es aceptable.	Este defecto no es aceptable.	Este defecto será aceptado en esta zona.	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Calcomanías (Bombas)	< 0.7 mm	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
	Numero de defectos en la misma zona $\leq$ 2 la distancia entre defectos debe ser $\geq$ 20 mm	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
Calcomanías (Pinhole)	< 0.7 mm	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
	Numero de defectos en la misma zona $\leq$ 2 La distancias entre defectos debe ser $\geq$ 20 mm	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
Calcomanías (arrugas)	Espesor $\leq$ 0.1 mm Longitud $\leq$ 3 mm	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar
	Numero de defectos en la misma zona $\leq$ 2 La distancias	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual utilizando plantillas guía.	Segregar, registrar e informar

	entre defectos debe ser $\geq 100$ mm						
Calcomanías (Mala impresión)	Este defecto no es aceptable.	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Calcomanías (Despegadas)	Este defecto no es aceptable.	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Calcomanías (Rasgada)	Este defecto no es aceptable.	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar
Calcomanías (Mal ubicada)	Este defecto no es aceptable.	N/A	N/A	1	1 cada 1	Visual	Segregar, registrar e informar

## ANEXO G. PLANO MEDIO DE TAPAS Y CARENAJES

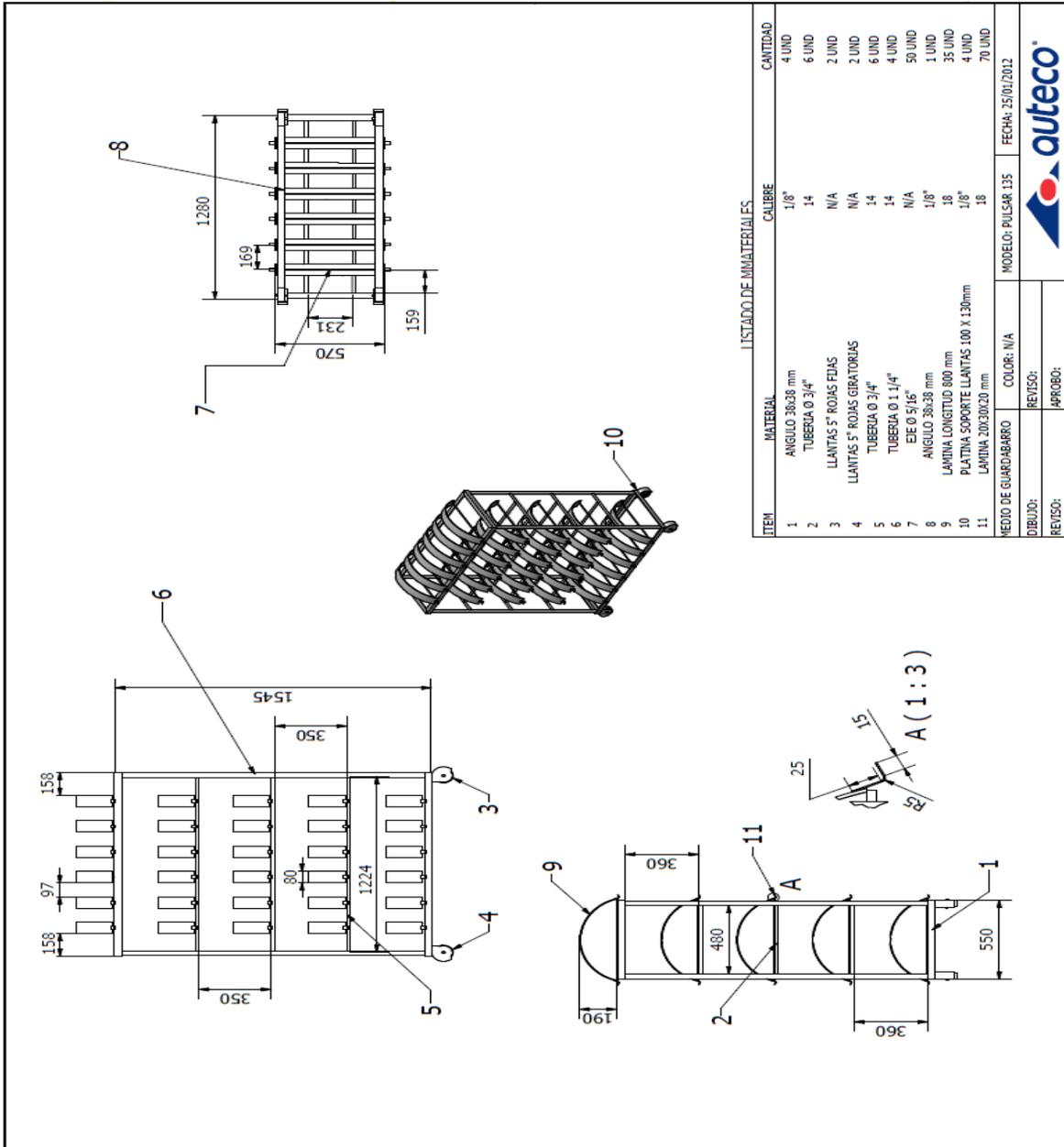


## ANEXO H. PLANO MEDIO DE COLAS

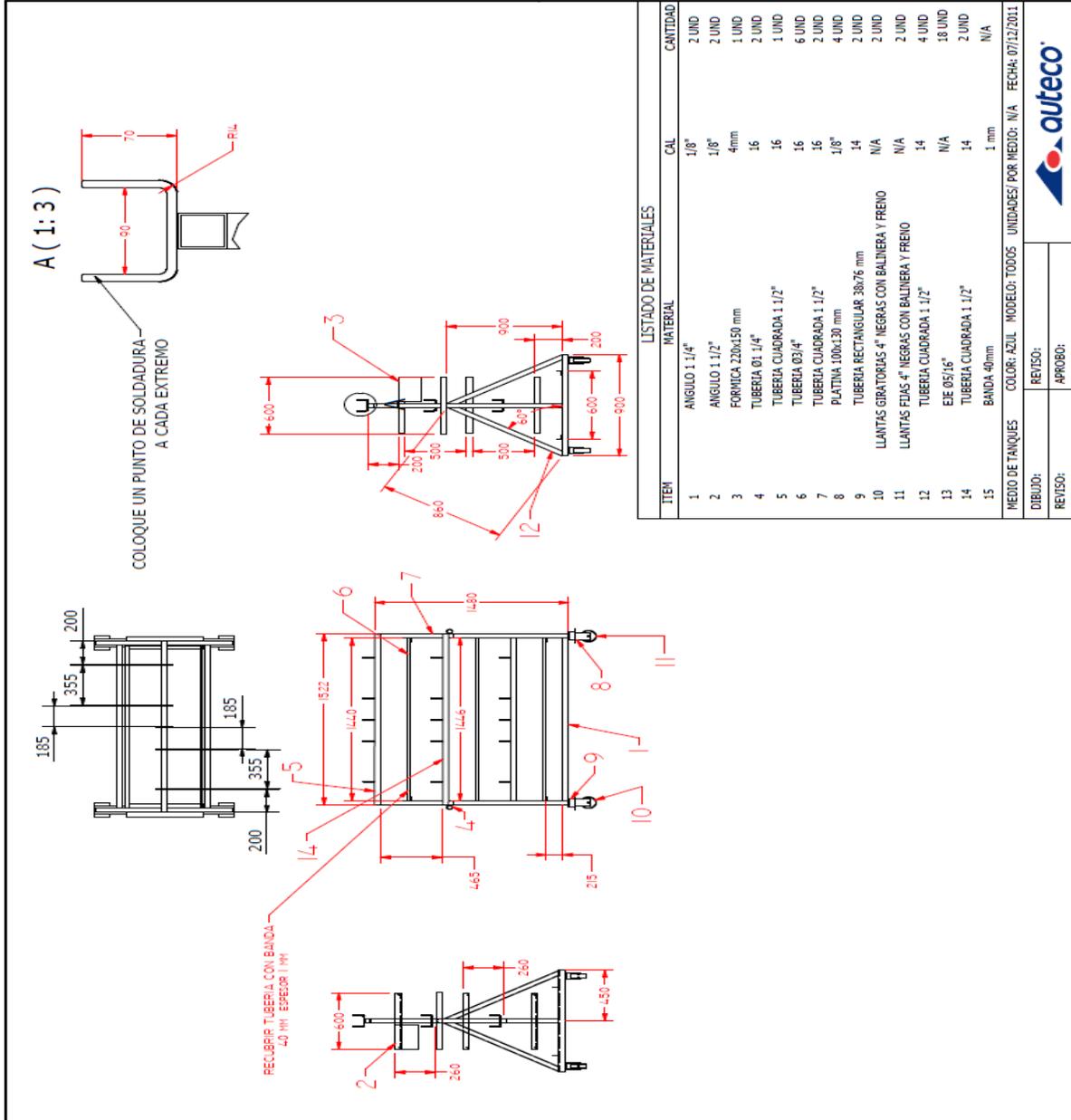




# ANEXO I. PLANO MEDIO DE GUARDABARROS



## ANEXO J. PLANO MEDIO TANQUES



## ANEXO K. PLAN AUDITORIA DE 5 ´S PLANTA DE PINTURA

 <b>SENTIDO</b>	<b>AUDITORIA 5S EN PLANTA</b>		AREA:					
			AUDITOR:	PLAN DE ACCION	RESPONSABLE	PLAZO	SEGUIMI FALTO	
		P	ASPECTOS A MEJORAR					
		REQUERIMIENTO DE EVALUACIÓN	<b>CRITERIO: "0" NO CUMPLE EL REQUISITO, "1" CUMPLE EL REQUISITO</b>					
		P	ASPECTOS A MEJORAR					
<b>DESALOJAR</b> <i>Separar lo que sirve de lo que no. Evacuar lo innecesario</i>	1	El área está libre de herramientas, equipos, estantes o medios que no se usan o son obsoletos.						
	2	El área está libre de inventario obsoleto						
	3	El producto no conforme está identificado y segregado						
	4	Las zonas de producto no conforme están identificadas y se usan para tal fin						
	5	Los pasillos y vías de acceso están despejados						
		<b>Resultados Parciales Desalojar</b>	<b>0</b>					
<b>LIMPIAR</b> <i>Eliminar cualquier vestigio de suciedad</i>	6	Las paredes, mallas, pisos y puertas están limpios						
	7	Las herramientas y medios de trabajo están organizados y limpios						
	8	La máquina Y/o equipo se encuentra limpio						
	9	Las áreas comunes están limpias, libres de polvo y grasa						
	10	Todos los recipientes están identificados con el tipo de sustancia que contienen						
	11	Las máquinas y equipos se encuentran libres de chorreos de grasa y/o aceite						
	12	Los puestos de trabajo se encuentran limpios						
		<b>Resultados Parciales Limpiar</b>	<b>0</b>					
<b>ORDENAR</b> <i>Tener lugar apropiado para cada cosa</i>	13	El área está libre de elementos en el piso o fuera de lugar (estopa, guantes, herramientas, piezas)						
	14	Los pasillos y vías de acceso están debidamente demarcados						
	15	Se encuentra la documentación requerida en su lugar (centro de consulta o en el puesto de trabajo)						
	16	Los residuos sólidos están ubicados adecuadamente (separados en los recipientes correspondientes)						
	17	La máquina Y/o equipo se encuentra en buen estado						
	18	Es adecuado el almacenamiento de las piezas Y/o productos						
	19	Las piezas Y/o productos están debidamente identificados						
	20	Las herramientas y medios están debidamente almacenados						
		<b>Resultados Parciales Ordenar</b>	<b>0</b>					
<b>SALUD Y BIENESTAR</b> <i>En el área hay un adecuado ambiente físico y emocional</i>	21	La máquina Y/o Herramientas poseen los dispositivos de seguridad adecuados para evitar accidentes						
	22	El personal usa los elementos de protección personal adecuados para la tarea						
	23	La iluminación es suficiente para realizar la tarea						
	24	El acceso al área es seguro						
	25	La ventilación es adecuada en el área						
	26	No hay cables eléctricos pelados o atravesados en el área de trabajo						
	27	El inventario se encuentra almacenado de forma segura						
			<b>Resultados Parciales Salud y Bienestar</b>	<b>0</b>				
	28	Se practica todos los días los cinco sentidos						
	29	El personal trabaja en equipo las 5S						
<b>AUTODISCIPLINA</b> <i>Buscar el mejoramiento continuo a nivel personal y organizacional</i>	30	Se practica el autocontrol y auto inspección						
	31	El ambiente de trabajo es agradable y seguro, proyecta buena imagen						
	32	Los indicadores de los tableros están actualizados						
			<b>Resultados Parciales Autodisciplina</b>	<b>0</b>				
		<b>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>0%</b>					
		<b>ASPECTOS A DESTACAR:</b>						
				<b>EVALUACIÓN</b>				
				<b>CUMPLE SATISFACTORIAMENTE</b>		<b>80% - 100%</b>		
				<b>TIENE INCONSISTENCIAS MENORES</b>		<b>60% - 79%</b>		
				<b>TIENE INCONSISTENCIAS MAYORES</b>		<b>MEJOR AL 59%</b>		

## ANEXO L. ESTANDARIZACIÓN DE LA PRESIÓN PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EN CABINAS



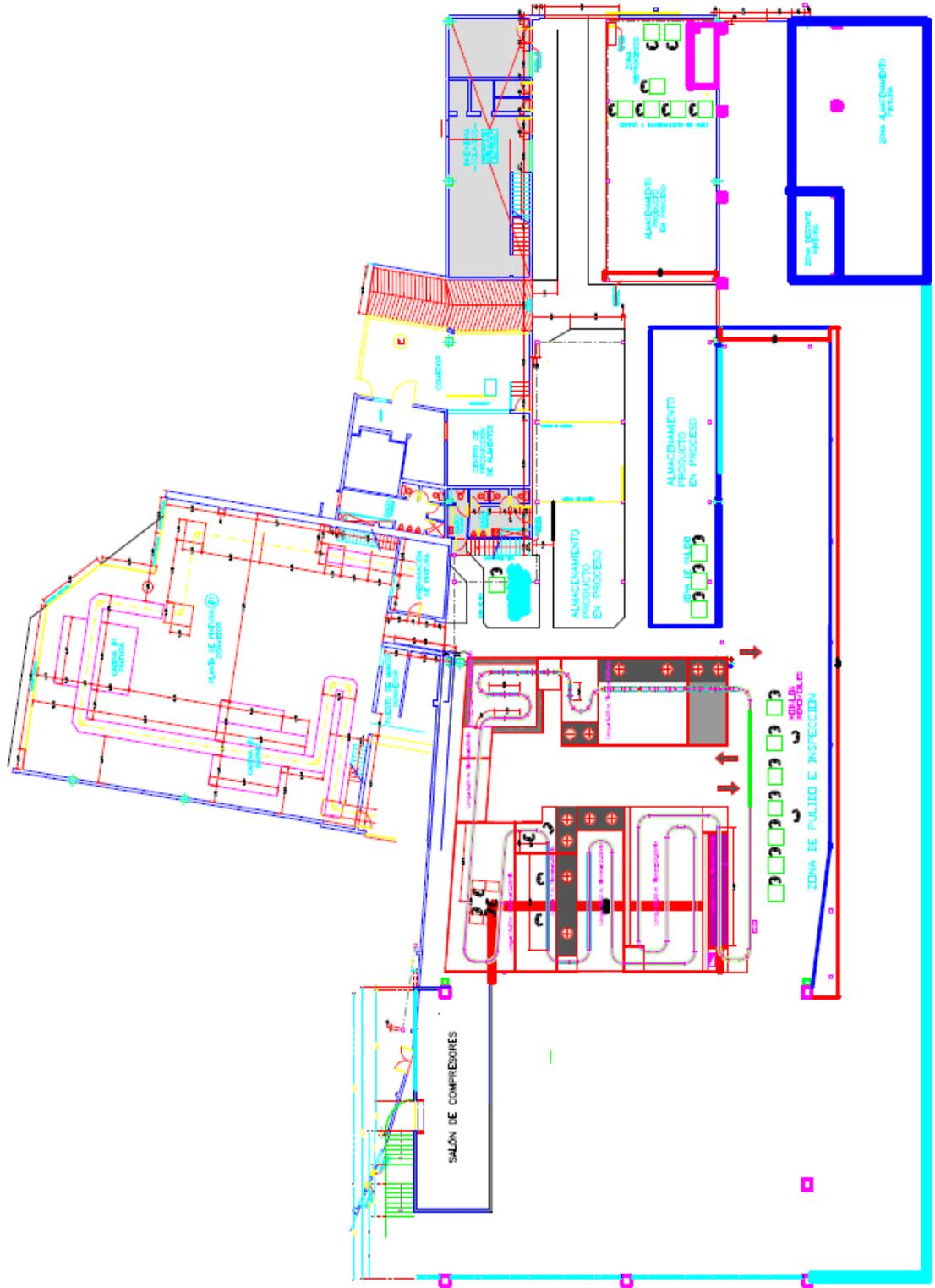
**RANGO DE PRESIÓN  
PARA LA APLICACIÓN  
0 A 80 PSI**

**POR FUERA DEL RANGO  
DE PRESIÓN  
81 A 160 PSI**

**ANEXO M. CONTADOR DE PAROS DE CONVEYOR POR CABINA**



# PLANTA DE PINTURA SIN LA APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING





## **BIBLIOGRAFÍA**

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistema de gestión de la calidad fundamentos y vocabulario. 1486 Sexta Actualización.

EVERETT, Adam. Administración de la producción y las operaciones. Conceptos, modelos y funcionamiento. Cuarta Edición. Prentice Hall. Hispanoamérica S.A 1991

PLOSSL, George W. Control de la producción y de inventarios. Principios y Técnicas. Segunda Edición. Prentice Hall. México. 1987.

### INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

[www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/introalaii.htm](http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/introalaii.htm)

### CURSOS EL PRISMA

<http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=10162>

## **CIBERGRAFÍA**

[www.elprisma.com/lean manufacturing](http://www.elprisma.com/lean%20manufacturing)

### INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

[www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/introalaii.htm](http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/introalaii.htm)