



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD  
EN UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PLÁSTICOS

AUTOR

David Antonio Cevallos Herrera

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD  
EN UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PLÁSTICOS

Trabajo de titulación presentado en conformidad de los requisitos establecidos por  
optar por el título de Ingeniería en Producción Industrial

Profesor Guía

MSc. Roque Alejandro Morán Gortaire

Autor

David Antonio Cevallos Herrera

Año

2017

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

---

Roque Alejandro Morán Gortaire

Master en Ciencias

CI: 1704903317

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

---

Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Ingeniera Industrial.

CI: 1803540598

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigente”.

---

David Antonio Cevallos Herrera

CI: 1714485677

## **AGRADECIMIENTO**

Un Agradecimiento Especial a mis padres y profesores que me brindaron los medios y los conocimientos necesarios para el desarrollo este trabajo de titulación.

También agradezco a la empresa ENGOMA CIA LTDA, por abrir las puertas de sus instalaciones y colaborar activamente a la realización de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación con especial orgullo a mis padres y abuelos, siempre fueron un pilar fundamental en mi crecimiento y me brindaron siempre su apoyo incondicional.

A mi hermana Marce que siempre ha sido y será mi apoyo incondicional para cualquier reto que la vida me presente. La motivación que me brindaste en esta etapa de mi carrera profesional fue invaluable.

## RESUMEN

El siguiente trabajo de titulación tiene como objetivo estructurar una propuesta viable y aplicable, para lograr un aumento en la productividad de la línea de fabricación de adhesivos plásticos de la empresa Engoma CIA LTDA, a través de la optimización de tiempos de set up, aplicación de procesos de mantenimiento productivo total (TPM), planificación de la producción y el establecimiento de procedimientos de orden, limpieza y estandarización.

Con este objetivo se comenzó por realizar una evaluación del estado actual del nivel de productividad de la línea de fabricación, así como todos los factores y falencias que tienen una implicación directa o indirecta en los temas de eficiencia, calidad y disponibilidad, los cuales son los factores indispensables que componen el indicador de productividad OEE.

Durante la primera etapa se investigó, midió y definió de manera clara los problemas presentes en el estado actual de la empresa y que tiene afectación directa en el nivel de OEE o lo que se conocerá en adelante como la línea base para la propuesta de mejora. En la etapa de medición se recolectó y levanto toda la base de información necesaria para evaluar el estado actual de la empresa el cual es retratado en la herramienta VSM, este proceso requirió de la toma de tiempos, análisis de eficiencia de máquinas y revisión del nivel de calidad actual. Con los problemas bien definidos y respaldados por datos confiables, se procede a realizar un análisis de las causas raíces que se presentan en la empresa y que tienen afectación directa al nivel de productividad de la línea de producción, al encontrar las causas raíces y atacarlas se asegura que el problema general sea mitigado en gran medida, puesto que los esfuerzos y recursos están destinado a acciones y procesos de alto impacto en el incremento del OEE.

Finalmente con las causas raíces identificadas se propondrá un plan de implementación para las mejoras y herramientas a usarse, con el fin de alcanzar el objetivo general del estudio.



## **ABSTRACT**

The following Project aims to structure a feasible and applicable proposal to achieve an increase in the productivity of the plastic adhesive production line of the company Engoma CIA LTDA, through the optimization of set up times, application of processes of total productive maintenance (TPM), production planning and the establishment of procedures of order, cleaning and standardization.

With this objective, an assessment was made of the current state of the productivity level of the manufacturing line, as well as all the factors and shortcomings that have a direct or indirect implication in the issues of efficiency, quality and availability, which are the Factors that make up the OEE productivity indicator.

During the first stage, the problems present in the current state of the company were investigated, measured and defined clearly and that has a direct effect on the OEE level or what will be known as the baseline for the improvement proposal. In the measurement stage, the entire information base needed to evaluate the current state of the company which is portrayed in the VSM tool was collected and lifted, this process required time taking, machine efficiency analysis and level review of current quality. With problems well defined and supported by reliable data, an analysis is made of the root causes that occur in the company and that have a direct effect on the productivity level of the production line, finding root causes and attacking them Ensures that the overall problem is largely mitigated, since the efforts and resources are aimed at actions and processes of high impact in increasing the OEE.

Finally, with the root causes identified, an implementation plan will be proposed for the improvements and tools to be used, in order to reach the overall objective of the project.

# ÍNDICE

<b>1. CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES</b> .....	1
1.1 Antecedentes:.....	1
1.2 Descripción de la empresa:.....	2
1.3 Justificación: .....	6
1.4 Objetivos del Estudio: .....	7
1.4.1 Objetivo General: .....	7
1.4.2 Objetivos Específicos: .....	8
1.5 Alcance: .....	8
<b>2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	8
2.1 Productividad: .....	8
2.2 Proceso:.....	9
2.3 Value Stream Map (VSM): .....	10
2.4 Tiempo de ciclo:.....	11
2.5 Tiempo de ciclo de producto: .....	11
2.6 Takt Time: .....	11
2.7 Takt Image:.....	12
2.8 Balanceo de Cargas:.....	12
2.9 Lead Time:.....	12
2.10 MRP:.....	12
2.11 Capacidad del sistema: .....	12
2.12 Capacidad de proceso Cp:.....	13
2.13 Capacidad Real de proceso Cpk:.....	13
2.14 Overall Equipment Efficiency OEE: .....	13
2.15 Five whys and one How: .....	14

2.16 Metodología de las 5 S: .....	15
2.17 Total Productive Maintenance (TPM): .....	15
2.18 SMED: .....	16
2.19 Muestreo de datos discretos: .....	16
<b>3. CAPÍTULO III. DEFINICIÓN DE ESTADO ACTUAL ....</b>	<b>17</b>
3.1 Definición de problemas:.....	17
<b>4. CAPÍTULO IV. Medición.....</b>	<b>23</b>
4.1 Estudio Inicial:.....	23
4.2 Levantamiento de VSM Actual: .....	28
4.2.1 Establecimiento de Familias de productos: .....	28
4.2.2 Análisis de demanda: .....	29
4.2.3 Medición de Tiempos: .....	31
4.2.4 Gráfica VSM: .....	35
4.2.5 Balance Actual: .....	39
4.3 Análisis de capacidad de lead time .....	41
4.4 OEE de estaciones y de planta: .....	45
4.4.1 OEE Estación de Corte: .....	46
4.4.2 OEE Estación de impresión máquina Etirama: .....	47
4.4.3 OEE Estaciones de impresión máquinas MarkAndy´s: .....	48
4.4.4 OEE Estación de troquelado plano: .....	49
4.4.5 OEE Estación Abetos: .....	50
4.4.6 Estaciones de Rebobinado: .....	50
4.4.7 Estación de empaque.....	52
4.4.8 OEE de planta: .....	53
4.4.9 Conclusión del nivel de productividad del estado actual: .....	55
<b>5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE CAUSAS RAICES .....</b>	<b>55</b>
5.1 Árboles de definición de problemas y 5 por qué:.....	56
5.1.1 Problema de nivel de productividad u OEE: .....	56

5.1.2 Problema de nivel de desperdicio: .....	58
5.2 Conclusión de Análisis de causas raíces: .....	60
<b>6. CAPÍTULO VI. PLAN DE MEJORA</b> .....	<b>60</b>
6.1 Implementación de 5s: .....	61
6 .2 Plan de mejora Gestión de mantenimiento:.....	63
6.2.1 Mantenimiento Correctivo:.....	63
6.2.2 Gestión de mantenimiento basado en TPM:.....	65
6.3 Aplicación de SMED o Cambios Rápidos:.....	71
6.4 Planificación de Planificación de la producción y requisición de materiales: .....	73
6.5 Situación futura: .....	76
<b>7.CAPÍTULO VII. ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	<b>81</b>
7.1 Reducción de horas Suplementarias y extraordinarias: .....	81
7.2 Reducción del nivel de desperdicio. ....	82
7.3 Reducción de costos Directos Energéticos. ....	83
7.4 Resumen de Ahorros proyectados .....	84
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>86</b>
8.1 Conclusiones: .....	86
8.2 Recomendaciones: .....	87
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>91</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación georeferencial de Engoma Adhesivos .....	2
Figura 2. Ejemplos de productos de ENGONA ADHESIVOS .....	5
Figura 3. Árbol de problema OEE .....	19
Figura 4. Árbol de problema Planificación y MRP .....	20
Figura 5. Árbol de problema desperdicio.....	22
Figura 6. Proceso de impresión máquina Etirama.....	25
Figura 7. Análisis de Familias de producto en Engoma .....	29
Figura 8. Tabulación de histórico de ventas .....	30
Figura 9. Cálculo de Takt time formato VSM de estudio .....	31
Figura 10. Tiempos estación de corte M.P .....	33
Figura 11. Tiempos de impresión estación Etirama .....	33
Figura 12. Tiempos de impresión estación MarkAndy 1.....	33
Figura 13. Tiempos de impresión estación MarkAndy 2.....	33
Figura 14. Tiempos de estación troquelado plano.....	34
Figura 15. Tiempos de estación Rebobinado 1 .....	34
Figura 16. Tiempos de estación Rebobinado 2 .....	34
Figura 17. Tiempos de estación Abetos .....	34
Figura 18. VSM Actual de la empresa Engoma .....	37
Figura 19. Balance de operaciones estado actual.....	40
Figura 20. Plan de muestreo para análisis de lead time.....	42
Figura 21. Resumen de muestreo de órdenes .....	43
Figura 22. Dispersión de datos muestrales .....	44
Figura 23. Análisis estadístico CP y CPK.....	46
Figura 24. OEE Corte.....	46
Figura 25. OEE Etirama .....	47
Figura 26. OEE MarkAndy 1.....	48
Figura 27. OEE Mark Andy 2.....	48
Figura 28. OEE Troqueladora Plana .....	49

Figura 29. OEE Abetos .....	50
Figura 30. OEE Rebobinadora 1 .....	51
Figura 31. OEE Rebobinadora 2 .....	51
Figura 32. OEE Empaque .....	52
Figura 33. “Overall Equipment Efficiency” Engoma .....	53
Figura 34. Clasificación de empresas por % de OEE.....	54
Figura 35. Árbol de solución de problemas nivel bajo de OEE.....	57
Figura 36. Árbol de solución de problema de nivel de desperdicio .....	59
Figura 37. Criterio de Selección de objetos.....	61
Figura 38. Gráfica de Evaluación de 5s .....	63
Figura 39. codificación para equipos TPM .....	65
Figura 40. Análisis de criticidad para equipos .....	66
Figura 41. Modelo de mantenimiento para equipos críticos .....	66
Figura 42. Análisis de modelo de mantenimiento de quipos importantes.....	67
Figura 43. Modelo de mantenimiento para equipos prescindibles.....	67
Figura 44. Modelos de mantenimiento para modelos programados.....	68
Figura 45. modelo de ficha técnica.....	69
Figura 46. Análisis de repuestos .....	70
Figura 47. Formato para análisis SMED .....	72
Figura 48. Formato para control SMED.....	73
Figura 49. Asignación de trabajos .....	74
Figura 50. Balance de operaciones de programación de producción.....	75
Figura 51. VSM futuro de la empresa ENGOMA.....	77
Figura 52. Tiempos de ciclo vs Takt Time en VSM Actual .....	78
Figura 53. Tiempos de ciclo vs Takt Time VSM Futuro.....	79
Figura 54. OEE Futuro de planta.....	80
Figura 55. Ahorros por horas extras sistema futuro .....	82
Figura 56. Análisis de costo de desperdicio Actual vs Futuro .....	83
Figura 57. Análisis de ahorro mensual de consumo eléctrico .....	84
Figura 58. Análisis Económico Estudio .....	85

## **1. CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Antecedentes:**

En una clásica cadena de valor para empresas manufactureras, el mayor costo de operaciones e inversión gira en torno a la producción, es por ello que en la actualidad uno de los objetivos más buscados por todas las empresas de este segmento, es la obtención de mayores niveles de productividad al menor costo sin incumplir los requerimientos del cliente. Es en esta necesidad donde la eficiencia de las operaciones centra su interés, combinando la tecnología disponible y las mejores prácticas de negocio en el mundo, para lograr resultados tangibles y medibles.

En el Ecuador las pequeñas y medianas empresas manufactureras, durante el 2016 enfrentan un difícil panorama económico debido al “decrecimiento del 2,3% de la economía nacional” (Fondo Monetario Internacional, 2016), esta crisis ha tenido un alto impacto en el sector puesto que la confianza del consumidor sobre la obtención de bienes y servicios se ha visto disminuida, lo cual repercute de manera directa los niveles de ventas de las empresas manufactureras e incrementa el nivel de competencia entre las mismas.

El escenario económico antes mencionado, ha provocado que algunas empresas en su afán de lograr mayores beneficios y rentabilidad, centren sus esfuerzos en reducir de manera drástica los costes asociados al sistema productivo, en contraposición de buscar constantemente la productividad como alternativa para enfrentar el complejo escenario económico.

En la actualidad producir el mismo bien o brindar un servicio a un costo más bajo, más oportuno y con calidad, asegura la competitividad de la empresa en el mercado nacional. Es por ello que, como lo menciona Tom Peters, *“Las empresas excelentes no solo creen en la excelencia, también en la mejora continua y el cambio constante”*, la competitividad de una organización es el resultado de vivir una filosofía de mejorar continuamente y buscar la excelencia, de manera que cuando se trabaja en lograr estos objetivos, los servicios o bienes reducen su coste y por ende el precio al cliente final, lo que brinda una ventaja competitiva a la organización.

## 1.2 Descripción de la empresa:

Engoma Adhesivos CIA LTDA, es una empresa ecuatoriana fundada en 1996, dedicada a la fabricación de adhesivos plásticos para productos alimenticios y comerciales.

La planta de producción así como sus oficinas administrativas se encuentran ubicadas al oriente del distrito metropolitano de Quito, en el sector industrial de llano grande junto a la carretera panamericana norte.

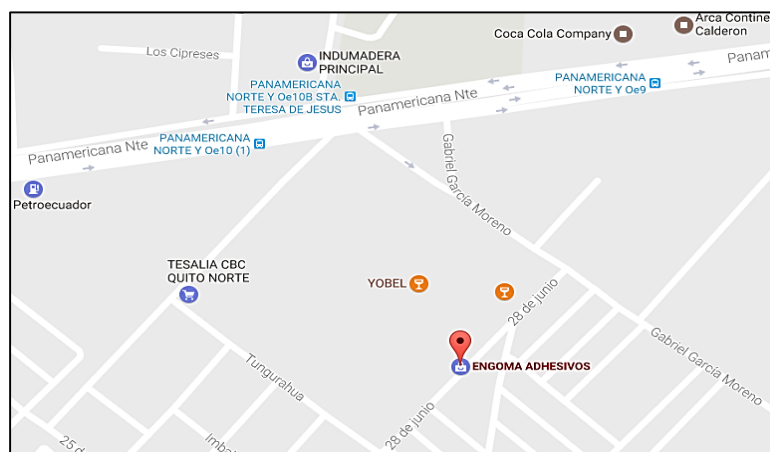


Figura 1. Ubicación georeferencial de Engoma Adhesivos

Tomado de: Google Maps, 2017



El sistema productivo de la empresa consta de 3 estaciones de impresión que trabajan en paralelo, las cuales representan la columna vertebral de la línea de producción. Posteriormente la sección de impresión se acopla a un sistema lineal de manufactura, donde a lo largo de la línea se generan diversos valores agregados para el cliente final.

Engoma es una pequeña empresa que emplea a 28 personas de manera directa, de estas, el 57% están destinadas a la manufactura en el área de producción donde laboran en dos turnos de manera rotativa en el horario de 08H00 a 00H00.

Engoma Adhesivos CIA LTDA, es considerada una pequeña empresa en cuanto al número personas empleadas (P), pero de tamaño mediano cuando se analiza su nivel de ventas (V), según la clasificación establecida para las empresas ecuatorianas por el Instituto nacional de estadística y censos. (INEC, 2012)

Uno de los lemas organizacionales es “Ofrecer una alta gama de soluciones para decorar, promocionar, identificar y agregar funcionalidad a todo tipo de productos de consumo, a través de impresiones profesionales y diseños vanguardistas”. (Engoma Adhesivos CIA LTDA, 2016).

A continuación se describen los pilares estratégicos de la organización.

**Misión:** “Satisfacer las necesidades de los clientes de etiquetas adhesivas y productos a fines, a través de la elaboración de productos de alta calidad y comercialización eficiente, a precios competitivos, creando valor para nuestros accionistas, colaboradores y la sociedad”. (Engoma Adhesivos CIA LTDA, 2016)

**Visión:** “Ser una empresa líder en el mercado local de etiquetas y productos afines y lograr posicionamiento en el mercado externo”. (Engoma Adhesivos CIA LTDA, 2016)

Los clientes potenciales de Engoma Adhesivos CIA LTDA son Pronaca, Snakcs América latina, Edesa, Nestle, Textiles el Rayo, Quifatex, Kraft Foods Ecuador, Ingesa, Kimberly Clark entre otros. Toda la producción de la empresa se realiza bajo la modalidad PUSH o bajo pedido, los cuales se manufacturan y despachan semanalmente en caso de algunos clientes, mientras que en otros manejan un periodo de tiempo mensual.

Actualmente la etiqueta es una parte fundamental del producto ya que permite identificar la marca o el producto ante el consumidor, describir las características del mismo y sobre todo diferenciarlo de otros similares. Con este fin Engoma ofrece una amplia cartera de productos a sus clientes como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1.

Clasificación de productos de Engoma Cia. Ltda.

<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN:</b>
Etiqueta	Etiquetas en papel Couche
	Etiquetas de cartón para línea textil
	Etiquetas para refrigeración
	Etiquetas autoadhesivas con impresión en pan de oro y plata
	Etiquetas para máquina Zebra
	Etiquetas de radio frecuencia
	Etiquetas promocionales y de material publicitario
Cinta	Cinta de embalaje autoadhesiva con o sin impresión
	Strech Film
	Cinta Reebon cera y resina



Figura 2. Ejemplos de productos de ENGONA ADHESIVOS

Tomado de: ENGOMA CIA LTDA.

La empresa actualmente compite de manera directa con varias compañías pequeñas y medianas que fabrican productos adhesivos de manera industrial y a gran escala como: ETIGRAF, Flexofarm, SISMODE, Graficas Andina, Flexo Print y CARLEX. Al existir suficiente oferta para el nivel de demanda actual, el mercado de estos productos se ha transformado en uno altamente competitivo con respecto a costos unitarios, los cuales oscilan entre (0,01 a 26) centavos de dólar por etiqueta.

El sector de los productos alimenticios y de consumo en el Ecuador se ha reducido debido a la contracción económica que enfrenta el país, esto se ve reflejado en la reducción de 2.746.007 del volumen de las cuentas económicas integradas del consumo con respecto al periodo de 2015 (Banco Central del Ecuador, 2016). La cantidad de adhesivos fabricados durante el primer trimestre del 2016, cayó aproximadamente un 30% en comparación al mismo periodo de tiempo del año 2015.

Teniendo presente la situación antes mencionada, la empresa optó por centrar sus esfuerzos en la fabricación de adhesivos más atractivos de calidad superior, pero a un costo más bajo. Para poder reducir los costos unitarios de la fabricación de etiquetas, es necesario incrementar la productividad del sistema actual, de manera que al optimizar todos los insumos como materia prima, tiempo, maquinaria, y al mismo tiempo disminuir desperdicios en el sistema productivo, permita obtener costos unitarios menores y un precio de venta menor.

### **1.3 Justificación:**

En periodo comprendido entre enero y septiembre del año 2016, representó una época de crisis para la empresa Engoma CIA LTDA, puesto que la realidad económica del mercado nacional, provocó la reducción de aproximadamente un 30% de las ventas netas de la compañía, adicionalmente tras producirse el terremoto en Ecuador el 16 de abril de 2016, el gobierno nacional decretó un alza del 2% del impuesto al valor agregado o IVA (Administración del Sr. Rafael Correa Delgado, 2016). Este incremento tendría consecuencias directas en los costes de producción para las empresas manufactureras debido al encarecimiento de las materias primas y de los servicios logísticos.

Con el fin de afrontar el mercado nacional y mantener la competitividad en el sector de fabricación de adhesivos plásticos, varias empresas decidieron absorber el costo del incremento del 2% del IVA y continuar ofreciendo sus productos a los clientes con precios de 2015, lo cual a su vez permitiría que las empresas adquirientes de adhesivos disminuir el precio de venta al consumidor. A partir del segundo semestre de 2016, los clientes de la empresa Engoma pidieron disminuir o mantener los precios de sus productos, alegando que las empresas competidoras los ofrecen a valores más competitivos y con los mismos o mejores atributos de calidad. La empresa concedora de la menor demanda de estos productos y el incremento de la competitividad de las empresas en este sector,

acordó mediante la negociación con sus clientes potenciales la absorción del incremento al impuesto al valor agregado.

La decisión comercial tomada por la empresa, se constituía como un difícil reto pero necesario, puesto que la productividad de la planta había decaído durante los últimos 3 años de manera progresiva, lo que generaba significativas pérdidas económicas que afectaban de manera directa la rentabilidad de la empresa. Sin opción ante la competitividad del mercado, Engoma absorbió el incremento del IVA y redujo las ya bajas ganancias que producía la fabricación de adhesivos, lo que afectaba indirectamente la capacidad de la empresa de pagar los créditos adquiridos en años anteriores, así como la nómina mensual. Tras un análisis exhaustivo, la gerencia general concluyó que la situación de la empresa no era sostenible ni rentable a largo plazo, por lo que emprendió la búsqueda de la recuperación o incremento de la capacidad productiva y la reducción de pérdidas económicas para así mantenerse en el mercado nacional. Es en esta necesidad, que el presente estudio busca otorgar a la empresa una propuesta realizable para incrementar de manera significativa la productividad de la planta y que esta mejora a su vez, permita recuperar la competitividad y rentabilidad de la empresa.

#### **1.4 Objetivos del Estudio:**

##### **1.4.1 Objetivo General:**

Desarrollar una propuesta de mejora para el sistema productivo de Engoma, la cual permita incrementar la productividad de planta u OEE en un 23%. El estado proyectado o futuro se realizará en base a un VSM futuro.

### 1.4.2 Objetivos Específicos:

- Levantar el VSM de la situación actual de la empresa.
- Obtener el porcentaje de OEE de planta en el sistema actual.
- Realizar una proyección del sistema mejorado mediante un VSM futuro.
- Calcular el porcentaje de OEE de planta para el sistema futuro.
- Realizar un análisis económico en el cual se demuestre el impacto económico del estudio.

### 1.5 Alcance:

La propuesta de la mejora de la productividad se enfoca a la totalidad de los procesos que componen la fabricación de adhesivos plásticos, desde el acopio de la materia prima hasta el proceso de empaque y despacho.

## 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El siguiente apartado contiene la descripción de acrónimos usados a lo largo del desarrollo del estudio, también breves explicaciones de metodologías usadas y la descripción de herramientas planteadas para la solución de las causas raíces encontradas durante la etapa de análisis.

**2.1 Productividad:** En su definición más pura, la productividad se define como la relación total entre los resultados obtenidos, sobre recursos empleados. A través de distintos procesos y tareas, las materias primas o entradas se transforman en bienes o servicios, sin embargo a lo largo de este camino se producen desperdicios e incluso existe una incapacidad asociada al sistema que impide aprovechar en su totalidad las entradas.

Al existir una infinidad de procesos y tareas de distinta índole, medir el rendimiento total se puede volver engorroso si se aplica un único concepto global de salidas sobre entradas, es por ello que a lo largo del crecimiento industrial se definieron diferentes mecanismos o herramientas para medir con precisión la productividad de diferentes sistemas. Por ejemplo para obtener el rendimiento de un proceso de fabricación de un fármaco se usa la herramienta de balance de operaciones, la cual permite identificar en cada etapa del proceso cuanto material entro y cuanto resultado fue obtenido, la relación final o el rendimiento del proceso se calcula entre la masa (peso) de los resultados, sobre la cantidad de materia prima usada. Dependiendo la naturaleza de la empresa y su rol de negocio existe la necesidad de calcular diferentes rendimientos en diferentes etapas del proceso, es por ello que para cada campo de interés, existe una metodología que permite la obtención porcentual de la productividad de manera precisa y sobre todo que el resultado obtenido es entendible y utilizable para la toma de decisiones.

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas} = \frac{Output}{Input} \quad (\text{Ecuación 1})$$

**2.2 Proceso:** “Es una combinación de actividades que toman una o más entradas de factores de producción o servicio y crean una salida con valor para el cliente”. (Socconini, Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios, 2015)

Medir la productividad de manera precisa, requiere la comprensión total del procedimiento de transformación de las entradas a salidas. Una de las herramientas que se utiliza para obtener este fin es el mapa de proceso, el cual es una representación visual de las etapas que transforman las materias primas en resultados.

Engoma Adhesivos CIA LTDA, había realizado en estudios anteriores el mapeo de los procesos productivos, con el fin de no duplicar esfuerzos y tras una validación de los mismos, se procedió a usar los diagramas de flujo existentes.

**2.3 Value Stream Map (VSM):** Es una herramienta de la metodología lean, la cual se emplea para obtener de manera gráfica el flujo completo de actividades que intervienen en la transformación de una entrada a una salida. Adicionalmente esta herramienta de mapeo de proceso, permite identificar con claridad las actividades que no agregan valor, como las áreas de oportunidad.

En el VSM se puede observar y entender el flujo de la información y el flujo de los materiales, ya que en una empresa no solo se fabrican bienes, sino que también se produce información.

Para elaborar un mapa de valor (VSM) se requiere seguir las siguientes etapas:

- Establecer familias: se realiza mediante el listado de los productos o servicios, a continuación se marca los pasos por los que pasa dicho producto o servicio, finalmente se agrupa a los productos o servicios por la afinidad que tengan en los pasos del proceso.
- Trazar mapa actual: Para elaborar el mapa se debe recolectar los datos de cada paso del proceso de transformación del producto, se calcula el tiempo de valor agregado, se identifican los desperdicios y las oportunidades de mejora.
- Balance de Carga: Se realiza un análisis de balance de línea, con el fin de contrastar el takt time con las estaciones que posee el estudio.



- **Mapa Futuro:** Una vez identificadas los puntos de mejora, se traza un nuevo mapa con el estado deseado o futuro. Luego de haber aplicado las soluciones a las oportunidades de mejora, se podrá observar los cambios positivos en relación al VSM actual.

**2.4 Tiempo de ciclo:** Se conoce como el tiempo medido en segundos, que transcurre desde que un producto o pieza entra a una estación, hasta que la misma ha salido de la para un siguiente proceso. En el caso puntual de este estudio se ha definido que la unidad se medirá de la siguiente forma:

$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{\text{Segundos}}{m^2\ de\ impresión} \quad (\text{Ecuación 2})$$

**2.5 Tiempo de ciclo de producto:** Es el tiempo medido en segundos, que toma preparar una estación o máquina para un cambio de producto, en el caso puntual de una empresa flexográfica e imprenta es el cambio de formato de impresión.

$$TCP: = \text{Hora de Inicio de producto B} - \text{Hora de finalización producto A}$$

(Ecuación 3)

**2.6 Takt Time:** Palabra alemana que significa ritmo, es un indicador mundial que señala la velocidad con la que el cliente está dispuesto a comprar un producto, pieza o servicio. Esta medida se obtiene a partir de la relación del tiempo disponible de un día de trabajo, sobre la demanda diaria calculada a través del histórico de ventas de la empresa.

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tiempo disponible (segundos)}}{m^2\ de\ impresión}$$

(Ecuación 4)

**2.7 Takt Image:** Es un indicador que señala la velocidad de producción en las condiciones actuales de un proceso, se refiere a la velocidad para obtener un producto, pieza o servicio y se contrasta con el takt time, el cual es el objetivo o la meta ideal.

**2.8 Balanceo de Cargas:** Método por el cual las cargas de trabajo de una jornada son repartidas en busca de optimizar las estaciones y el número de personas. Generalmente se usa un gráfico que represente las estaciones y su tiempo contrastado con el takt time como se muestra en el siguiente ejemplo. (Socconini, Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios, 2014)

**2.9 Lead Time:** O tiempo de entrega, es un indicador que señala el periodo de tiempo que transcurre entre que el cliente externo realizó el pedido, hasta que el producto elaborado o servicio es entregado.

**2.10 MRP:** Master Resource plan, se refiere a realizar una planificación de requisición de toda la materia prima para producción, en donde conste los ítems, su cantidad, características y fecha de entrega. Esta herramienta es de vital importancia en un sistema pull y que se orienta al trabajo justo a tiempo.

**2.11 Capacidad del sistema:** Medida que evalúa la capacidad de un sistema productivo o de servicios para elaborar o entregar un servicio en número de unidades por jornada. Se calcula al dividir el tiempo disponible para el tiempo de ciclo más lento. (Socconini, Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios, 2014)

$$Capacidad\ del\ sistema = \frac{Tiempo\ disponible\ (segundos)}{Tiempo\ de\ ciclo\ más\ lento\ (segundos)}$$

(Ecuación 5)

**2.12 Capacidad de proceso Cp:** El índice de capacidad potencial es una comparación entre los límites de especificación (tolerancia) y los límites del proceso sin tomar en cuenta la ubicación del mismo. (Socconini, Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios, 2015)

$$cp = \frac{LSE - LIE}{6s} \quad (Ecuación\ 6)$$

**2.13 Capacidad Real de proceso Cpk:** a diferencia del cp, el índice de capacidad real sí toma en cuenta la localización del centro del proceso en comparación con los límites de especificación. Si un proceso no es potencialmente capaz, definitivamente tampoco tiene capacidad real. (Socconini, Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios, 2015)

$$cpk = \frac{LSE - LIE}{6s} \quad (Ecuación\ 7)$$

**2.14 Overall Equipment Efficiency OEE:** “es un estándar internacional reconocido por las principales industrias del mundo. Consiste en una relación porcentual que sirve para conocer la productividad de una línea de producción. El OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones.

La ventaja respecto de otros indicadores es que cuantifica en un solo indicador todos los parámetros fundamentales de la producción: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad". (Naranjo, 2014)

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$

(Ecuación 8)

- Disponibilidad: el término se refiere a la cantidad de tiempo con el que se cuenta para realizar los trabajos designados, se calcula como el tiempo total de los turnos que se tiene, restado los descansos programados y paros programados, dándose como resultado el porcentaje de tiempo que se aprovecha.
- Eficiencia: se refiere a relación porcentual existente entre la velocidad actual de la máquina, sobre la velocidad de especificación o normal de operación.
- Calidad: porcentaje que describe la relación entre piezas buenas obtenidas sobre el total de piezas fabricadas. En el caso de este estudio piezas =  $m^2$

**2.15 Five whys and one How:** Es una técnica empleada por la metodología Six Sigma en la etapa de analizar con el fin de encontrar la causa raíz de un problema.

Para realizar este análisis se debe primero realizar una lluvia de ideas sobre las causas del problema seleccionado junto a un equipo multidisciplinario. Tras haber realizado la lluvia de ideas, estas son agrupadas por facilidad en las 5m's del diagrama de Kauro Ishikawa que funcionan como categorías, cuando estas ya han sido agrupadas se procede a preguntar el por qué se suscita determinada idea, se lo hace por lo general hasta 5 veces. Al preguntar consecutivamente la razón de la

idea planteada que afecta al problema se va avanzando a encontrar la causa del mismo, cuando se ha realizado el procedimiento para todas las categorías, se encontrará que una o varias causas se repiten a lo largo del diagrama de solución del problema, es allí donde hemos encontrado aparentemente la o las causas raíces. “Con el fin de comprobar que el análisis se ha realizado correctamente se procede a realizar el camino a la inversa, es decir partiendo de la causa raíz hacia arriba diciendo (es por ello que) con el fin de retratar que la causa raíz hasta el problema” (Gortaire, 2015).

**2.16 Metodología de las 5 S:** Es una disciplina desarrollada por Hiroyuki Hirano como solución a los problemas con causa raíz en el orden y la limpieza de un determinado espacio físico. “Esta técnica representa una de las piedras que enmarcan la iniciación de cualquier herramienta o sistema de mejora” (Socconini, Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios, 2014), puesto que permite la aplicación de técnicas más avanzadas que dependen directamente de un orden establecido.

“Las 5 S es una técnica destinada a mejorar la limpieza, organización y utilización de áreas de trabajo, que a su vez ayuda a incrementar el aprovechamiento del tiempo” (Socconini, Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios, 2014), o en otras palabras la productividad.

**2.17 Total Productive Maintenance (TPM):** Herramienta desarrollada y aplicada por Seiichi Nakajima en Toyota en 1971 con el fin de prevenir fallos y por ende fallos que detengan la producción o afectasen la calidad. El TPM está orientado a lograr una gestión de mantenimiento eficiente mediante la participación de todo el personal de planta y la revisión periódica de los equipos. La aplicación de esta herramienta permite elevar la disponibilidad de los equipos, lo que a su vez eleva la productividad del mismo o de la línea a la que pertenece.

**2.18 SMED:** Herramienta que busca obtener cambios de herramientas o estaciones en un solo dígito de minuto, o en otras palabras menos de diez minutos. La aplicación de SMED está orientada a reducir los tiempos necesarios para el cambio de un producto o molde en el caso de prensas, mediante esto se eleva el tiempo disponible y por ende la productividad de dicha estación al igual que su rentabilidad.

**2.19 Muestreo de datos discretos:** Es una técnica empleada para obtener el tamaño de muestra ideal de un conjunto de datos discretos. Tomar una muestra que cumpla con un nivel de confianza, permite reducir el esfuerzo empleado en realizar mediciones o experimentos para la obtención de un resultado, puesto que el número de eventos necesarios será siempre menor a la población de estudio.

Para realizar un muestreo de datos se necesita establecer primeramente el criterio de datos o la población es discreta o continua, una vez realizado esto se requiere definir el nivel de confianza que requerimos para el resultado así como el rango de precisión y finalmente la probabilidad de homogeneidad de la muestra.

Por ejemplo: en una fábrica se tiene 100 máquinas, se requiere hacer un estudio para determinar el porcentaje de subutilización de las mismas. Como se puede apreciar, realizar un estudio por cada una de las 100 máquinas, requeriría una gran cantidad de tiempo y esfuerzo, por lo que es más eficiente obtener una muestra representativa de toda la población para el estudio.

Sabiendo que la probabilidad de que una máquina trabaje más de 8 horas es del 30% (p) y que se requiere una precisión de 0.25 (d) en el estudio, se obtiene un tamaño de muestra de 11 máquinas para ser medidas en el estudio con una confianza del 95% (z).

$$n = \frac{p(1-p)}{\frac{d}{z}} \quad (\text{Ecuación 10})$$

### **3. CAPÍTULO III. DEFINICIÓN DE ESTADO ACTUAL**

#### **3.1 Definición de problemas:**

En la fase de sociabilización del estudio, durante el periodo de una semana se realizaron inducciones con las áreas de gerencia financiera, ventas y gerencia general, con el fin de comprender de manera holística el rol de negocio y las afectaciones a la empresa producto de la actual situación económica. Uno de los problemas más notables percibidos en conjunto por los departamentos, es la reducción de la capacidad productiva de la empresa a lo largo de los últimos cinco años, la cual se ha evidenciado de manera drástica con el aumento de la competencia y la crisis económica de principios de 2016.

En la entrevista al departamento de ventas, este diagnosticó que el principal problema de la empresa radica en el incumplimiento del tiempo de entrega de los pedidos, ya que en su gran mayoría no cumplen el tiempo ofrecido o presentan alguna no conformidad, y por lo tanto el pedido es devuelto tiempo después. Por su parte el departamento de gerencia general, destaco el problema de la baja productividad y los constates inconvenientes presentados en el sistema productivo de la empresa. Por otro lado, el departamento financiero indicó que la falta de un sistema preciso de costeo, impide ajustar valores unitarios de los productos. Adicionalmente recalcó, que los crecientes costos y pérdida de clientes han reducido las utilidades de la empresa de manera significativa.

Los principales productos de Engoma CIA LTDA, son de elaboración en línea y de carácter repetitivo con bajo precio unitario, puesto que actualmente las etiquetas se contemplan en un valor en el mercado ecuatoriano entre cuatro a veinte y cinco centavos de dólar por unidad. Debido a que el producto es altamente susceptible a al aumento del costo de fabricación, el buscar ser lo más productivo al momento

de fabricar dichas etiquetas se convierte en el norte de las empresas de flexografía e imprentas.

Es de vital importancia que siempre un estudio este alineado y orientado a lograr los objetivos institucionales de la organización en un plazo deseado, puesto que de no contar con aprobación y apoyo de la gerencia estos tienden a verse disminuidos.

Una vez logrado que el estudio fuera aceptado y socializado por la gerencia general junto a su compromiso a la mejora, se cuenta con una base sólida para empezar a diagnosticar con precisión los problemas y que los mismos se reflejen numéricamente puesto que, una máxima de la ingeniería industrial es “Lo que no se mide no se mejora”.

El definir meramente que la empresa es improductiva o tiene problemas de eficiencia, es otorgar una percepción y no un problema verdaderamente definido, puesto que carece de datos que validen dicha afirmación.

Con el fin definir adecuadamente el problema, se utilizó la metodología del árbol de definición de problemas, esta herramienta ayuda a organizar y estructurar la problemática de manera clara y concisa. Para realizar la evaluación de la productividad de la planta de Engoma CIA LTDA, se ha tomado el indicador mundial OEE, este indicador se manejará de forma constante este estudio.



La principal idea de problemática en la empresa es la falta de productividad o un bajo nivel de OEE, a continuación, se estructura la problemática por medio de la herramienta previamente mencionada, la cual nos permitirá obtener el problema definido para el uso de este estudio.

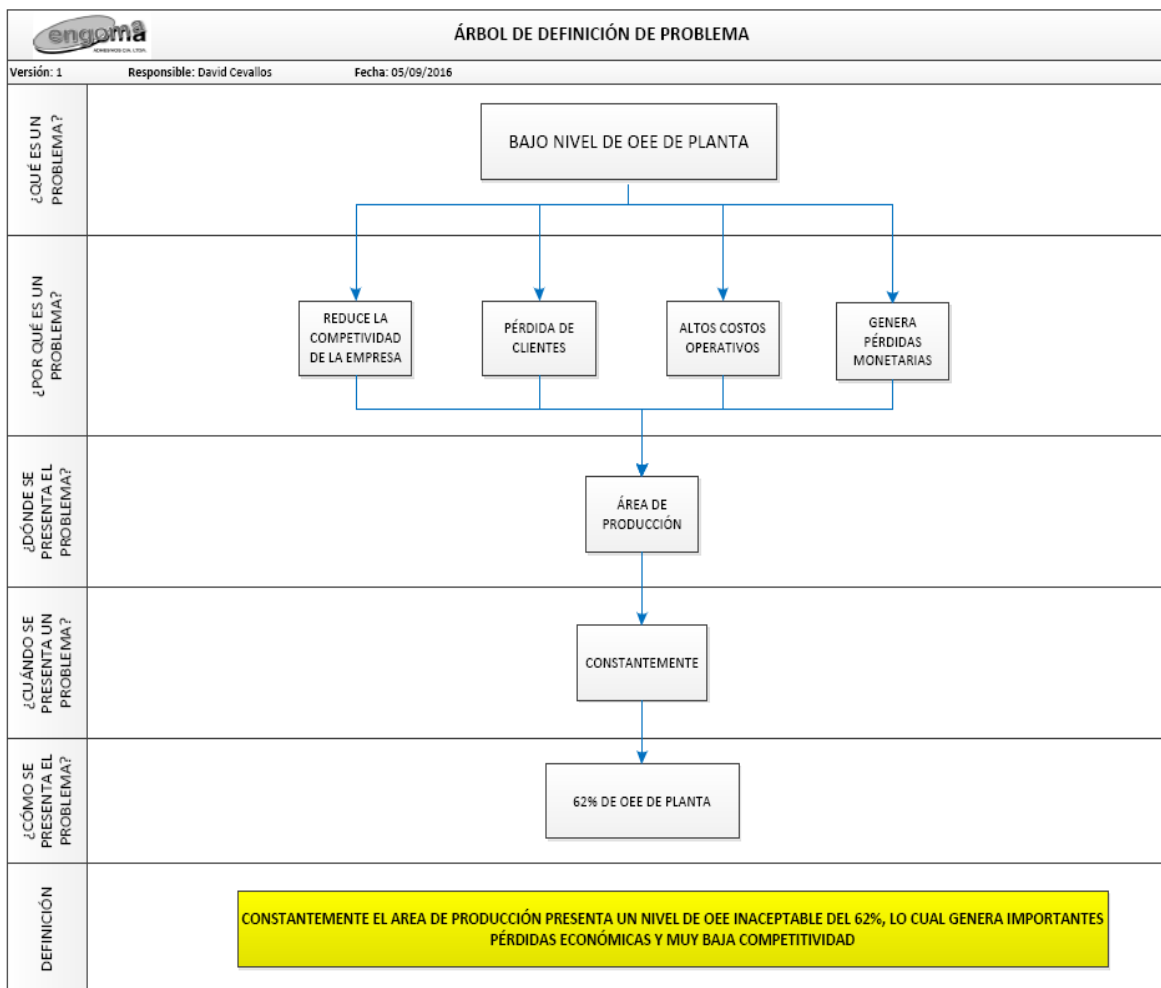


Figura 3. Árbol de problema OEE

La problemática de la productividad de la empresa queda definido como:

Constantemente el área de producción presenta un nivel de OEE inaceptable del 62%, lo cual Genera importantes pérdidas económicas y baja competitividad.

El problema mencionado por el departamento de ventas sobre incumplimiento de los tiempos de entrega fue analizado, y el mismo se perfiló como una consecuencia directa de la problemática de que el sistema productivo actual de la empresa no cuenta con un sistema eficiente de planificación agregada de la producción y un MRP. En un sistema productivo, la ausencia de estas herramientas provoca retrasos en la ejecución de los trabajos y permite movimientos no pronosticados de órdenes de producción debido la entrada de nuevos pedidos de carácter urgente. La problemática previamente mencionada fue estructurada de la siguiente manera:

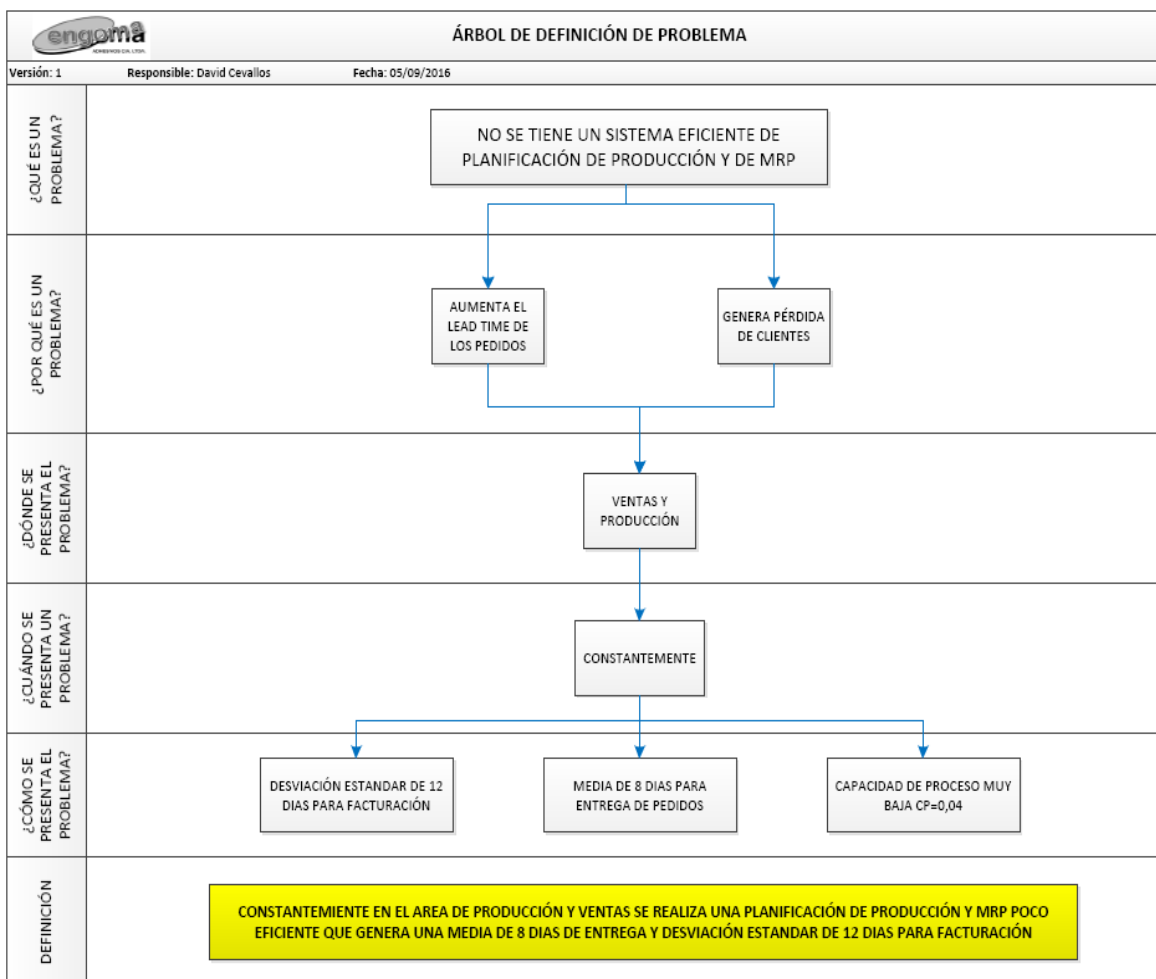


Figura 4. Árbol de problema Planificación y MRP

La problemática de la planificación de la producción así como el impacto en el tiempo de entrega queda definido como:

Constantemente en el área de producción y ventas se realiza una planificación de la producción y MRP poco eficiente que genera una media de 8 días de entrega y desviación estándar de 12 días para facturación.

Una parte fundamental de la productividad es el uso eficiente de los recursos que se usan para transformar un bien o servicio, en el caso de análisis de este estudio, el uso eficiente de la materia prima es de vital importancia, puesto que esta es sumamente costosa debido a que es importada de Colombia y distribuido por la empresa ARCLAD. Para realizar impresiones de etiquetas se necesita el papel adhesivo base o vulgarmente llamado guacal, las características de este producto son estándar por el proveedor y se venden en rollos de 1000 metros lineales con 750 metros cuadrados, los cuales dependiendo del tipo de papel, su precio puede oscilar entre 500 a 700 dólares por rollo, adicionalmente se debe sumar los costos de envío o corte si es que el cliente lo solicita.

En el proceso productivo, durante la primera fase del estudio se pudo observar altos niveles de desperdicio, lo que concuerda con la problemática planteada por el departamento financiero. El problema se estructura de la siguiente manera:

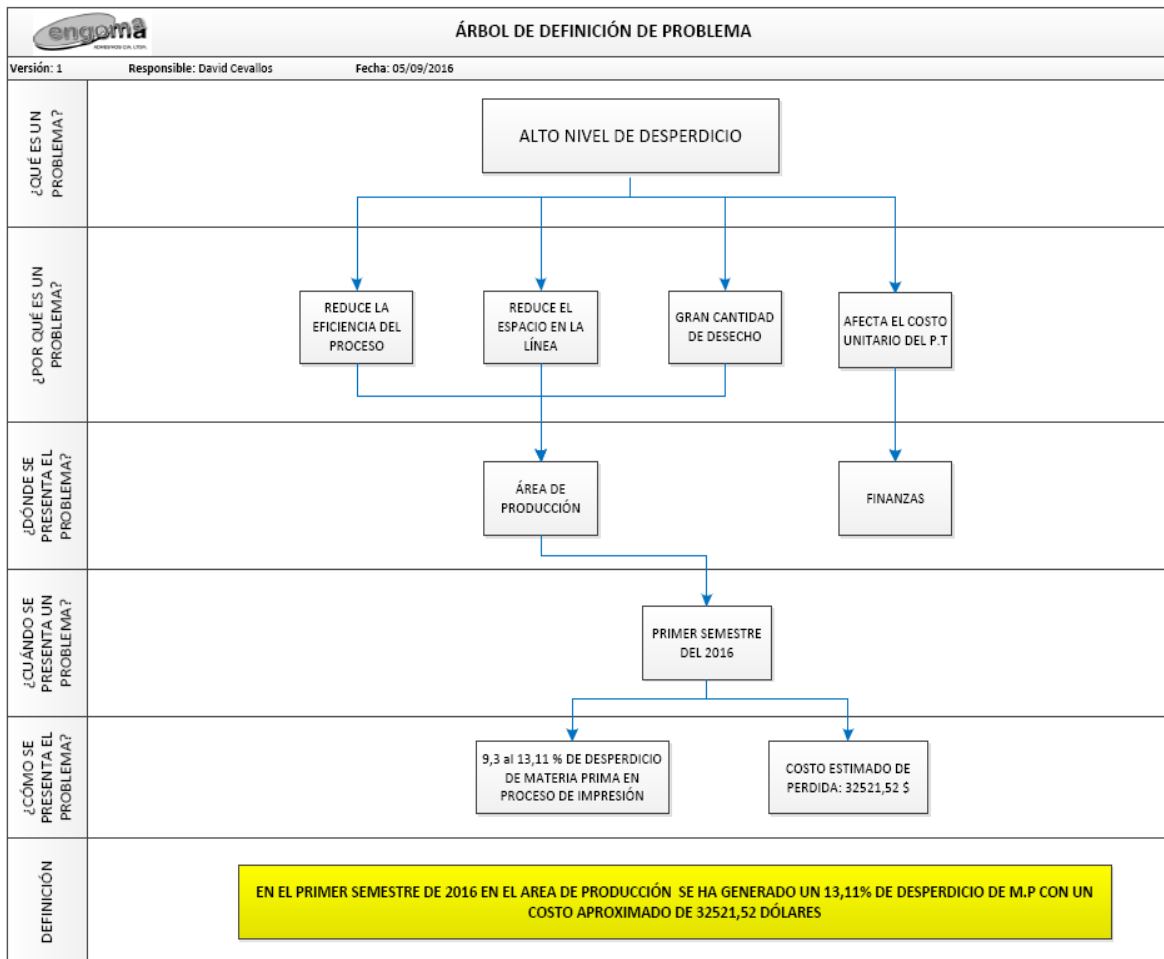


Figura 5. Árbol de problema desperdicio

La problemática del desperdicio queda definido como: En el primer semestre de 2016 en el área de producción se ha generado un 13,11% de desperdicio de M.P con un costo aproximado de 32521,52 dólares.

Todos los datos analizados y que soportan la definición de los problemas, fueron obtenidos mediante un proceso exhaustivo de recolección y validación en la etapa de medición, puesto que al arrancar el estudio la empresa no contaba con datos fiables o actualizados de indicadores, bases de datos y valores que ayudaran a definir de manera real los problemas de la empresa. Adicionalmente la empresa

falló en la implementación de un sistema informático de control y de un sistema de costeo de productos, debido a un errado enfoque para la implementación de estas herramientas. Con lo antes mencionado se decidió efectuar mediciones y toma de datos reales durante dos meses aproximadamente para estructurar los problemas y completar el uso de las herramientas designadas para el estudio, para mayor detalle remitirse al capítulo 2 medición.

#### **4. CAPÍTULO IV. Medición**

En el presente capítulo se describirá las mediciones realizadas para obtener la situación actual de la empresa, mediante uso de la herramienta lean VSM, así como la medición y obtención de la línea base del OEE de planta. Para el ingeniero industrial es indispensable describir los problemas y las oportunidades de mejora mediante datos convalidados y mediciones, puesto que se conoce como una máxima en el campo industrial: “Las medidas son básicas. Si usted no puede medir lo que hace, no puede controlarlo. Si no puede controlarlo, no puede dirigirlo. Si no puede dirigirlo, no puede mejorarlo” (Harrinton, 1993).

##### **4.1 Estudio Inicial:**

Se procedió a analizar las fuentes de datos ya existentes en la empresa tal como registros de inventario, hojas de producción, nivel de ventas, entre otros.

La empresa ENGOMA CIA LTDA en el año 2015, había realizado un intento de implantar un módulo de control de producción junto al contable y financiero de manera fallida. Los motivos de esta situación son variables, pero en su gran mayoría se debió a una incorrecta visión de las partes involucradas, puesto que es indispensable que antes de establecer mecanismos automáticos y computarizados como un ERP, se necesita que los procesos cumplan una estabilidad y sean predecibles, medibles y controlables.

Otra situación analizada durante la esta fase fue la calidad y veracidad de la información generada en los procesos productivos de la planta, ya que debido a la ausencia de controles, un claro rol de supervisión personal y una falta de empoderamiento de los colaboradores, resultaba en que las mediciones de tiempos y cantidad de desperdicio no fueran de carácter fiable. Finalmente en cuanto a mediciones en general, en la empresa se manejaba un sistema que generaba puntos de información de manera aislada e incontrastable entre sí.

Durante el análisis de información existente se encontró una falla grave en el sistema de la empresa puesto que la materia prima o los rollos de adhesivos se compran en unidad de metros cuadrados, mientras que en producción únicamente se manejaba y se tomaba en cuenta metros lineales de impresión y en contabilidad, al momento de costear el producto e indicar el valor al cliente se lo realiza por número de etiquetas vendidas, pues es la forma común en el mercado. La problemática surge con el simple hecho de desear analizar el rendimiento de materia prima versus lo producido, o en cortas palabras el nivel de desperdicio de la siguiente forma:

$$\text{Rendimiento Materia Prima (\%)} = \frac{\text{Cantidad de metros cuadrados producidos}}{\text{Cantidad de m2 comprados en el mes}} \times 100$$

(Ecuación 11)

La primera inconsistencia se produce debido a que el departamento de producción solo maneja y genera datos en metros lineales, puesto que la maquinaria de impresión realiza esta operación de manera lineal arrastrando los carretes de materia prima por la estación como se muestra en la imagen.



Figura 6. Proceso de impresión máquina Etirama

La segunda imposibilidad proviene del hecho que en este proceso se generan desperdicios de dos tipos, el llamado natural del proceso y el de calibración. El natural es aquel que se obtiene cuando el producto solicitado por el cliente debe ser troquelado, por otro lado, el desperdicio por calibración se genera al realizar el cuadro del registro de impresión y la calibración de los colores deseados hasta que estos cumplan con la norma. Todos los desperdicios se miden en peso por los operadores mediante balanzas y por lo tanto en la unidad de Kilogramos (Kg).

Con la explicación anterior se puede comprender que existe una imposibilidad para generar el indicador de eficiencia de material o nivel de desperdicio puesto que todas las tareas manejan unidades diferentes.

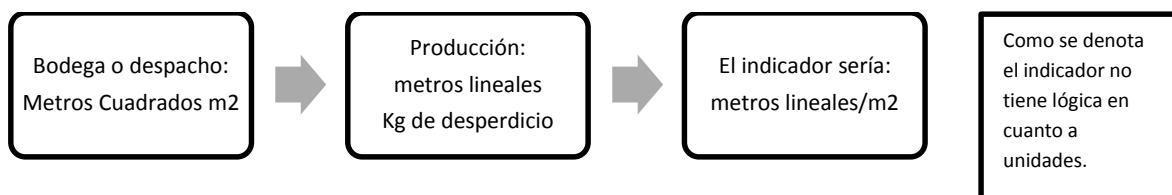


Figura 6.1. Flujo de información estado actual

Un error grave al momento de implementar el módulo de control de producción por el sistema, fue que las unidades eran diferentes y no comparables. A simple vista la solución al problema por parte del equipo anterior fue buscar con el dato de metros lineales impresos en un mes, transformar a metros cuadrados impresos. Sin embargo esto era imposible debido a la naturaleza de los pedidos, puesto que las características de los clientes eran variables así como la cantidad de metros cuadrados. El problema se retrata en el siguiente ejemplo:

Cliente 1: Solicita 20000 etiquetas que miden 10 cm de ancho por 5cm de alto.

El Ancho de la materia prima es cortado a 13 cm.

Cliente 2: Solicita 50000 etiquetas que miden 18 cm de ancho por 10cm de alto.

El ancho de la materia prima es cortado a 21cm.

Un cálculo básico nos entrega las unidades necesarias para producción, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Ejemplificación de error de cálculo

CLIENTE 1	CLIENTE 2
<u>Metros lineales</u> 20 mil unidades por el alto de cada etiqueta más el espaciado entre las mismas nos da: $20000 \times 0.09 \text{ metros} = 1800 \text{ metros lineales.}$	<u>Metros lineales</u> 50 mil unidades por el alto de cada etiqueta más el espaciado entre las mismas nos da: $50000 \times 0.14 \text{ metros} = 7000 \text{ metros lineales.}$



<u>Metros Cuadrados</u>	<u>Metros Cuadrados</u>
Es el ancho del material cortado para que alcance las etiquetas es 0.13 metros	Es el ancho del material cortado para que alcance las etiquetas es 0.21 metros
Por lo tanto metros cuadrados totales es:	Por lo tanto metros cuadrados totales es:
0.13 metros x 1800 metros = 234 m <sup>2</sup>	0.21 metros x 7000 metros = 1470 m <sup>2</sup>

Como se puede apreciar en el ejemplo anterior cada orden tiene su formato y por lo tanto anchos específicos que influyen en los metros cuadrados así como lineales, por lo que sumar las dos órdenes por metros lineales e intentar calcular los metros cuadrados de los dos pedidos resulta imposible. Cada pedido tiene un ancho específico puesto que se calcula para ahorro de material con respecto a las dimensiones de la etiqueta solicitada, así que si contamos y tabulamos metros lineales usados a lo largo de un periodo de tiempo determinado en producción, no podemos transformarlos a metros cuadrados para comparar con metros cuadrados de materia prima comprados y por lo tanto no podemos generar indicadores de eficiencia del uso del recurso, adicionalmente cualquier desperdicio se mide en peso.

Por estos aspectos se concluyó durante el estudio inicial de la fase de medición que se requería llevar a un sola unidad el sistema, con el fin de poder generar indicadores coherentes y comparables en el sistema de producción y requisición de material. El tiempo de ciclo así como demás datos clave se manejaría en metros cuadrados a lo largo del estudio.

## **4.2 Levantamiento de VSM Actual:**

El objetivo de esta sección es desarrollar y mostrar con precisión el estado actual del sistema productivo junto con todas sus interacciones del mismo. Para lograr retratar el estado actual, se recurrió a la herramienta lean Value Stream Map o VSM, ya que nos entrega una visión holística del sistema partiendo desde la demanda y su ritmo, hasta el tiempo de producción de una orden.

### **4.2.1 Establecimiento de Familias de productos:**

Para poder graficar un Value Stream Map o VSM, se realiza como primer paso una clasificación de familias de productos, puesto que en la actualidad hay industrias que manejan un amplio portafolio de servicios o productos. Al momento de enfocar y definir un alcance en un estudio de mejora, el equipo debe centrar sus esfuerzos en una sola o varias familias. El análisis de familias de productos y su enfoque es el alcance del VSM.

Para realizar el análisis, se enlistan los productos o servicios de la empresa, a continuación se marcan los procesos por los que pasa dicho producto y finalmente se agrupa los productos por la afinidad que tengan en cuanto a sus procesos, de esta manera quedan definidas las diferentes familias.

Engoma Adhesivos CIA LTDA, como se muestra en la descripción de la empresa en el capítulo 1, tiene una amplia variedad de productos, los cuales pueden ser resumidos en dos grupos específicos, el primero son las etiquetas impresas en blanco y el segundo las etiquetas realizadas a color. En el caso de las etiquetas en blanco, se consideran a todas aquellas que requieren máximo un color, el cual generalmente es negro, y cortes o troquelados de manera específica. Por otro lado las etiquetas a color son mucho más elaboradas ya que pueden ser de hasta 8 colores diferentes y requieren un uso extensivo del proceso de impresión. Una

vez agrupado los productos en estos dos grandes grupos realizamos el análisis de familias de productos, el cual se muestra en el siguiente gráfico.


		PROCESO DE FABRICACIÓN DE ADHESIVOS					
		Recepción Materia prima	Corte de M.P	Impresión	Troquelado	Bobinado	Empaque y despacho producto terminado
PRODUCTOS	Etiqueta blanca	X	X	X	X	X	X
	Etiqueta color	X	X	X		X	X

Figura 7. Análisis de Familias de producto en Engoma

Como se muestra en el cuadro de la figura 4, los procesos son muy similares entre los grupos de productos de etiquetas blancas y a color, por consiguiente se define una sola familia de productos para la realización del VSM de la empresa.

#### 4.2.2 Análisis de demanda:

Como segundo paso para realizar el VSM se requiere analizar el histórico de ventas de la empresa por un periodo de tiempo determinado, con el fin de obtener el takt time o ritmo al que los clientes están dispuestos a comprar un producto. Con la problemática antes mencionada, se trabajó primero la base de datos para obtener la cantidad de metros cuadrados por cada una de las órdenes vendidas, en adelante se tabulo 2154 pedidos sumando los metros cuadrados individuales de cada orden por mes para obtener la base necesaria para el cálculo del VSM como se muestra a continuación:


HISTORICO DE VENTAS									
									
AÑO	MES	# DE PEDIDOS	m <sup>2</sup>	Kg P.T	# DE REPROCESOS	m <sup>2</sup> DE REPROCESOS	Kg P.T	% DE REPROCESOS	% CALIDAD
2016	Enero	335	120.390,0	18.058,5	5	767,49	115	1,49%	99,37%
2016	Febrero	254	94.315,9	14.147,4	1	300,00	45	0,39%	99,68%
2016	Marzo	279	65.992,1	9.898,8	3	173,40	26	1,08%	99,74%
2016	Abril	324	104.710,0	15.706,5	0	0,00	0	0,00%	100,00%
2016	Mayo	297	123.320,0	18.498,0	1	392,49	59	0,34%	99,68%
2016	Junio	350	118.760,0	17.814,0	1	63,00	9	0,29%	99,95%
2016	Julio	315	110.365,0	16.554,8	2	147,50	22	0,63%	99,87%
<b>TOTALES:</b>		2154	737.853,00		13	1.843,88		0,60%	99,75%

Figura 8. Tabulación de histórico de ventas

Con los datos de la tabla de la figura 5, se obtiene el promedio mensual de metros cuadrados vendidos, este número nos entrega el denominador para el cálculo del takt time. A continuación se necesita obtener el tiempo disponible, el cual es el numerador del takt time. Para ellos se obtuvo la información actual de la empresa en cuanto a turnos que se trabaja en planta, el número de descansos y el tiempo de los mismos.

Finalmente el formato de VSM usado para este estudio calcula el tack time con datos de 2016 para la empresa engoma de la siguiente forma:

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Demanda Mensual}} = \frac{\left(8\ \text{horas} \times 2\ \text{turnos} \times 3600\ \frac{\text{seg}}{\text{hora}} \times 22\ \text{dias}\right) - \left(22\ \text{dias} \times \frac{3600\ \text{seg}\ \text{descanso}}{\text{turno}}\right)}{107312\ \text{m}^2}$$

$$Takt\ Time = 11.07\ \frac{\text{seg}}{\text{m}^2} \quad (\text{Ecuación 12})$$

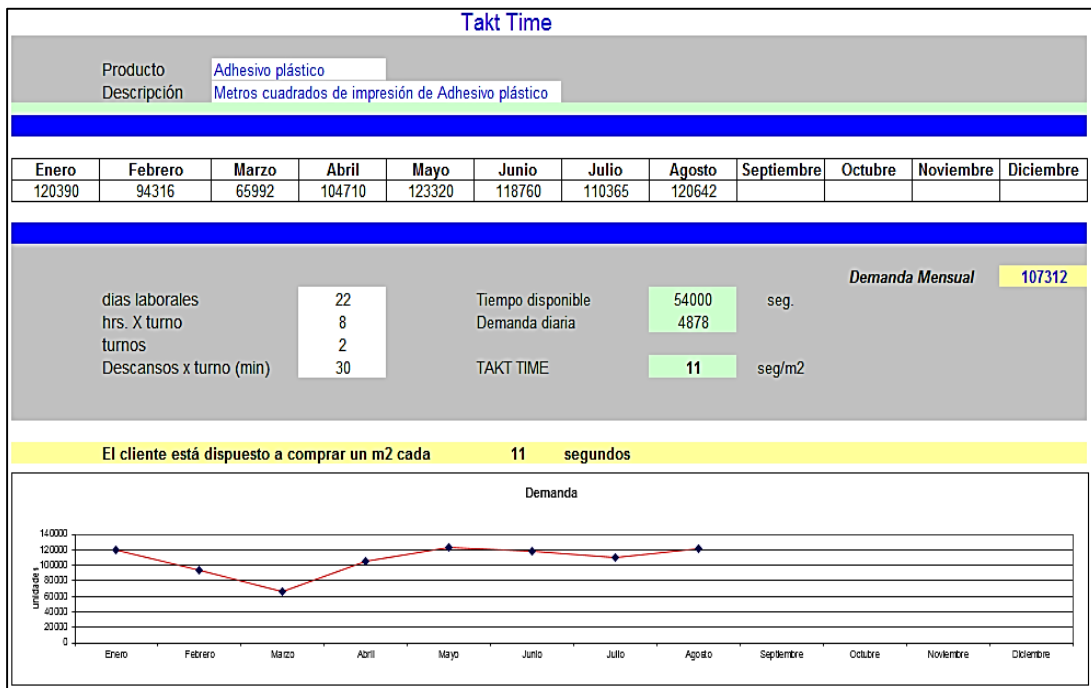


Figura 9. Cálculo de Takt time formato VSM de estudio

#### 4.2.3 Medición de Tiempos:

Una vez que se ha definido el alcance del VSM y se ha establecido el ritmo de producción mediante el takt time, se requiere tomar mediciones de tiempos de producción de manera precisa en las diferentes estaciones de trabajo. El fin de la recolección de tiempos es generar los indicadores claves en los que se estructura el VSM, tal como tiempo de ciclo y tiempo de cambio de producto.

El tiempo de ciclo en las industrias es de vital importancia puesto que define que tan rápido se despacha de una estación de producción una pieza. En el caso de la empresa Engoma, es necesario saber de manera precisa cuanto tiempo se tardan las diferentes estaciones en generar un metro cuadrado de impresión y que el tiempo de ciclo quede representado en la unidad de segundos por metro cuadrado, debido a la importancia de la relación de unidades que se mencionó al inicio de este capítulo.

Para asegurar que las mediciones son confiables, se realizó la toma de tiempos en ambos turnos de trabajo, tanto en el nocturno como en el diurno. Esto se debe a que realizar mediciones de un solo turno ingresaría un error, puesto que en la noche se trabaja con diferentes operadores y diferentes condiciones climáticas para el secado de tintas.

El número de mediciones a realizar, se obtuvo a través de un tamaño de muestra, con una confianza del 95% para datos discretos. Se contempló cada una de las diferentes estaciones de trabajo y la utilización de las mismas durante un mes, con el fin de obtener la muestra necesaria para la fase de estudio de tiempos, el número de mediciones necesarias se muestra en la siguiente tabla:

Tabla3.

Cálculo de números de muestra en función de la utilización.

<b>Estación</b>	<b>Utilización por mes</b>	<b>Tamaño de muestra</b>
Corte	26	1
Etirama	151	7
MarkAndy 1	203	10
MarkAndy 2	124	6
Troquelado plano	73	3
Rebobinado 1 y 2	119	5
Abetos	66	3

Durante el periodo de 1 mes se recopiló los tiempos de set up y de tiempo de ciclo para cada estación como se indica a continuación:

PROCESO	Corte Materia Prima	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS						Fecha análisis			Número del proceso			1				
								Hora análisis			Observador			David Cevallos				
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio
1	Set up y calibración	Estación	3900															3900,000
2	Corte	Máquina	3,36															3,360
Tiempos de ciclo																		3,360

Figura 10. Tiempos estación de corte M.P

PROCESO	Impresión en Etirama	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS						Fecha análisis			Número del proceso			1				
								Hora análisis			Observador			David Cevallos				
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio
1	Set up y calibración	Estación	1292	1093,20	960	1084	1320	480	840									1009,886
2	Impresión	Máquina	28,25	18,05	18,03	22,61	25,83	22,69	54,67									27,161
Tiempos de ciclo																		27,161

Figura 11. Tiempos de impresión estación Etirama

PROCESO	Impresión en MarkAndy 1	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS						Fecha análisis			Número del proceso			2				
								Hora análisis			Observador			David Cevallos				
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio
1	Set up y calibración	Estación	1020	2940	720	1320	240	1920	360	660	960	480						1062,000
2	Impresión	Máquina	34,19	25,76	14,85	10,76	12,98	49,37	43,14	18,18	12,15	35,44						25,682
Tiempos de ciclo																		25,682

Figura 12. Tiempos de impresión estación MarkAndy 1

PROCESO	Impresión en MarkAndy 2	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS						Fecha análisis			Número del proceso			3				
								Hora análisis			Observador			David Cevallos				
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio
1	Set up y calibración	Estación	180	1320	2040	180	2943	2218										1480,167
2	Impresión	Máquina	5,80	42,77	24,81	25,38	14,06	27,72										23,423
Tiempos de ciclo																		23,423

Figura 13. Tiempos de impresión estación MarkAndy 2

PROCESO	Troqueladora Plana	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS															Fecha análisis		Número del proceso	4
																	Hora análisis		Observador	David Cevallos
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio		
1	Set up y calibración	Estación	240	900	480													540,000		
2	Troquelado	Máquina	17,55	21,29	17,50													18,780		
Tiempos de ciclo																		18,780		

Figura 14: Tiempos de estación troquelado plano

PROCESO	Rebobinado 1	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS															Fecha análisis		Número del proceso	5
																	Hora análisis		Observador	David Cevallos
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio		
1	Set up y calibración	Estación	600	420	360	180	240											360,000		
2	Conteo y Rebobinado	Máquina	19,54	6,26	6,95	5,55	9,63											9,586		
Tiempos de ciclo																		9,586		

Figura 15: Tiempos de estación Rebobinado 1

PROCESO	Rebobinado 2	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS															Fecha análisis		Número del proceso	5
																	Hora análisis		Observador	David Cevallos
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio		
1	Set up y calibración	Estación	1080	60	60	180	180											312,000		
2	Conteo y Rebobinado	Máquina	9,21	7,60	5,60	5,27	12,49											8,034		
Tiempos de ciclo																		8,034		

Figura 16: Tiempos de estación Rebobinado 2

PROCESO	Abetos	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS															Fecha análisis		Número del proceso	5
																	Hora análisis		Observador	David Cevallos
No.	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Promedio		
1	Set up y calibración	Estación	180	240	240													220,000		
2	Conteo y Rebobinado	Máquina	17,88	10,3	11,89													13,357		
Tiempos de ciclo																		13,357		

Figura 17. Tiempos de estación Abetos



Debido a que la línea de producción trabaja aleatoriamente en pedidos de etiquetas blancas y negras, es necesario sacar un promedio de los tiempos de calibración y de tiempos de ciclo, con el fin de tener una medida global para la familia de productos. En azul se muestra en cada tabla el tiempo de ciclo de la estación así como la calibración promedio y se indica adicionalmente donde fueron los puntos de medición.

Con estos indicadores se puede retratar el sistema de producción de Engoma Adhesivos y sobre todo describir su velocidad en segundos por metro cuadrado de impresión, adicionalmente se retrata la disponibilidad de las estaciones en cuanto al tiempo disponible de los turnos en forma porcentual.

#### **4.2.4 Gráfica VSM:**

Con los tiempos y el takt time definidos se procede a retratar todo el sistema productivo así como los flujos de información del estado actual. Todo proceso empieza con un cliente y termina con uno, por lo que para realizar de manera correcta el VSM se debe partir desde el cliente externo cuando pone una orden hasta que esta se entrega.

Cuando un cliente realiza un pedido sea repetido o nuevo, se comunica con el área de ventas para indicar sus requerimientos en cuanto a cantidad, tiempo de entrega y forma de pago. Ventas envía los requerimientos con una hoja de ventas directamente a producción en el caso que sea un trabajo repetitivo, de lo contrario se reenvía los requerimientos para generar un arte a un diseñador externo a Engoma. Una vez que el arte y hoja de ventas llega a producción, este programa la ejecución del pedido de manera no planificada y adicionalmente pasa el requerimiento de materia prima al jefe de bodega para que realice la compra a ARCLAD el cual es el principal proveedor con casi el 98% de los materiales comprados.

Finalmente el pedido pasa por las diferentes estaciones de producción a lo largo de la línea de la empresa para que una vez elaborado sea embalado y despachado al cliente. La empresa actualmente ofrece un periodo de 5 días en caso que el trabajo se repetido y 8 días para la entrega en caso que sea nuevo y requiera el diseño o arte.

Con todas las variables de importancia para el desarrollo del VSM así como el análisis de los flujos de información se procedió a mostrar el sistema productivo de la empresa en su estado actual, en este se representará adicionalmente las oportunidades de mejora encontradas en las diferentes partes del sistema productivo, las cuales posteriormente en el capítulo de mejora se desarrollara un plan de implementación así como el impacto de las mismas mediante un VSM futuro del sistema mejorado.

A continuación se muestra el VSM actual de la Empresa ENGOMA ADHESIVOS CIA LTDA:

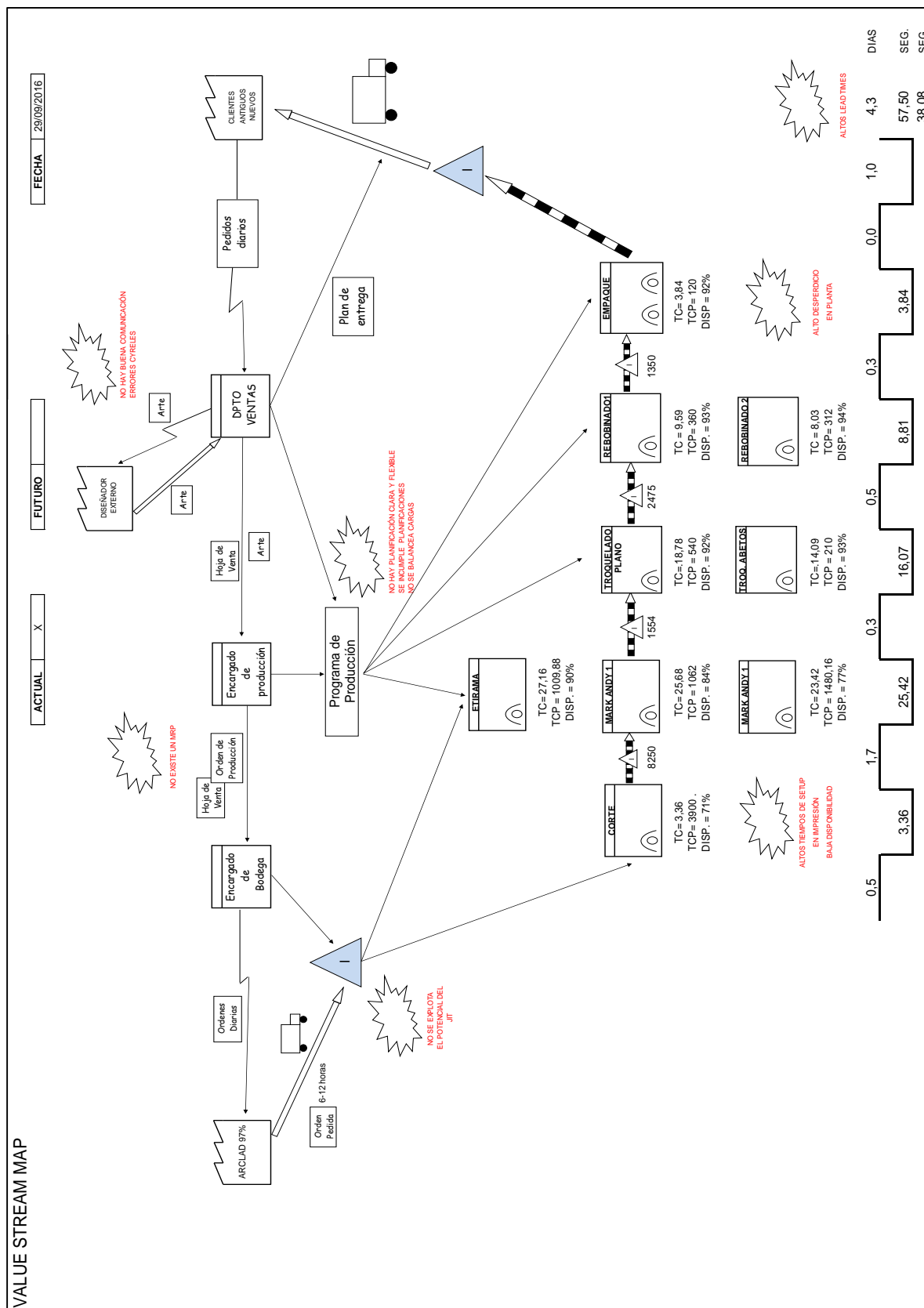


Figura 18. VSM Actual de la empresa Engoma

Las oportunidades de mejora encontradas a través del uso de la herramienta VSM son las siguientes:

- La disponibilidad de las estaciones de impresión son bajas y agravan el cuello de botella que se presenta en las mismas, se poseen porcentajes de 90, 84, 77 por ciento respectivamente. “Una estación con alta disponibilidad se considera cuando alcanza el 94%” (Socconini, Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios, 2014), por lo que el objetivo de este estudio es llevar este indicador al estándar deseado.
- Existe un flujo de información confuso y poco eficiente que genera errores y retrasos en los tiempos de producción y por lo tanto en la repercusión del tiempo de entrega al cliente, la comunicación con el diseñador externo posee falta de datos e información, lo que conduce a errores en la elaboración de cauchos o cyreles. La comunicación con el área de bodega es a destiempo y confusa debido a que no se hace en tiempo real.
- La empresa busca trabajar bajo un sistema JIT o “*just in time*” para aprovechar la alta capacidad del proveedor ARCLAD y sumarla al sistema pull de este tipo de negocio, sin embargo los errores de planeación y comunicación no permiten aprovechar la capacidad de rápida entrega del proveedor.
- Existe una deficiencia de un sistema de planificación de la producción que tome en cuenta los tiempos reales de set up o calibración de las distintas estaciones y su disponibilidad asociada, como consecuencia muchos trabajos son detenidos y cambiados sin seguimiento a un plan de producción lo que genera que el sistema tenga baja respuesta a imprevistos y por lo tanto muy baja flexibilidad algo que es sumamente importante en los sistemas de manufactura para la filosofía LEAN.

- La estación de corte se implementó debido a los pedidos emergentes y no planificados con los cuales no se puede obtener el material cortado desde el proveedor, por lo que se lo solicita que lo entregue sin cortar para realizarlo en la misma planta, esto resulta ineficiente puesto que ARCLAD posee una estación de corte altamente eficiente y capaz pero se necesita programar los cortes de los clientes con un determinado tiempo, si esto no se realiza el proveedor no puede entregarlos en el mismo día.
- Existe un alto desperdicio de materia prima en planta, el cual es superior al estándar fijado por la empresa, que es del 5 al 8%. Las mediciones actuales indican un nivel de desperdicio entre los rangos del 9,30% al 13,11 % de materia prima.
- El tiempo necesario para procesar un pedido en el área de producción actualmente es de 4,3 días por lo que se trabaja al límite del tiempo de entrega, cualquier error o demora representa una entrega a destiempo para el cliente, este problema se ha presentado constantemente como se indica en el capítulo 2, en la definición de problemas.

#### **4.2.5 Balance Actual:**

Graficada la situación actual, el último paso para terminar el VSM es el análisis del balance de operaciones, este apartado lo que nos permite visualizar de manera gráfica y entendible es el desempeño de los tiempos de ciclo de las diferentes estaciones de trabajo con respecto a la medida ideal que nos proporciona el takt time. Con el balance de operaciones se puede visualizar que estaciones son el cuello de botella en el proceso de fabricación. En nuestro caso puntual como se puede observar en la gráfica de balance de Engoma, las estaciones de impresión generan el cuello de botella de la planta y por lo tanto dictan el ritmo de la fábrica para realizar las órdenes.

Otra utilidad del balance de operaciones es el poder calcular la mano de obra necesaria o de estaciones requeridas en la situación actual, esta se calcula con el fin de contrastar los datos con la realidad. Para obtener este dato se suman los tiempos de ciclo de todas las estaciones y se divide para el takt time o ritmo de producción. Adicionalmente con un estado mejorado se permite balancear las operaciones con el fin de nivelar las cargas de trabajo de las mismas, dando así una eficiencia de los recursos sean estaciones u operadores.

A continuación se muestra el gráfico de balance obtenido del VSM actual de la empresa ENGOMA ADHESIVOS CIA LTDA:

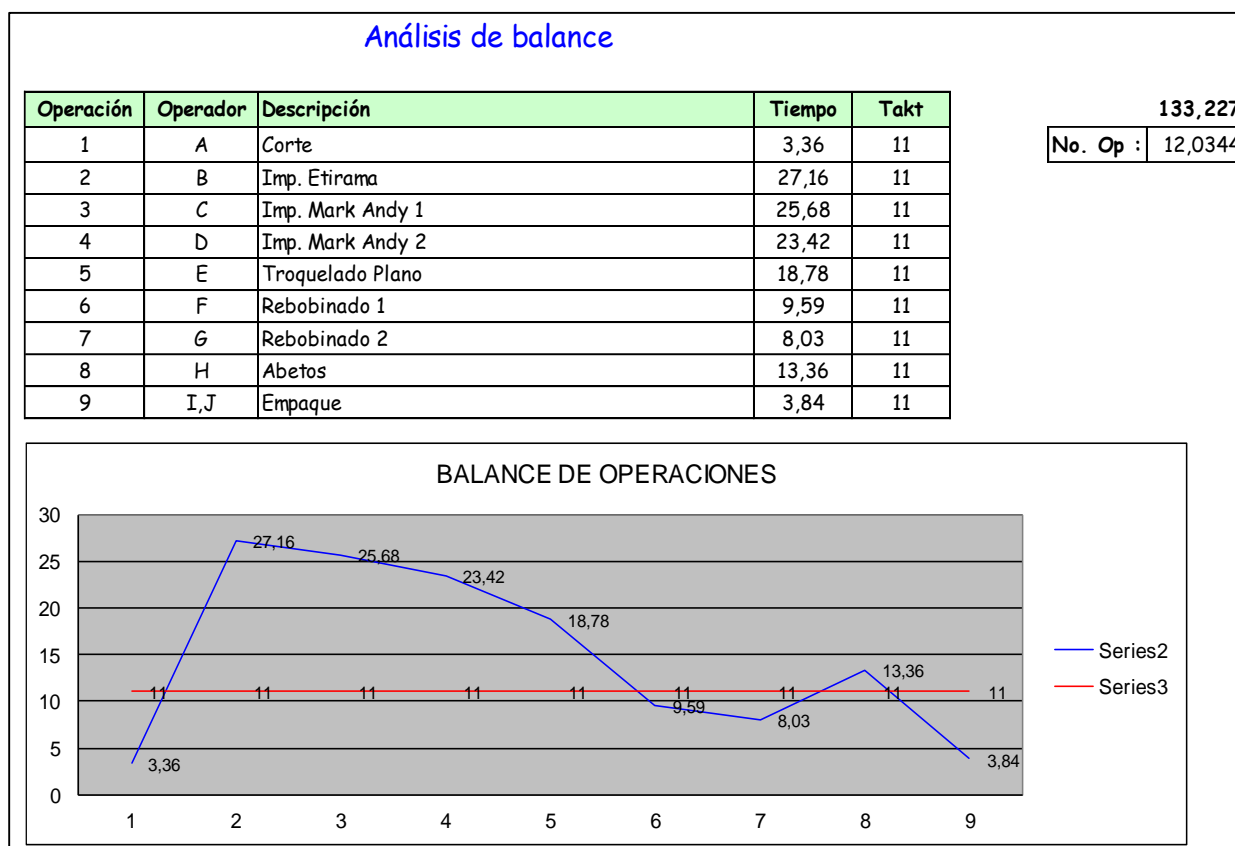


Figura 19. Balance de operaciones estado actual

### **4.3 Análisis de capacidad de lead time**

Como se mencionó anteriormente en el capítulo de definiciones de problemas, el incumplimiento de los tiempos de entrega ofrecidos por la empresa es una realidad y representa un alto porcentaje de quejas de los clientes, sin embargo no es un problema como tal, ya que es la consecuencia directa de la falta de planificación.

El departamento de ventas ha tenido quejas y varios incumplimientos por el área de producción, sin embargo el proceso de entregar al cliente no solo depende de fabricarlo si no también del diseño del arte, aprobación del cliente, realización de requisición de material, producción, facturación y envío. Al ser un conjunto de procesos los que interviene en el resultado y con el apoyo de los datos del VSM que ubican el tiempo de entrega de 4,3 días, se emprendió un análisis para determinar la capacidad estadística del proceso de entrega con respecto a la fecha de ingreso del pedido versus la fecha de facturación y por ende la entrega.

Para determinar qué tan grave es la deficiencia en el proceso de entrega y poder definir numéricamente el dato, se realizó un muestreo aleatorio de los archivos de facturación de la empresa, en estos se buscó contrastar las dos fechas previamente explicadas y generar el CP y CPK del proceso de lead time.

El tamaño de la muestra fue calculada sobre la base de 3600 pedidos que comprenden desde enero 2016 hasta el mes de septiembre de 2016 de la siguiente forma:

Plan de Muestreo, Datos Discretos	
<b>1.- Información inicial</b>	
a) Que es lo que se va a contar.	Unidades = <u>Pedidos Facturados</u>
b) Cual es el tamaño de la población.	N = <u>3600</u>
c) Cual es la característica a medir (ejm. defectos)	Característica = <u>Tiempo de pedidos facturados</u>
d) Que proporción de la población estimas que contiene esta	p = <u>0,8</u>
e) Cual es la precisión de esta estimación (proporción en decimales)	+/- d = <u>0,1</u>
f) Seleccione el nivel de confianza (z = 1.64 para un 90%) (z = 1.96 para un 95%)	z = <u>1,64</u>
<b>2.- Selección de la estrategia de muestreo</b>	
<input type="checkbox"/> Aleatorio	<input type="checkbox"/> Sistemático
<b>3.- Determinar el tamaño de muestra</b>	
$n = p(1-p) / (d/z)^2$	n = <u>43</u>
<b>4.- Determinar la frecuencia de muestreo</b>	
	frecuencia = _____
<b>5.- Ajuste para población finita</b>	
a) Determina la proporción de la muestra con respecto a la población	n / N = <u>0,01195378</u>
b) Si n/N es mayor a 0.05, ajuste con la siguiente formula	n / (1+ n/N) = <u>43</u>

Figura 20. Plan de muestreo para análisis de lead time

Como se muestra en la figura 17, el tamaño de muestra fue de 43 pedidos facturados, para los fines consiguientes de este análisis en el estudio se decidió redondear la muestra a 45 pedidos. Tras establecer el tamaño de la muestra se procedió a recogerlas de manera aleatoria 5 por mes, comenzando desde enero hasta septiembre de 2016, los resultados se muestran en el siguiente resumen:




		LEAD TIME CLIENTES			
MES	ORDEN	FECHA DE INGRESO	FECHA DE FACTURACIÓN	TIEMPO	COMENTARIOS
Enero	49825	12/01/2016	15/01/2016	3	
	49813-2	11/01/2016	15/01/2016	4	
	49630-5	10/12/2015	13/01/2016	34	
	49794	07/01/2016	12/01/2016	5	
	49400	19/11/2015	04/01/2016	46	
Febrero	49975	28/01/2016	10/02/2016	13	
	49973	28/01/2016	05/02/2016	8	
	49978	01/02/2016	04/02/2016	3	
	2859	02/02/2016	03/02/2016	1	
	49898	19/01/2016	02/02/2016	14	
Marzo	50145	01/03/2016	21/03/2016	20	Factura anulada
	50231	15/03/2016	18/03/2016	3	
	49769	05/01/2016	18/03/2016	73	Mala factura/ mala cantidad de etiquetas
	50183	11/03/2016	17/03/2016	6	
	50204	10/03/2016	17/03/2016	7	
Abril	50328	29/03/2016	08/04/2016	10	
	50373	05/04/2016	08/04/2016	3	
	50343	01/04/2016	07/04/2016	6	
	50306	28/03/2016	07/04/2016	10	
	50295	24/03/2016	01/04/2016	8	
Mayo	50674	16/05/2016	24/05/2016	8	
	50653	12/05/2016	24/05/2016	12	
	50641	11/05/2016	23/05/2016	12	
	50675	16/05/2016	23/05/2016	7	
	50625	09/05/2016	20/05/2016	11	
Junio	50888	20/06/2016	27/06/2016	7	
	50894	20/06/2016	27/06/2016	7	
	50865	15/06/2016	27/06/2016	12	
	50903	21/06/2016	23/06/2016	2	
	50843	13/06/2016	23/06/2016	10	
Julio	51033	08/07/2016	20/07/2016	12	
	50898	07/07/2016	18/07/2016	11	
	51019	07/07/2016	15/07/2016	8	
	50944	28/06/2016	15/07/2016	17	
	51000	05/07/2016	13/07/2016	8	
Agosto	60128	11/08/2016	18/08/2016	7	
	60126	11/08/2016	17/08/2016	6	
	60095	09/08/2016	16/08/2016	7	
	60091	09/08/2016	16/08/2016	7	
	60043	04/08/2016	11/08/2016	7	
Septiembre	60200	19/08/2016	07/09/2016	19	
	60328	31/08/2016	06/09/2016	6	
	60272	26/08/2016	02/09/2016	7	
	60269	29/08/2016	02/09/2016	4	
	60230	23/08/2016	01/09/2016	9	

Figura 21. Resumen de muestreo de órdenes

Una vez organizada la información se realizó un gráfico de control para determinar visualmente cual es la cantidad de pedidos fuera de las especificaciones del proceso, recordemos que la empresa ofrece sus pedidos repetitivos en un margen de 5 días y 8 para etiquetas nuevas, estos serían los límites de control inferior y superior respectivamente.

Para decir que un proceso es estadísticamente capaz, visualmente la muestra de los pedidos debería estar concentrada dentro de dichos límites, en el caso de este estudio se encontró que existe mucha dispersión de los datos y que estos están escasamente contenidos en los límites de control del proceso como se muestra a continuación:

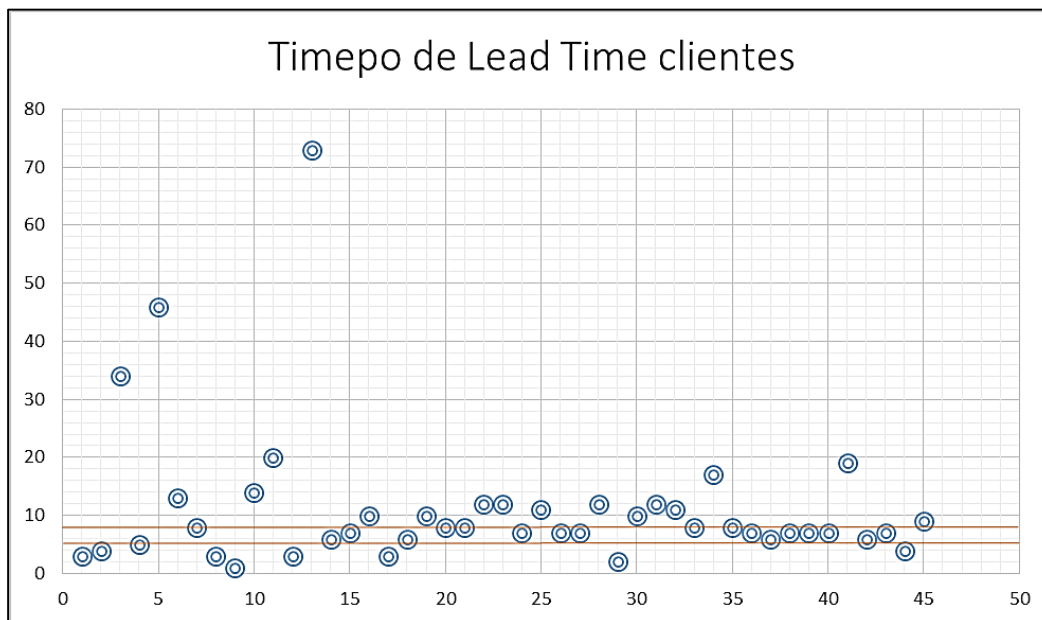


Figura 22. Dispersión de datos muestrales

Finalmente con la gráfica y los datos tabulados se realiza el cálculo de los índices estadísticos que nos permiten obtener una visión clara del proceso así como la capacidad potencial y real del mismo, para ver los cálculos de estos indicadores se debe revisar la sección del marco teórico.

En la tabla de la figura 20, se muestra los resultados del estudio de capacidad del proceso de entrega a clientes, se puede observar que la media de la entrega es de 8 días, superando el tiempo comprendido entre 5 y 8 días. El análisis nos muestra que tenemos un proceso muy variable con alta desviación estándar entre los pedidos, lo que irremediablemente influye en la capacidad del proceso.

El Cp del proceso da como resultado 0,04063, recordemos que para clasificar a un proceso como potencialmente capaz se debe superar el 1 en el análisis, por consiguiente si no es potencialmente capaz, en la realidad la empresa no está en capacidad de cumplir con sus propios parámetros de tiempo de entrega que se ofrece a los clientes.

#### **4.4 OEE de estaciones y de planta:**

Una vez graficada la situación actual de la empresa, finalmente se requiere calcular la medida de productividad para las diferentes estaciones y en su conjunto como planta. El incremento de la productividad mediante el cálculo del OEE es el objetivo general del estudio, y por esto obtener la medición actual es fundamental en el desarrollo de este estudio.

Para obtener el indicador de "*Overall Equipment Efficiency*" se requiere obtener los factores en forma porcentual de disponibilidad, calidad y eficiencia de las diferentes estaciones. La disponibilidad se calcula mediante la comparación del tiempo disponible durante un día de producción con respecto al real con el que se cuenta luego de haber restado las paradas planificadas, no planificadas, calibraciones y descansos. Esta división se expresa de manera porcentual para obtener la eficiencia del uso de tiempo en las estaciones de trabajo. La eficiencia de los equipos se obtiene de manera porcentual al comparar la velocidad real de producción con respecto a las especificaciones de la máquina que generalmente son proporcionadas por el fabricante, en el caso de las estaciones de la empresa, estas se comparan con la velocidad actual en segundos por metro lineal versus la capacidad del fabricante en su misma unidad. La calidad se mide

en porcentaje de acuerdo al número de trabajos realizados por la máquina y cuántos de estos se han reprocesado o han salido con una falla irreversible, dentro de este análisis no se toman en cuenta las piezas de calibración, en el caso puntual de las impresiones, se desprecian los metros lineales de calibración ya que estos representan desperdicio de materias primas.

Análisis de lead time Clientes	
Rango:	72,00000
Desviación Estandar:	12,30525
Varianza:	151,41919
Media:	8,07779
LSC:	8,00000
LIC:	5,00000
CP:	0,04063
CPK:	-0,00017
Conclusión:	El proceso es estadísticamente incapaz

Figura 23. Análisis estadístico CP y CPK

#### 4.4.1 OEE Estación de Corte:

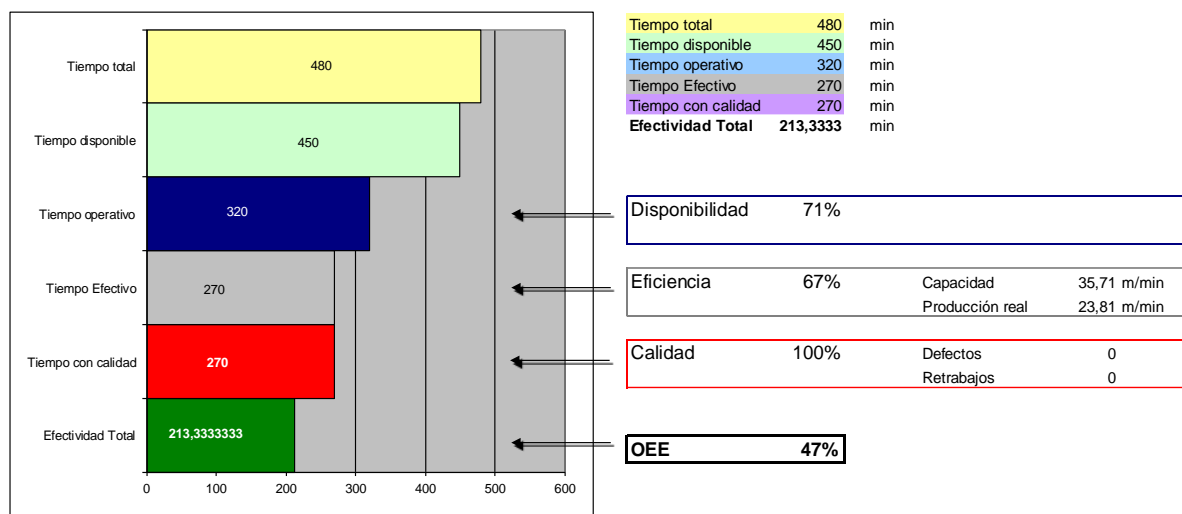


Figura 24. OEE Corte

Como se puede observar, la estación de corte tiene un OEE o productividad del 47% debido a que su eficiencia en velocidad de corte es del 67%, además se tiene una baja disponibilidad debido a que esta estación en particular trabaja un solo turno y sus calibraciones son extremadamente altas.

#### 4.4.2 OEE Estación de impresión máquina Etirama:

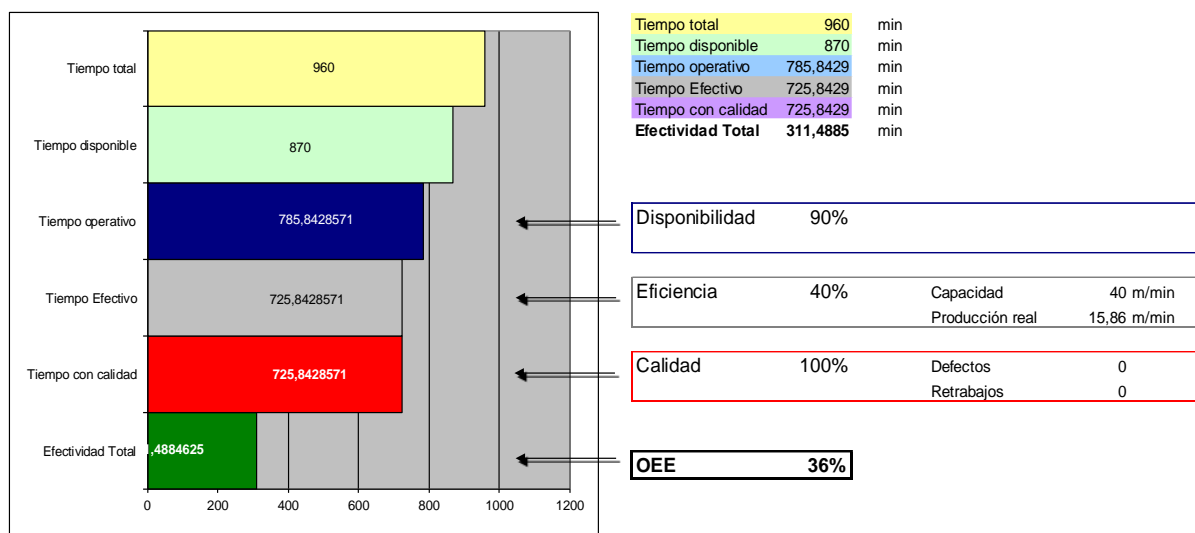


Figura 25. OEE Etirama

A diferencia de la estación de corte, la disponibilidad de la máquina Etirama es muy buena, sin embargo la eficiencia de la máquina debido a temas mecánicos no permiten que la estación corra a los 40 metros por minuto que indica el fabricante, pese a que la máquina tiene una velocidad máxima de 100 metros por minuto para impresiones muy simples.

### 4.4.3 OEE Estaciones de impresión máquinas MarkAndy´s:

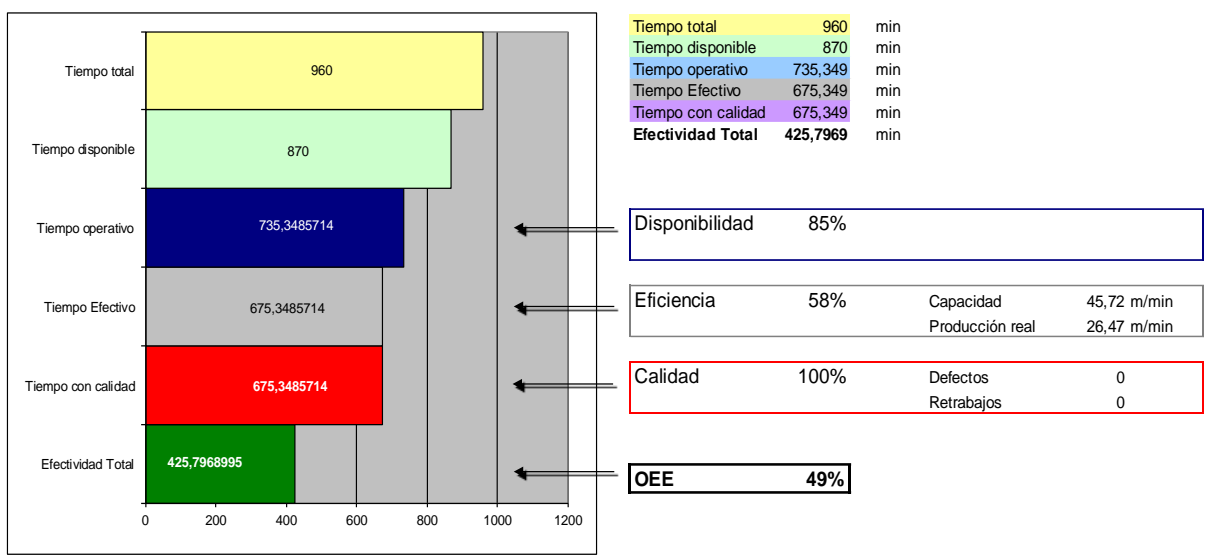


Figura 26. OEE MarkAndy 1

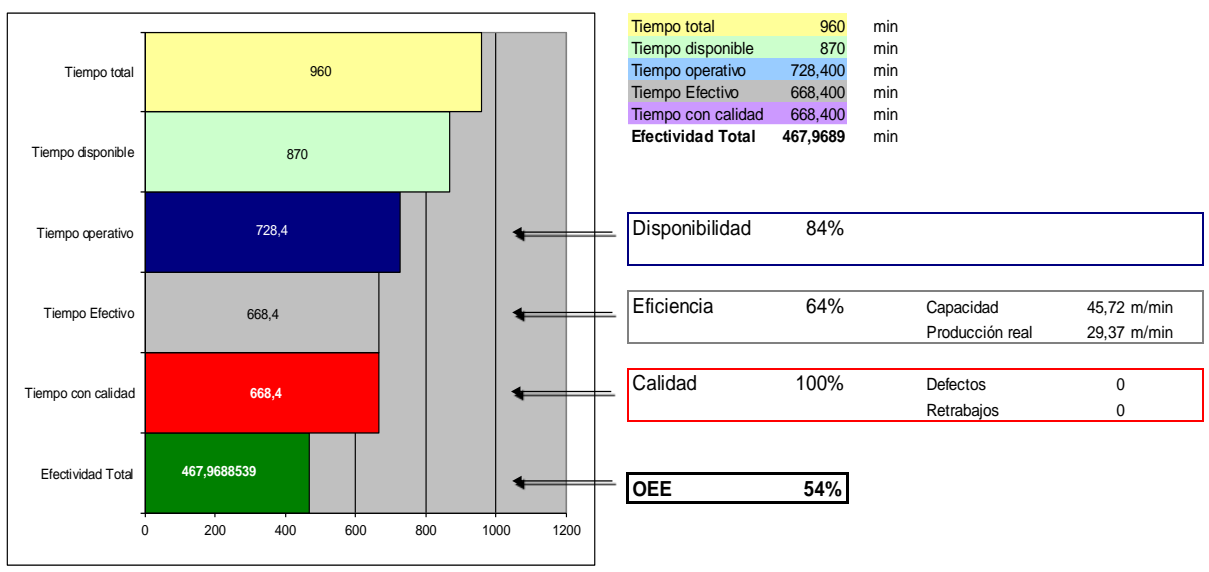


Figura 27. OEE Mark Andy 2

Pese a ser estaciones de similares características y que trabajan en paralelo, existe una diferencia notable entre la productividad de la máquina Mark Andy 2 y la 1, puesto que los tiempos de calibración de la primera son menores al igual que su velocidad se ve menos afectada con respecto a las especificaciones del fabricante.

#### 4.4.4 OEE Estación de troquelado plano:

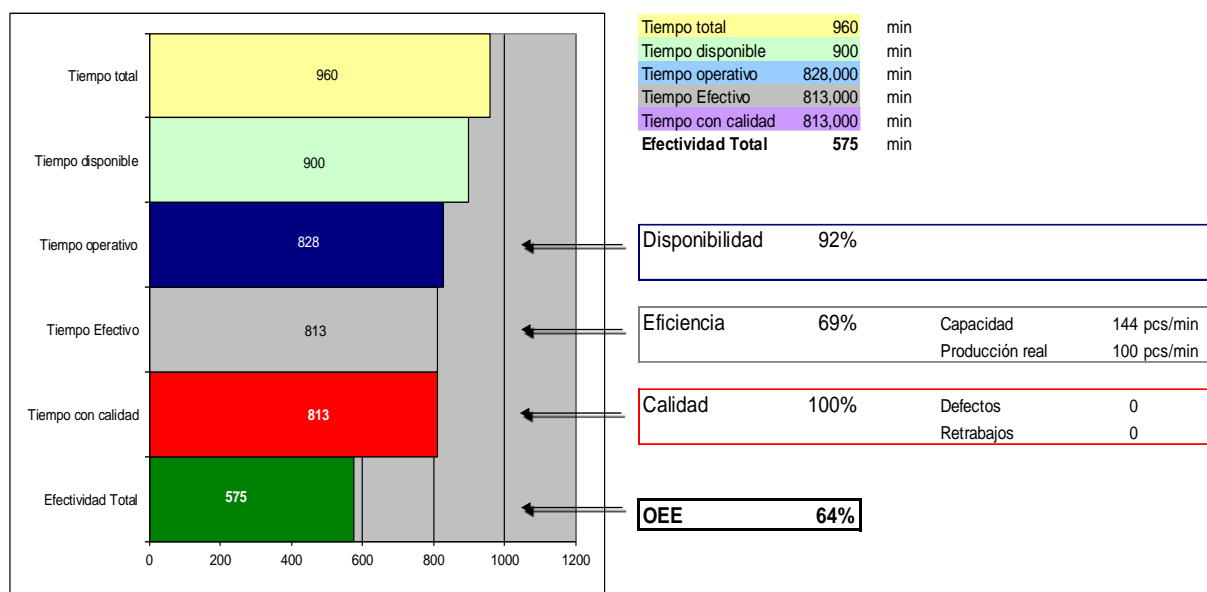


Figura 28. OEE Troqueladora Plana

La estación de troquelado plano es muy usada para los productos de etiquetas en blanco puesto que, al no tener mayor acabado de color o diseño, el cliente requiere que sea recortado y diseñado para ser arrancado con facilidad. Gran carga de trabajo en la empresa es etiquetas en blanco por lo que la eficiencia y productividad de esta estación es de vital importancia, sin embargo, al ser una máquina relativamente nueva del año 2007, esta presenta pérdidas de velocidad debido a los troqueles desgastados y también posee altos tiempos de calibración.

#### 4.4.5 OEE Estación Abetos:

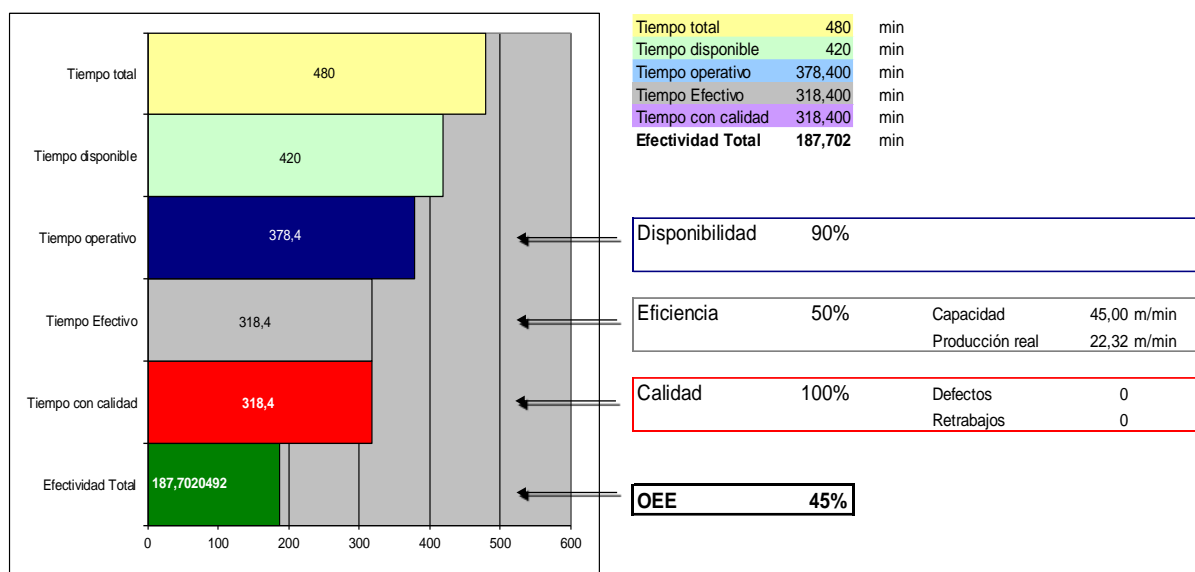


Figura 29. OEE Abetos

Abetos en un principio fue una estación de impresión ya que por sus características funcionales podía realizar impresiones y troquelados de un solo color, sin embargo, daños mecánicos y falta de mantenimiento han hecho imposible imprimir en esta estación, por lo que ahora solo troquea material.

La estación abetos solo funciona 1 turno y al ser sus calibraciones para etiqueta blanca, sus set up's son cortos por lo que su disponibilidad es alta. La eficiencia de la máquina abetos, se ve reducido puesto que tiene deterioro en el sistema de engranajes y su velocidad ha sido tan afectada.

#### 4.4.6 Estaciones de Rebobinado:

Antes del proceso final de empaque, tantas etiquetas blancas y a color deben ser bobinadas para contabilizar las etiquetas por rollo que se mandaran al cliente conforme sus propias especificaciones. Al tener que rebobinar todas las ordenes, estas estaciones son de vital importancia para la empresa ya que a diferencia de muchos procesos este si agrega mucho valor al cliente.



Las estaciones de rebobinado funcionan con máquinas contadoras más no bobinadoras, debido al alto costo de estas la gerencia no ha implementado más velocidad en estas estaciones. Al trabajar al límite de su capacidad de eficiencia, estas estaciones serán intervenidas menormente para mejorar sus tiempos de calibraciones.

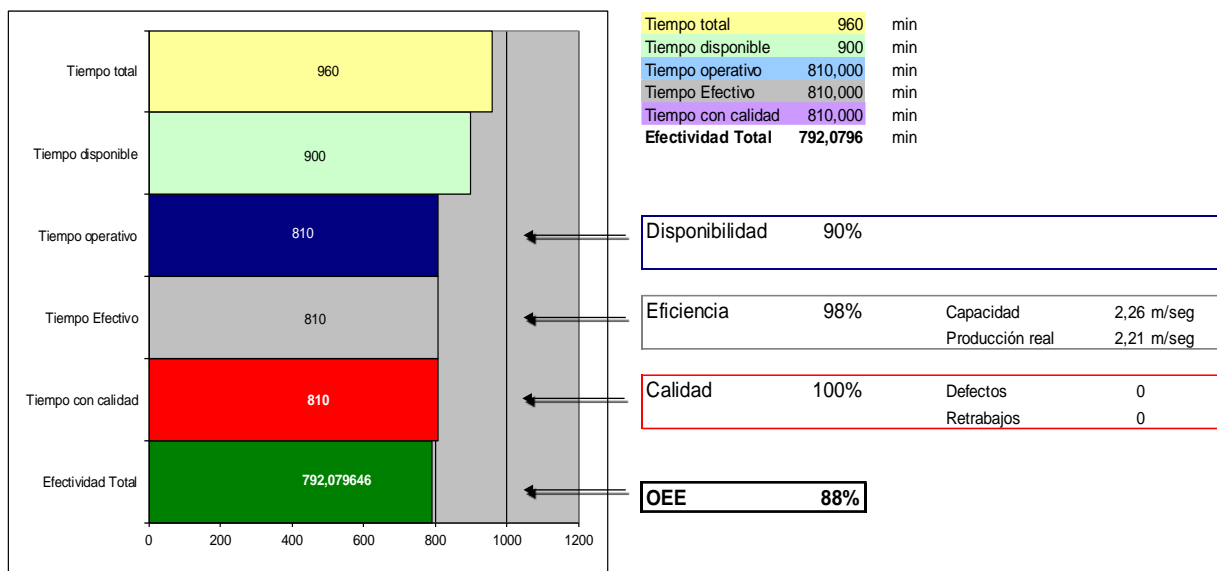


Figura 30. OEE Rebobinadora 1

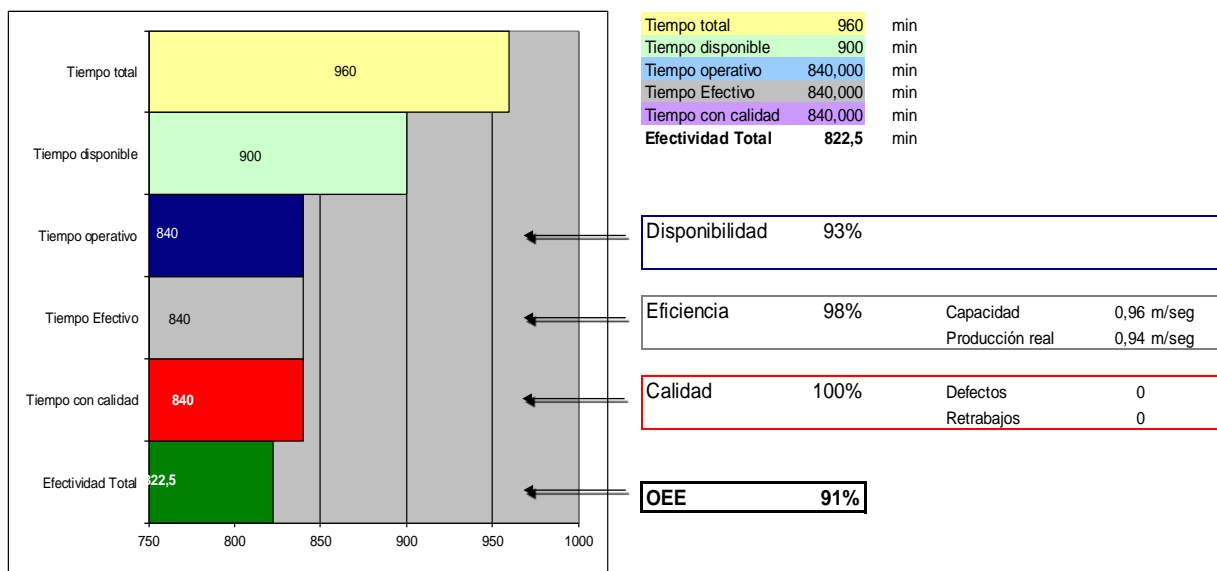


Figura 31. OEE Rebobinadora 2

Como se puede notar por el porcentaje de OEE, las estaciones de rebobinado son de las más productivas puesto que trabajan casi al límite de su velocidad de especificación, adicionalmente los operadores de las estaciones poseen buenos tiempos de calibración, lo cual ayuda a obtener un alto porcentaje de disponibilidad y por ende productividades en promedio del 90%.

#### 4.4.7 Estación de empaque

Finalmente la estación de empaque es el último proceso del área de producción, en esta se empaican los rollos rebobinados y se controla la cantidad y la calidad del envío para el cliente. La estación trabaja 1 turno para empaicar las órdenes ya rebobinadas, dependiendo de la carga mensual puede ser la estación donde más personas trabajan.

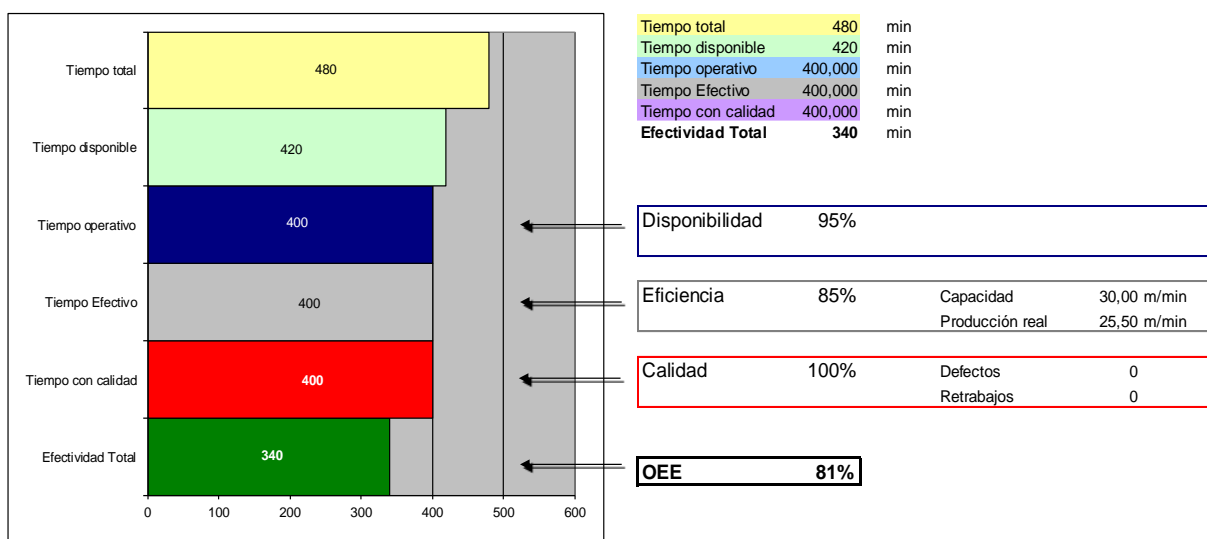


Figura 32. OEE Empaque

La estación de empaque trabaja con una máquina selladora al vacío que posee gran velocidad y poco deterioro debido a la operación por lo que su velocidad no se ha visto afectada mayormente en comparación de las demás estaciones de la planta de ENGOMA ADHESIVOS CIA LTDA.

#### 4.4.8 OEE de planta:

Una vez obtenidos los OEE individuales de las estaciones de la planta, se desea saber el nivel de productividad total de la planta, para ello con cada OEE de cada estación se procede a ubicarlos en el orden de producción y luego obtener un promedio de funcionamiento o productividad.

El OEE de planta obtenido por la empresa ENGOMA ADHESIVOS CIA LTDA, se muestra en la figura a continuación:

Overall Equipment Efficiency									Versión: 1/2
Planta:	Engoma Adhesivos cia ltda			Fecha:	29/09/2016	Responsable:	David Cevallos		
OEE ESTACIONES									
CORTE	ETIRAMA	MARK ANDY 1	MARK ANDY 2	TROQUELADORA PLANA	ABETOS	REBOBINADO 1	REBOBINADO 2	EMPAQUE	TOTAL PLANTA
47%	36%	49%	54%	64%	45%	88%	91%	81%	62%



Figura 33. "Overall Equipment Efficiency" Engoma

Al establecer una escala de color, es muy simple ver cuales estaciones afectan o contribuyen de manera significativa al porcentaje de OEE de planta, como se puede notar claramente la productividad de la planta se ve severamente afectado por el bajo desempeño del cuello de botella, el cual son las estaciones de impresión como se demostró en el balance de operaciones. La estación de corte al tener altos tiempos de calibración afecta significativamente la productividad de la planta, puesto que sin material cortado no se puede proceder a ninguna otra operación de la cadena de producción.

La planta de producción de ENGOMA ADHESIVOS CIA LTDA, posee un nivel de productividad o de OEE del 62% en las condiciones actuales.

Al ser un indicador de clase mundial posee una clasificación para determinar de manera rápida cual es la situación actual de una empresa descrita por este indicador, como se mencionó con anterioridad los inversionistas pueden orientarse por el porcentaje para determinar si es una decisión prudente.

En la figura 31 que se muestra a continuación, se indica las escalas establecidas para la clasificación de las empresas según su porcentaje de “*Overall Equipment Efficiency*”, así como una breve descripción de la interpretación base de lo que representa a cada nivel.

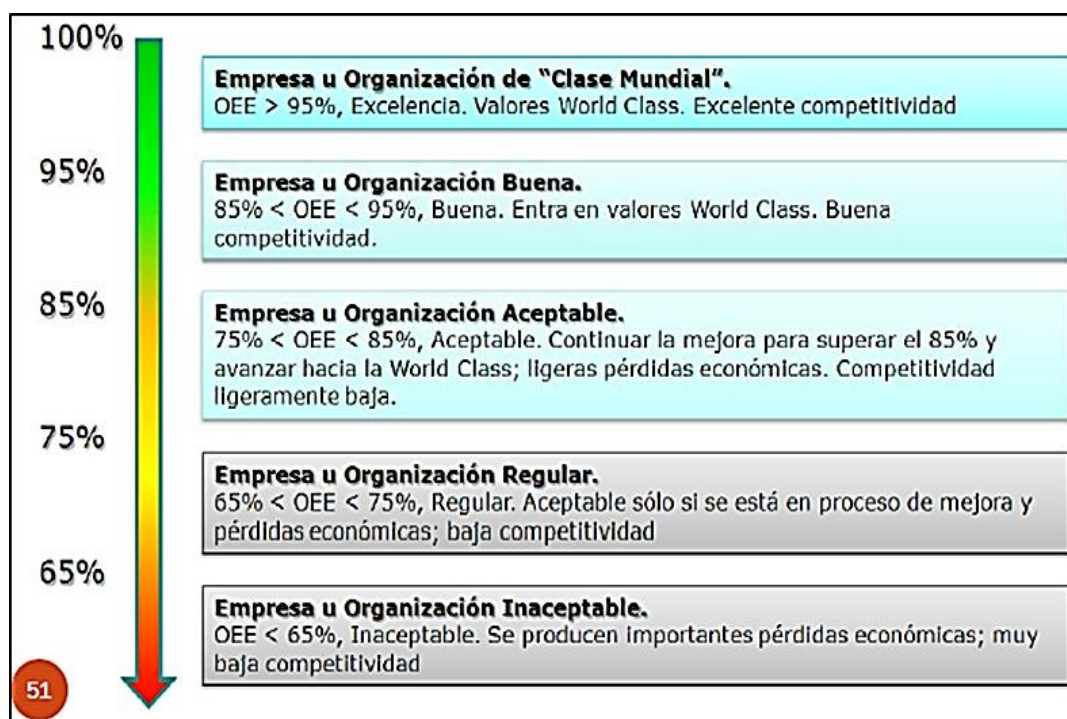


Figura 34. Clasificación de empresas por % de OEE

Tomado de: (Naranjo, 2014)

#### **4.4.9 Conclusión del nivel de productividad del estado actual:**

Como nos indica la figura 31, la línea de la empresa ENGOMA ADHESIVOS CIA LTDA posee un porcentaje de productividad del 62%, lo que la clasifica como una organización inaceptable para los estándares mundiales puesto que se producen importantes pérdidas económicas y desaprovechamiento de los recursos que se invierten en el sistema productivo, adicionalmente posee una baja competitividad que se refleja en la pérdida de clientes e incapacidad de flexibilidad en su sistema de producción.

Al ser una empresa que posee gran competencia en el mercado ecuatoriano, tener un bajo porcentaje de productividad representa un gran obstáculo para distinguirse de las demás empresas, puesto que es incapaz de ofrecer productos a menor precio y tampoco puede ser flexible en sus operaciones.

El incremento de la productividad mediante la mejora de los factores claves que la aquejan, es de carácter indispensable para la empresa puesto que en un año de contracción económica como el 2016, solo las empresas más eficientes pueden sobrellevar la dura crisis y usar esta como una oportunidad.

## **5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE CAUSAS RAICES**

Una vez retratado el estado actual del sistema productivo con sus respectivos problemas y falencias, lo que se debe realizar es el análisis de la causa raíz. Todo problema que se presente tiene un origen, la importancia de poder establecer con precisión este origen es de vital importancia ya que nuestros esfuerzos de mejora deben estar enfocados a la causa real y que al atacar la misma, se logre el impacto deseado, porque de lo contrario si no se enfocan los esfuerzos en la causa raíz el problema volverá a surgir o simplemente se reducirá su impacto en la realidad pero no se alcanza el objetivo deseado.

Una vez definidos los problemas del sistema productivo de la empresa Engoma, se procede a realizar el análisis de causa raíz mediante la herramienta “Árbol de solución de problemas y los 5 por qué”.

### **5.1 Árboles de definición de problemas y 5 por qué:**

Se procedió a realizar el análisis de la causa raíz en los 2 problemas críticos encontrados en la realización de este estudio, los árboles de solución de problemas se muestran a continuación, 1 para cada problema.

#### **5.1.1 Problema de nivel de productividad u OEE:**

Tras haber realizado el correspondiente análisis de causa raíz para el problema seleccionado, se puede observar que existen 3 causas raíces principales que tienen incidencia al problema, estos son los que se repiten constantemente en el análisis:

- No existe una gestión de mantenimiento: es la causa más común en el sistema productivo, ya que afecta directamente a las estaciones de trabajo y ritmos de producción.
- Falta de las 5s: Falta de orden, control y estándares, en resumen los elementos que componen esta metodología.
- No se planifica la producción: Debido a la inexistencia de un sistema flexible como se indicó en capítulos anteriores, existe una incapacidad del sistema a reaccionar a pedidos emergentes.

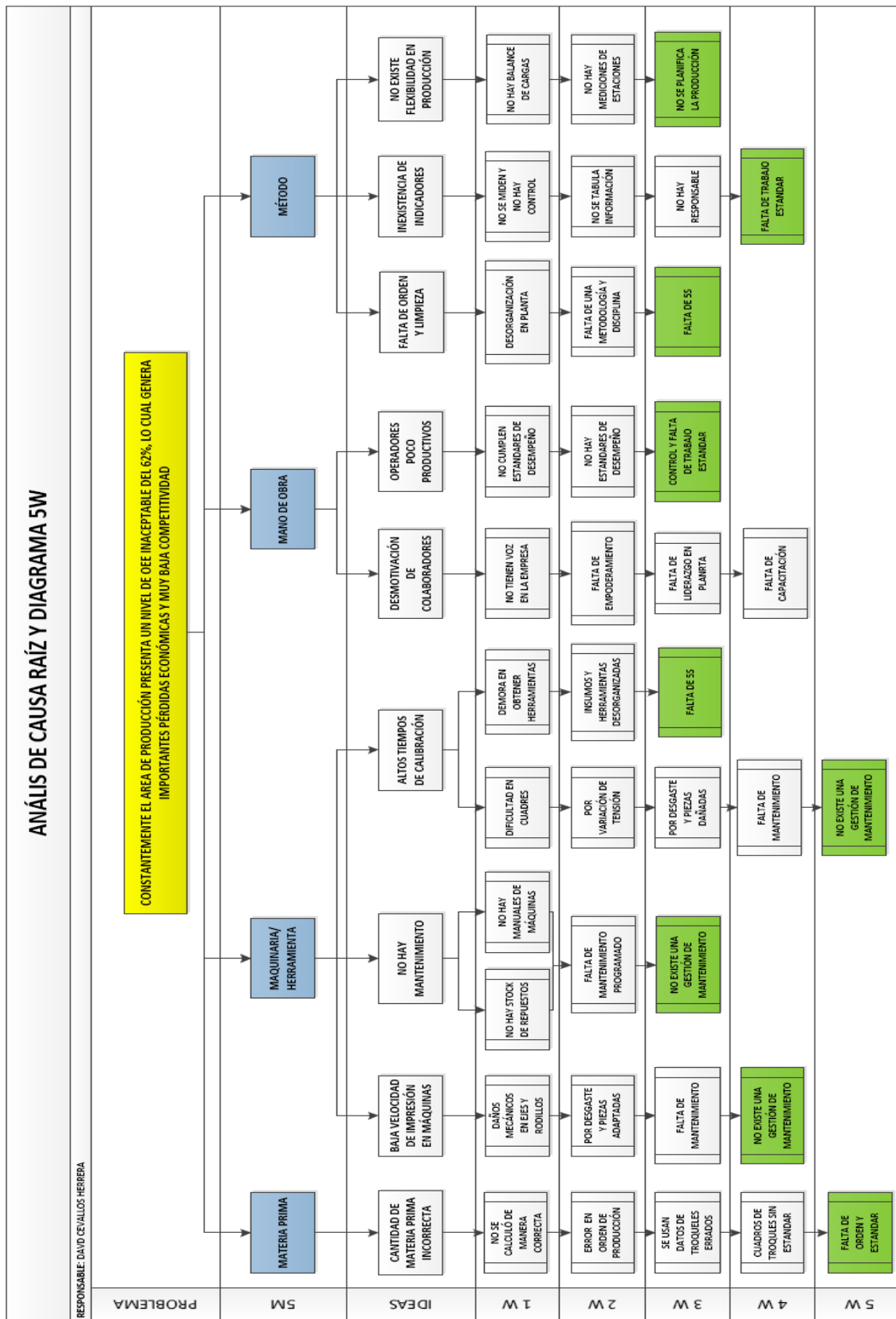


Figura 35. Árbol de solución de problemas nivel bajo de OEE

### 5.1.2 Problema de nivel de desperdicio:

Tras haber realizado el correspondiente análisis de causa raíz para el problema seleccionado, se puede observar que existen 3 causas raíces principales que tienen incidencia al problema y que adicionalmente se repiten como causas raíces de los otros problemas, pues son causas generales.

- No existe una gestión de mantenimiento: es la causa más común en el sistema productivo, ya que afecta directamente a las estaciones de trabajo y ritmos de producción.
- Falta de las 5s: Falta de orden, falta de trabajo estándar son en resumen los elementos que componen la metodología y de los cuales no se cuenta con evidencia física de que se cumplan en planta o que se haya implementado eficientemente en el sistema productivo.
- No se planifica la producción: Debido a la inexistencia de un sistema flexible como se indicó en capítulos anteriores, se genera cambios de órdenes de producción por lo que se desperdicia tiempo y material si este ya fue montado y calibrado.

A medida que se avanza en el estudio de las causas raíces se puede ir denotando que las mismas tienen una relación directa o indirecta en los demás problemas, puesto que son causas que desencadenan variedad de falencias en la empresa y por lo tanto tienen incidencia en el problema principal de baja productividad, el cual es el centro y objetivo de este estudio.



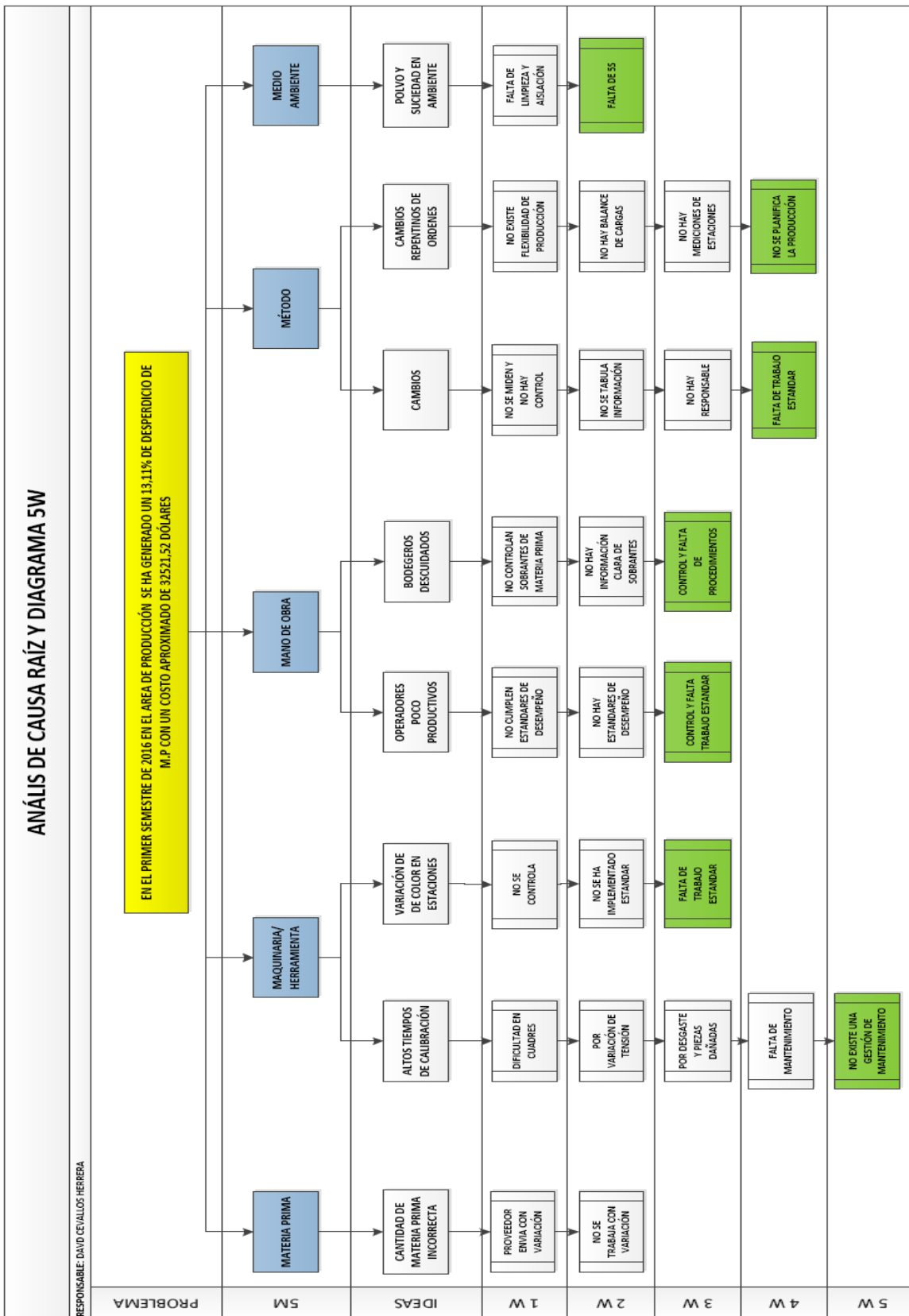


Figura 36. Árbol de solución de problema de nivel de desperdicio

## **5.2 Conclusión de Análisis de causas raíces:**

Como se indicó en las secciones 5.1.1 y 5.1.2, se puede observar que a pesar de ser problemas diferentes tienen en común causas raíces que afectan al sistema productivo de la empresa de manera general, es por ello que la falta de mantenimiento, implementación de 5s y un sistema de producción eficiente, son las causas raíces principales de bajo nivel de OEE o de productividad que es del 62% en el estado inicial de este estudio.

Al realizar el método a la inversa como se indicó al inicio de este capítulo, se obtiene con seguridad que estas causas raíces inciden directamente en el problema de la productividad, ya que al tener una falta de mantenimiento la eficiencia de las estaciones se ve disminuida notablemente así como los altos tiempos de calibración y por ende material desperdiciado.

El plan de mejora se estructurará con el fin de atacar las 3 causas raíces y por ende aumentar notablemente la productividad de la línea de fabricación de adhesivos de la empresa Engoma.

## **6. CAPÍTULO VI. PLAN DE MEJORA**

Con los problemas ya definidos y sus causas raíces plenamente identificadas, se requiere establecer un plan de mejora que ataque las mismas y que permita alcanzar el objetivo de aumentar el OEE de planta al 85%. A cada una de las causas raíces se le asignará una metodología que permita eliminarla o mitigarla en su mayor parte, a continuación se describe el plan de mejora para cada causa raíz.

## 6.1 Implementación de 5s:

Se requiere implementar un programa de 5s manera imperativa como base para mejoras más estructuradas que permitan reducir tiempos de calibración y por tanto el aumento del OEE de la línea de producción de engoma.

**Etapas 1 Seleccionar:** es retirar de las diferentes áreas de trabajo todos los artículos que no son necesarios para realizar las operaciones productivas.

“Solo lo que se necesita, sólo la cantidad necesaria y sólo cuando se necesita”.

- Reconocer áreas de oportunidad
- Definir criterio de selección
- Identificar objetos seleccionados
- Disponer de elementos seleccionados

**Se debe decidir qué hacer con los objetos seleccionados como no necesarios.**

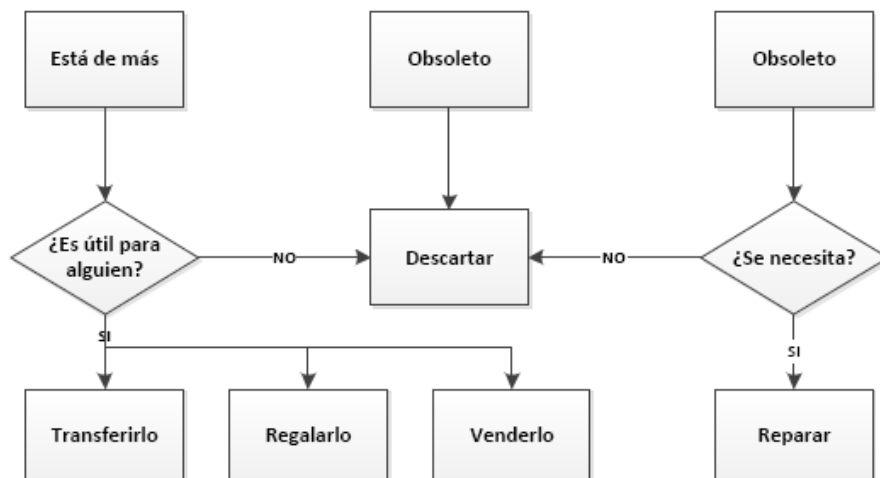


Figura 37. Criterio de Selección de objetos

Tomado de: (Socconini, Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios, 2014)

**Etapa 2 Organizar:** es ordenar los artículos necesarios para realizar el trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que facilite su identificación, disposición y regreso al mismo lugar después de ser usados.

“Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar”

- Preparar el área de trabajo
- Uso de letreros y señales
- Ordenar el área de trabajo ¿Qué? ¿Dónde? ¿Cuántos?

**Etapa 3 limpieza:** eliminar la suciedad de las áreas de trabajo.

“El lugar más limpio no es el que más se asea, si no el que menos se ensucia”

- Determinar un programa de limpieza
- Definir métodos de limpieza
- Crear disciplina

**Etapa 4 Estandarizar:** es lograr que los procedimientos, prácticas y las actividades se ejecuten consistentemente y de manera regular, para asegurar que la selección, organización y limpieza son mantenidas en las áreas de trabajo. Se debe cumplir con el 80% de la auditoria 5s para poder pasar a la etapa 5.

**Etapa 5 Seguimiento:** es integrar las actividades de las 5s en el trabajo regular, se procede a evaluar los resultados.

“Di lo que haces, has lo que dices y demuéstalo”

- Establecimiento de procedimientos
- Elaborar un manual de estandarización
- Implementar evaluaciones de revisión.

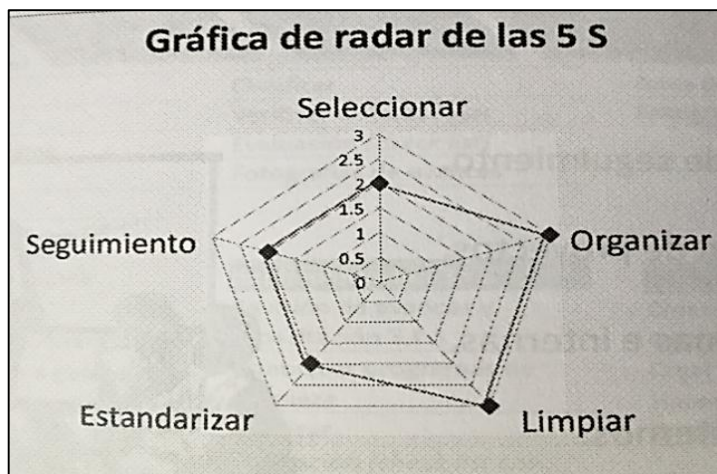


Figura 38. Gráfica de Evaluación de 5s

Tomado de: (Socconini, Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios, 2014)

## 6.2 Plan de mejora Gestión de mantenimiento:

En una línea de producción, tener una correcta y eficiente gestión de mantenimiento permite reducir costos operacionales además de incrementar notablemente la disponibilidad de los equipos a lo largo del año, dando como resultado mayor tiempo de utilización de la máquina y por lo tanto mayor volumen de producción con calidad asegurada. En la empresa se ha constatado que pese a existir un mecánico de planta, no se ha establecido gestiones y programas de mantenimiento para las estaciones de trabajo, no existe una identificación de repuestos necesarios para tener en bodega, puesto que los fallos relacionados a estos repuestos son críticos.

**6.2.1 Mantenimiento Correctivo:** Una vez presentado el informe y los indicadores actuales la gerencia dispuso la realización de cambios en el sistema productivo así como nuevas contrataciones de personal, entre estas se integró un nuevo jefe de planta. Con el apoyo de gerencia y la ejecución de los conocimientos técnicos del jefe de producción se procedió a realizar un mantenimiento escalonado y netamente correctivo de las estaciones de trabajo.

Debido al deterioro actual de las estaciones y su baja eficiencia como se muestra en el OEE individual de las estaciones, se procedió a realizar acciones correctivas para cada una de las estaciones de impresión de manera consecutiva, es decir una por semana, en estas paras programadas se buscó arreglar el sistema eléctrico, el sistema de secado y el sistema de registro de las máquinas.

El mantenimiento correctivo busca devolver al máximo nivel posible las capacidades de fábrica de los equipos. Las acciones de mantenimiento correctivo se describen en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Acciones de mantenimiento correctiva por estación.

<b>ESTACIÓN</b>	<b>ACCIÓN CORRECTIVA</b>
ETIRAMA	Cambio de 3 Anilox de cilindros.
ETIRAMA	Reparación del sistema de control y contadores.
ETIRAMA	Reparación del sistema eléctrico.
ETIRAMA	Calibración de tensión en eje motriz.
ETIRAMA	Reemplazo de poleas de sistema motriz.
ETIRAMA	Reemplazo de lámparas de secado por repuestos originales.
ETIRAMA	Reparación de fugas en el sistema de secado
ETIRAMA	Reparación y reemplazo de componentes del sistema neumático de la estación.
MARK ANDY 1 y 2	Calibración de tensión en el eje motriz.
MARK ANDY 1 y 2	Engrase de sistema motriz.
MARK ANDY 1 y 2	Reemplazo de lámparas de secado por repuestos originales.

MARK ANDY 1 y 2	Calibración de cilindros para cuadro y registro de impresión.
ABETOS	Reemplazo de engranes del sistema de tambor rotativo de impresión.
ABETOS	Reparación y reemplazo de componentes del sistema neumático de la estación.
ABETOS	Reparación de cilindro de montaje en sistema de troquelado de la estación.
ABETOS	Reparación de sistema de registro de la estación.

**6.2.2 Gestión de mantenimiento basado en TPM:** Una vez que se ha realizado y terminado la etapa actual de mantenimiento correctivo en todas las estaciones, se requiere implementar los siguientes módulos de TPM con el fin de asegurar una gestión eficiente y por lo tanto aumentar la disponibilidad y eficiencia de las máquinas.

- Módulo 1 Codificación general de equipos: se requiere identificar con claridad los equipos disponibles de la empresa, así como su ubicación en el layout de planta.

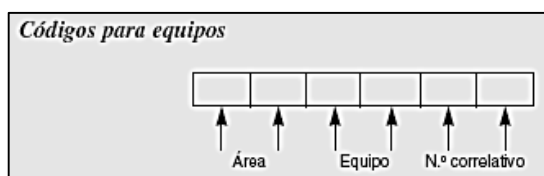


Figura 39. Codificación para equipos TPM

Tomado de: (García Garrido, 2003)

- Módulo 2 Selección de modelo de mantenimiento: en este módulo se asigna un modelo de mantenimiento determinado a cada uno de los equipos o estaciones basado en la criticidad de la misma. Para obtener la criticidad de un equipo se realiza el análisis mostrado en la siguiente figura.

## ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

Figura 40. Análisis de criticidad para equipos

Tomado de: (García Garrido, 2003)

Una vez que se ha asignado la criticidad a cada equipo de la planta sea este A, B o C procedemos a asignarle el modelo de mantenimiento sugerido.

“Si el equipo resulta ser Crítico, el modelo de mantenimiento será alguno de los tres que corresponden a Mantenimiento Programado”. (García Garrido, 2003)

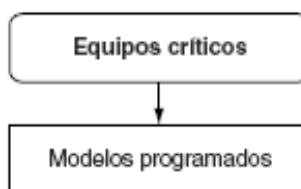


Figura 41. Modelo de mantenimiento para equipos críticos

Tomado de: (García Garrido, 2003)

“Si el equipo es Importante, tendremos que estudiar todavía un poco más las consecuencias de una avería”. (García Garrido, 2003)



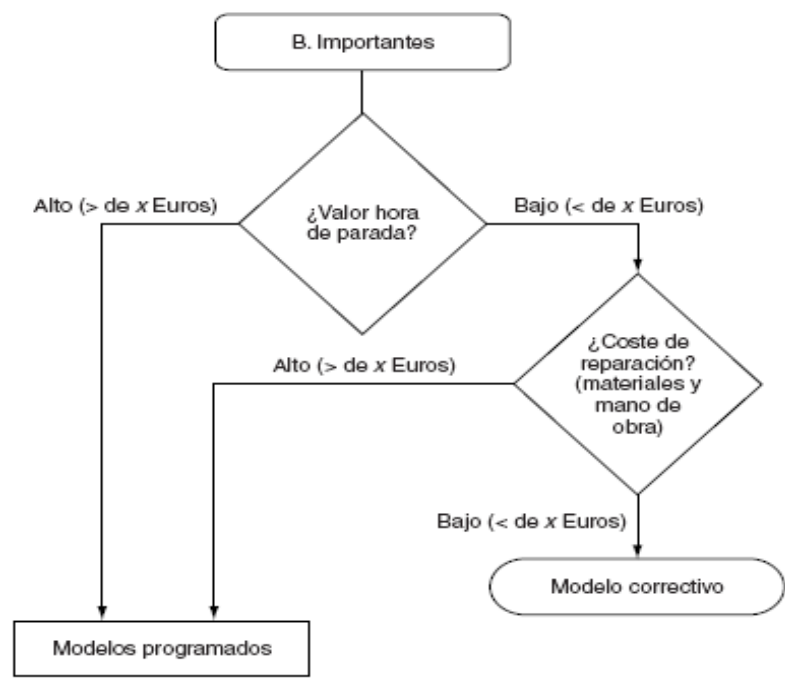


Figura 42. Análisis de modelo de mantenimiento de quipos importantes

Tomado de: (García Garrido, 2003)

“Si el equipo, por último, es Prescindible, ya sabemos que el modelo que le corresponderá será el Modelo Correctivo”. (García Garrido, 2003)

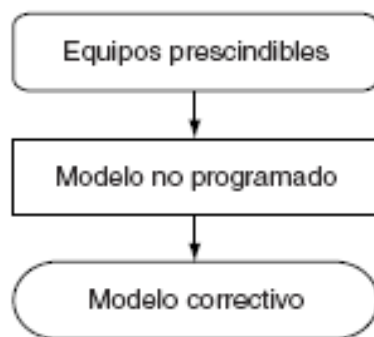


Figura 43. Modelo de mantenimiento para equipos prescindibles

Tomado de: (García Garrido, 2003)

“Una vez que hemos llegado a la conclusión de que el modelo de mantenimiento es un modelo de mantenimiento programado, debemos ahora decidir qué modelo en concreto corresponde.

Si el equipo necesita estar en funcionamiento la mayor parte del tiempo (más del 90%), el modelo será el de Alta Disponibilidad. Este modelo, como hemos visto, es el más caro y completo, y es el único que no incluye la reparación de averías, porque se parte de la base de que estas averías no pueden surgir. En la práctica, estas averías ocurren, ya que es imposible controlar todos los aspectos, algunos de ellos dependientes del azar. Pero debemos fijarnos eso como objetivo, aunque no lo consigamos plenamente. Si es un equipo del que precisamos una disponibilidad media (por ejemplo, no funciona las 24 horas del día, o hay épocas —semanas, meses— en los que permanece parado), el modelo será el Sistemático. Estarían incluidos aquí aquellos equipos que no funcionan de manera continua, pero que cuando lo hacen deben hacerlo con absoluta fiabilidad. El tercer caso será aquel que corresponde a equipos cuya posibilidad de fallo es baja, o bien, que la disponibilidad que precisamos es muy baja (equipos que solo precisamos ocasionalmente, o que están duplicados o triplicados). El modelo correspondiente será el Condicional, en el que según hemos visto, realizaremos determinadas pruebas funcionales o determinados ensayos, y solo actuaremos en caso de observar algo anormal en estas pruebas o ensayos. Dentro de los modelos de mantenimiento programado es el modelo más básico” (García Garrido, 2003).

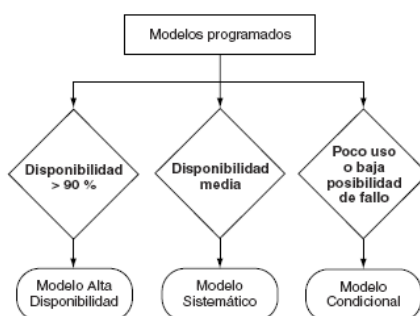


Figura 44. Modelos de mantenimiento para modelos programados

Tomado de: (García Garrido, 2003)

- Módulo 3 Elaboración de fichas técnicas: Una vez realizado la selección del modelo de mantenimiento, se requiere realizar las fichas técnicas de los equipos con el fin de copilar toda la información de valor del equipo en un solo archivo de resumen. Al poseer fichas técnicas un departamento de mantenimiento tiene una mayor comprensión del equipo así como cualquier persona externa que pudiese necesitar intervenir en la misma. Un formato de ficha técnica sugerida para la empresa se muestra en la siguiente figura.

EQUIPO:		CÓDIGO(S):		
DATOS DEL EQUIPO				
PROVEEDOR:	AÑO:			
DIRECCIÓN:				
TELÉFONOS:				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:				
fotografía del equipo				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:				
VALORES DE REFERENCIA:				
ANÁLISIS DE CRITICIDAD:		TIPO DE EQUIPO:		
ANÁLISIS DE LAS ZONAS/EQUIPOS				
Tipo de equipo o de zona	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	La posibilidad de originar un accidente grave es alta.  Necesita revisiones periódicas muy frecuentes (mensuales) por razones de seguridad.  Ha producido accidentes en el pasado, en esta planta o en plantas similares.	Su parada afecta al Plan de Producción y/o a clientes.	Es clave para la calidad del producto.  Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Alto coste de reparación en caso de avería.  Averías muy frecuentes.  Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).  Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.
MODELO DE MANTENIMIENTO	¿MTO. LEGAL?	SUBCONTRATOS NECESARIOS		
CORRECTIVO	SI	PRESINTIVO		
CONDICIONAL	NO	CORRECTIVO		
SISTEMÁTICO		INSPECCIONES		
ALTA DISPONIBILIDAD		OVERHAUL		

Figura 45. Modelo de ficha técnica

Tomado de: (García Garrido, 2003)

- Módulo 4 Elaboración de Rutas semanales o mensuales: “Las rutas semanales y mensuales contemplan tareas más complicadas, que no está justificado realizar a diario. Implican, en algunos casos, desmontajes, paradas de equipos o tomas de datos más laboriosas. Es el caso de limpiezas interiores, que necesiten del desmontaje de determinados elementos, o medidas del consumo de un motor (medida de intensidad) en cuadros de acceso complicado, etc. También incluyen

tareas que no se justifica realizar a diario, como los engrases” (García Garrido, 2003).

- Etapa 5 Selección de repuestos: Debido a que la empresa cuenta con maquinaria importada, es necesario definir qué repuestos son necesarios ubicarlos o poseerlos, con el fin de garantizar que ante un eventual fallo, se cuenta con la capacidad de responder rápidamente al mismo para así evitar paradas no programadas que cuesten a la empresa. Para seleccionar un repuesto se utilizará el análisis que se muestra en la siguiente figura.

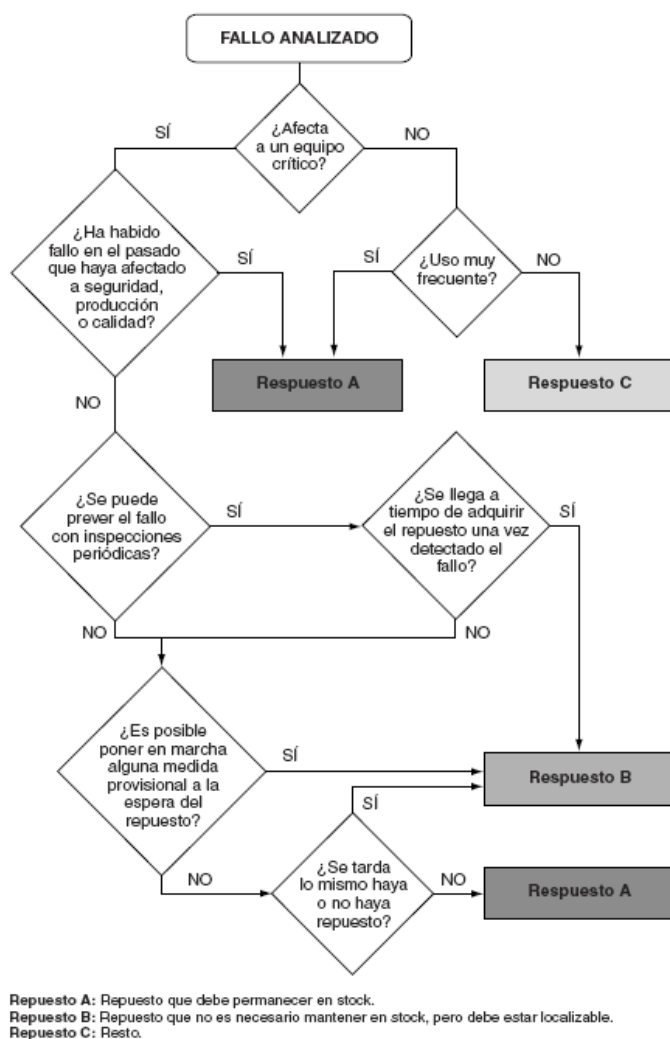


Figura 46. Análisis de repuestos

Tomado de: (García Garrido, 2003)

### 6.3 Aplicación de SMED o Cambios Rápidos:

Una vez que se ha logrado implementar con eficiencia el proceso de las 5s en la empresa Engoma, se procederá a aplicar cambios rápidos a las estaciones de impresión con el fin de reducir de manera considerable los tiempos de set up y calibración de los equipos, a su vez esto aumentará de manera directa la eficiencia de la disponibilidad en el cálculo del OEE para las estaciones de impresión. Para implementar correctamente esta metodología en la línea de producción se debe cumplir con el plan de implementación que se describe a continuación.

- Etapa 1 Observar y medir tiempo total de cambios: Gracias al trabajo anteriormente realizado en la fase de medición, ya se cuenta con los tiempos de calibración en el estado actual, los cuales serán la base para medir la reducción de tiempos de calibración en el área de impresión:
  
- Etapa 2 Separar actividades internas de externa: Una vez que se cuenta con los tiempos, se requiere identificar claramente cuales son actividades en el proceso de cambios de formato que no se pueden realizar sin que el equipo este parado, a estas actividades se las conoce como internas. Las actividades que se pueden realizar durante la operación del equipo o mientras el proceso de producción se está llevando a cabo se conocen como actividades externas. Para identificar las actividades se implementará el siguiente formato.

**Análisis SMED para Reducción de Tiempos de Cambio**  
Se inicia el cambio con máquina parada

Área: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Kaizen: \_\_\_\_\_

No.	Operación de Cambio	Operadores				Tiempo Acumulado	Tiempo		Clasificación del Cambio		Desperdicio	Comentario
		1	2	3	4		5	Real	Potencial	Interno		
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

Figura 47. Formato para análisis SMED

- Etapa 3 Convertir actividades internas a externas: En este paso se analizará que actividades que se ejecutaron durante el paro, pueden ser realizadas antes o después del mismo.
- Etapa 4 Eliminar desperdicio de las actividades internas: Se busca mediante esta etapa, reducir al máximo los desperdicios de tiempo que se emplean durante las actividades internas como movimientos excesivos, ubicación de herramientas, velocidad de acción de herramientas entre otras.
- Etapa 5 Eliminar desperdicio de actividades externas: Al igual que en la etapa anterior se pretende eliminar o reducir de manera significativa el tiempo que toma realizar actividades externas tal como trámites administrativos, mejores formatos y listas de chequeo.
- Etapa 6 Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento: una vez alcanzadas las mejoras deseadas, se debe buscar documentar los procedimientos de los cambios mejorados, comunicar a todos los involucrados tanto operadores como jefes de turno, colocar instrucciones de trabajo y establecer nuevas metas. Con el fin de controlar los alcances se propondrá la utilización de hojas de control como se muestra en la siguiente figura.

**CHECK LIST PARA CAMBIO DE LOTE / PRODUCTO**

Fecha:	Hora prevista de inicio del cambio:
Lote en proceso:	Lote siguiente:
Nombre del Responsable:	Firma:

**a) Actividades previas al cambio**

Contar con todos los utensilios / herramientas a la mano (Una hora antes del cambio)

Desarmador de cruz No. 4  Escoba

Llave inglesa 3/4  Trapeador

Llave inglesa 1/2  Trapo

Pinzas  Desengrasante tipo "C"

Calentar la placa para cambio de molde (Una hora antes del cambio)

Notificar a los Departamentos de Calidad y Mantenimiento (30 minutos antes del inicio del cambio)

Contar con todos los materiales para el siguiente lote a la mano (5 minutos antes del cambio)

**b) Actividades durante el cambio**

Actividad	Tiempo estándar	Tiempo real
Apagar el equipo y colocar candados de seguridad	15 segs	
Quitar tuercas de sujeción (4)	18 segs	
Quitar conector de calentador	3 segs	
Quitar placa	18 segs	
Colocar placa nueva (previamente calentada)	5 segs	
Colocar tuercas de sujeción (4)	12 segs	
Ajustar placas de entrada (2) y de tope (1)	9 segs	
Quitar candados de seguridad y encender equipo	10 segs	
Aprobación de la primera pieza	45 segs	
<b>Tiempo total para el cambio</b>	<b>2 mins y 15 segs</b>	

Hora de inicio del cambio: \_\_\_\_\_

Hora de fin del cambio: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**c) Actividades después del cambio**

Regresar utensilios / herramientas a su lugar de almacenamiento

Llenar documentación

Fecha y hora:	Firma del Responsable:
---------------	------------------------

Figura 48. Formato para control SMED

## 6.4 Planificación de Planificación de la producción y requisición de materiales:

De aplicación inmediata establecer sistema de planificación agregada de la producción que use tiempos de ciclo, disponibilidad de máquinas, eficiencias y balanceo de cargas, con el fin de que sea flexible y real.

- Etapa 1: Medición de los tiempos de ciclo y de calibración de equipos con las mejoras aplicadas
- Etapa 2: Establecimiento de formatos y responsabilidades de cada área.
- Etapa 3: Implementación de formatos
- Etapa 4: Establecimiento de requisitos de MRP para órdenes de producción.
- Etapa 5: Programación y control de producción.





MÁQUINA	CALIBRACIÓN (seg)	TIEMPO CICLO (seg/m2)	SEMANA					
			LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
ETIRAMA	1009,89	27,16	0,00	0,00	62471,29	19013,00	0,00	0,00
MARCK ANDY 1	1062,00	25,68	0,00	34670,70	41091,20	0,00	0,00	0,00
MARCK ANDY 2	1480,17	23,42	0,00	35135,00	38648,50	0,00	0,00	0,00
ABETOS	220,00	13,36	0,00	25377,67	14024,50	0,00	0,00	0,00
TROQUELADORA PLANA	540,00	18,78	0,00	14648,40	28170,00	0,00	0,00	0,00
REBOBINADORA 1	360,00	9,59	0,00	33551,00	47930,00	0,00	0,00	0,00
REBOBINADORA 2	312,00	8,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EMPAQUE	120,00	3,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TIEMPO PLANTA:	43200	seg			LÍMITE 2 TURNOS	54900		
DESCANSOS:	2700	seg			LÍMITE 1,5 TURNOS	40500		
DISPONIBLE:	40500	seg			LÍMITE 1 TURNO	26100		

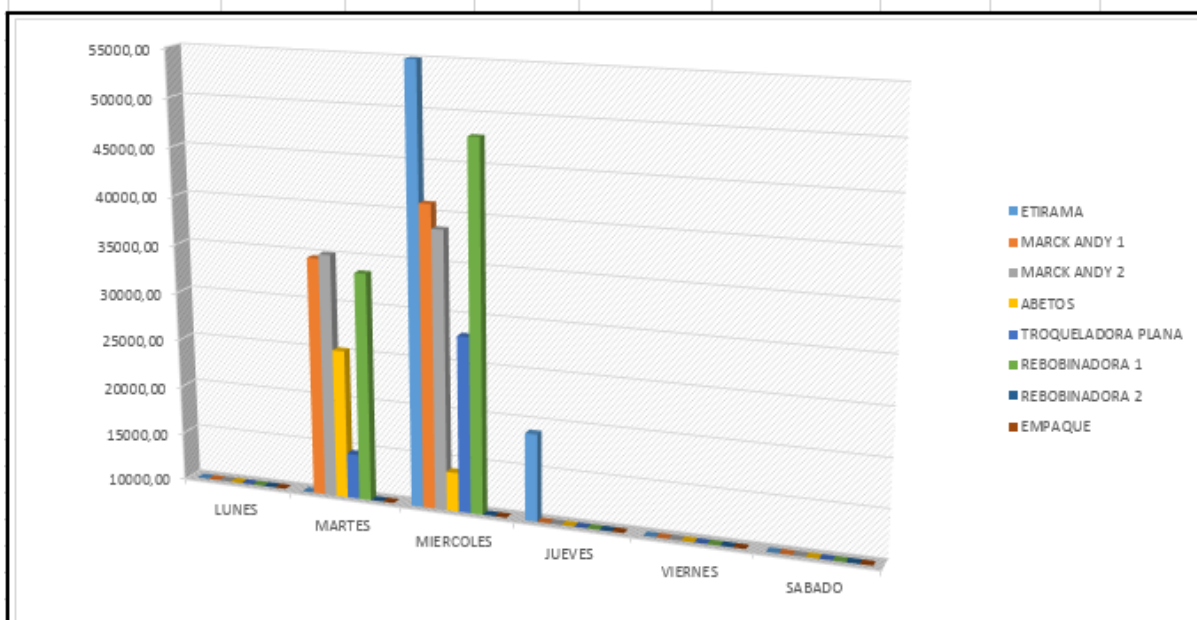


Figura 50. Balance de operaciones de programación de producción

### **6.5 Situación futura:**

Una vez que se hayan aplicado de manera consecutiva las acciones de mejora propuesta en este capítulo, se prevé alcanzar el objetivo de aumentar la productividad en un 23%, gracias a la reducción de tiempos de cambio de productos o set up en aproximadamente un 50%, adicionalmente el mantenimiento correctivo aplicado a las estaciones proveerá una mayor velocidad de impresión y que finalmente sumado a las mejoras obtenidas por la aplicación de 5s, permitirá a la empresa alcanzar un nivel de OEE equivalente a una organización buena.

Al igual que se retrató la situación actual y su respectivo balance de operaciones mediante la herramienta VSM, la misma sirve eficientemente para retratar un estado futuro. Una vez que se hayan aplicado las mejoras descritas en el presente capítulo se prevé un nuevo mapa de operaciones de la empresa como se muestra en la siguiente figura.



En el nuevo diseño se puede notar que existe una mejora en el trabajo de realización de artes y Cyreles por medio de un diseñador en el sistema de la empresa, en contra parte al diseñador externo que poseía la organización. La estación de corte debido a la organización más eficiente de la planificación y requerimientos de material mediante la aplicación de un MRP da como resultado el aprovechamiento de ARCLAD, para lo que refiere a toda la necesidad de materia prima. Al ser a futuro único proveedor se requiere realizar un crecimiento ganar-ganar con ARCLAD con el fin de establecer una relación más beneficiosa y que el sistema productivo pueda contar con el servicio del mismo sin temor a tener un desabastecimiento de materia prima.

En cuanto al balance de operaciones futuro podemos comparar la mejoría de los tiempos de ciclo de las estaciones entre el VSM actual y el futuro, con respecto al takt time manteniendo los dos turnos de operación.

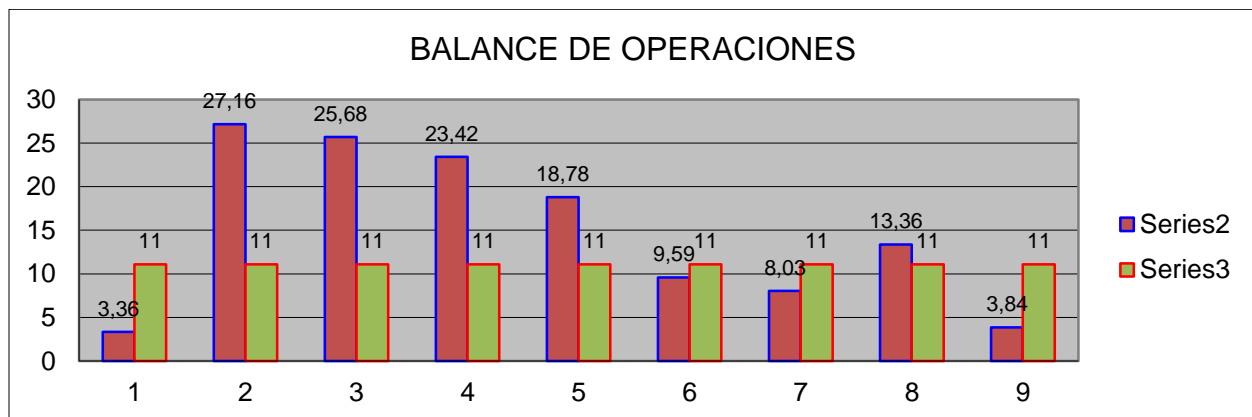


Figura 52. Tiempos de ciclo vs Takt Time en VSM Actual

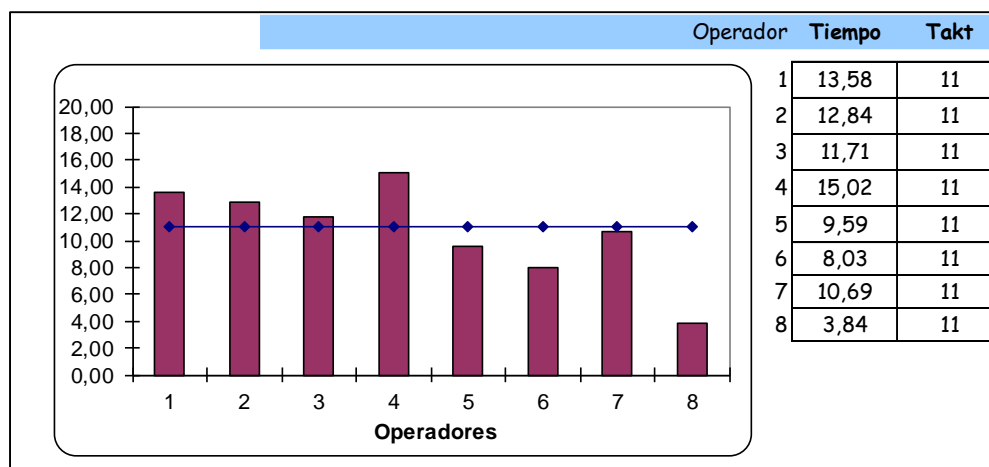


Figura 53. Tiempos de ciclo vs Takt Time VSM Futuro

Como se puede notar las estaciones junto a sus operadores han reducido entre un 20% a 50% el tiempo de ciclo de producción y por ello la carga de trabajo para 2 turnos es más nivelada, sin embargo, aún existen operaciones como la número 8 que corresponde a empaque, esta pueden ayudar en operaciones más largas como la zona de impresión.

Adicionalmente en el VSM futuro se puede observar varias mejorías planteadas en los objetivos específicos del estudio, a continuación, se compara los mismos con el valor logrado con las mejoras en la proyección del VSM futuro:

Tabla 5.

Comparación de sistema futuro con los objetivos del proyecto

INDICADOR	Sistema Futuro (VSM)	OBJETIVO
Tiempo de producción	3,1 días	3 días
Disponibilidad de Máquinas	90,66%	94%
Takt Time Image	27,01 a 42,03 seg/m2	30 a 45 seg/m2
Tiempo de ciclo de producto (Cambio)	11,67 minutos	10 minutos

Si bien el VSM futuro directamente no me otorga el valor futuro del OEE, mediante la información que contiene se puede realizar el mismo análisis de productividad que se realizó en la etapa de medición, pero para el estado futuro. La disponibilidad de tiempo incrementada mediante 5s y SMED, sumada a las mejoras mecánicas del mantenimiento correctivo y el uso de un sistema de gestión de mantenimiento, permitirán incrementar la productividad de la línea o el OEE de planta como se muestra a continuación:

OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY								Versión: 2/2
Planta:	Engoma Adhesivos cia Ltda	Fecha:	17/11/2016	Responsable:	David Cevallos			
ETIRAMA	MARK ANDY 1	MARK ANDY 2	TROQUELADORA PLANA	ABETOS	REBOBINADO 1	REBOBINADO 2	EMPAQUE	TOTAL PLANTA
69%	78%	87%	83%	83%	88%	91%	89%	84%

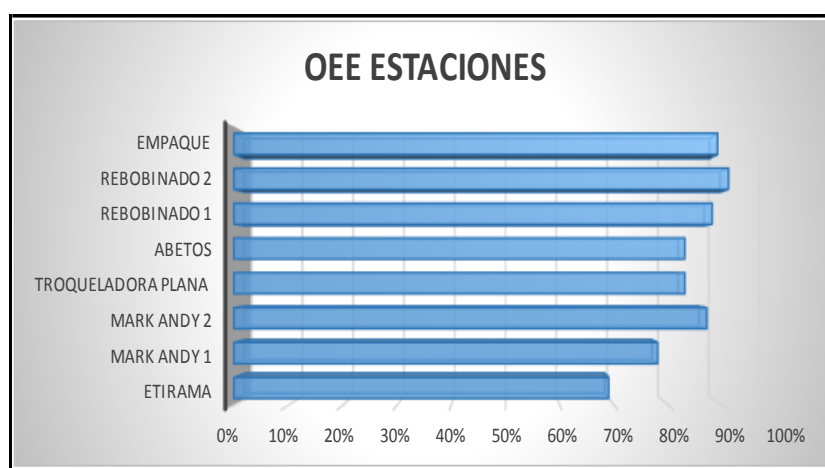


Figura 54. OEE Futuro de planta

Se proyecta que con los cambios sugeridos en el capítulo 6, la productividad de la planta basado en el OEE de la misma se incremente de 62% a 84%, esta mejora res presentaría un notable avance en la mitigación de efectos negativos y adicionalmente permitiría alcanzar a la empresa la calificación de aceptable o Buena si se logra alcanzar de manera cerrada el 85%.

Del estado futuro en adelante la empresa partirá con una base estable para sus próximos eventos de mejora, con el afán de vivir la filosofía KAIZEN de mejorar continuamente. Recordando y dando vida a la frase inicial de este estudio de aumento de la productividad se menciona:

“Las empresas excelentes no solo creen en la excelencia, también en la mejora continua y el cambio constante” **Tom Peters.**

## **7.CAPÍTULO VII. ANÁLISIS ECONÓMICO**

El presente capítulo tiene como objetivo justificar económicamente el requerimiento de inversiones para la aplicación de este estudio. Muchos de los problemas actuales de la empresa es debido a una falta consistente de sistemas de medición y generación de datos, entre estos no existe una idea clara de las pérdidas económicas que se generan al poseer una productividad de planta del 62%, este capítulo presentará el valor de las pérdidas económicas tanto de la baja productividad como el desperdicio de material mencionado en el capítulo de definición de problemas. Adicionalmente al igual que en el apartado 6.5 que demostró la proyección de las mejoras de las mejoras, aquí se cotizará estas mejoras y su impacto en términos de réditos económicos para la empresa EMGOMA de manera anual.

### **7.1 Reducción de horas Suplementarias y extraordinarias:**

Como se mencionó anteriormente, debido a la baja productividad de la planta en el estado actual, la empresa necesita extender las horas de producción mediante el uso de horas suplementarias e incluso extraordinarias para así lograr cumplir con la demanda mensual que tiene Engoma. Gracias a las mejoras de velocidad en las estaciones de trabajo, uso eficiente del tiempo y una mejor planificación de la producción, la capacidad futura del sistema aumentará de 3647,90 m<sup>2</sup> por día a 5064,09 m<sup>2</sup> por día y al comparar la nueva capacidad del sistema con la demanda

promedio mensual que es de 4878m<sup>2</sup> por día, queda claro que el sistema es completamente capaz de cumplir la demanda del sistema con el tiempo disponible de 2 turnos de trabajo de 8 horas cada uno por 5 días semanales. En la siguiente tabla se retrata el costo del sistema actual producto de la cantidad de horas extras en que incurre el sistema productivo, comparado con el sistema futuro y su costo proyectado.

<b>Ahorros Horas Extra</b>					
Item	Cantidad Sistema Actual	Costo Actual	Cantidad Sistema Futuro	Costo Futuro	Ahorro Total
Horas 50%	449	\$1.076,91	\$80,00	\$191,88	\$885,03
Horas 100%	397	\$1.283,10	\$0,00	\$0,00	\$1.283,10
				<b>Total Ahorro Mensual</b>	2168,13

Figura 55. Ahorros por horas extras sistema futuro

Gracias a un sistema 22% más productivo, se logra reducir un 100% de horas extraordinarias y un 82% de horas suplementarias, lo que representa un ahorro anual de 26.017,60 dólares en los gastos directos de costos de fabricación.

## 7.2 Reducción del nivel de desperdicio.

El tema de la eficiencia en cuanto al uso de la materia prima es primordial para la empresa puesto que esta es costosa y muy susceptible a ser desperdiciada. Las Industrias de clase mundial de este segmento se permiten un máximo de desperdicio del 5 al 8 por ciento, actualmente la empresa posee su nivel de merma de materia prima entre el rango del 9,30 al 13,11 por ciento.

Al readecuar el sistema de planificación de la producción se elimina por completo la cancelación y desmontaje de trabajos ya calibrados y listos para imprimir debido a prioridades de pedidos, adicionalmente mayores controles y mejores estándares de calibración, permiten reducir la cantidad de metros lineales ocupados durante los set up de pedidos. Al igual que otros procesos el indicador de desperdicio se moverá entre el



LSE y el LIE, lo que se traduce en un notorio ahorro para la empresa como se demuestra en el siguiente análisis que se basa en los datos obtenidos entre el periodo de agosto y octubre del 2016.

<b>Análisis de costo de desperdicio estado Actual</b>				
<b>Costo promedio de m2 de M.P</b>	<b>Cantidad Comprada m2</b>	<b>Costo desperdicio 9,30 %</b>	<b>Costo desperdicio 13,11 %</b>	<b>Rango de Pérdida</b>
\$ 1,43	452119	\$ 60.049,86	\$ 84.650,93	\$ 24.601,07
<b>Análisis de costo de desperdicio estado Futuro</b>				
<b>Costo promedio de m2 de M.P</b>	<b>Cantidad Comprada m2</b>	<b>Costo desperdicio 5 %</b>	<b>Costo desperdicio 8 %</b>	<b>Rango de Pérdida</b>
\$ 1,43	452119	\$ 32.284,87	\$ 51.655,79	\$ 19.370,92

Figura 56. Análisis de costo de desperdicio Actual vs Futuro

Debido a que existe un nivel superior de desperdicio y un inferior, se procedió a sacar la diferencia entre los rangos obtenidos de la situación actual y la situación futura, el resultado es un ahorro de 5.230,15 dólares trimestrales o 20.920,60 dólares anuales por la reducción de los niveles de desperdicio gracias al sistema futuro que se plantea.

### **7.3 Reducción de costos Directos Energéticos.**

Al igual que en cualquier otro tipo de industria, existe un costo considerable de consumo eléctrico por la operación de las diferentes máquinas, más aun cuando estas son voluminosas e integran diversos sistemas como eléctricos electrónicos o neumáticos. Al reducir las horas extra gracias a un sistema futuro más productivo, la cantidad de energía ahorrada por la reducción de estas mismas horas representa un ahorro notable en los costos directos de fabricación y por lo tanto el rendimiento de los recursos de la empresa.

En el siguiente análisis se indica los ahorros proyectados en materia de energía de manera mensual.

<b>MÁQUINA</b>	<b>CONSUMO KW/H</b>	<b>HORAS EXTRA AHORRADAS</b>	<b>CANTIDAD AHORRADA</b>
ETIRAMA	24,6	766	\$ 1.714,77
MARCK ANDY 1	10,8	460	\$ 451,69
MARCK ANDY 2	10,8	766	\$ 752,82
TROQUELADORA	1,5	766	\$ 104,56
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.023,85</b>

Figura 57. Análisis de ahorro mensual de consumo eléctrico

Debido a la antigüedad de las máquinas que datan de los años 1993 y 2001, los consumos eléctricos de las mismas son altos puesto que poseen motores, sistema neumático y secado por calor. Al multiplicar el consumo en KWH de las estaciones más usadas por el número de horas extras ahorradas mensualmente por el sistema futuro, se obtiene un ahorro de 3.023,85 dólares mensuales o un total de 36.286.2 dólares anuales.

#### **7.4 Resumen de Ahorros proyectados**

Bajo el nuevo sistema que plantea este estudio de aumento de la productividad para la línea de producción de la empresa Engoma, se proyecta un ahorro mensual de aproximadamente 6.935,36 dólares.

#### **7.5 Análisis Financiero**

Finalmente como se mencionó en la introducción, se necesita justificar financieramente la rentabilidad de la aplicación directa del estudio, para ello se realizó el análisis correspondientes al TIR y VAN de las inversiones propuestas frente al ahorro proyectado como se mostró anteriormente. Estos Indicadores financieros son mundialmente usados por sistemas bancarios e inversionistas, con el fin de determinar qué tan rentable es un negocio en términos de porcentaje así como la ganancia estimada en un determinado periodo de tiempo.

Con el fin de demostrar el impacto económico de las inversiones y el estudio de mejoramiento de la productividad, se acordó realizar el análisis partiendo de Diciembre 2016, para un plazo de un año como se muestra en la figura del análisis. Las inversiones y sus costos se detallan al igual en el siguiente análisis.

Detalle de Inversiones		
Item	Cantidad	Costo
Capacitación Personal	9 Horas	\$ 1.080,00
Mano de obra Técnica	4 Horas	\$ 354,68
Repuestos	31	\$ 15.781,02
<b>Total:</b>		<b>\$ 17.215,70</b>

	2016	2017											
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inversión	\$ 15.781,02	\$ 1.434,68	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ahorro	\$ -	\$ -	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36
Fujo de Caja Proyecto	\$ -17.215,70	\$ -15.781,02	\$ -1.434,68	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36	\$ 6.935,36

VNA:	\$ 35.921,29
VAN:	\$ 18.705,59
TIR	29,84%

Figura 58. Análisis Económico Estudio

Como se indica en la figura 57, el retorno esperado de la inversión para el plazo de 1 año, es del 29,84%, lo que significa que la inversión tiene un alto margen de ganancia y resulta ser rentable en un corto periodo de tiempo.

Con el valor Futuro de la Inversión, así como la inflación promedio del ecuador, se obtiene un VAN positivo que representa el retorno esperado en el plazo definido para el análisis.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones:

La ausencia de las 5s en el sistema actual de la empresa, desencadena en una falta de estandarización general, limpieza y orden de los elementos de producción, y al existir desorden se ocupa mayor tiempo en las calibraciones al obtener todos los implementos necesarios para el set up de las estaciones.

La falta de la planificación de la producción y por lo tanto la requisición de material para las operaciones de planta, genera que los pedidos emergentes desplacen pedidos en proceso o programados, esto provoca pérdida de tiempos de calibración que actualmente son altos y en casos extremos el desmontaje de pedidos ya calibrados.

El actual 62% de OEE para la planta de Engoma, refleja el deterioro de la competitividad de la empresa ante sus semejantes, puesto que se producen elevadas pérdidas económicas que impiden reducir los costos unitarios de las etiquetas blancas como de color.

La falta de material o su llegada a destiempo provoca tiempos muertos en las estaciones, así como poca flexibilidad del sistema ante pedidos emergentes.

Al aplicar las mejoras propuestas en el VSM futuro, se proyecta alcanzar el objetivo general del estudio y mejorar los indicadores de producción en un 93%.

El presente estudio estructuró en capítulo VI, una propuesta que permite incrementar la productividad del 62% del estado actual, a un 84% del estado futuro, llevando así a la empresa de una clasificación de organización inaceptable a una organización aceptable con miras a avanzar hacia la World Class.

El sistema futuro al alcanzar un 84% de productividad permitirá a la empresa reducir el gasto anual de operación en 83.224,40 dólares aproximadamente, lo que permitirá a la empresa generar mayores beneficios sobre su producción y por lo tanto mayor rentabilidad por etiqueta fabricada.

## **8.2 Recomendaciones:**

ENGOMA ADHESIVOS CIA LTDA, requiere implementar de manera urgente un proyecto de 5s para el área de producción, con el fin de mitigar y posteriormente prevenir las pérdidas de tiempo en calibración de trabajos y en la misma producción.

Se recomienda hacer un estudio de movimientos o diagrama espaguetti para determinar la cantidad de tiempo y distancia desplazada por los operadores al momento de preparar y realizar los cambios de productos.

Implementar un sistema de planificación de la producción, basado en el sistema FIFO (First in, first out) junto con un requerimiento de material o MRP, los cuales se visualizan en tiempo real para las áreas de ventas, bodega y gerencia general.

Medir de forma mensual el desempeño del OEE de cada estación de trabajo y el general de la planta, con el fin de enfocar proyectos de mejora en cada uno de los factores del indicador que así lo requiera.

Realizar un nuevo estudio de capacidad de proceso CP luego de las mejoras para el proceso de entrega de pedidos, con el fin de controlar y estabilizar las entregas entre el rango de 5 a 8 días.

Crear un presupuesto para mejoras en el área de producción, por medio de los ahorros generados del nuevo sistema, esto permitirá impulsar y dar una real capacidad de mejora al sistema productivo.

Capacitar al personal en temas de 5s, SMED, mejoras a través de Kaizen y seguridad industrial en sus diferentes puestos de trabajo.

Establecer un sistema de costeo para los productos de Engoma que permita visualizar de manera clara la rentabilidad por producto. Clasificar los productos por rentabilidad, permitirá potencializar y dar prioridad de producción a los ítems estrella de la empresa.

## REFERENCIAS

Sr. Rafael Correa Delgado, (2016). *Registro Oficial número 759*.

Recuperado el 22 de enero de 2017, de <http://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/05/Ley-Solidaridad-R.O.pdf>

Banco Central del Ecuador, (2016). *CUENTAS NACIONALES ANUALES*. Recuperado el 19 de enero de 2017, de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/CuentasNacionales/Anuales/Dolares/indicecn1.htm>

Engoma Adhesivos CIA LTDA. (2016). *engomadhesivos*. Recuperado el 22 de enero de 2017 de <http://www.engomadhesivos.com/>

Fondo Monetario Internacional, F. (2016). *Panorama Económico Mundial*. Washington, Recuperado el 17 de Enero de 2017, de <http://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/weo/2016/update/02/pdf/0716s.pdf>

García Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.

Gortaire, R. M. (Mayo de 2015). *Mejora continua: DEFINICIÓN DE CAUSAS*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Harrinton, H. (1993). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.

INEC, I, (2012). *ecuadorencifras*. Recuperado el 06 de diciembre de 2016 de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/DirectorioEmpresas/140210%20DirEmpresas%20final3.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/DirectorioEmpresas/140210%20DirEmpresas%20final3.pdf)

Naranjo, I. C. (2014). *Administración de la producción I*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Socconini, L. (2014). *Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia de negocios*. Barcelona: Marge Books.

Socconini, L. (2015). *Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. México DF: Alfaomega.



