UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

PROPUESTA DE MEJORAS EN LA LÍNEA 1 DE LLENADO DE HIPOCLORITO DE SODIO DE LA CORPORACIÓN CLOROX DE VENEZUELA S.A. BASADA EN LA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING

Autores: Rubén Hernández
C.I. 13.596.925
Josner Quevedo
C.I. 17.193.977

Urb. Yuma II, Calle Nº 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Máster) - Fax: (0241) 871239

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORAS EN LA LÍNEA 1 DE LLENADO DE HIPOCLORITO DE SODIO DE LA CORPORACIÓN CLOROX DE VENEZUELA S.A. BASADA EN LA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de INGENIERO INDUSTRIAL

Autor: Hernández Rubén
C.I.: 13.596.925
Quevedo Josner
C.I. 17.193.977
Tutor: Ing. Hugo Velásquez

San Diego, Diciembre de 2015

ÍNDICE

CONTENIDO Pp

ÍNDICE DE TABLAS…… v

ÍNDICE DE FIGURAS…… Vii

INDICE DE CUADROS…….. viii

INDICE DE GRAFICOS…… viii

INDICE DE ANEXOS…… ix

RESUMEN…….. x

INTRODUCCIÓN…… 1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema……. 3

1.2 Formulación del Problema…….. 5

1.3 Objetivos de la Investigación…… 5

1.3.1 Objetivo General……..... 5

1.3.2 Objetivos Específicos…… 5

1.4 Justificación…… 5

1.5 Alcance…….. 6

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes……. 7

2.2 Bases Teóricas…….. 9

2.2.1 Definición de Desperdicio…… 9

2.2.2 Filosofía Lean Manufacturing……..... 9

2.2.3 Las 5S……..……... 12

2.2.4 Mantenimiento Productivo Total…… 14

2.2.5 Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF……... 16

2.2.6 Efectividad Global de los Equipos……..…… 26
2.2.7 Cambio rápido (SMED)…….……..... 27
2.2.8 Diagrama de Pareto……...…….. 29
2.2.9 Diagrama causa-efecto……..... 31
2.3 Definición de Términos…… 32

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación…… 35
3.2 Diseño de la Investigación…… 35
3.3 Nivel de la Investigación……. 36
3.4 Población y Muestra……. 36
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos……. 37
3.6 Fases Metodológicas..……. 38

IV RECURSOS

4.1 Fase I: Diagnosticar la situación actual……**……** 40
4.1.1 Descripción del proceso productivo…….…….. 41
4.1.2 Situaciones detectadas en el diagnóstico……. 48
4.2 Fase II. Analizar las causas que originan las deficiencias en el proceso de producción……. 50
4.3 Fase III. Diseñar un plan de mejoras basadas en la filosofía Lean Manufacturing para la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio……. 56
4.3.1 Primera Propuesta, …….. 56
4.3.2 Segunda propuesta…… ……...…... 67
4.3.3 Tercera propuesta……..…….. 83
4.3.4 Cuarta propuesta…….. 89

4.3.4.1 Etapa preliminar: Identificar ajustes internos y externos……..…… 89
4.3.4.2.Etapa 1:Separación de los ajustes internos y externos…… 90
4.3.4.3.Etapa 2: Transformar ajustes internos a externos…… 92
4.3.4.4 Etapa 3: Examinar las operaciones internas y externas para las oportunidades adicionales de mejora…...…… 95
4.3.4.5 Propuesta de mejora…… 96
4.4. Fase IV: Evaluación económica de la propuesta…..… 98
4.4.1. Factibilidad Técnica……... 99
4.4.2. Factibilidad Operativa……..…….. 99
4.4.3. Factibilidad Económica…….. 99
4.4.4. Beneficios de la propuesta……..…… 100

CONCLUSIONES……..... 103
RECOMENDACIONES…….. 106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…… 108
ANEXOS…… 110

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO

TABLA **Pp**.

1 Criterios y puntuaciones para la severidad del efecto de la falla…… 21
2 Criterios para la calificación de la probabilidad de ocurrencia de las causas potenciales de fallas…… 22
3 Criterios recomendados para estimar la probabilidad de detección…… 23
4 Capacidad de producción de la línea 1 de hipoclorito de sodio. 47
5 Resumen del Reporte de Producción……..….. 51

6 Tabla de frecuencia……. 55
7 Materiales necesarios a ordenar en la línea 1…….. 60
8 Repuestos y Herramientas…… 61
9 Horario de Limpieza…….…….. 62
10 Catálogo de equipos…….…….. 69
11 Calendario de actividades…….…. 73
12 Actividades de puesta a punto…….. 78
13 Inspecciones críticas de la línea 1…… 78
14 Deterioro gradual de los equipos…….…… 78
15 Fórmulas para cálculo de indicadores…….…… 79
16 Datos para cálculos de indicadores…….…..…….. 80
17 Indicadores Noviembre 2014…….…..…… 80
18 Indicadores Diciembre 2014…….……. 81
19 Indicadores Enero 2015…….……. 81
20 Indicadores Febrero 2015……..…….. 81
21 Formato de tarjeta roja…… 82
22 Actividades realizadas con máquina detenida en el cambio del material termoencogible……..…… 90
23 Checklist de actividades para realizar cambios de termoencogible… 90
24 Separación de actividades internas y externas……...…. 92
25 Actividades externas…… 94
26 Definición numérica en la pérdida de tiempo en el cambio de bobina de polietileno…… 96
27 Factibilidad Económica de la propuesta…….. 100
28 Beneficio obtenido por la implantación de la técnica SMED… 102

LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO **Pp.**

FIGURA		18
1	Formato AMEF para proceso con número de actividad.....……..	31
2	Diagrama de Pareto……...…….....	41
3	Llenado de hipoclorito de sodio en la línea 1……..…	
4	Layout de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio de la	42
	Corporación Clorox de Venezuela, S.A……..……..…….	43
5	Volteador de totes……...	43
6	Posimat……	44
7	Etiquetadora…….…….……..	44
8	Llenadora…….……..…….……	45
9	Tapadora……..	45
10	Maquina Termoencogible……...……	46
11	Mesa de nivelación …….....	46
12	Envolvedora……..…….….	48
13	Indicador de Eficiencia General (OEE)…….……..…	
14	Diagrama Causa – Efecto de los problemas existentes en la línea 1	53
	de llenado de hipoclorito de sodio que generan desperdicios…….	58
15	Herramientas que no se usan en el área……..	58
16	Herramientas que no se usan en el área……..	58
17	Diagrama de secuencia……	59
18	Formato de tarjeta roja……	60
19	Diagrama de secuencia SEITON……	61
20	Diagrama de clasificación de los materiales……...……	62
21	Tarjeta Verde……..……	62
22	Tarjeta Amarilla……..……	63
23	Hoja de verificación para la limpieza…….	66

24 Hoja de evaluación de las 5S´s…… 68
25 Hoja de registro diario de producción…… 97
26 Operador apagando la máquina Shrink Wrap…….
27 Operador bajando de la base la bobina de polietileno usado con la 97
máquina apagada……. 98
28 Carrito de carga plegable hidroneumático……

LISTA DE CUADROS

CONTENIDO **Pp.**

CUADRO

1 Elementos ausentes en el proceso de llenado de la línea 1 de la 49
Corporación Clorox de Venezuela, S.A……..…
2 Elementos presentes en el proceso de llenado de la línea 1 de la 49
Corporación Clorox de Venezuela, S.A……....……. 83
3 Determinación del Rango de Severidad para Método AMEF…… 85
4 Determinación del Rango de Ocurrencia para Método AMEF…….. 85
5 Determinación del Rango de Detección para Método AMEF……
6 Formato de Análisis de Modo y Efectos de Falla AMEF propuesto 87
para la empresa……...
7 Formato de Análisis de Modo y Efectos de Falla AMEF propuesto 88
para la empresa……...

LISTA DE GRAFICOS

CONTENIDO

GRAFICO **Pp.**

Diagrama de Pareto…… 56

LISTA DE ANEXOS

CONTENIDO

ANEXOS	**Pp.**
1 Análisis de Pérdidas Línea 1 (Mes: Noviembre 2014)……	111
2 Análisis de Pérdidas Línea 1 (Mes: Diciembre 2014……..	112
3 Análisis de Pérdidas Línea 1 (Mes: Enero 2015)……	113
4 Análisis de Pérdidas Línea 1 (Mes: Febrero 2015)……..	114

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORAS EN LA LINEA 1 DE LLENADO DE HIPOCLORITO DE SODIO DE LA CORPORACIÓN CLOROX DE VENEZUELA, S.A. BASADA EN LA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING

Autores: Hernández, Rubén
Quevedo, Josner
Tutor: Ing. Hugo Velásquez
Fecha: Junio, 2015

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la empresa Corporación Clorox de Venezuela, S.A, la cual es una empresa del sector manufacturera dedicada a la fabricación de hipoclorito de sodio, desinfectante y ambientadores. En la actualidad existe la necesidad de un estudio de investigación que permita proponer un plan de mejora para aumentar los niveles de producción y la reducción de pérdidas generadas por el proceso productivo, de este modo se llevará a cabo un diagnóstico de la situación actual, análisis de las causas que origina el problema para así proponer un plan de mejoras que conllevé a reducir el elevado nivel de desperdicio y finalmente un análisis de costo beneficio de la mejora. La investigación es de tipo proyecto factible, de diseño investigación de campo, documental y de factibilidad, y con un nivel descriptivo, con metodología cualitativa y cuantitativa, se aplicarán la Revisión Documental, la Entrevista, Observación Directa.

Descriptores: investigación, tipologías y áreas temáticas.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de la excelencia y la rentabilidad, las empresas deben tener bien claro el concepto de productividad, que no es más que la relación entre lo producido y los insumos empleados. La productividad se mide mediante el cociente: resultados logrados entre recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades. Mientras que los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. De manera que mejorar la productividad es optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados. De aquí que la productividad suele dividirse en dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados, se mejora principalmente optimizando el uso de los recursos, lo cual implica reducir tiempos desperdiciados, paros de equipo, falta de material, retrasos, etc. Mientras que la eficacia es el grado con el cual las actividades previstas son realizadas y los resultados planeados son logrados. Por lo tanto, ser eficaz es cumplir con objetivos y se atiende mejorando los resultados de equipos, materiales y en general del proceso.

La empresa Corporación Clorox de Venezuela S.A., es una de las mayores productoras de hipoclorito de sodio que representa un 56% del mercado nacional. El proceso de elaboración del hipoclorito y otros derivados involucra una serie de etapas que va desde la formulación de los químicos (cloro gaseoso y soda caustica), continua por un proceso de mezclado que implica la composición de dichos químicos, seguidamente estos compuestos son dirigidos hacia las líneas de llenado para obtener así los productos terminados que son los envases de cloro nevex. Finalmente se pasan al almacén de producto terminado para su respectivo almacenaje y despacho.

Actualmente la Corporación Clorox de Venezuela, S.A. presenta problemas en el cumplimiento de la meta de producción mensual a consecuencia de la ineficiencia

existente en los procesos productivos dentro de los cuales se pueden mencionar: las paradas no programadas, la falta de repuestos e insumos, el tiempo prolongados en los cambios de material, entre otros.

Es por ello, que en el presente material de investigación, se realizará la propuesta de mejoras en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio, a objeto de lograr el aumento de la productividad y la reducción de pérdidas.

A continuación se presenta la estructuración del trabajo de investigación, la cual está basada en los siguientes capítulos:

Capítulo I, donde se expone el análisis del problema que se plantea, su justificación, objetivos a alcanzar por medio de la investigación, el alcance y las limitaciones que éste conlleva.

Capitulo II, el cual está basado en el marco referencial conceptual, aquí se presentan los aspectos teóricos relacionados con el tema de estudio, como son los antecedentes de la investigación, las bases teóricas obtenidas de fuentes bibliográficas y un glosario de términos; que sirven de apoyo para el presente trabajo de investigación.

Capitulo III, se presenta el marco metodológico, donde se encontrará el tipo de investigación, diseño de la investigación, nivel de la investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, población, muestra, y por último el diseño metodológico aplicado.

En el capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos en el presente material de investigación, estructurado en fases metodológicas y que permitieron la consecución del objetivo general de la investigación.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Durante muchos años la mayoría de las empresas en el mercado venezolano han manejado sistemas basados en filosofías de manufactura tradicionales, es decir el precio de los productos o servicios estaban determinados por las leyes de la oferta y demanda, por lo que se han mantenido en los malos hábitos de que no pueden hacer nada para influir en los precios y lo único que les queda es trabajar para ser productivos y poder permanecer en la competencia de los mercados.

Sin tomar en cuenta que en muchos de los países que han evolucionado industrialmente, según James P. Womack, Daniel T. Jones (2003) esta filosofía cambió empezando los años sesenta hasta llegar a su culminación o fracaso en la década de los noventa con el surgimiento de la filosofía Lean.

Womack y Jones analizaron la evolución de los sistemas de gestión de la producción, en particular, y pudieron definir los principios en que se basan las empresas exitosas, por lo que se propusieron difundirlos y ayudar a aplicarlos en empresas industriales y de servicios tanto de Estados Unidos como del resto del mundo

Sin embargo, a lo largo de la historia se tienen varios ejemplos, como el de las economías occidentales, que han visto que sus empresas pueden aplicar estrategias que influyen no solo en el precio sino en la estructura misma del mercado y de sus organizaciones.

Según James P. Womack, Daniel T. Jones (2003) expresan que a partir del año 1999 basándose en el ejemplo anterior, algunas empresas alrededor del mundo, han desarrollado algunas herramientas estratégicas relacionadas con la eficiencia de los procesos que les ha permitido alcanzar una posición competitiva privilegiada en su

industria, entre las que se encuentra lo que se conoce en inglés como Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).

Considerando las ventajas que se pueden obtener mediante la aplicación de esta filosofía, es propicio desarrollar el estudio de la problemática que atraviesa la Corporación Clorox de Venezuela, S.A., ya que la misma actualmente presenta deficiencias en el cumplimiento de la meta de producción establecida por la empresa en un cuarenta y tres por ciento (43%) mensual, que corresponde a una producción de 108.000 cajas mensuales de doce (12) unidades de 1.000 cm^3 de hipoclorito de sodio 3.5% cada caja, esto a consecuencia de un 10,23% aproximadamente de pérdidas en la eficiencia general de la línea 1 de llenado de este producto, según los análisis de pérdidas de los últimos cuatro (4) meses realizados por la corporación referente a la línea de producción en cuestión, lo que representa para la misma una perdida mensual en ventas por el orden de un veinticinco por ciento (25%) equivalente a 3.483.000,00 bolívares; siendo para la empresa la aceptación solo de un dos por ciento (2%) de pérdida establecido por la Gerencia de planta y aprobado por la Gerencia General de la empresa, los factores que ocasionan dichas pérdidas son falta de materia prima, paradas no programadas de la máquina, falta de repuestos, cambio de plástico y limpieza de línea. Es por ello que el presente trabajo pretende desarrollar mejoras en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio basado en la filosofía Lean Manufacturing de manera de disminuir este porcentaje de pérdidas y así aumentar los niveles de eficiencia en el proceso antes mencionado.

Por los antes expuesto, surge la necesidad de estudiar a fondo su situación actual, con el fin de plantear propuestas de mejora que ayuden a aumentar la eficiencia y la capacidad de producción.

1.2 Formulación del Problema

¿De qué manera se podría aumentar los niveles de eficiencia en el proceso de llenado de hipoclorito de sodio en la línea 1 de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A. basado en la filosofía Lean Manufacturing?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un plan de mejoras, utilizando herramientas de Ingeniería Industrial, con la finalidad de incrementar la eficiencia en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A. basada en la Filosofía Lean Manufacturing.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio, en la empresa CLOROX DE VENEZUELA, S.A.
- Analizar las causas que originan deficiencias en el proceso de producción a través de herramientas de ingeniería industrial.
- Diseñar un plan de mejoras basadas en la filosofía Lean Manufacturing para la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.
- Evaluar el costo-beneficio de la propuesta.

1.4 Justificación de la Investigación.

Una organización es una unidad viva (conjunto de personas proveedoras) que pretenden sobrevivir en un determinado entorno. Para ello a partir del análisis del mismo, lleva a cabo una serie de actividades (procesos) dirigidas a añadir valor a recursos propios y ajenos, transformándolos así en recursos requeridos por otras organizaciones (conjunto de personas cliente). Así pues la voluntad y capacidad de añadir valor, son las bases conceptuales a partir de las cuales la mejora continua se convierte en algo más, se convierte en una forma de vida, es por eso que debe establecerse esta filosofía en las organizaciones y aplicar todas las herramientas necesarias para lograr competitividad y un crecimiento sostenido, por esta razón, se

hace importante realizar este proyecto; ya que se podrá describir la situación actual de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio, en donde no se cumplen con las metas planteadas de producción mensual a consecuencia de la falta de materia prima, paradas no programadas de la máquina, falta de repuestos, cambio de plástico y limpieza de línea, entre otros; lo que genera pérdidas en las diferentes variables que afectan directa e indirectamente a la productividad, y estas a su vez se traducen en pérdidas monetarias que afectan la rentabilidad de la empresa, haciendo necesario implementar una metodología que se obtendrá a través de la aplicación de un estudio y análisis de la organización productiva actual, aplicada al proceso productivo en cuestión. El resultado de dicha metodología lograría conducir a una mejora en la eficiencia de la línea, optimización de la producción, mayor productividad y rentabilidad. Estas mejoras se lograrán a través de métodos asociados que serán adaptados al proceso productivo en estudio, logrando un mayor aprovechamiento de los recursos y un aumento de los beneficios del el trabajador. La sociedad se verá beneficiada al aumentar la producción y disminuir la escasez de dicho rubro en el mercado nacional promovida por la falta de incentivo del aparato productivo nacional que debilita la ley de la oferta versus la demanda. Por otra parte, la Universidad José Antonio Páez podrá contar con un material de investigación que será utilizado por los lectores como fuente bibliográfica.

Los alumnos podrán utilizar este material como referencia para respaldar sus proyectos de investigación.

1.4 Alcance de la Investigación.

En relación al espacio geográfico, la investigación se llevará a cabo en la empresa Corporación Clorox de Venezuela, S.A., la cual se encuentra ubicada en la Zona Industrial Mocundo Vía Aragüita, Guacara Estado Carabobo. Dicho estudio se desarrollará con la Gerencia de Planta, específicamente en el departamento de producción, en el proceso de llenado de hipoclorito de sodio, proponiendo mejoras del proceso. Así mismo, el lapso de tiempo previsto para la realización de la investigación corresponde al segundo y tercer trimestre del año 2015.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Arias (2008) expresa que ¨Los antecedentes de la investigación se refieren a los estudios previos y tesis de grado relacionadas con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el problema es estudio" (p.38)

Por lo que para la elaboración de este trabajo de grado se señalan las siguientes investigaciones que han contribuido a generar antecedentes sobre el tema referido.

Oliveros, K y Subiela, L (2013), en su trabajo de grado titulado **Plan de mejoras en el proceso de deshidratación y extracción del gramo de soya en la Empresa Alimentos la Caridad C.A**. realizado en la Universidad José Antonio Páez, para optar al título de Ingeniero Industrial, presentaron un plan de limpieza mediante el uso de la herramienta 5S´s, para el departamento de producción. Concluyendo así que la implementación de dicha herramienta mejoraba la seguridad, la imagen de la empresa, contribuye a desarrollar buenos hábitos, mejora la disposición ante el trabajo, y propicia un ambiente amigable y confiable.

Esta investigación tiene relación con el presente trabajo ya que complemento parte del trabajo de como las herramientas de Lean Manufacturing pueden ser aplicadas a cualquier industria, arrojando resultados satisfactorios.

Moreno, L. (2012), en su trabajo de grado titulado **"Sistema de mejora continua basado en la aplicación de la metodología Lean Manufacturing para reducir los desperdicios presentes en el área Cambio de Cámaras de Armado de Pirelli de Venezuela C.A."**, para optar por el titulo de Maestría Gerencia de Productividad y Calidad, de la Universidad Tecnológica del Centro, objetivo, proponer mejoras para incrementar la eficiencia de cada uno de los procesos que intervienen en el área de cambio de cámara de armado en la formación de carcasas de cauchos. Presento como resultados, la reducción de la generación y aparición de desperdicios, mejoro en un orden de 10%, garantizando que la perdida de producción por cambio de cámara sea a lo sumo un 2%. Para esto utilizo herramientas como los cambios de troqueles en menos de diez minutos conocida acrónicamente en sus siglas en inglés como "SMED", para la identificación de las actividades internas y actividades externas que intervienen durante un cambio de cámara, así como también, aplico conceptos de trabajo estandarizado y 5S´s. Llego a la conclusión, que de implementarse dichas herramientas adecuadamente se puede reducir significativamente los desperdicios.

Investigación que aporto al presente estudio, información sobre los procedimientos de aplicación de las herramientas de calidad, para realizar una propuesta de trabajo en la investigación.

Así mismo Palma, J. y Vargas, D. (2014), en su investigación **"Plan de Mejoras Para Aumentar la Eficiencia de la Línea C2 en Zona Caliente de la Empresa Venezolana del Vidrio C.A. (VENVIDRIO)"**. Realizado en la Universidad José Antonio Páez, dicho trabajo presento como objetivo principal desarrollar un plan de mejoras con la finalidad de incrementar la eficiencia de sus procesos, reducir los desperdicios y a la vez aumentar la producción a un bajo costo en el área de formación. Se utilizó como tipo de investigación de proyecto factible para analizar sistemáticamente los problemas presentes en el área y proponer soluciones que permitan introducir mejoras a nivel de producción. Asimismo se utilizaron los métodos de observación, descripción y análisis de la situación actual para alcanzar los objetivos planteados. Luego de analizar todos aquellos elementos

considerados como desperdicios, mediante el uso de un diagrama de Ishikawa y la técnica de los 5 porque, se realizaron las siguientes propuestas: estrategias de soporte en la implementación de las 5S´s, diseño de un plan de mantenimiento, implementación de la herramienta SMED para así reducir los tiempos de cambio de trabajo, así como también, un plan de capacitación para el personal.

Posteriormente se realizó una evaluación económica de las propuestas considerando sus costos y beneficios aportados a la organización, se calculó el tiempo de recuperación de la inversión obteniendo un resultado de 0,29meses, indicando que los ingresos del proyecto superan los costos, por lo que se considera rentable y se verifica su factibilidad.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Definición de Desperdicio.

El concepto de "desperdicio", según Fuijo citado por Carvallo (2009), va más allá de esto, definiéndolo como cualquier otra cosa que la cantidad mínima de equipos, materiales, partes, espacio y tiempo del trabajador que son absolutamente esenciales para agregar valor al producto.

Womack y Daniels (2003) sostienen que el desperdicio es cualquier actividad que absorba recursos y no agregue valor, ejemplo de ello son errores que requieren rectificación, elaboración de productos no requeridos, pasos en los procesos que no son necesarios, movimiento de empleados y transporte que no tienen ningún propósito, esperas.

Las definiciones anteriores se pueden concluir, en cuanto a la visión del desperdicio como una actividad que resta valor al producto, el desperdicio va a depender del punto de equilibrio

2.2.2 Filosofía Lean Manufacturing.

Lean Manufacturing *(*Manufactura Esbelta) es el conjunto de herramientas orientadas a retirar de los procesos productivos todo aquello que no añade valor al

producto, proceso o servicio. Esto reduce costos, genera satisfacción de los clientes y mejora la rentabilidad de la empresa, objetivo principal de toda industria.

Según Womack (2005) el pensamiento Lean provee una manera de hacer más con menos; menor esfuerzo humano, menos equipo, menos tiempo, menos espacio, acercándose más a lo que los clientes quieren exactamente.

Anteriormente la producción en masa dominaba la filosofía de manufactura de las empresas productoras. Eso implicaba enormes bodegas donde almacenar la materia prima, partes y producto terminado. Esto generaba una empresa poco flexible ante los cambios, alto costos de inventarios y uso de espacios inmensos para la masificación de la producción. Para superar todos estos obstáculos planteados por la producción en masa la industria japonesa cayó en la necesidad de buscar nuevos planteamientos productivos. Toyota y su Director de Producción Taiichi Ohno emprendieron esta búsqueda dando como resultado el famoso Toyota Production System. Punto de inflexión de la industria manufacturera hacia una filosofía que buscaba todo lo contrario. Reducir. Hacer un proceso más Lean.

El sistema de Manufactura Esbelta se basa en la eliminación de todo tipo de Muda o desperdicio. Que es todo aquello que no agrega valor para el cliente. El respeto por el trabajador es fundamental, así como lo es la mejora continua no solo en productividad, sino también en calidad. Algunos de los beneficios de la aplicación de la filosofía Lean y que fueron comprobados durante su aplicación en Toyota, según Shingo (1993), son:

- ✓ Reducción de los desperdicios
- ✓ Reducción de inventario y como consecuencia, reducción de espacio
- ✓ Sistema de producción más flexible
- ✓ Disminución de costos de producción
- ✓ Reducción del tiempo de entrega
- ✓ Mejora de eficiencia de maquinaria
- ✓ Disminución de la Muda

En el ámbito de la Manufactura Esbelta se hace recurrente un término, La Muda. Para un sistema Lean, la Muda es todo aquello que no agrega valor al producto, proceso o servicio. Es una actividad o función que consume recursos de la línea de producción, pero que no genera valor ante la perspectiva del cliente. La Muda es aquella perdida o desperdicio presente en los procesos productivos.

Shingo (1993) identifica siete tipos de Muda:

1. Sobreproducción
2. Tiempo de espera
3. Transporte innecesario
4. Sobre procesamiento
5. Exceso de Inventario
6. Movimiento innecesario
7. Producto Defectuoso

Principios de Lean Manufacturing

Según Womack (2005) para llegar a la aplicación de esta filosofía se debe tener en cuenta algunos principios establecidos en la Norma ISO 9000 (2001:2004) y son los siguientes:

1. El valor ahora se define según los estándares del cliente. Si antes era la empresa quien le daba valor al producto, ahora la empresa tiene que fabricar productos que tengan valor para el cliente. Por ello se hace necesaria la premisa de eliminar todo aquello que no agrega valor para el cliente. Se identifica y se elimina.
2. Una vez definido el valor para el cliente, se procede a identificar los procesos y la combinación de estos que logran un producto final que cubre la necesidad del cliente. Es decir, se identifica la cadena de valor. Se analizan las actividades que participan en la cadena de valor y se analiza como añaden valor al producto del cliente. Se procede a optimizar si se puede o a eliminar si no agregan valor.
3. Crear un flujo de valor. A través de pasos que añaden valor al producto final desde que se inicia el proceso como materia prima hasta que llega al cliente final.

4. Todo lo que se debe producir es porque el cliente lo pide, establecido en la metodología Kanban, que se trata de un método para gestionar el trabajo intelectual, con énfasis en la entrega justo a tiempo, que indica qué producir, cuándo producirlo, y cuánto producir. El cliente es el que pone en marcha los engranajes de la producción. No se produce ni más ni menos de lo que requiere el cliente. Se deja de lado los pronósticos de ventas para iniciar la producción. Un sistema Lean es capaz de esta flexibilidad en cualquier momento.

5. Una vez alcanzado los cuatro pasos anteriores la empresa logra entender que la búsqueda de la perfección es continua. El aprendizaje y las oportunidades de mejora siempre estarán presentes y la opción de alcanzar la perfección es un atractivo.

Herramientas de Lean Manufacturing

Womack y Daniel (2005), Para poder eliminar los desperdicios y los procesos que no agregan valor, se constan de las siguientes herramientas, que tienen como objetivo mejorar las operaciones de manera continua eliminando desperdicios pero siempre respetando al trabajador.

2.2.3 Las 5S´s

La metodología de las 5S´s, según Carreira (2004) permite organizar, limpiar, desarrollar y mantener las condiciones para un ambiente productivo dentro de la organización. La idea consiste en mejorar la calidad de vida del trabajador y se basa en 5 principios, que mediante su implementación sistemática tiene como propósito implementar una mejora calidad, mejor entorno laboral y aumentar la productividad.

Algunos de los objetivos que pretende la metodología son:

- Mejoras de condiciones laborales. Un lugar de trabajo limpio y ordenado influye en la moral de un trabajador de forma positiva.
- Minimizar gasto de tiempo. Al localizar las herramientas de trabajo en sus lugares respectivos, la realización de las tareas se efectúan con mayor rapidez.
- Reducción de peligros de accidentes y mejora de seguridad en el trabajo.

Liker (2003) muestra que las etapas que se deben desarrollar en cada “S” para lograr una implementación óptima son las siguientes:

1. Primera “S”: Seiri-Clasificar.

Consiste en separar los elementos necesarios de los innecesarios del área de trabajo, eliminando los innecesarios. La idea es mantener en el área de trabajo las herramientas y los elementos que permitan realizar las tareas diarias de una forma productiva y con calidad. Al existir solo los elementos necesarios en el área de trabajo, se optimizan espacios y se trabaja con mayor productividad. Una vez clasificados los elementos se procede a desechar a los que se usan menos de una vez al año. Este criterio se usa según el elemento sobre el cual se debe decidir, en caso de desecharlo se torne caro o la reposición sea difícil de realizar se procede al almacenaje de este.

Los elementos que se utilizan una vez al mes son colocados en el almacén de la empresa o en los archivos. Los elementos utilizados una vez a la semana deben ser apartados pero no tan lejos del área4747 de trabajo para hacer fácil su acceso en caso de que sea necesario su uso. Los elementos utilizables una vez por día se colocan en la misma área de trabajo.

2. Segunda “S”: Seiton-Ordenar

Luego de la clasificación se procede a ordenar las cosas que fueron clasificadas como necesarias. Usualmente el termino ordenar está relacionado con una mejora de la visualización de los elementos en el entorno de trabajo. De esta forma la demanda de tiempo por la ubicación de herramientas, pieza y maquinas se reduce. Además, un lugar más ordenado promueve una mejor cultura de trabajo y mejora el ánimo del personal.

Se procede con la organización del área de trabajo, se trata de realizar este ordenamiento según criterios de uso de las herramientas u objetos. Los de mayor uso, a mayor alcance del operario. Definir claramente las locaciones de las herramientas de forma que no quede ambigüedad alguna sobre su posicionamiento.

3. Tercera “S”: Seiso-Limpieza

El objetivo de esta etapa es establecer y mantener un lugar de trabajo limpio, fuera de cualquier tipo de suciedad y polvo en todos los elementos que lo conforman. Para lograr ello se debe identificar las fuentes principales de suciedad y atacarlas hasta eliminarlas o minimizarlas. Esta etapa logra, al tener un lugar de trabajo más limpio, un mayor tiempo de vida de la maquinaria y un mejor funcionamiento. Además, se mejora el estado de ánimo del personal al realizar sus labores diarias en un sitio ordenado y limpio.

4. Cuarta “S”: Seiketsu-Estandarizar

La estandarización pretende mantener el estatus alcanzado a través de las tres etapas anteriores. Se busca establecer los estándares de trabajo que se deben tener en cuenta para poder realizar las labores diarias de forma productiva y con calidad. Estos estándares buscan recordar a los trabajadores como se debe mantener la zona de trabajo a través de métodos operativos estandarizados.

5. Quinta “S”: Shitsuke-Disciplina

Ahora que se lograron establecer las primeras cuatro etapas lo difícil recae en mantener este efecto, ya que desaparecerá todo lo obtenido sino se cuenta con la disciplina adecuada para mantenerlo. Se busca establecer un control de los objetivos establecidos comparados con los objetivos obtenidos. En base a esto se elaboran conclusiones y propuesta de mejora. De ser necesario se realizan las modificaciones en los procesos en búsqueda de lograr los objetivos trazados.

2.2.4 Mantenimiento Productivo Total

Nippon Denso (1971), El TPM (por las siglas en ingles Total Productive Maintenance) es una filosofía originaria de Japón, en cual se enfoca en la mejora de la efectividad de las máquinas y los procesos productivos a través de la implementación del mantenimiento autónomo y el preventivo. La aplicación de esta metodología tiene un ámbito de acción que va desde la alta gerencia hasta los operarios. El TPM trabaja de la mano con la filosofía Justo a tiempo (en sus siglas en inglés JIT), además de herramientas como las 5S´s, que ayudan a la aplicabilidad de

la metodología. La Efectividad Global de los Equipos (OEE por sus siglas en inglés) es una herramienta que ayuda a medir el estado de mantenimiento dentro de las líneas de producción. El análisis de este indicador, junto con el uso del diagrama causa-efecto o Ishikawa son fundamentales para proponer mejoras.

Según Lefcovich (2009) la implementación del TPM implica a toda la organización, y es desde la cabeza de donde se debe expandir la idea hacia la parte inferior del organigrama. La idea es que los equipos no paren de forma innecesaria y para ello se debe buscar lo siguiente:

- Evitar paradas de máquina que no agreguen valor
- Funcionamiento de los equipos a una velocidad menor de su capacidad
- Productos defectuosos o mal funcionamiento de los equipos.

El TPM enfatiza tres factores como metodología:

- Participación total.- El trabajo en equipos multidisciplinarios es vital, mantenimiento y producción deben tener estrechas relaciones y comunicación activa.
- Eficacia total.- Máximo rendimiento de los equipos y por lo tanto máxima rentabilidad económica.
- Sistema total de gestión del mantenimiento.- Gestión eficaz del mantenimiento, registro y documentación.

Steve Borris (2005) menciona las seis pérdidas a eliminar con el TPM:

1. Pérdida de puesta en marcha; esta puede ser combatida entrenando al operador, mejorando el proceso de set-up o mejorando el diseño del equipo.
2. Pérdida de velocidad del proceso; perdida dependiente en gran medida de la habilidad del operador para controlar su variabilidad.
3. Fallas en el equipo; a través del mantenimiento autónomo, para evitarlas o remediarlas.
4. Tiempo de preparación; una buena programación de la producción también es parte de la solución para reducir esta perdida.

5. Parada por defecto del producto; la operación de la maquinaria de una mala forma puede conllevar a productos defectuosos que generan una parada de línea y pérdida de tiempo.
6. Pequeñas paradas.

El combate de estas pérdidas a través del TPM se da con algunas herramientas como:

- Mantenimiento autónomo: los operarios se encargan de proporcionar el nivel más básico de mantenimiento a la maquinaria así como una primera revisión inicial del estado de la maquinaria. Un complemento ideal de esta herramienta es la aplicación de las 5S.
- El uso de técnicas para dar con el origen de una falla, Ishikawa, pareto, los 5 porqués. A través de grupos multidisciplinarios cuyas lluvias de ideas logren resolver el problema y/o mejorar el proceso para que no se vuelva a repetir.
- Mantenimiento planificado: implica un sistema de gestión de la información de las reparaciones que permita predecir puntos de mantenimientos necesarios.

Los beneficios de la aplicación del TPM en las plantas productivas, reflejados en algunas empresas donde el sistema fue implementado satisfactoriamente, son:

- Reducción de paradas en 50%
- Aumento de capacidad de producción de un 25 a un 50%
- Reducción de set-up de la máquina de 50 a 90%
- Reducción de costo de mantenimiento por unidad en un 60%
- Reducción de la perdida de producción en un 70%
- Incremento de la labor productiva en un 50%

2.2.5.- Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF.

Según Gutiérrez, H. y Salazar, R. (2009). El análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF (siglas en ingles de Failure Mode and Effect Analisis) es una técnica de prevención, utilizada para detectar por anticipado los posibles modos de falla, con el

fin de establecer los controles adecuados que eviten la ocurrencia de defectos. Para cada una de las áreas sensibles a fallas determinadas en el punto anterior se deben establecer los modos de falla posibles. Modo de falla es la manera en que podría presentarse una falla o defecto, para cumplir con los siguientes objetivos:

a) Identificar los modos de falla potenciales, y calificar la severidad de su efecto.
b) Evaluar objetivamente la ocurrencia de causas y la habilidad de los controles para detectar la causa cuando ocurre.
c) Clasifica el orden potencial de deficiencias de producto y proceso.
d) Se enfoca hacia la prevención y eliminación de problemas de producto y proceso.

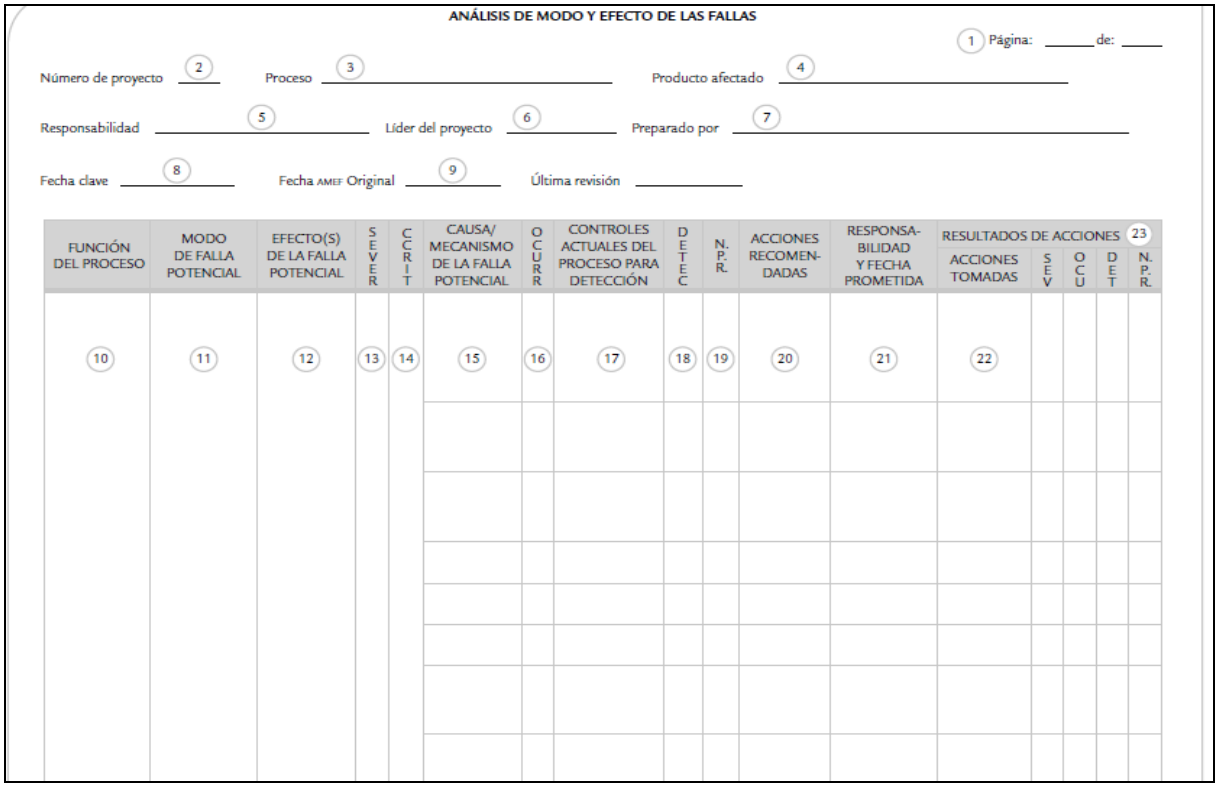
Actividades para realizar un AMEF (proceso)

A continuación se describirán un total de 23 actividades para realizar un AMEF enfocado a proceso; con ello, se pretende completar de manera efectiva las siguientes actividades generales para realizar un AMEF:

1. Formar el equipo que realizará el AMEF y delimitar al producto o proceso que se le aplicará.
2. Identificar y examinar todas las formas posibles en que puedan ocurrir fallas de un producto o proceso (identificar los modos potenciales de falla).
3. Para cada falla, identificar su efecto y estimar la severidad del mismo.

   Para cada falla potencial:
4. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia de falla debido a cada causa.
5. Hacer una lista de los controles o mecanismos que existen para detectar la ocurrencia de la falla, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes de que salga del área de manufactura o ensamble. Además, estimar la probabilidad de que los controles hagan la detección de la falla.
6. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR), que resulta de multiplicar la severidad por la ocurrencia por la detección.

7. Establecer prioridades de acuerdo con el NPR, y para los NPR más altos decidir acciones para disminuir severidad y/u ocurrencia, o en el peor de los casos mejorar la detección. Todo el proceso seguido debe quedar documentado en un formato AMEF. (Ver figura 1).
8. Revisar y establecer los resultados obtenidos, lo cual incluye precisar las acciones tomadas y volver a calcular el NPR. La información obtenida con las actividades anteriores se organiza en un formato especial, donde también se presentan las actividades y secuencia de pasos para realizar un AMEF.



ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS

(1) Página: _____ de: _____

Número de proyecto (2) _____ Proceso (3) _____ Producto afectado (4) _____

Responsabilidad (5) _____ Líder del proyecto (6) _____ Preparado por (7) _____

Fecha clave (8) _____ Fecha AMEF Original (9) _____ Última revisión _____

FUNCIÓN DEL PROCESO	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO(S) DE LA FALLA POTENCIAL	SEVER	CCRIT	CAUSA/ MECANISMO DE LA FALLA POTENCIAL	OCURR	CONTROLES ACTUALES DEL PROCESO PARA DETECCIÓN	DETEC	N.P.R.	ACCIONES RECOMEN-DADAS	RESPONSA-BILIDAD Y FECHA PROMETIDA	RESULTADOS DE ACCIONES (23)				
												ACCIONES TOMADAS	SEV	OCU	DET	N.P.R.
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)				

Figura 1: Formato AMEF para proceso con número de actividad.
Fuente: Gutiérrez, H. y Salazar, R. (2009). "Control estadístico de calidad y seis sigma".

Las actividades a detalle:

En la figura 1 se muestra el formato AMEF con números circulados, que corresponden a la información que se deberá anotar en cada parte del formato y que a continuación explicamos para cada uno de estos números. Este formato permite un desarrollo uniforme del AMEF.

1. Página/De: anotar el número consecutivo correspondiente a la página en la que se trabaja y en De: escribir el número total de hojas que completan el AMEF.
2. Número de proyecto: anotar el número de proyecto al que corresponde este análisis de acuerdo con los criterios que se utilizan en la empresa.
3. Proceso: registrar el nombre del proceso u operación sobre el cual se está haciendo el análisis.
4. Producto afectado: registre el nombre y/o modelos del(os) producto(s) que se producen en este proceso.
5. Responsabilidad: escribir el nombre de la persona que tiene la responsabilidad primaria del proceso, es decir, la gerencia que tiene la responsabilidad principal de la máquina, equipo o proceso.
6. Líder del proyecto: anotar el nombre del responsable técnico del proyecto.
7. Preparado por: anotar el nombre de las personas que realizan este AMEF.
8. Fecha clave: escribir la fecha obligatoria en que se debe terminar este AMEF, ya sea por alguna razón especial como compromisos de liberación de producción o por una meta en tiempo que el equipo decida imponerse.
9. Fecha AMEF original y última revisión: si ya se ha hecho antes un AMEF sobre este proceso, anotar tanto la fecha del primer AMEF como la fecha de la última revisión formal.
10. Función del proceso: dar una descripción breve de la función del proceso analizado, anotando las principales etapas del proceso y su función correspondiente.

11. Modo potencial de falla: es la manera en la que el proceso (sistema, componente) puede fallar en el cumplimiento de requerimientos. En esta etapa es preciso anotar todos los modos potenciales de falla, sin tomar en cuenta la probabilidad de su ocurrencia. El analista debe ser capaz de contestar las siguientes preguntas:
    - ¿Cómo el proceso puede fallar en su desempeño o en el cumplimiento de especificaciones?
    - Independientemente de las especificaciones de ingeniería, ¿qué consideraría un cliente como objetable?
12. Efecto(s) de la falla potencial: se definen como los efectos del modo de falla. Este efecto negativo puede darse en el proceso mismo, sobre una operación posterior o sobre el cliente final. De esta forma, suponiendo que la falla ha ocurrido, en esta etapa se deben describir todos los efectos potenciales de los modos de falla señalados en el paso previo. Una pregunta clave para esta actividad es, ¿qué ocasionará el modo de falla identificado? La descripción debe ser tan específica como sea posible. Las descripciones típicas de los efectos potenciales de falla desde la óptica del consumidor final del producto.
13. Severidad (S): estimar la severidad de los efectos listados en la columna previa. La severidad de los efectos potenciales de falla se evalúa en una escala del 1 al 10 y representa la gravedad de la falla para el cliente o para una operación posterior, una vez que esta falla ha ocurrido. La severidad sólo se refiere o se aplica al efecto. Se puede consultar a ingeniería del producto para grados de severidad recomendados o estimar el grado de severidad aplicando los criterios de la tabla 1. Los efectos pueden manifestarse en el cliente final o en el proceso de manufactura. Siempre se debe considerar primero al cliente final. Si el efecto ocurre en ambos, use la severidad más alta. El equipo de trabajo debe estar de acuerdo en los criterios de evaluación y en que el sistema de calificación sea consistente.

Efecto	Criterios: severidad del efecto sobre el proceso de Manufactura	Puntuación
Peligroso - sin aviso	Puede dañar al operador (máquina o ensamble) sin previo aviso.	10
Peligroso - con aviso	Puede dañar al operador (máquina o ensamble) con previo aviso.	9
Muy alto	El 100% de la producción puede tener que ser desechada.	8
Alto	El producto tiene que ser clasificado y una porción (menor al 100%) desechada.	7
Moderado	Una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser desechada sin clasificación.	6
Bajo	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado.	5
Muy bajo	El producto puede tener que ser clasificado sin desperdicio y una porción (menos de 100%) retrabajarse.	4
Menor	Una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero fuera de la estación.	3
Mínimo	Una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero en la estación.	2
Ninguno	Sin efecto para el proceso.	1

Tabla 1: Criterios y puntuaciones para la severidad del efecto de la falla
Fuente: Gutiérrez, H. y Salazar, R. (2009). "Control estadístico de calidad y seis sigma".

14. Control o artículos críticos: utilizar esta columna para identificar o clasificar las características críticas del proceso que requieren controles adicionales; por lo tanto, se le debe notificar al responsable del diseño del proceso.
15. Causas/mecanismo de la falla potencial (mecanismo de falla): hacer una lista de todas las posibles causas para cada modo potencial de falla. Entendiendo como causa de falla a la manera como podría ocurrir ésta. Cada causa ocupa

un renglón. Es preciso asegurarse de que la lista sea lo más completa posible, para ello puede aplicarse el diagrama de Ishikawa.

16. Ocurrencia (O): estimar la frecuencia con la que se espera ocurra la falla debido a cada una de las causas potenciales listadas antes (¿con qué frecuencia se activa tal mecanismo de falla?). La posibilidad de que ocurra cada causa potencial (que se active el mecanismo de falla) se estima en una escala de 1 a 10. Si hay registros estadísticos adecuados, éstos deben utilizarse para asignar un número a la frecuencia de ocurrencia de la falla. Es importante ser consistente y utilizar los criterios de la tabla 2 para asignar tal número. Si no hay datos históricos puede hacerse una evaluación subjetiva utilizando las descripciones de la primera columna de la tabla 2.

Ocurrencia	**Rango**	**Criterios**	**Probabilidad de Falla**
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico.	<1 en 1.500.000
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico.	1 en 150.000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 30.000
Moderada	4 5 6	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales	1 en 4.500 1 en 800 1 en 150
Alta	7 8	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50 1 en 15
Muy Alta	9 10	La falla es casi inevitable.	1 en 6 >1 en 3

Tabla 2: Criterios para la calificación de la probabilidad de ocurrencia de las causas potenciales de fallas.
Fuente: Gutiérrez, H. y Salazar, R. (2009). "Control estadístico de calidad y seis sigma".

17. Controles actuales del proceso para detección: hacer una lista de los controles actuales del proceso que están dirigidos a:

a) Prevenir que ocurra la causa-mecanismo de la falla o controles que reduzcan la tasa de falla.
b) Detectar la ocurrencia de la causa-mecanismo de la falla, de tal forma que sea posible generar acciones correctivas.
c) Detectar la ocurrencia del modo de falla resultante.

Es obvio que los controles del tipo a) son preferibles, enseguida los del tipo b), y los menos preferidos son los controles del tipo c).

18. Detección (D): con una escala del 1 al 10, estimar la probabilidad de que los controles del tipo b) y c), listados antes, detecten la falla (su efecto), una vez que ha ocurrido, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes que salga del área de manufactura o ensamble. Se debe suponer que la causa de falla ha sucedido y entonces evaluar la eficacia de los controles actuales para prevenir el embarque del defecto. Es decir, es una estimación de la probabilidad de detectar, suponiendo que ha ocurrido la falla, y no es una estimación sobre la probabilidad de que la falla ocurra. Las verificaciones aisladas hechas por el departamento de calidad son inadecuadas para detectar un defecto y, por lo tanto, no resultarán en un cambio notable del grado de detección. Sin embargo, el muestreo realizado sobre una base estadística es un control de detección válido. En la tabla 3 se muestran los criterios recomendados para estimar la probabilidad de detección.

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de la falla
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia.	99,99%
Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	99,7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy Baja	9	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas	90%

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de la falla
		manuales.	
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso. Ej.: Aquellas características relacionadas con la durabilidad del producto.	Menor a 90%

Tabla 3: Criterios recomendados para estimar la probabilidad de detección.
Fuente: Gutiérrez, H. y Salazar, R. (2009). "Control estadístico de calidad y seis sigma".

19. Número de prioridad del riesgo (NPR): calcular el NPR para efecto-causas-controles, que es el resultado de multiplicar la puntuación dada a la severidad (S-13) del efecto de falla, por la probabilidades de ocurrencia (O-16) para cada causa de falla, y por las posibilidades de que los mecanismos de control detecten (D-18) cada causa de falla. Es decir, para cada efecto se tienen varias causas y para cada causa un grupo de controles.

$$NPR = (S) \times (O) \times (D)$$

NPR = Grado de Ocurrencia * Severidad * Detección

Prioridad de NPR:

500 – 1000 Alto riesgo de falla

125 – 499 Riesgo de falla medio

1 – 124 Riesgo de falla bajo

0 No existe riesgo de falla

De esta forma, se deben atacar los problemas con NPR alto, así como aquellos que tengan un alto grado de ocurrencia no importando si el NPR es alto o bajo. El NPR cae en un rango de 1 a 1 000 y proporciona un indicador relativo de todas las causas de falla. A los más altos números de NPR se les deberá dar prioridad para acciones correctivas, ya sea para prevenir la causa o por lo menos para emplear

mejores controles de detección. Asimismo, debe darse especial atención cuando se tengan altos NPR (mayores a 80) con severidades altas.

20. Acciones recomendadas: en esta columna se escribe una breve descripción de las acciones correctivas recomendadas para los NPR más altos. Por ejemplo, cuando hay una comprensión mínima de las causas de la falla, entonces la recomendación sería ejecutar un proyecto de mejora.

    Un AMEF de proceso bien desarrollado y pensado será de un valor limitado si no se contemplan acciones correctivas y efectivas. Por lo tanto, es responsabilidad de todas las áreas afectadas establecer programas de seguimiento efectivo para implantar todas las recomendaciones. Las acciones correctivas que atiendan los NPR más altos por lo general son para el diseño o el proceso.
21. Responsabilidad y fecha prometida para acciones recomendadas: especificar el área y personas responsables de la ejecución de las acciones recomendadas, con la fecha prometida para concluir tales acciones.
22. Acciones tomadas: a manera de seguimiento y una vez que se ha implementado la acción, anotar el resultado de la misma.
23. NPR resultante: una vez que la acción correctiva ha sido llevada a cabo, se deberá actualizar la información para la puntuación de severidad, ocurrencia y detección para la causa de falla estudiada. Todos los NPR resultantes deberán ser revisados y si es necesario considerar nuevas acciones, para ello se repiten los pasos del 20 en adelante.

Seguimiento: los responsables del proceso tienen la obligación de asegurar que las acciones recomendadas son atendidas de manera efectiva e implementadas. El AMEF es un documento vivo que siempre debe reflejar el estado último de las fallas de proceso, con las acciones que se han emprendido para atenderlas. Por ello es importante que los AMEF sean parte de la documentación básica del proceso y que para las principales fallas se tenga un historial y una versión actualizada del AMEF. En particular en las columnas de resultados de acciones es preciso tener una

valoración del estado último de la importancia de las fallas, por lo que cada vez que haya un cambio importante en la ocurrencia de una falla, en su severidad o en los mecanismos de control, es necesario recalcular los NPR.

2.2.6 Efectividad Global de los Equipos

Nakajima (1991), propone a la OEE como un indicador del progreso, que es un instrumento empleado para monitorear la actividad en sus unidades y guiar la toma de decisiones cada día, en la implantación del TPM dentro de una línea de producción.

OEE = Disponibilidad x Calidad x Rendimiento

Mediante el OEE se hace posible detectar las fallas más comunes y repetitivas de una línea de producción con el objetivo de poder combatirlas. Su aplicación como parte del TPM ayuda a mejorar la efectividad de las líneas, reducir las pérdidas por calidad y así mejorar la rentabilidad.

Para lograr un buen indicador OEE (Eficiencia General de los Equipos), que es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial, es necesario el uso de algunos tipos de tiempos involucrados en el cálculo:

- Tiempo calendario: es el total de horas contenidas en un mes laboral.
- Tiempo disponible: es el tiempo esperado que la línea debe trabajar. Al tiempo calendario se le restan las paradas programadas, paradas por mantenimiento programado, etc.
- Tiempo de operación: tiempo en el cual la planta realmente está produciendo. Se resta del tiempo disponible las paradas por falla de equipos, pardas rutinarias o pardas imprevistas.
- Tiempo neto de operación: tiempo de operación menos las pérdidas de velocidad de la máquina y pardas generadas por la manipulación del operador. El cálculo se hace dividiendo la cantidad de productos fabricados incluyendo productos defectuosos, entre la capacidad total de la línea, a esto se le multiplica por las horas del turno.

El OEE nos ayuda a medir el nivel de efectividad de la línea de producción a través del tiempo. Nos dará una idea del impacto de las medidas que se van tomando a lo largo del tiempo con el fin de mejorar la productividad de la línea de producción. Un error muy común es buscar el 100% y tratar de optimizar todas las fallas. Cabe resaltar que en un proceso, según la teoría de las restricciones, no se puede aumentar la velocidad de una parte del proceso más que el proceso más lento ya que esto generaría otros cuellos de botella.

No se debe buscar maximizar por completo la productividad de la planta con la mejora del OEE, ya que esto generaría una mejora en la capacidad actual de la planta. Si con esta capacidad de provee al mercado de forma satisfactoria no habría razón para modificar el sistema actual. Una mejora significaría un sobre inventario de productos terminados y degeneraría en un sistema push.

2.2.7 Cambio rápido (Cambio de troqueles en menos de diez minutos, en sus siglas en inglés "SMED").

Shigeo Shingo (1950), El tiempo vale oro y dentro del ámbito de la producción esta premisa es bastante cierta. Cuando una línea de producción tiene la necesidad de producir una cantidad de lotes cuya variabilidad entre uno y otro es alta, se puede observar que el tiempo entre la producción de los productos es un factor importante en el tiempo de entrega del producto final.

Reducir al máximo el tiempo de preparación de máquinas entre lotes es lo que plantea SMED (por las siglas en ingles de Single Minute Exchange Die). Esta metodología fue implementada en las instalaciones de Toyota por Shigeo Shingo, y paso de realizar preparación de máquinas que duraban días a tan solo minutos. Este objetivo de reducir el tiempo de preparación se enfoca en aumentar la capacidad de la maquinaria eliminando el tiempo de cambio de piezas y herramientas. A su vez, los cambios simples y rápidos disminuyen la posibilidad de errores y el tiempo de ajuste de las maquinas.

Durante la operación de preparación de la maquinaria es posible distinguir dos tipos de operaciones:

a) IED – Preparación interna.- son operaciones de preparación realizables solamente cuando la maquina está totalmente parada.

b) OED – Preparación externa.- son operaciones que pueden realizarse mientras la maquina se encuentra en funcionamiento.

Para empezar un primer análisis del proceso de preparación de máquinas es necesario distinguir estas operaciones primero.

Shigeo Shingo (1993) define las siguientes cuatro funciones del tiempo de preparación:

- Preparación de herramientas y útiles – 30 por ciento
- Colocar y retirar herramientas y útiles – 5 por ciento
- Centra y determinar dimensiones del utillaje – 15%
- Ensayar el proceso y ajustar – 50%

A su vez, Shigeo Shingo (1993) define seis técnicas principales para la reducción de tiempos de preparación de cada una de las cuatro funciones anteriores. Estas son:

1. Separar las operaciones de operaciones internas de las externas

En el estado actual del proceso de preparación se procede a diferenciar entre los dos tipos de operaciones, OED e IED. Esta etapa sirve para identificar la posibilidad de realizar cambios, solamente redefiniendo el proceso y lograr una mejora.

2. Convertir preparación interna en externa

El cambio que plantea esa técnica es el más poderoso de la metodología SMED. Para ello se deben reexaminar las operaciones para saber si algunos pasos asumidos como internos pueden ser modificados en la medida de lo posible para que sean externos. De esta forma se reduce el tiempo de preparación con la maquina parada.

3. Estandarizar la función, no la forma

La estandarización de las partes necesarias que intervienen en el proceso de preparación

4. Utilizar mordaza funcionales o eliminar cierres completamente

Elementos de sujeción como los pernos son bastante utilizados al momento de preparar las maquinas, sin embargo, a su vez son los que más tiempo toman en ajustar y desajustar. El perno ajusta en la última vuelta, así que las vueltas anteriores a esta son hechas de forma innecesaria. De la misma forma, el perno se desajusta en la primera vuelta, ocasionando vueltas innecesarias para sacar el perno completamente.

Algunas mordazas funcionales aplican el método de pera, el método u-slot y el grapado externo.

5. Adoptar modos de operación paralela

Cuando se trabaja con maquinaria que tiene varios lados de preparación, el tiempo que le toma en realizar a un operario toma en cuenta los movimientos que este realiza para trasladarse alrededor de la máquina, de punto a punto, para llegar a la otra posición de preparación. Este tiempo puede superarse colocando otro operario en la otra posición de preparación.

6. Mecanización

El uso de técnicas mecánicas que ayuden a mejorar el traslado de materiales, herramientas puede ayudar a mejorar el tiempo de preparación. Utilización de presión neumática, sistemas hidráulicos, podrían ser de bastante ayuda en este punto. Este es el último punto dado que es la última consideración que se debe tener en cuenta para seguir logrando reducción de tiempos en la preparación. Su implantación debe considerar la inversión de manera muy cuidadosa.

2.2.8 Diagrama de pareto

Definición: Gutiérrez y Salazar (2005) lo define como:

"El diagrama o análisis de pareto facilita seleccionar al problema más importante y al mismo tiempo, en un principio, centrarse solo en atacar sus causas más relevantes. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo". (pág. 138)

La idea anterior contiene el llamado principio de pareto, conocido como "ley 80-20" o "pocos vitales, muchos triviales", el cual reconoce que unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto de los elementos

generan muy pocos del efecto total. De la totalidad de problemas de una organización solo unos pocos son realmente importantes.

Cuando se utiliza el diagrama de Pareto. a) Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad. b) Cuando existe la necesidad de llamar la atención los problemas o causas de una forma sistemática. c) Al identificar oportunidades para mejorar. d) Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (Ej.: por producto, por segmento, del mercado, aéreas geográficas, etc.). e) Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones. f) Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después). g) Cuando los datos pueden clasificarse en categorías. h) Cuando el rango de cada categoría es importante.

Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Este permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor parte el impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad. Un equipo puede utilizar la gráfica de pareto para varios propósitos durante un proyecto para lograr mejoras: para analizar las causas, para estudiar los resultados, para planear una mejora continua.

Construcción del diagrama de Pareto. a) Seleccionar categorías lógicas para el tópico de análisis identificado (incluir el periodo de tiempo). b) Reunir datos. La utilización de un check list puede ser de mucha ayuda en este paso. c) Ordenar los datos de la mayor categoría a la menor. d) Totalizar los datos para todas las categorías. e) calcular el porcentaje del total que cada categoría representa. f) Trazar los ejes horizontales (x) y verticales (y primario – y secundario). g) Trazar la escala del eje vertical izquierdo para frecuencia (de 0 al total, según se calculó anteriormente). h) De izquierda a derecha trazar las barras para cada categoría en

orden descendente. Si existe una categoría “otros”, debe ser colocada al final, sin importar su valor. Es decir, que no debe tenerse en cuenta al momento de ordenar de mayor a menor la frecuencia de las categorías. i) Trazar la escala del eje vertical derecho para el porcentaje acumulativo, comenzando por el 0 hasta el 100%. j) Trazar el grafico lineal para el porcentaje acumulado, comenzando en la parte superior de la barra de la primera categoría (la más alta). k) Dar un título al gráfico, agregar las fechas de cuando los datos fueron reunidos y citar la fuente de los datos. l) Analizar la gráfica para determinar los “pocos vitales”.

En la figura 2, se puede observar un ejemplo del Diagrama de Pareto.

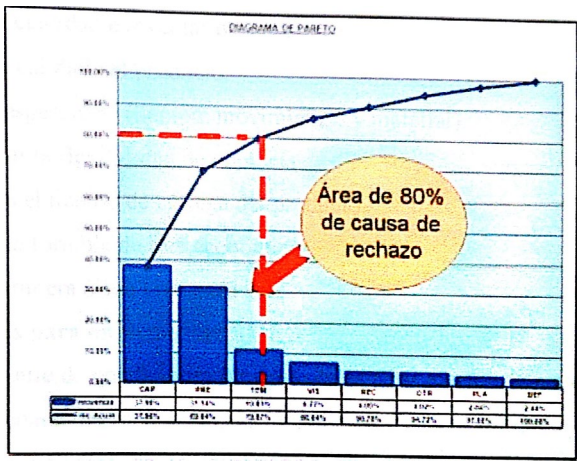


Figura 2: Ejemplo de Diagrama de Pareto

Fuente: Hernández y Quevedo (2015)

2.2.9 Diagrama causa-efecto

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de Ishikawa porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado diagrama espina de pescado porque su forma es similar al esqueleto de un pez: Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y cuatro o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70º (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente

(espinas menores), según sea necesario. Está diseñado para a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples, además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción. El Diagrama Causa y Efecto es aplicado mediante los siguientes pasos: 1. Identificar el problema. El problema es algo que queremos mejorar o controlar, este deberá ser específico y concreto. 2. Registrar la frase que resume el problema. Se debe escribir el problema identificado en la parte extrema derecha y dejar espacio para el resto del Diagrama hacia la izquierda. 3. Dibujar y marcar las espinas principales. Las espinas principales representan el input principal/categorías de recursos o factores causales. No existen reglas sobre qué categorías o causas se deben utilizar, pero las más comunes utilizadas por los equipos son los materiales, métodos, máquinas, personas, y/o el medio. 36 4. Realizar una lluvia de ideas de las causas del problema. Este es el paso más importante en la construcción de un Diagrama de Causa y Efecto, las ideas generalmente guiarán la selección de las causas de raíz. 5. Identificar los candidatos para la "causa más probable". Las causas seleccionadas por el equipo son opiniones y deben ser verificadas con más datos. Todas las causas en el Diagrama no necesariamente están relacionadas de cerca con el problema; el equipo deberá reducir su análisis a las causas más probables. 6. Cuando las ideas ya no puedan ser identificadas, se deberá analizar más o fondo el Diagrama para identificar métodos adicionales para la recolección de datos.

2.3 Definición de Términos

Ajuste: se refiere a una serie de acciones que deben llevarse a cabo en la máquina para alinear mecanismos de tal manera que se permite obtener un funcionamiento óptimo en el conjunto.

Atributo: Es toda característica de calidad que se juzga mediante expresiones cualitativas, como son pasa/ no pasa, aprobado/ rechazado, conforme/ no conforme, es decir que esta característica de calidad no puede dársele un numérico, sino su presencia o usencia. Ejemplos: defectos visuales (marca de burbujas, rotura, línea brillante, etc.).

Envase: es todo recipiente o soporte que contiene o guarda un producto, protege la mercancía, facilita su transporte, ayuda a distinguirla de otros artículos y presenta el producto para su venta.

Tiempo de parada y ajuste: es el tiempo en el cual la maquina no está operando y el equipo de cambio de trabajo se encuentra sustituyendo las piezas variables a usar para la nueva producción, este tiempo de intervalo se inicia en la hora cero y finaliza con el arranque de la línea.

Tiempo de arranque: es el tiempo que cubre el intervalo desde el arranque de la primera sección hasta el de la última sección, mientras que la maquina funciona de manera parcial.

Paradas de producción: son todos aquellos periodos de tiempo dentro de los cuales se generan fallas en los equipos que forman parte del proceso de producción, y cada vez que este tiempo supere al tiempo de acumulación de botellas previsto en las diferentes bandas transportadoras, la llenadora deberá detenerse a la espera de que se corrija la mencionada falla.

Llenadora: se encarga de verter una cantidad determinada de producto en los envases, una vez realizado el proceso de producción.

Tapadora: este equipo es el encargado de realizar el sellado de los envases, colocando las tapas que le son suministradas por medio de rodillos giratorios.

Etiquetadora: este dispositivo se encarga de aplicar una pequeña porción de pega sobre la etiqueta, enrollar el envase con la misma y de manera consecutiva cortar la cinta.

Shrink Wrap: es el encargado de agrupar el producto en formaciones de 12 envases en láminas de cartón, y posteriormente recubrir la misma con un plástico termoencogible para su protección, dándole forma del producto final.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

2.2 Tipo de Investigación

El presente trabajo, de acuerdo con el nivel de profundidad con el cual se abordó al tema constituye una investigación de tipo proyecto factible, ya que consiste en la elaboración de un plan de mejoras, para así, solventar en gran medida la problemática en la situación actual que se presenta en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A.

El proyecto factible es también definido por Tamayo y Tamayo (2004), como "…una propuesta de estudio o investigación científica dentro de un campo vagamente definido y que se presenta como posible a realizar…" (p.21)

El objetivo de un proyecto factible refiere a aquellas propuestas que, por sus características, pueden materializarse para brindar solución a determinados problemas. Esto quiere decir que los proyectos factibles son viables y permiten satisfacer una necesidad concreta, detectada tras un análisis.

2.3 Diseño de la Investigación

Una vez determinada el tipo de investigación que enmarca el presente estudio, hay que establecer un diseño de investigación, que no es más que la estrategia que adopta el investigador, para responder al problema planteado. Se refiere a donde y cuando se recopila la información.

Atendiendo a Bavaresco (2001), afirma que las investigaciones de campo, son aquellas que se realizan en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio, lo cual permite el conocimiento más a fondo del problema por parte del investigador, pudiéndose manejar los datos con más seguridad.

Por consiguiente según la procedencia, en este estudio se realizará una investigación de campo, debido a que la información fue obtenida directamente de su ámbito natural (la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio de la empresa Corporación Clorox de Venezuela, S.A.), completadas con una información documental ya que se revisaran el registro de algunos indicadores y con el apoyo prestado por parte del personal involucrado con las actividades.

3.3 Nivel de la Investigación

De acuerdo con el problema referido al análisis de eficiencia se abordará con un nivel de tipo descriptivo, debido a que se desea estudiar el comportamiento detallado de forma independiente del proceso, utilizando los indicadores y otros medios que serán de gran utilidad para el cumplimiento de los objetivos de investigación.

3.4 Población y Muestra

La población o universo de estudio, se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: de los elementos o las unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación. (Morles, 2004, p.17)

En el presente trabajo la población está compuesta por el área productiva de la empresa Corporación Clorox de Venezuela S.A., la cual consta de un área de fabricación de hipoclorito de sodio, un área de soplado y dos líneas de llenado.

Otro importante aspecto que se le debe introducir al marco metodológico del proyecto de investigación, una vez definido el campo problema y establecido el campo de estudio y la población, está relacionado con la de limitación de la muestra.

Hurtado (2005) la define como “una porción de la población que se toma para realizar el estudio, la cual se considera representativa de la población” (p.144)

Igualmente, Méndez (2001) indica al respecto que “una muestra comprende el estudio de una parte de los elementos de una población” (p.31)

En el presente estudio se consideró que la muestra estará representada por el conjunto de elementos y personas que laboran en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio de la Corporación Clorox de Venezuela S.A.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de la información son las distintas formas de obtener los datos que se necesitan en el desarrollo del trabajo y sirven de guía funcional acerca de los pasos que ha de seguir el investigador para recolectar eficientemente la información de interés para el estudio. Estas técnicas son diversas según el objeto a que se aplique y no son excluyentes entre sí.

Partiendo desde los elementos que conforman la muestra, se hizo necesaria la aplicación de las siguientes técnicas:

Fuente primaria: se obtiene información mediante el contacto directo con el sujeto de estudio, en este caso, con la línea 1 de llenado, para así ser capaz de describir e identificar la situación actual de dicha línea, los métodos, herramientas, equipos que se utilizan y las causas que originan perdidas en la línea, así como las que producen paradas no planificadas durante la jornada. Para esta fuente se utilizaran las siguientes técnicas para la recolección de la información:

1. Técnica de observación directa: en el presente trabajo de investigación se utilizó la técnica de la observación con el fin de evidenciar y visualizar la situación de estudio. Según Méndez (2001) La observación es "una técnica intelectual e intencional que el investigador utiliza sobre hechos, acontecimientos, datos y relaciones que señalan la existencia de fenómenos que pueden explicarse en el marco del estudio que se realiza" (p.50)
2. Entrevistas: en este sentido, se realizaron entrevistas a todo el personal involucrado en el área de llenado, para así conocer la situación actual y sus opiniones al respecto, permitiendo así saber la forma en que los trabajadores observan su área de trabajo, las actividades que realizan y los métodos utilizados para cumplirlas.

Fuentes secundarias: para la elaboración de este estudio también se recolectó información indirectamente del sujeto de estudio, como los datos históricos proporcionados por la empresa Corporación Clorox de Venezuela S.A., específicamente de la línea 1 de llenado, así como de textos, trabajos de grados

realizados anteriormente, documentos y paginas bajadas del internet, con la finalidad de describir los conceptos y métodos necesarios para el desarrollo de la investigación.

3.6 Fases Metodológicas

En esta sección se describen los procedimientos técnicos utilizados para dar respuesta a la problemática planteada a través del objetivo general. En tal sentido, el diseño de la investigación se abordó mediante la secuencia de unas pautas metodológicas ordenadas y descritas en cuatro fases, las cuales están diseñadas en función de los objetivos específicos establecidos en el Capítulo I, con el propósito de desarrollar, procesar los datos sistemáticamente y obtener resultados confiables.

Así pues, estas fases metodológicas se detallan a continuación.

Fase I. Diagnosticar la Situación Actual de la Empresa.

En esta etapa se relazará una descripción del proceso a través del análisis de la operación; para ello, se establecerán los siguientes pasos:

1. Revisión bibliográfica de los temas relacionados con desperdicios y técnicas para su eliminación.
2. Realizar una observación de proceso en el área de llenado y conjuntamente se realizaron entrevistas no estructuradas al personal involucrado en el proceso de llenado de la línea 1, con la finalidad de recaudar información acerca de las practicas empleadas en el proceso etiquetado y envasado de hipoclorito de sodio.
3. Finalmente, se revisará el reporte de producción y el indicador de la meta de producción (OEE “Eficiencia General de los Equipos), ya que él mismo refleja el desempeño de la productividad en la línea, a través del indicador se podrá tener conocimiento sobre el porcentaje de pérdidas que se genera en la producción dentro de la empresa, de esta manera se podrá tener datos estadísticos del comportamiento de la productividad de la empresa y así tener una visión más exacta de la situación actual que atraviesa la misma.

Fase II: Analizar las Causas Detectadas en el Diagnóstico de Situación Actual de la Empresa.

Con la finalidad de analizar las causas que generan desperdicios se utilizarán los registros estadísticos llevados por la empresa para poder determinar si el área en estudio cumple o no con las metas de producción en donde se determinará el porcentaje de incumplimiento de la meta exigida a través del indicador que maneja la empresa llamado OEE (Eficiencia General de los Equipos), mediante la técnica de tormenta de ideas que se genere por la observación directa y por la entrevista no estructurada realizada al personal que labora en la línea en estudio, se procederá a realizar un diagrama de Ishikawa para determinar cuáles son las causas que ocasionan el incumplimiento de la meta de producción y por ende que genere pérdidas, posterior a ello se elaborará un diagrama de Pareto para identificar cuáles son las causas más relevantes en la generación de pérdidas y así establecer las oportunidades de mejoras.

Fase III: Proponer un Plan de Mejoras.

Con base en la información obtenida en la fase anterior se propondrá un plan de mejoras, con el propósito, de lograr la disminución o eliminación de las pérdidas en su máxima expresión.

Fase IV: Evaluar la Relación Costo-Beneficio

Es en esta etapa del estudio en donde se realizará un análisis del costo-beneficio de las propuestas, para esto se calcularán tanto los costos de ejecución que puedan incurrir como de los beneficios generados si se ejecutan dichas propuestas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

El primer paso para desarrollar el presente trabajo, fue conocer aspectos importantes que conforman la situación actual del proceso de producción en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio, para esto fue necesario recolectar la información concerniente al proceso productivo en cuestión.

El levantamiento de la información se realizó a través de fuentes primarias; es decir mediante la recolección directa (observación) y también por medio de fuentes secundarias (procedimientos existentes en la empresa, reporte de producción, indicador de Eficiencia General (OEE) de llenado de la Línea 1, etc.).

La Corporación Clorox de Venezuela, S.A. se encuentra en la búsqueda de aumentar su productividad y este material de investigación es de gran aporte para tal objetivo. Para dar respuesta a cada fase metodológica se presenta el siguiente desarrollo:

4.1. Fase I: Diagnosticar la situación actual en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio, en la empresa CLOROX DE VENEZUELA, S.A.

Esta fase de la investigación se realizó con el propósito de conocer el estado actual del manejo del Recurso Humano, Tecnológico, Intelectual y Material en la gestión de manufactura asociada al proceso de llenado en la línea 1 de hipoclorito de sodio, en la Corporación Clorox de Venezuela, a objeto de realizar un diagnóstico que permita establecer una relación causa - efecto entre las variables estudiadas. Para ello se hizo un recorrido en la línea de producción ya mencionada, con el propósito de describir el proceso productivo que conforma ésta área de manufactura y detectar las posibles oportunidades de mejora.

4.1.1. **Descripción del proceso productivo en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.**

La línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A. está conformada por nueve (9) sub-procesos, representados en el flujo grama de procesos indicado en la figura 3, la misma comprende un área total de 1.200 m² y está distribuida como se muestra en el layout de la figura 4.

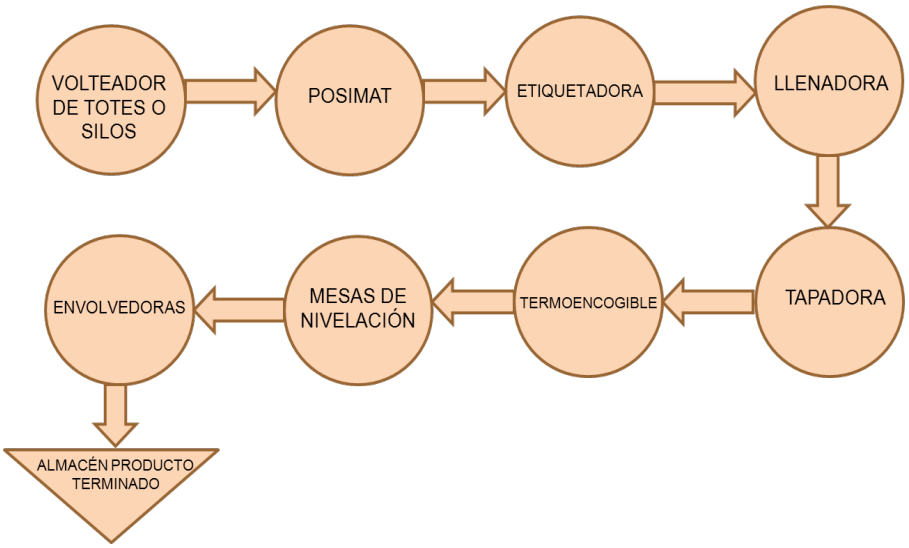


Figura 3: Llenado de hipoclorito de sodio en la línea 1
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

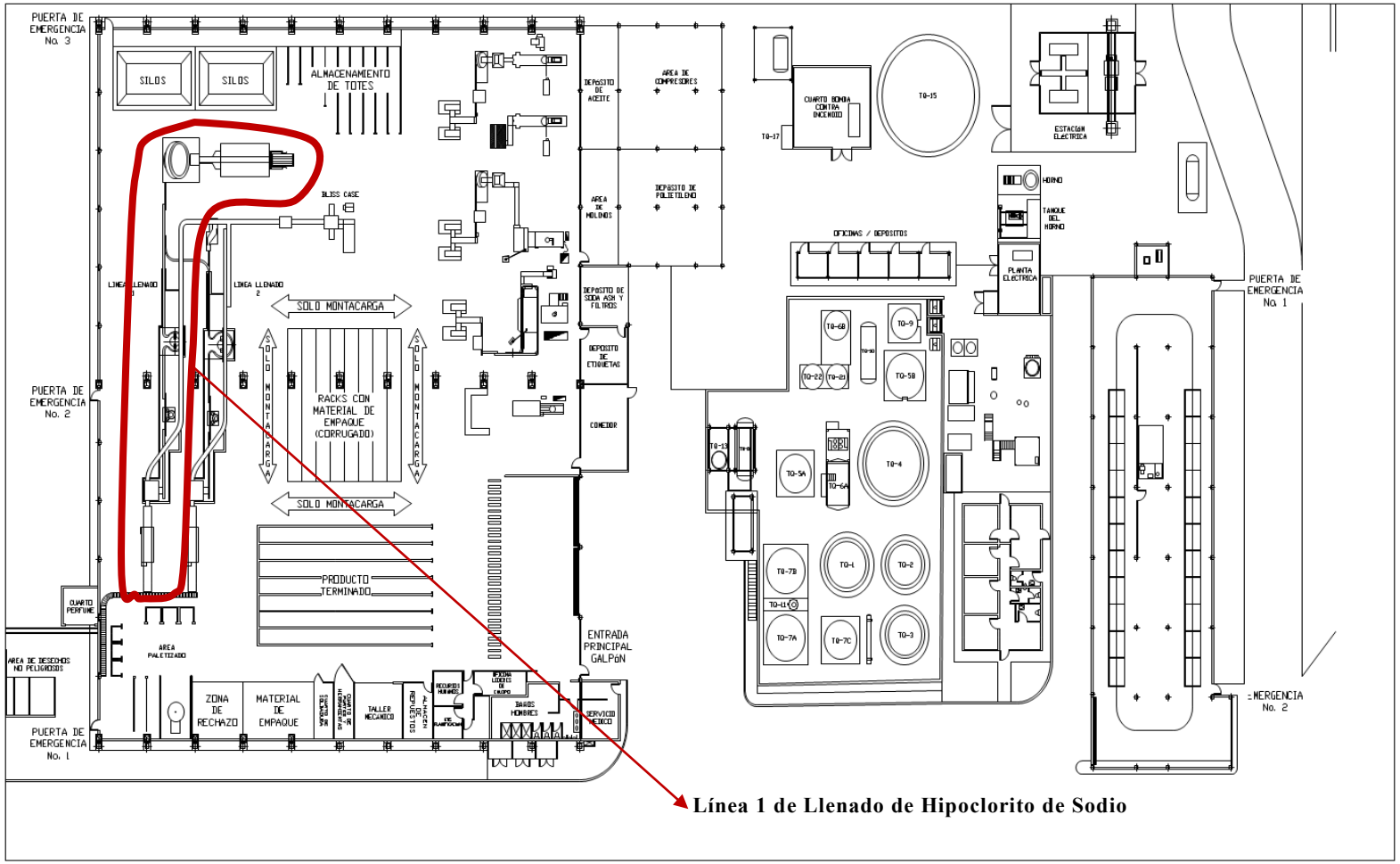


Figura 4: Layout General de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

1. Volteador de totes: Unidad que consiste en descargar los envases vacíos de 1.000 centímetros cúbicos en la tolva del posimat de la línea 1. (Ver figura 5).

Figura 5: Volteador de totes
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

2. Posimat: Es una maquina semiautomática que se encarga de volcar de forma sencilla y fiable los envases de plástico contenidos en la tolva que las alimentara al posicionador de envases dejándolos en posición vertical, para que los mismos sean traslados por un transportador hacia la etiquetadora (B&H). (Ver figura 6).

Figura 6: Posimat
Fuente: Quevedo, J y Hernández, R. (2015).

3. Etiquetadora: Maquina encargada de colocar las etiquetas pre cortadas sobre el envase, una vez colocada, los envases son traslados por un sistema de transportadores hacia la llenadora. (Ver figura 7).

Figura 7: Etiquetadora
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

4. Llenadora: Los envases recibidos de la etiquetadora entran en una cabina donde se le introduce un pico de manera automática y se llena hasta contener 1000cc de hipoclorito de sodio. (Ver figura 8).

Figura 8: Llenadora
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

5. Tapadora: Este equipo es el encargado de realizar el sellado de los envases, colocando las tapas que le son suministradas por medio de rodillos giratorios. (Ver figura 9).

Figura 9: Tapadora
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

6. Shrink Wrap: Maquina que se encarga de la envoltura retráctil de los envases con el contenido de hipoclorito de sodio para formar lotes de 12 unidades. (Ver figura 10).

Figura 10: Maquina Termoencogible
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

7. Mesas de nivelación: Son mesas diseñadas para ajustarse a la posición adecuada en la cual el operador pueda realizar el levantamiento de la carga y posicionarla en la paleta. (Ver figura 11).

Figura 11: Mesa de nivelación
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

8. Envolvedora: Equipo que se encarga de colocarle el envoplast, a toda la paleta con el producto, cuyo contenido es de 70 paquetes de 12 unidades cada uno, mientras ésta gira en una base giratoria automática, para luego ser almacenada en los Rack y dejarla lista para su comercialización. (Ver figura 12)

Figura 12: Envolvedora
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

A través del análisis del todo el proceso productivo de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A. se logró detectar que actualmente el área más crítica es la de la máquina Shrink Wrap, cuya función es la de embalar la producción en paquetes de 12 unidades.

Revisión Documental de las metas de producción. En la figura 13, se puede apreciar el indicador de Eficiencia General (OEE) que utiliza actualmente la empresa, a objeto de poder medir el porcentaje de eficiencia en la producción mensual de hipoclorito de sodio en envases de 1.000 c.c. cuyo precio es de 15.09 bolívares con IVA incluido, donde refleja una meta de producción mensual de ciento ocho mil paquetes de doce (12) unidades, lo que representa un 34,29% de la capacidad instalada de producción (Ver tabla 4) , pero solo se ha podido alcanzar para lo que va del año 2015 un máximo en promedio de 24,17% de la meta de producción ya indicada, dejando de producir una cantidad de 31.864 paquetes de 12 unidades, que representa un monto de 5.769.933,12 bolívares mensuales, esto se traduce en un porcentaje de eficiencia de la línea 1 de un 26,24%. Es por ello la importancia de aumentar la eficiencia de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio, con el propósito de obtener mayores beneficios y así aumentar la productividad de la misma de forma exponencial.

Capacidad Instalada de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio							
Envases/min	**Min/Hrs**	**Hrs/Turn**	**Turn/día**	**Día/mes**	**Cjas/envases**	**Lts./Cjas**	**Litros/mes**
150	60	7	3	20	0,083333333	12	**3.780.000,00**
Capacidad Actual de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio							
108.000 Cajas/mes * 12 Lts./Cajas = 1.296.000 Lts./mes							
Calculo en porcentaje de la capacidad actual de la línea 1 de hipoclorito de sodio							
Capacidad Instalada de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio							3.780.000,00
Capacidad Actual de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio							1.296.000,00
Porcentaje							**34,29%**

Tabla 4: Capacidad de producción de la línea 1 de hipoclorito de sodio.
Fuente: Clorox de Venezuela (2015).

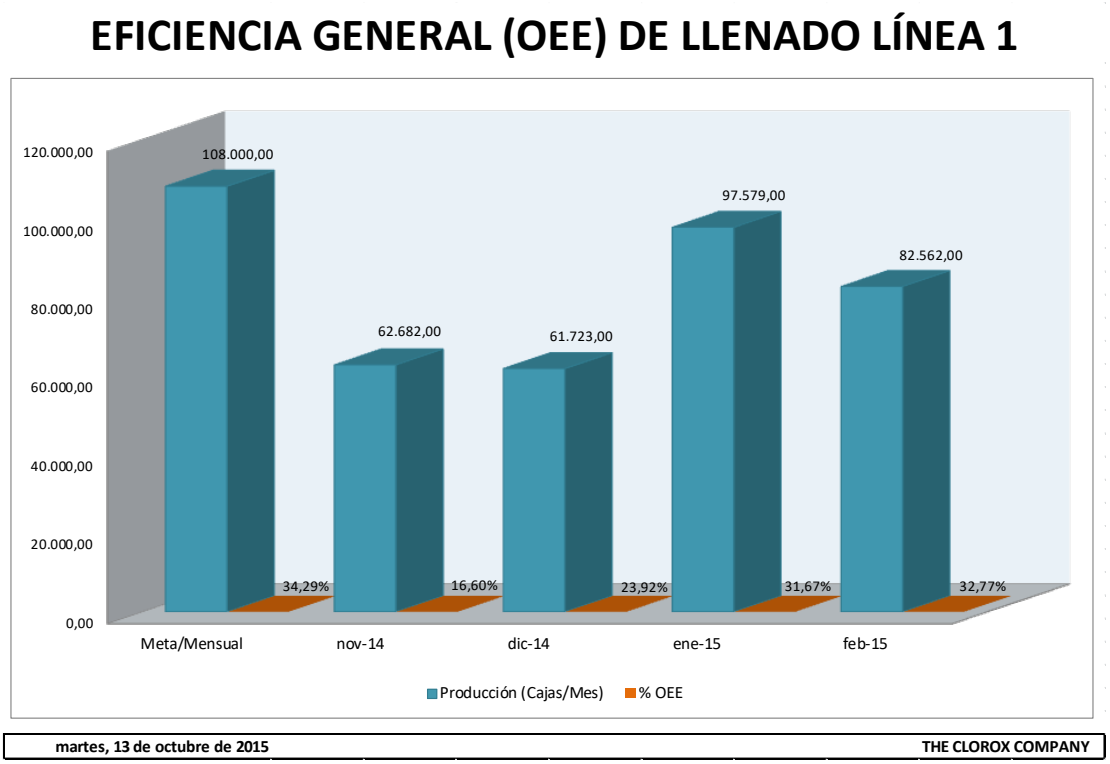


Figura 13: Indicador de Eficiencia General (OEE).
Fuente: Clorox de Venezuela (2015).

A través de entrevistas informales realizadas al supervisor del área y a los operarios se pudo constatar que la mayor parte del problema en esta parte de todo el proceso productivo radica en la falta de insumos para trabajar y también la falta de un plan de mantenimiento preventivo y de una buena planificación en la producción, ya que las corridas se tienen que modificar constantemente por no existir una metodología de trabajo establecida en la planificación que realiza la empresa.

4.1.2. **Situaciones detectadas en el diagnóstico.**

Para detectar las causas que generan desperdicios en los métodos de producción utilizados por la empresa, se procedió a elaborar una revisión de los mismos a objeto de determinar los problemas existentes en relación a las actividades claves que afectan en gran medida la productividad de la empresa. Los resultados obtenidos en cuanto a elementos ausentes fueron los siguientes. (Ver cuadro 1):

Cuadro 1. Elementos ausentes en el proceso de llenado de la línea 1 de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A.

Variable a estudiar	Situación detectada
Disposición de los insumos a utilizar en la línea de llenado.	Se logró evidenciar la falta de un procedimiento que pueda canalizar de forma óptima la disposición y administración de los recursos a utilizar en la línea.
Mantenimiento Preventivo	No existe un plan de mantenimiento preventivo, lo que genera el paro del proceso por corto tiempo.
Control de Formatos en el subproceso de termoencogible.	A pesar de que ciertos procesos están controlados por formatos, en el subproceso de termoencogible (shrink wrap) no se emplean formatos para controlar las pérdidas de empaque.
Limpieza	Se puede observar falta de limpieza en las mesas de nivelación.
Máquinas	Se evidencia falta de lubricación de la maquina llenadora.

Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Por otra parte, para el análisis operacional se evidenció los elementos presentes en el proceso de manufactura de la empresa (Ver cuadro 2).

Cuadro 2. Elementos presentes en el proceso de llenado de la línea 1 de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A.

Variable a estudiar	Situación detectada
Control del proceso productivo	Se controla el proceso de llenado y el torque de la tapadora.
Mantenimiento correctivo	Existe un plan de mantenimiento correctivo para las máquinas que colapsan.
Gestión y desempeño	Existe un indicador que mide el porcentaje de eficiencia general de los equipos (OEE). Existe un reporte de producción.

Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

En líneas generales, de los elementos detectados como ausentes que generan en gran medida desperdicio en el proceso productivo son:

- Falta de sentido de pertenencia del personal.
- Disposición de los insumos a utilizar en la línea de llenado.
- Falta de un plan de mantenimiento preventivo a maquinarias y equipos que participan en el proceso de llenado.
- Control de formatos en el subproceso de termoencogible (Shrink Wrap).
- Limpiezas en las mesas de nivelación
- Falta de lubricación de la maquina llenadora.

4.2. Fase II. Analizar las causas que originan las deficiencias en el proceso de producción haciendo uso de herramientas de ingeniería industrial.

Con la finalidad de analizar las causas que generan desperdicios en la línea de llenado de hipoclorito de sodio de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A., se utilizó como recurso los registros estadísticos que son reflejados en los anexos A, B, C y D. Este reporte está elaborado en una hoja de cálculo Excel, el cual tiene información centralizada y relacionada con el proceso productivo, él mismo es alimentado de forma manual por el supervisor de producción, éste reporte refleja los porcentajes de cada uno de los conceptos que generan desperdicios en la producción (Ver tabla 5). Los resultados arrojados por el Reporte de Producción ya señalado se compararon con respecto al indicador OEE (Indicador de Eficiencia General) ver figura 13, el cual tiene establecido actualmente una meta de producción de un 34,29%, este indicador se encarga de medir la eficiencia en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.

Variables en (%) que generan desperdicios en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.

THE CLOROX COMPANY

Meses: Nov-Dic 2014 / Ene-Feb 2015

Línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio																
				Variables en % que generan desperdicio en la Producción												
Fecha	Producción	Meta	Producción Vs Meta	Falta de láminas separadoras	Shrink Wrap	Falta de repuestos en el almacén	Falta de envases	Falta de tapas	Etiquetadora B&H	Llenadora	Falta de personal	Posimat`s	Otras pérdidas	Total % Pérdidas	OEE	Tolerancia (Pérdidas Inevitables)
Promedio	24,17%	34,29%	10,12%	14,56%	10,52%	8,22%	7,97%	4,83%	3,24%	2,69%	2,35%	2,08%	17,31%	73,77%	26,23%	2%

Tabla 5. Resumen del Reporte de Producción.
Fuente: Reporte de Producción Nov-Dic 2014 / Ene-Feb 2015 de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A.

A través del resumen del Reporte de producción reflejado en la tabla 5, se puede evidenciar que para los meses de noviembre año 2014, diciembre año 2014, enero año 2015 y febrero año 2015, existe un incumplimiento en la meta de producción en promedio de un 10,12%. La empresa sólo permite una tolerancia por pérdidas inevitables de un 2%. Tomando en cuenta que algunos de los factores más relevantes que genera mayor desperdicio, en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio son: falta de láminas separadoras, Shrink wrap, falta de repuestos en el almacén, falta de envases, falta de tapas, etiquetadora B&H, llenadora, falta de personal, posimat´s, entre otras perdidas, las cuales representaron para los meses de noviembre año 2014, diciembre año 2014, enero año 2015 y febrero del año 2015, un promedio de 73,77% de pérdidas en la producción reflejado en el resumen de producción (Ver Tabla 5), se procedió a elaborar un diagrama de Ishikawa (Ver figura 14) a fin de realizar un análisis más exhaustivo sobre las variables que generan desperdicios, el mismo se realizó a través de la observación directa y por medio de entrevistas informales realizadas al personal que labora en el área en estudio y las cuales fueron detalladas en la fase I.

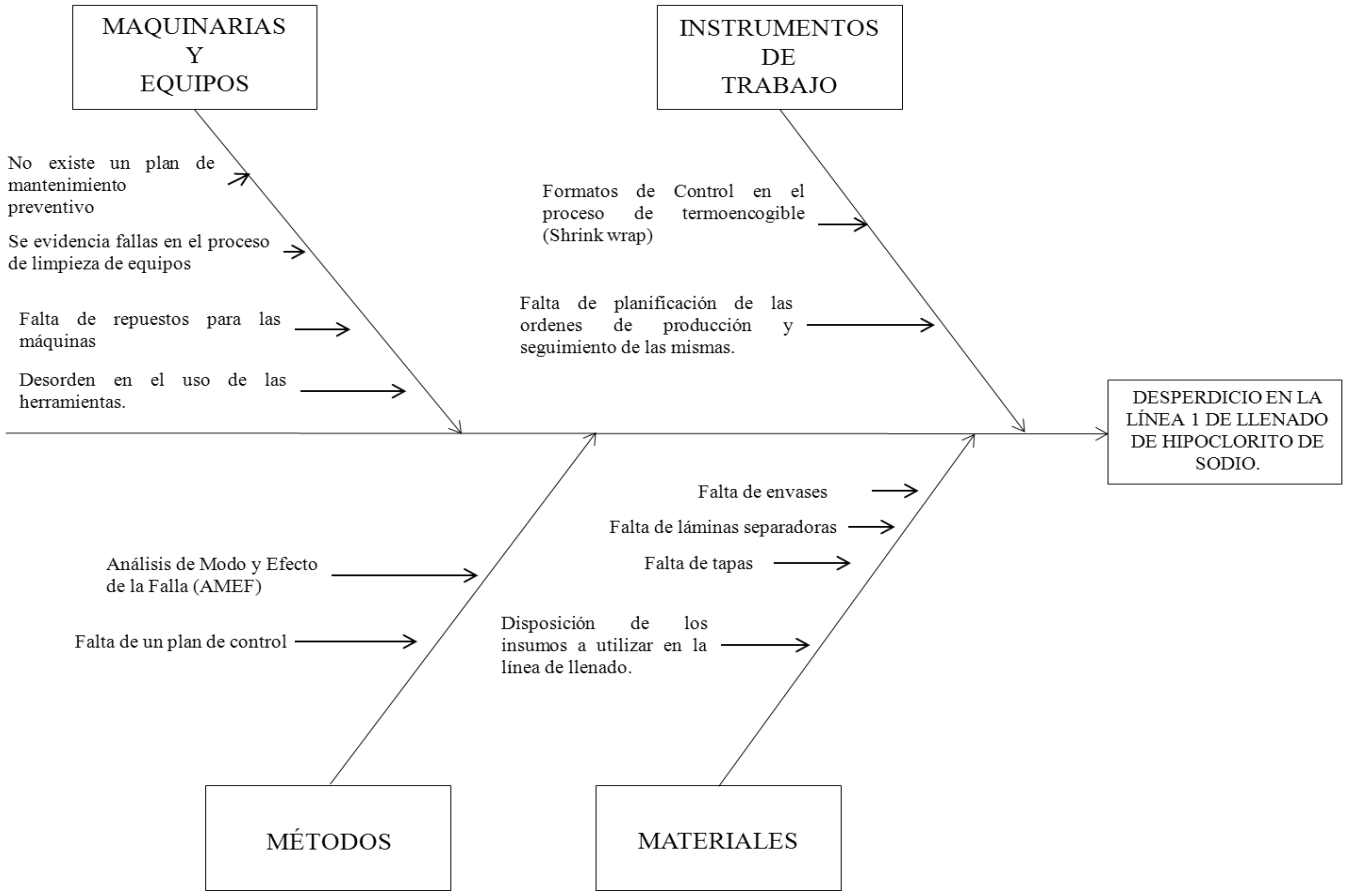


Figura 14. Diagrama Causa – Efecto de los problemas existentes en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio que generan desperdicios.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Del diagrama causa-efecto se puede resaltar lo siguiente:

Maquinarias y Equipos:

Maquinarias dañadas: Esto ocurre como consecuencia de la falta de planes de mantenimiento preventivo, ya que solo se realiza un mantenimiento correctivo, es decir, que solo se hace luego de que aparece la falla.

Falta de programación del mantenimiento: como consecuencia de una falta de programación, el mantenimiento realizado es altamente deficiente, ocasionando los respectivos retrasos en la producción.

También es notoria la falta de repuestos de las maquinarias, lo cual genera la paralización de la línea.

Mano de Obra:

Se pudo evidenciar la falta de compromiso de los trabajadores, ya que por problemas de transición de la empresa a manos del ejecutivo nacional, ha generado ausentismo del personal.

Instrumentos de trabajo:

La falta de un formato de control en el proceso de termoencogible.

Métodos:

La falta de planificación de la producción y la disposición de los insumos a utilizar en la línea de llenado.

El desorden evidente en el uso de las herramientas al momento de realizar el mantenimiento de las máquinas.

Materiales:

Falta de insumos requeridos para la producción, tales como: envases, láminas separadoras y tapas.

Una vez diagnosticados los problemas, mediante el diagrama causa-efecto, se procedió a buscar las causas principales existentes en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio de la Corporación Clorox S.A. para ello se realizó un programa de observación directa durante quince (15) días, donde se detallaron la frecuencia con la que ocurrían los problemas que afectan el proceso, esto con la finalidad de

establecer las prioridades para la realización de planes de mejoras, para ello se utilizó la herramienta de diagrama de Pareto. A continuación en la tabla 6, se presentan los problemas existentes dentro de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio. Se puede apreciar que los primeros seis (6) problemas representan el 80%.

Tabla 6: Tabla de frecuencia

Nº	Problema	Frecuencia	%	% Acumulado
1	Falta de láminas separadoras	20	18%	18%
2	Shrink Wrap	19	17%	35%
3	Falta de repuestos en el almacén	18	16%	51%
4	Desorden en el uso de las herramientas	13	12%	63%
5	Falta de envases	10	9%	72%
6	Falta de tapas	9	8%	80%
7	Etiquetadora B&H	8	7%	87%
8	Falta de personal	6	5%	93%
9	Posimat`s	5	5%	97%
10	Otras perdidas	3	3%	100%
	TOTAL	**111**	**100%**	

Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

$$\% \text{ Frec} = \frac{\text{Frecuencia}}{\text{Total}} \text{ x } 100$$

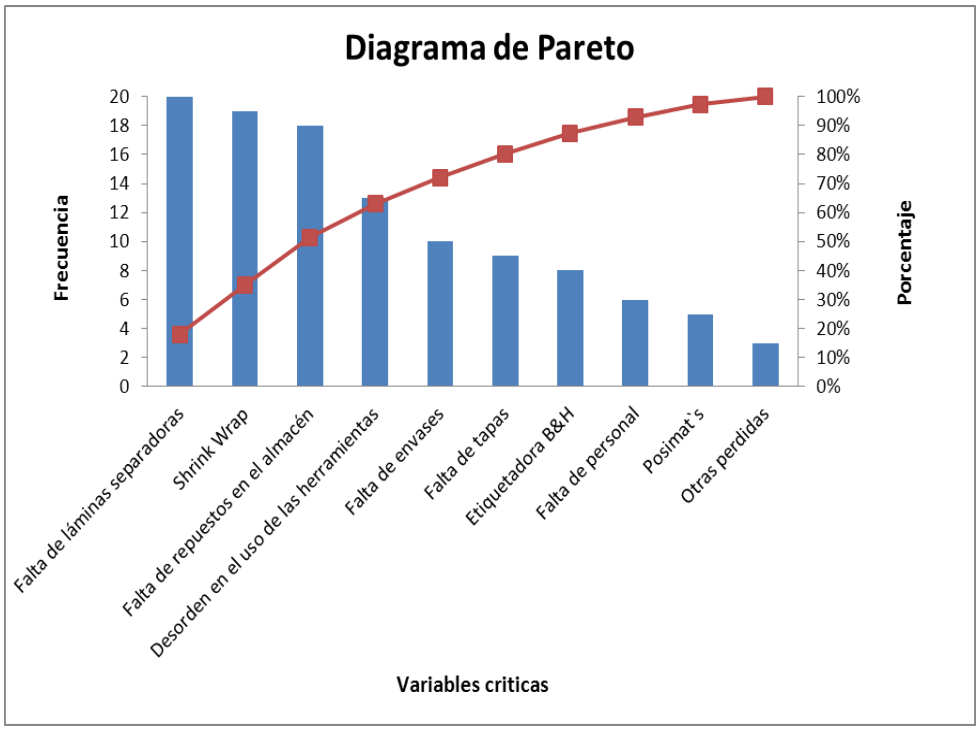


Gráfico 1. Diagrama de Pareto
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015)

Se puede interpretar por el principio de Pareto y a través del grafico 1, que la mayor parte de los problemas encontrados son: falta de láminas separadoras, shrink wrap, falta de repuestos en el almacén, desorden en el uso de las herramientas, falta de envases y falta de tapas. Éstos son los que hay que tomar en cuenta para la realización de los planes de mejoras en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.

4.3. Fase III. Diseñar un plan de mejoras basadas en la filosofía Lean Manufacturing para la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.

4.3.1. Primera Propuesta, que va dirigida a atacar el desorden en el uso de las herramientas al momento de realizar el mantenimiento de las máquinas en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.

Con respecto al desorden en el uso de las herramientas y repuestos de las máquinas, falta de mantenimiento y limpieza de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio, se propone aplicar la filosofía de las 5S´s**,** ya que según lo observado en el ambiente de trabajo y lo evaluado a través de la evolución de 5S´s, no existe una metodología establecida que permita mantener el orden y limpieza del área, además tampoco existe un instrumento para evaluar la ejecución y participación activa de los trabajadores en la mejora continua de las condiciones del ambiente de trabajo.

Los resultados que se buscan con la aplicación de las herramientas 5S´s es hacer que la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio trabaje mejor. Se busca reducir el esfuerzo humano en la fábrica, la inversión en herramientas, además del tiempo de desarrollo del producto.

Comenzando por la aplicación de las 5S′s el área tendrá un gran cambio, ya que se modificará la forma de trabajar a la que comúnmente se estaba acostumbrada. Esto ayudará a que se tenga una nueva cultura organizacional en todo el personal de la línea.

Debido a que esta investigación está enfocada al área de llenado porque es un lugar clave, y que de ella depende la rentabilidad de la corporación. Si esta no cubre la meta de producción planificada, generaría pérdida para la misma.

Se comenzó viendo cada "S" por separado, en donde se define las actividades que se hará en cada una de ellas y los elementos necesarios para cada etapa.

SEIRI → clasificar

Para la aplicación de SEIRI se deben seguir una serie de pasos los cuales serán muy útiles en esta etapa:

- Se deben identificar cuáles son los materiales y herramientas que están dentro del área de trabajo; separando dichos elementos en necesarios e innecesarios, haciendo un inventario de las cosas útiles en el área de trabajo, enlistando las

herramientas o equipos que no sirven en el área de trabajo y desechando las cosas inútiles. (Ver Figuras 15 y 16)

Figura 15
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Figura 16
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Se elaboró un diagrama de secuencia (Ver figura 17).

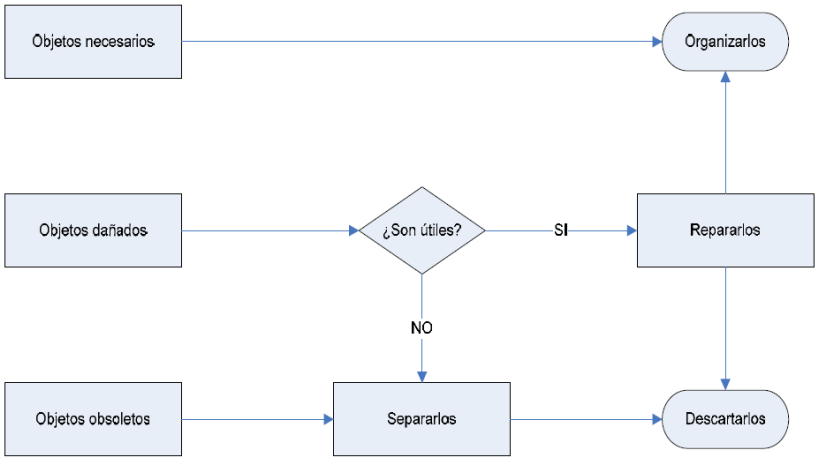


Figura 17. Diagrama de secuencia
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

- Posteriormente establecer un tope de elementos necesarios para poder llevar un mejor control de las cosas que son más útiles y para finalizar se elaboró la tarjeta roja (Ver figura 18) que debe ser colocada sobre los elementos que son innecesarios, los cuales deben permanecer por un tiempo máximo de dos (02) horas.

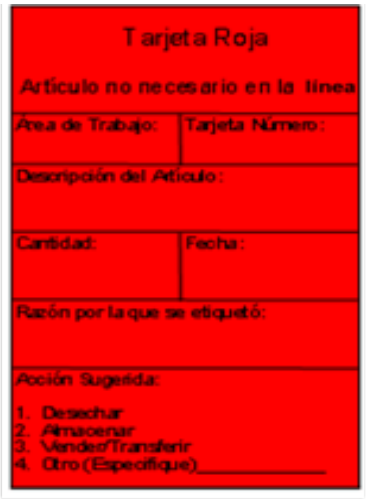


Figura 18. Formato de tarjeta roja
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

SEITON → Ordenar

La siguiente etapa se refiere a ordenar, que consiste en identificar los repuestos que pertenecen a las secciones de la máquina y cuales deberán ser reparados. Estos repuestos serán clasificados y etiquetados. Con esto se puede reconocer los mismos y otras herramientas ya que deberán ser colocadas de forma visible para que a su utilización sea más fácil reconocerlos.

La metodología aplicada en este paso se refleja en la figura 19.

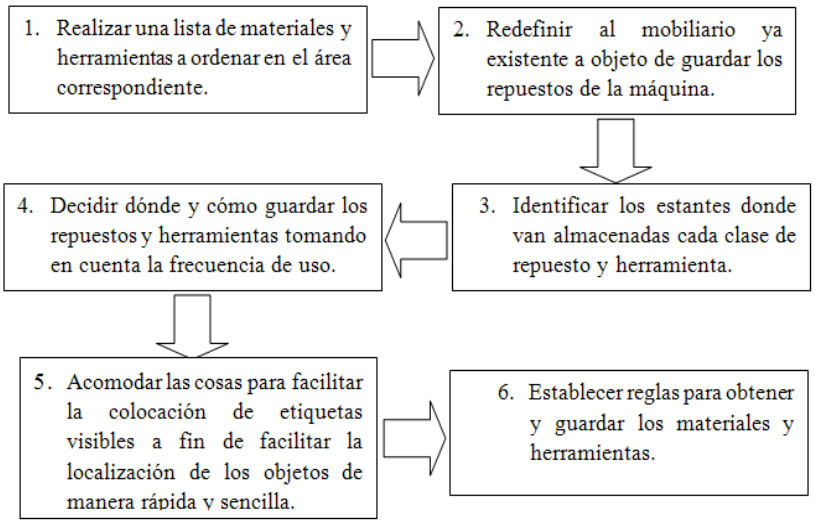


Figura 19: Diagrama de secuencia SEITON
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015)

1. Tomar en cuenta los materiales necesarios a ordenar para la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio. (Ver tabla 7).

ITEM	MAQUINA	MATERIALES
1	ENVOLVEDORAS	Stretch Film
2	ETIQUETADORA B&H	Pega
3	ETIQUETADORA B&H	OPP (Etiquetas)
4	MESA DE NIVELACIÓN	Separadores
5	SHRINK WRAP	Pads Superior
6	SHRINK WRAP	Pads Inferior
7	SHRINK WRAP	Film de Shrink Wrap
8	SHRINK WRAP	Cinta Plástica
9	TAPADORA	Tapas

Tabla 7. Materiales necesarios a ordenar en la línea 1
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

2. Hacer uso de los estantes para la colocación de las herramientas de las máquinas, los cuales serán clasificadas, según su uso, en el mantenimiento menor de la misma. También hacer uso de cajas para herramientas y botes que se colocaran en el área de estudio con los elementos necesarios utilizados.

3. Clasificar los repuestos y herramientas a utilizar que se muestran en la tabla 8.

ITEM	PROCESO	REPUESTOS Y HERRAMIENTAS
1	ETIQUETADORA B&H	Cuchilla
2	ETIQUETADORA B&H	Cuerdas de Guitarra
3	GENERAL	Llave Allen
4	GENERAL	Llave 9/16"
5	GENERAL	Llave 1/2"
6	GENERAL	Llave 3/4"
7	GENERAL	Rachet
8	GENERAL	Dado de diferentes medidas
9	LLENADORA	Cabezales
10	LLENADORA	Tornillos
11	LLENADORA	Codos tipo L

Tabla 8. Repuestos y Herramientas
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

4. Se elaboró un diagrama el cual ayudará a hacer una mejor y rápida colocación de los materiales en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio y así facilitar el trabajo del personal que allí labora. Se debe pedir que se siga el orden de los materiales de acuerdo a la clasificación asignada. (Ver figura 20).

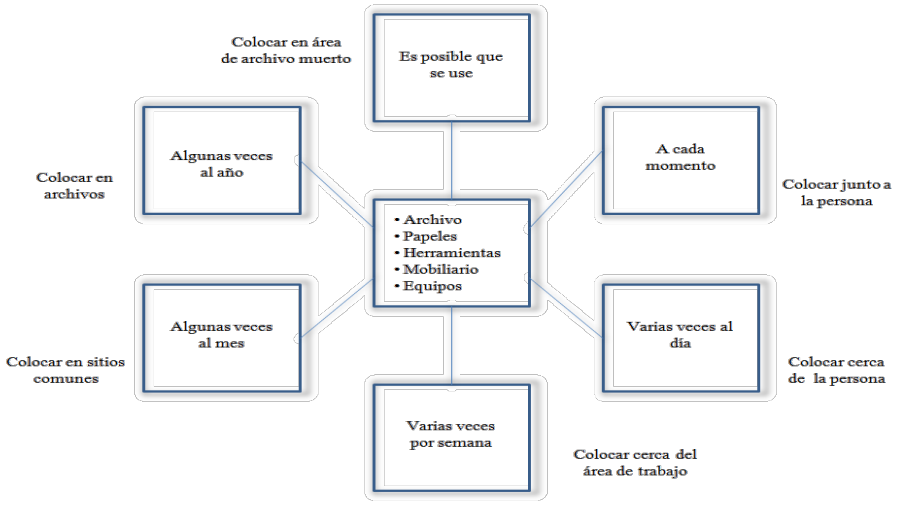


Figura 20. Diagrama de clasificación de los materiales.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

5. Se tienen que diseñar etiquetas para separar las herramientas, en el que se emplearan etiquetas de color verde para las más utilizadas y etiquetas amarillas para las de menos uso. (Ver figuras 21 y 22)

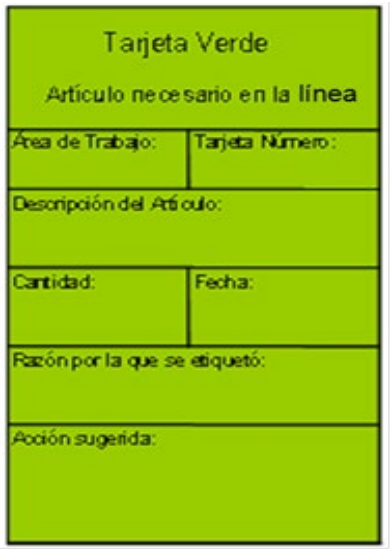


Figura 21. Tarjeta Verde
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

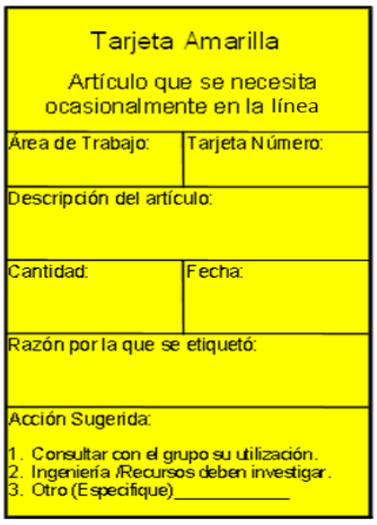


Figura 22. Tarjeta Amarilla
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

SEISO → limpiar

El área de la aplicación debe estar aseada y limpia en cada cambio de turno. Esto comprende que no debe faltar nada o que no debe haber nada fuera de lugar. Todas las herramientas y piezas de la máquina deben estar en su sitio ya dispuesto.

Para la aplicación de esta etapa será necesaria la programación de las horas a las que se debe cumplir dicho paso para establecer el orden y la limpieza del área de trabajo; la verificación se llevará a cabo en los horarios convenientes y pertinentes para la empresa, así como para la línea. (Ver tabla 9).

TURNO	HORARIO	HORA DE LIMPIEZA
1	6:00 am - 2:00 pm	1:30 pm - 1:50 pm
2	2:00 pm - 10:00 pm	9:30 pm - 9:50 pm
3	10:00 pm - 6:00 am	5:30 am - 5:50 am

Tabla 9. Horario de Limpieza.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Se deberá hacer responsable a un encargado de turno para que se haga la verificación en la línea 1 de llenado, con la asignación de diversas actividades, dentro de las cuales podemos mencionar: Desecho de cartones y separadores dañados, tapas caídas, envases dañados, drenar la fosa de la llenadora con la bomba de achique, que deberá cumplir por completo para mantener un área limpia.

En este caso la verificación se llevará a cabo diariamente por el jefe de grupo, con ayuda de una lista de verificación que le será asignada. (Ver figura 23).

HOJA DE VERIFICACIÓN PARA LA LIMPIEZA

Número: _____

FECHA: _____ **Nombre de quien lleva los datos: _____**
TURNO: _____ _____
HORA: _____ **Observaciones: _____**
ÁREA: _____ _____

CUMPLE		
SI	**NO**	**ACTIVIDADES**
		Devolver las piezas y herramientas en donde corresponden, en los lugares asignados
		Limpiar el área de trabajo antes de entregar el turno
		Tirar en los botes de basura cualquier material de desecho
		Mantener las cosas personales en área asignada para cada operador

Figura 23. Hoja de verificación para la limpieza
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Una vez establecida esta lista y aceptada por los ejecutivos de la planta se debe asignar las responsabilidades al jefe de turno para llevar el siguiente control:

- Llevar a cabo todos los días por semana la lista de verificación.
- Revisar que los estantes y cajones mantengan el orden de acuerdo a la clasificación asignada, mediante seguimientos realizados por las auditorias de 5S´s.
- Revisar que los botes de basura sean aseados al finalizar cada turno.
- Coordinar a los operadores para seguir día a día la lista de verificación.

Los beneficios que se obtendrían al aplicar seiso:

- Mejoramiento del bienestar físico y mental del trabajador.
- Incrementar la vida útil del equipo, evitando su deterioro por contaminación y suciedad.
- Optimización de espacios correspondientes a seis (6) metros cuadrados.
- Acciones correctivas inmediatas mediante reuniones con el personal de la línea.

SEIKETSU → Estandarizar

Tiene como objetivo el mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene del sitio de trabajo; que es lo alcanzado por las primeras 3 S`s. Se deberá llegar a esta etapa después del tiempo de haber determinado que herramientas serian factibles de aplicación.

Para poder llevar a cabo esta etapa es necesario seguir algunos de los siguientes puntos:

- Mantener el estado de limpieza alcanzando con las tres (3) primeras S.
- Enseñar a los operarios a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- Motivar al personal y así mejorar su bienestar al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Enseñar a los operarios a conocer con detenimiento las máquinas.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.

- Preparar al personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del trabajo.
- Establecer una rutina de limpieza diaria durante los últimos minutos del turno.
- Etiquetar cualquier material o herramienta nueva que llegue al área de trabajo y asignarle un lugar.

Una vez que se establecieron los puntos anteriores se hará más fácil el mantenimiento.

Se alcanzaría un alto nivel de productividad con respecto a los trabajadores, y lo más destacado es que se reduce el tiempo de búsqueda en el área. Cuando se comenzó la investigación el tiempo que se tardaban en promedio para localizar las herramientas requeridas para realizar la lubricación de las máquinas iba de los 6 minutos hasta 8 minutos, con la aplicación de las tres (3) primeras S, el tiempo promedio para localizar las cosas irá disminuyendo.

SHITSUKE → Disciplina

Este último paso significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las 5S´s y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresas, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás y mejor calidad de vida laboral.

Para llevar a cabo esta etapa es recomendable seguir los siguientes pasos:

Hacer visibles los resultados de las 5S´s

Promover las 5S´s en el área mediante los esquemas promocionales

Provocar la participación de todos en la generación de ideas para fomentar y mejorar la disciplina en las 5S´s.

Para finalizar se elaboró una lista de verificación donde se evaluaran una vez implementadas las 5S`s (Ver figura 24). Esta aplicación se hará semanal.

HOJA DE EVALUACIÓN DE LAS 5´S

Número: _____

FECHA: _____ **Nombre del responsable:** _____

HORA: _____ **Observaciones:** _____

TURNO: _____ _____

		RANGO			
5´S	**¿Cómo se va a revisar?**	**5**	**3**	**0**	**Comentarios**
CLASIFICAR	¿Hay cosas innecesarias en el área de trabajo?				
	¿Está bien distribuida el área de trabajo?				
	¿Los artículos innecesarios están en el almacén o han sido eliminados?				
	¿Existe una lista de los artículos que se envían al almacén?				
ORDENAR	¿Los objetos se encuentran acomodados de acuerdo al uso?				
	¿Existe un lugar asignado para cada cosa?				
	¿Están las herramientas ordenadas en el lugar que le corresponde?				
	¿Después de usar las herramientas son llevadas a su lugar?				
	¿Está en orden la información?				
LIMPIAR	¿Se observa que se pone en práctica la limpieza?				
	¿Está el área de trabajo sin basura?				
	¿Existen botes de basura en el área de trabajo?				
	¿Están las máquinas limpias y en buenas condiciones?				
	¿Se encuentra el área de trabajo libre de obstáculos?				
ESTANDARIZAR	¿Se lleva al día el programa de limpieza?				
	¿Están clasificados los materiales y las herramientas que se utilizan?				
	¿Existen procedimientos para la seguridad en el entorno laboral?				
	¿El área de trabajo tiene buena iluminación y ventilación?				
	¿El personal tiene credencial que los identifique por cada área?				
DISCIPLINA	¿Se ha aplicado alguna idea para cumplir con las 5´S?				

5 = EXCELENTE (Todo Perfecto)
3 = BIEN (1 ó 2 Problemas)
0 = MAL (3 ó más Problemas)

Figura 24. Hoja de evaluación de las 5S´s.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Es importante lograr en una empresa una cultura laboral ya que se mejoran las condiciones de trabajo, al compartir la información que se obtiene diariamente. Lo más importante de los resultados que se obtendrían de la aplicación de las 5S`s es que

se mantengan. No solo basta con mantenerlo en un tiempo, si no debe ser algo constante en el área, ya que es de gran ayuda para todo el personal en general.

Para lograr una cultura laboral, es necesario tomar en cuenta la autonomía individual, que se basa en el grado de irresponsabilidad e independencia que regula la estructura y la supervisión directa para el apoyo de los administradores, esto mediante un claro soporte de identidad en el entorno de los miembros que participan en el mismo para establecer así una forma de recompensa en el desempeño en cada uno de ellos tomando en cuenta que en una organización se debe puntualizar sobre los posibles problemas que se deben generar en ella; los cuales se pueden englobar en un marco de tolerancia al conflicto y al riesgo respectivamente, la cultura de una organización no es fija y por lo tanto puede cambiar tomando así diferentes percepciones que hagan exitosa la cultura laboral.

Es importante que exista el compromiso de la empresa para continuar con los logros alcanzados por esta filosofía una vez que los materiales se encuentran ordenados y clasificados según su uso.

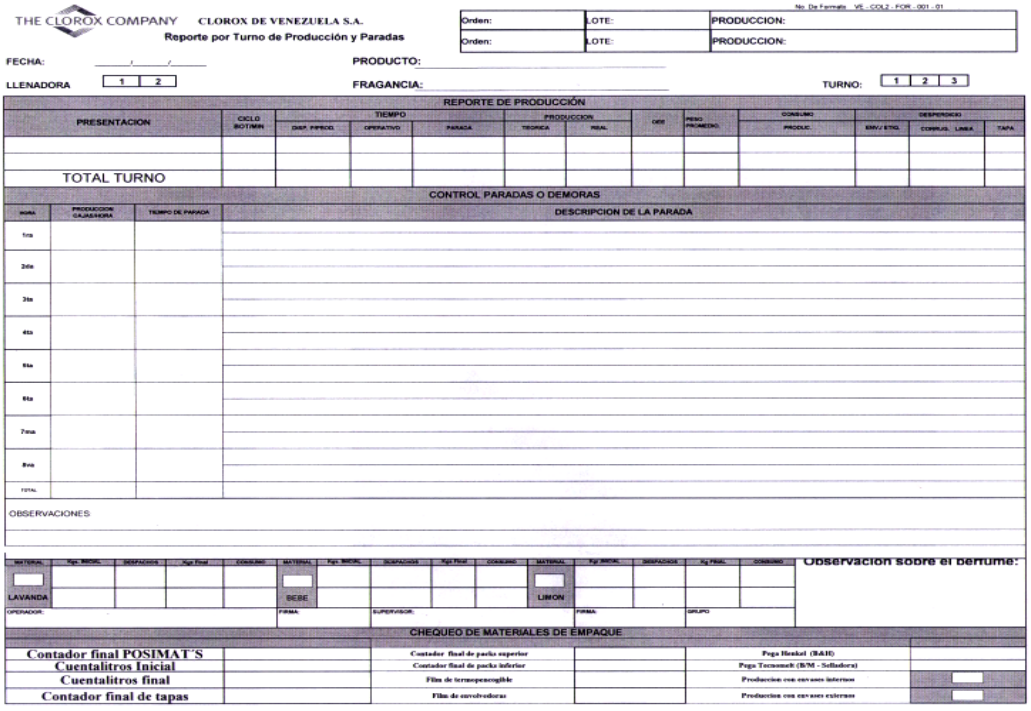
4.3.2. Segunda propuesta, se trata del diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio a objeto de disminuir a su mínima expresión las fallas originadas en las máquinas.

Se llevaron a cabo recorridos para conocer el funcionamiento de la línea, es decir, dar un seguimiento del proceso productivo en esta área, con el fin de visualizar el desempeño de los equipos, sus fallas, que tipo de mantenimiento se les brinda; para detectar las necesidades que éstos presentan.

Se detectó que en el departamento de mantenimiento no realizan mantenimiento preventivo, la forma de operar de ellos es que hasta que ocurre una falla generan una acción correctiva, trayendo como consecuencia que el daño de los equipos sea aún mayor y a su vez el tiempo prolongado que se genera en la reparación correctiva de los mismos.

En el departamento de mantenimiento no cuentan con un calendario de actividades a seguir para realizar los mantenimientos preventivos, tampoco existe un plan de mantenimiento preventivo, en el área se desconoce la utilización de los equipos, ya que el indicador con el que cuenta actualmente no se le da el uso adecuado que pueda orientar al uso correcto de las máquinas. Dando como resultado pérdidas de producción y económicas en la organización, por los paros que se producen por la falta de mantenimiento.

La información obtenida de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio, fue mediante la observación diaria; para ver el comportamiento de los equipos, también para establecer los indicadores que hagan falta y saber la utilización con que cuenta el área en estudio, se usaron las hojas de registros diario que se elabora la empresa. (Ver figura 25).


THE CLOROX COMPANY CLOROX DE VENEZUELA S.A.
Reporte por Turno de Producción y Paradas

Orden: LOTE: PRODUCCION:
Orden: LOTE: PRODUCCION:

FECHA: PRODUCTO:
LLENADORA 1 2 FRAGANCIA: TURNO: 1 2 3

REPORTE DE PRODUCCIÓN

PRESENTACION	CICLO BOT/MIN	TIEMPO			PRODUCCION		DEB	PESO PROMEDIO	CONSUMO	DESPERDICIO		
		DISP. INFECCI.	OPERATIVO	PARADA	TEORICA	REAL			PRODUC.	EMV./ ETIQ.	CORRUG. LINEA	TAPA
TOTAL TURNO												

CONTROL PARADAS O DEMORAS

HORA	PRODUCCION CAJAS/HORA	TIEMPO DE PARADA	DESCRIPCION DE LA PARADA
1ra			
2da			
3ra			
4ta			
5ta			
6ta			
7ma			
8va			
TOTAL			

OBSERVACIONES

MATERIAL	Kgs. INICIAL	DESPACHOS	Kgs Final	CONSUMO	MATERIAL	Kgs. INICIAL	DESPACHOS	Kgs Final	CONSUMO	MATERIAL	Kgs. INICIAL	DESPACHOS	Kg FINAL	CONSUMO	Observación sobre el perfume:
LAVANDA					BEBE					LIMON					
OPERADOR:					FIRMA		SUPERVISOR:			FIRMA			GRUPO		

CHEQUEO DE MATERIALES DE EMPAQUE

Contador final POSIMAT´S		Contador final de packs superior		Pega Henkel (B&H)	
Cuentalitros Inicial		Contador final de packs inferior		Pega Tecnomelt (B/M - Selladora)	
Cuentalitros final		Film de termoencogible		Produccion con envases internos	
Contador final de tapas		Film de envolvedoras		Produccion con envases externos	

Figura 25. Hoja de registro diario de producción.
Fuente: Corporación Clorox de Venezuela, SA.

Posteriormente, se recopiló información de todos los equipos para crear un catálogo (Ver tabla 10), que contenga la descripción, modelo y por consiguiente saber el número de equipos con que cuenta el área.

El catálogo quedó de la siguiente manera:

Nº EQUIPO	GRUPO	DESCRIPCIÓN	MODELO
1	Etiquetadora B&H	Tambor de vacío	
2	Etiquetadora B&H	Goma de parte externa	
3	Etiquetadora B&H	Válvula de plato del tambor de vacío	
4	Etiquetadora B&H	Sobre la válvula de plato del tambor de vacío	
5	Etiquetadora B&H	Filtro en la turbina del sistema de vacío	
6	Etiquetadora B&H	Cabezal giratorio del cortador	
7	Etiquetadora B&H	Cuchillas de corte de etiquetas del cortador	
8	Etiquetadora B&H	Válvula del rodillo cortador	
9	Etiquetadora B&H	Nivel de lubricación del cortador	
10	Etiquetadora B&H	Barra raspadora del sistema de pegamento	
11	Etiquetadora B&H	Sellos y rodamientos inferiores y superiores del sistema de pegamento	
12	Etiquetadora B&H	Sensor de temperatura	
13	Etiquetadora B&H	Cuerdas de guitarra (Alambres del depósito)	
14	Etiquetadora B&H	Cuerpo de máquina	
15	Etiquetadora B&H	Guías de los envases	
16	Etiquetadora B&H	Pantalla del computador	
17	Etiquetadora B&H	Lentes de los sensores ópticos	
18	Etiquetadora B&H	Presión	
19	Etiquetadora B&H	Cadenas y correas conductoras	
20	Etiquetadora B&H	Sistema Servo	
21	Etiquetadora B&H	Sistema de lubricación general	
22	Etiquetadora B&H	Banda estabilizadora	
23	Llenadora Nº 1	Llenadora parte interna	
24	Llenadora Nº 1	Llenadora parte Externa	

Nº EQUIPO	GRUPO	DESCRIPCIÓN	MODELO
25	Llenadora Nº 1	Oring´s de pico	
26	Llenadora Nº 1	Oring´s internos de punto de lubricación	
27	Llenadora Nº 1	Oring´s de manguera de retorno	
28	Llenadora Nº 1	Niple de Cabezal	
29	Llenadora Nº 1	Manguera unida al niple de cabezal	
30	Llenadora Nº 1	Manguera de retorno unida a la camisa	
31	Llenadora Nº 1	Manguera unida al manifuld de la llenadora	
32	Llenadora Nº 1	Picos	
33	Llenadora Nº 1	Barra o guía de brazo de los picos	
34	Llenadora Nº 1	Carrusel	
35	Llenadora Nº 1	Chumaceras de estrellas entrada y salida	
36	Llenadora Nº 1	Gomas de picos de llenado	
37	Tapadora	Tablero de control	
38	Tapadora	Reguladores de presión y manómetros	
39	Tapadora	Mesa superior de equipo	
40	Tapadora	Patas de soporte de tapadora	
41	Tapadora	Sistema de alimentación neumática	
42	Tapadora	Tablero principal	
43	Tapadora	Flechas y chumaceras estación operador	
44	Tapadora	Polea loca y banda de arrastre estación operador	
45	Tapadora	Polea motriz y banda de arrastre estación operador	
46	Tapadora	Flechas y acoples estación trasera	
47	Tapadora	Polea loca y banda de arrastre estación trasera	
48	Tapadora	Transmisiones mecánicas	
49	Tapadora	Correas de transmisión	
50	Tapadora	Reductor de velocidad para bandas de agarre de envases	

Nº EQUIPO	GRUPO	DESCRIPCIÓN	MODELO
51	Tapadora	Reductor de velocidad para discos de apriete de tapas	
52	Tapadora	Reductor de velocidad para disco alimentador de tapas	
53	Tapadora	Reductor de velocidad para variar altura del carro de la máquina	
54	Tapadora	Disco alimentador de tapas	
55	Tapadora	Tolva de disco alimentador de tapas	
56	Tapadora	Resbaladilla alimentadora de tapas	
57	Tapadora	Zapato colocador de tapas	
58	Tapadora	Estaciones 1,2,3 y 4 operador	
59	Tapadora	Estaciones 1,2,3 y 4 trasera	
60	Tapadora	Sistema de transmisión del disco alimentador de tapas	
61	Tapadora	Poleas del disco alimentador de tapas	
62	Tapadora	Tolva de alimentación de tapas	
63	Tapadora	Jirafa	
64	Tapadora	Mesa inferior	
65	Tapadora	Área de bandas de arrastre de envases	
66	Shrink Wrap	Sistema de lubricación de aire comprimido	
67	Shrink Wrap	Chumaceras de transportadores A/I	
68	Shrink Wrap	Transportadores de envases	
69	Shrink Wrap	Cadenas transportadora de envases	
70	Shrink Wrap	Cadenas de transmisión de motores a ejes	
71	Shrink Wrap	Cadenas de arrastre de paquetes y pads inferior	
72	Shrink Wrap	Chumaceras de rodillos de banda transportadora de lona	
73	Shrink Wrap	Chumaceras de banda transportadoras del alimentador de pads superior	

Nº EQUIPO	GRUPO	DESCRIPCIÓN	MODELO
74	Shrink Wrap	Chumaceras de banda transportadoras del alimentador de pads inferior	
75	Shrink Wrap	Cadena transportadora de pads inferior	
76	Shrink Wrap	Ventosas de succión de pads superior e inferior	
77	Shrink Wrap	Chumacera de banda transportadora del túnel	
78	Shrink Wrap	Sistema de alineación de botellas	
79	Shrink Wrap	Cadenas de transportador de envases (Acero inoxidable)	
80	Shrink Wrap	Cadena de transmisión de motores a ejes	
81	Shrink Wrap	Cadenas de barras voladoras	
82	Shrink Wrap	Bandas transportadoras de lona	
83	Shrink Wrap	Banda transportadora del túnel	
84	Shrink Wrap	Banda transportadora del alimentador de pads superior	
85	Shrink Wrap	Banda transportadora del alimentador de pads inferior	
86	Shrink Wrap	Cadena transportadora de pads inferior (INDEX)	
87	Shrink Wrap	Sistema centrador de paquetes (Dedos).	
88	Shrink Wrap	Sistema de alimentador de plástico	
89	Shrink Wrap	Sistema de corte y sellado de plástico	
90	Shrink Wrap	Túnel de calor	
91	Shrink Wrap	Sistema de picker superior	
92	Shrink Wrap	Sistema de picker inferior	
93	Shrink Wrap	Sistema de alimentación de botellas	
94	Shrink Wrap	Cadenas A/I transportadora de envases	

Tabla 10: Catálogo de equipos.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Con la información del catálogo y de los manuales de los equipos. Se realizó como fase inicial para la obtención de la base de datos, un calendario (Ver tabla 11) para dar mantenimiento preventivo a las máquinas, definir las actividades a realizar y con qué frecuencia debe de hacerse, con la finalidad de que los responsables de mantenimiento se basen en el calendario para darles mantenimiento a los equipos.

Cabe destacar que cada máquina tiene más de veinte (20) años de funcionamiento aproximadamente, excepto la maquina Shrink Wrap que solo tiene tres (3) años.

GRUPO	EQUIPOS	ACTIVIDADES A REALIZAR	FRECUENCIA
Etiquetadora B&H	Tambor de vacío	Limpieza	Diaria
Etiquetadora B&H	Goma de parte externa	Limpieza	Diaria
Etiquetadora B&H	Válvula de plato del tambor de vacío	Lubricación	1 mes
Etiquetadora B&H	Sobre la válvula de plato del tambor de vacío	Limpieza	1 semana
Etiquetadora B&H	Filtro en la turbina del sistema de vacío	Limpieza	1 semana
Etiquetadora B&H	Cabezal giratorio del cortador	Limpieza	Diaria
Etiquetadora B&H	Cuchillas de corte de etiquetas del cortador	Inspección	Diaria
Etiquetadora B&H	Válvula del rodillo cortador	Inspección	Diaria
Etiquetadora B&H	Nivel de lubricación del cortador	Inspección	1 semana
Etiquetadora B&H	Barra raspadora del sistema de pegamento	Limpieza	1 mes
Etiquetadora B&H	Sellos y rodamientos inferiores y superiores del sistema de pegamento	Lubricación	1 semana
Etiquetadora B&H	Sensor de temperatura	Inspección	1 semana
Etiquetadora B&H	Cuerdas de guitarra (Alambres del depósito)	Inspección	Diaria
Etiquetadora B&H	Cuerpo de máquina	Limpieza	Diaria
Etiquetadora B&H	Guías de los envases	Limpieza	Diaria
Etiquetadora B&H	Pantalla del computador	Limpieza	Diaria

GRUPO	EQUIPOS	ACTIVIDADES A REALIZAR	FRECUENCIA
Etiquetadora B&H	Lentes de los sensores ópticos	Limpieza	Diaria
Etiquetadora B&H	Presión	Limpieza	Cada 2 días
Etiquetadora B&H	Cadenas y correas conductoras	Inspección	1 semana
Etiquetadora B&H	Sistema Servo	Inspección	1 semana
Etiquetadora B&H	Sistema de lubricación general	Lubricación	1 semana
Etiquetadora B&H	Banda estabilizadora	Inspección	Diaria
Llenadora Nº 1	Llenadora parte interna	Recoger envases y etiquetas dentro de la llenadora	Diaria
Llenadora Nº 1	Llenadora parte Externa	Recoger envases y etiquetas dentro de la llenadora	Diaria
Llenadora Nº 1	Oring´s de pico	Inspección	Diaria
Llenadora Nº 1	Oring´s internos de punto de lubricación	Inspección	Diaria
Llenadora Nº 1	Oring´s de manguera de retorno	Inspección y limpieza, cambiar oring´s de manguera de retorno	1 mes
Llenadora Nº 1	Niple de Cabezal	Inspección	Diaria
Llenadora Nº 1	Manguera unida al niple de cabezal	Inspección	Diaria
Llenadora Nº 1	Manguera de retorno unida a la camisa	Inspección	Diaria
Llenadora Nº 1	Manguera unida al manifuld de la llenadora	Inspección	Diaria
Llenadora Nº 1	Picos	Lubricación	Diaria
Llenadora Nº 1	Barra o guía de brazo de los picos	Lubricación	1 semana
Llenadora Nº 1	Carrusel	Lubricación	Cada 2 semanas
Llenadora Nº 1	Chumaceras de estrellas entrada y salida	Lubricación	Cada 2 semanas
Llenadora Nº 1	Gomas de picos de llenado	Inspección y cambio de goma	1 mes

GRUPO	EQUIPOS	ACTIVIDADES A REALIZAR	FRECUENCIA
Tapadora	Tablero de control	Inspección	1 semana
Tapadora	Reguladores de presión y manómetros	Inspección	1 semana
Tapadora	Mesa superior de equipo	Inspección	Diaria
Tapadora	Patas de soporte de tapadora	Inspección	Diaria
Tapadora	Sistema de alimentación neumática	Inspección	1 semana
Tapadora	Tablero principal	Inspección	1 mes
Tapadora	Flechas y chumaceras estación operador	Inspección	Diaria
Tapadora	Polea loca y banda de arrastre estación operador	Inspección	Quincenal
Tapadora	Polea motriz y banda de arrastre estación operador	Inspección	Quincenal
Tapadora	Flechas y acoples estación trasera	Inspección	1 semana
Tapadora	Polea loca y banda de arrastre estación trasera	Inspección	Quincenal
Tapadora	transmisiones mecánicas	Inspección	1 semana
Tapadora	correas de transmisión	Inspección	1 mes
Tapadora	Reductor de velocidad para bandas de agarre de envases	Inspección	1 mes
Tapadora	Reductor de velocidad para discos de apriete de tapas	Inspección	1 mes
Tapadora	Reductor de velocidad para disco alimentador de tapas	Inspección	1 mes
Tapadora	Reductor de velocidad para variar altura del carro de la máquina	Inspección	1 mes
Tapadora	Disco alimentador de tapas	Inspección	Diaria
Tapadora	Tolva de disco alimentador de tapas	Inspección	Diaria
Tapadora	Resbaladilla alimentadora de tapas	Inspección	Diaria
Tapadora	Zapato colocador de tapas	Inspección	Diaria
Tapadora	Estaciones 1,2,3 y 4 operador	Inspección	1 semana

GRUPO	EQUIPOS	ACTIVIDADES A REALIZAR	FRECUENCIA
Tapadora	Estaciones 1,2,3 y 4 trasera	Inspección	1 semana
Tapadora	Sistema de transmisión del disco alimentador de tapas	Inspección	1 semana
Tapadora	Poleas del disco alimentador de tapas	Inspección	1 semana
Tapadora	Tolva de alimentación de tapas	Inspección	Quincenal
Tapadora	Jirafa	Inspección	Quincenal
Tapadora	Mesa inferior	Inspección	Diaria
Tapadora	Área de bandas de arrastre de envases	Inspección	Diaria
Shrink Wrap	Sistema de lubricación de aire comprimido	Lubricación	Diaria
Shrink Wrap	Chumaceras de transportadores A/I	Lubricación	1 semana
Shrink Wrap	Transportadores de envases	Lubricación	1 semana
Shrink Wrap	Cadenas transportadora de envases	Lubricación	Diaria
Shrink Wrap	Cadenas de transmisión de motores a ejes	Lubricación	1 semana
Shrink Wrap	Cadenas de arrastre de paquetes y pads inferior	Lubricación	Diaria
Shrink Wrap	Chumaceras de rodillos de banda transportadora de lona	Lubricación	1 mes
Shrink Wrap	Chumaceras de banda transportadoras del alimentador de pads superior	Lubricación	1 semana
Shrink Wrap	Chumaceras de banda transportadoras del alimentador de pads inferior	Lubricación	1 semana
Shrink Wrap	Cadena transportadora de pads inferior	Lubricación	1 semana
Shrink Wrap	Ventosas de succión de pads superior e inferior	Lubricación	Diaria
Shrink Wrap	Chumacera de banda transportadora del túnel	Lubricación	1 semana

GRUPO	EQUIPOS	ACTIVIDADES A REALIZAR	FRECUENCIA
Shrink Wrap	Sistema de alineación de botellas	Limpieza	Diaria
Shrink Wrap	Cadenas de transportador de envases (Acero inoxidable)	Limpieza	Diaria
Shrink Wrap	Cadena de transmisión de motores a ejes	Limpieza	1 semana
Shrink Wrap	Cadenas de barras voladoras	Limpieza	1 semana
Shrink Wrap	Bandas transportadoras de lona	Limpieza	1 semana
Shrink Wrap	Banda transportadora del túnel	Limpieza	1 semana
Shrink Wrap	Banda transportadora del alimentador de pads superior	Limpieza	1 semana
Shrink Wrap	Banda transportadora del alimentador de pads inferior	Limpieza	1 semana
Shrink Wrap	Cadena transportadora de pads inferior (INDEX)	Limpieza	1 semana
Shrink Wrap	Sistema centrador de paquetes (Dedos).	Limpieza	1 semana
Shrink Wrap	Sistema de alimentador de plástico	Limpieza	Diaria
Shrink Wrap	Sistema de corte y sellado de plástico	Limpieza	Diaria
Shrink Wrap	Túnel de calor	Limpieza	1 mes
Shrink Wrap	Sistema de picker superior	Limpieza	Diaria
Shrink Wrap	Sistema de picker inferior	Limpieza	Diaria
Shrink Wrap	Sistema de alimentación de botellas	Limpieza	Diaria
Shrink Wrap	Cadenas A/I transportadora de envases	Limpieza	Diaria

Tabla 11: Calendario de actividades.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

También se consideró la puesta punto por cada máquina y las inspecciones criticas como se muestran en las tablas 12 y 13; respectivamente.

Nº EQUIPO	GRUPO	ACTIVIDADES A REALIZAR
1	ETIQUETADORA B&H	Inspección de temperatura, aire y parámetros de la maquina.
2	ETIQUETADORA B&H	Calibración de corte
3	ETIQUETADORA B&H	Dosificación de pega
4	TAPADORA	Revisión de Torque
5	SHRINK WRAP	Inspección de temperatura, aire y parámetros de la maquina.
6	LLENADORA	Lubricación
7	LLENADORA	Control de llenado

Tabla 12: Actividades de puesta a punto.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Nº EQUIPO	GRUPO	INSPECCIONES CRITICAS
1	LLENADORA	Control de llenado
2	TAPADORA	Control de Torque

Tabla 13: Inspecciones críticas de la línea 1
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Todos los equipos presentan síntomas antes de descomponerse, es importante que tanto el operador, como los responsables de mantenimiento reconozcan en qué estado se encuentra cada una de sus máquinas.

Los equipos hablan a través de los síntomas que presentan y es mejor detectar a tiempo los defectos menores que llegar a la descompostura de la máquina.

A continuación se presenta la tabla 14 que refleja los estados que pueden presentar cada máquina.

Estado 1	Defecto menor latente.	Partes ajustadas empiezan a aflojarse.
Estado 2	Aparente defecto menor.	Vibración y ruido, fugas de aceite, agua o aire.
Estado 3	Desempeño pobre de la máquina.	Variación de la precisión y tolerancias, ocupa más ajustes, menor número de unidades producidas.
Estado 4	Paradas intermitentes.	Paradas ocasionales para reparaciones menores o reiniciar.
Estado 5	Descompostura.	Deterioro gradual de las partes, la máquina se detiene.

Tabla 14: Deterioro gradual de los equipos.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Se establecieron indicadores para saber cómo se encuentra el área en cuanto a fallas por mantenimiento, fallas por operación y la utilización que comprende. Los cálculos de los indicadores se hicieron mediante registros diarios que se llevan en el área de estudio.

El tiempo disponible se calculó sumando las horas diarias que trabajan en los días laborados.

El tiempo de paro por mantenimiento y paros por operación se toma de los registros diarios ya que en el registro viene el tipo de paro y la duración, se suman las duraciones y ese sería el tiempo de mantenimiento y tiempo por operación.

El número de paros por mantenimiento y número de paros por operación también se toma de los registros, sumando todos los paros ocurridos en el mes.

El tiempo total de paros se calculó mediante la suma de todos los paros, ocurridos en el mes desde paros de mantenimiento, operación, falta de suministro y otras causas que originan paro.

Los indicadores utilizados fueron para ver el comportamiento de los equipos en el área, los cuales deben publicarse para conocimiento del personal, sobre todo conocimiento en el departamento de mantenimiento.

La tabla 15 muestra las fórmulas utilizadas para calcular los indicadores.

Indicador	Fórmulas
Tiempo medio entre fallas por mantenimiento	Tiempo disponible - tiempo perdido por mtto / número de fallas por mtto.
Tiempo medio entre fallas por operación	Tiempo disponible - tiempo perdido por operación / número de fallas por operación
Porcentaje de utilización	Tiempo disponible - tiempo total de paros / tiempo disponible.

Tabla 15: Fórmulas para cálculo de indicadores.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

La tabla 16 muestra los datos para calcular los indicadores.

Datos	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15
Tiempo disponible	361 hrs.	245 hrs.	272 hrs.	255 hrs.
Tiempo que se paró por mantenimiento	185 hrs.	99 hrs.	56 hrs.	43 hrs.
Tiempo que se paró por operación	116 hrs.	88 hrs.	130 hrs.	129 hrs.
Números de paros por mantenimiento	16 paros	9 paros	6 paros	5 paros
Números de paros por operación	10 paros	8 paros	14 paros	15 paros
Tiempo total de paros	304 hrs.	188 hrs.	188 hrs.	173 hrs.

Tabla 16: Datos para cálculos de indicadores.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Los indicadores calculados son para los meses de noviembre – diciembre del año 2014 y enero – febrero del año 2015 (Ver tablas 17, 18, 19 y 20), estos indicadores deberán irse publicando (mes con mes) en una pizarra que se encuentra en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.

Indicadores Noviembre 2014	
Tiempo medio entre fallas por mantenimiento.	$\frac{361 \text{ hrs.} - 185 \text{ hrs.}}{16 \text{ paros}} = 10{,}982 \text{ Hrs./paro}$
Tiempo medio entre fallas por operación.	$\frac{361 \text{ hrs.} - 116 \text{ hrs.}}{10 \text{ paros}} = 24{,}520 \text{ Hrs./paro}$
Porcentaje de utilización.	$\frac{361 \text{ hrs.} - 304 \text{ hrs.}}{361 \text{ hrs.}} = 15{,}76\%$
Horas Hombres	304 Hrs./mes
Lo que se dejo de producir en el tiempo de paro.	2.736.848 Unidades de producto

Tabla 17: Indicadores Noviembre 2014.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Indicadores Diciembre 2014	
Tiempo medio entre fallas por mantenimiento.	$\frac{245 \text{ hrs.} - 99 \text{ hrs.}}{9 \text{ paros}} = 16{,}258$ Hrs./paro
Tiempo medio entre fallas por operación.	$\frac{245 \text{ hrs.} - 88 \text{ hrs.}}{8 \text{ paros}} = 19{,}660$ Hrs./paro
Porcentaje de utilización.	$\frac{245 \text{ hrs.} - 188 \text{ hrs.}}{245 \text{ hrs.}} = 23{,}16\%$
Horas Hombres	188 Hrs./mes
Lo que se dejo de producir en el tiempo de paro.	1.694.376 Unidades de producto

Tabla 18: Indicadores Diciembre 2014.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Indicadores Enero 2015	
Tiempo medio entre fallas por mantenimiento.	$\frac{272 \text{ hrs.} - 56 \text{ hrs.}}{6 \text{ paros}} = 36{,}041$ Hrs./paro
Tiempo medio entre fallas por operación.	$\frac{272 \text{ hrs.} - 130 \text{ hrs.}}{14 \text{ paro}} = 10{,}136$ Hrs./paro
Porcentaje de utilización.	$\frac{272 \text{ hrs.} - 188 \text{ hrs.}}{272 \text{ hrs.}} = 30{,}99\%$
Horas Hombres	188 Hrs./mes
Lo que se dejo de producir en el tiempo de paro.	1.689.377 Unidades de producto

Tabla 19: Indicadores Enero 2015.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Indicadores Febrero 2015	
Tiempo medio entre fallas por mantenimiento.	$\frac{255 \text{ hrs.} - 43 \text{ hrs.}}{5 \text{ paros}} = 42{,}428$ Hrs./paro
Tiempo medio entre fallas por operación.	$\frac{255 \text{ hrs.} - 129 \text{ hrs.}}{15 \text{ paro}} = 8{,}428$ Hrs./paro
Porcentaje de utilización.	$\frac{255 \text{ hrs.} - 173 \text{ hrs.}}{255 \text{ hrs.}} = 32{,}10\%$
Horas Hombres	173 Hrs./mes
Lo que se dejo de producir en el tiempo de paro.	1.558.329 Unidades de producto

Tabla 20: Indicadores Febrero 2015.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Con la información de los puntos anteriores, se diseñó el plan de mantenimiento productivo total. De acuerdo a las necesidades del equipo del área en estudio.

El diseño del plan fue el siguiente:

a) Seleccionar la máquina, que consiste en recolectar información del equipo, teniendo a la mano manual, lista de partes, planos de la máquina.

b) Limpiar la máquina y tomar como referencia su estado para restaurarlo, esto consiste en: la inspección mediante la limpieza, limpieza profunda de toda la máquina y la anotación de las áreas más sucias.

c) Retroalimentación mediante registros de tarjetas de color, esto permitirá la inspección mediante la limpieza, identificar signos de deterioro, se deberá realizar una tarjeta preferiblemente de color rojo para cada máquina (Ver tabla 21), se deberá pegar las tarjetas en las máquinas y por último los especialistas en reparación y mecánicos revisarán las tarjetas.

El formato de tarjeta roja debe contener:

Nº	Especificaciones de la máquina	Problema	Acción	Responsable	Comentarios	Fecha

Tabla 21: Formato de tarjeta roja.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

d) Encontrar causa raíz, que consiste en revisar las tarjetas rojas en cada máquina, ahí se encontrará la fuente del deterioro.

e) Mejorar el estado de las máquinas, que consiste en:

- Comparar el desempeño de la máquina contra las especificaciones de la misma.
- Publicar las especificaciones en las tarjetas rojas de cada una de las máquinas.

- Realizar los mantenimientos preventivos de acuerdo a las especificaciones del calendario del mantenimiento.
- Pintar las máquinas de color gris epoxica para hacer más fácil la detección de los problemas.

4.3.3. Tercera propuesta, se refiere a la aplicación del método de Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) que permita detectar por anticipado los posibles modos de falla en las máquinas para la toma de decisiones efectivas.

Una vez que se obtenga la base de datos referente a las máquinas y su mantenimiento preventivo mediante la fase preliminar del mantenimiento productivo total (TPM), se sugiere realizar la aplicación del método de Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) a objeto de poder detectar por anticipado los posibles modos de fallas en las máquinas de la línea de producción en estudio, a fin de poder establecer un plan de mantenimiento preventivo óptimo, el mismo será realizado en las siguientes máquinas de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio: etiquetadora, llenadora, tapadora, shrink wrap y envolvedora.

Para el cálculo del AMEF se debe cumplir con los siguientes pasos:

a) Determinar el grado de severidad (S): Estimar la severidad de los efectos listados en el cuadro 3. La severidad de los efectos potenciales de falla se evalúa en una escala del 1 al 10 y representa la gravedad de la falla para una operación posterior, una vez que esta falla ha ocurrido. La severidad solo se refiere o se aplica al efecto

Cuadro 3. Determinación del Rango de Severidad para Método AMEF

Efecto	Criterios: severidad del efecto sobre el proceso de Manufactura	Puntuación
Peligroso - sin aviso	Puede dañar al operador (máquina o ensamble) sin previo aviso.	10
Peligroso - con aviso	Puede dañar al operador (máquina o ensamble) con previo aviso.	9

Efecto	Criterios: severidad del efecto sobre el proceso de Manufactura	Puntuación
Muy alto	El 100% de la producción puede tener que ser desechada.	8
Alto	El producto tiene que ser clasificado y una porción (menor al 100%) desechada.	7
Moderado	Una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser desechada sin clasificación.	6
Bajo	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado.	5
Muy bajo	El producto puede tener que ser clasificado sin desperdicio y una porción (menos de 100%) retrabajarse.	4
Menor	Una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero fuera de la estación.	3
Mínimo	Una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero en la estación.	2
Ninguno	Sin efecto para el proceso.	1

Fuente: Gutiérrez, H. y Salazar, R. (2009). "Control estadístico de calidad y seis sigma".

b) Determinar el grado de ocurrencia (O): Estimar la frecuencia con la que se espera ocurra la falla debido a cada una de las causas potenciales listadas antes (¿con qué frecuencia se activa tal mecanismo de falla?). La posibilidad de que ocurra cada causa potencial (que se active el mecanismo de falla), se estima en una escale del 1 al 10. Si hay registros estadísticos adecuados, éstos deben utilizarse para asignar un número a la frecuencia de ocurrencia de la falla. (Ver cuadro 4).

Cuadro 4. Determinación del Rango de Ocurrencia para Método AMEF

Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de Falla
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico.	<1 en 1.500.000
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico.	1 en 150.000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 30.000
Moderada	4 5 6	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales	1 en 4.500 1 en 800 1 en 150
Alta	7 8	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50 1 en 15
Muy Alta	9 10	La falla es casi inevitable.	1 en 6 >1 en 3

Fuente: Gutiérrez, H. y Salazar, R. (2009). "Control estadístico de calidad y seis sigma".

c) Determinar el grado de detección (D): Con una escala del 1 al 10, estimar la probabilidad de que los controles actuales del proceso para detección, como los son: detectar la ocurrencia de la causa-mecanismo de la falla o controles que reduzcan la tasa de falla y el control de detectar la ocurrencia del modo de falla resultante, puedan detectar la falla (su efecto), una vez que ha ocurrido, antes de que el producto salga del área de manufactura. (Ver cuadro 5).

Cuadro 5. Determinación del Rango de Detección para Método AMEF

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de la falla
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia.	99,99%
Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	99,7%

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de la falla
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy Baja	9	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas manuales.	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso. Ej.: Aquellas características relacionadas con la durabilidad del producto.	Menor a 90%

Fuente: Gutiérrez, H. y Salazar, R. (2009). "Control estadístico de calidad y seis sigma".

Acciones recomendadas: En esta columna se escribe una breve descripción de las acciones correctivas recomendadas para los Números de Prioridad del Riesgo (NPR) más altos, así como aquellos que tengan un alto grado de ocurrencia no importando si el NPR es alto o bajo. Anotar la descripción de las acciones preventivas o correctivas recomendadas, incluyendo responsables de las mismas. Anotando la fecha compromiso de implantación, se pueden recomendar acciones encaminadas hacia:

a) Eliminar o disminuir la ocurrencia de la causa del modo de falla. (modificaciones al diseño o al proceso, implementación de métodos estadísticos, ajuste a herramientas, entre otros).
b) Reducir la severidad del modo de falla. (Modificaciones en el diseño del producto o proceso).
c) Incrementar la probabilidad de detección. (Modificaciones en el diseño del producto o proceso para ayudar a la detección).
d) Una vez realizadas las acciones correctivas o preventivas, se recalcula el grado de ocurrencia (Ver cuadro 4), severidad (Ver cuadro 3), detección (Ver cuadro 5) y el NPR. En el cuadro 6 se presenta el formato de Análisis de Modo y Efecto de falla AMEF propuesto para la empresa. En el cuadro 7 se presenta a modo de ejemplo el cómo aplicar AMEF.

Cuadro 6. Formato de Análisis de Modo y Efectos de Falla AMEF propuesto para la empresa.

A.M.E.F. DE: PROCESO	ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA									GERENCIA:		INGENIERO:				
	A.M.E.F. Nº									DEPARTAMENTO:		FECHA:				
PROVEEDOR(ES) AFECTADO(S)	DESCRIPCIÓN	NOMBRE DEL PROD. O PROCESO DE FABRICACIÓN						NRO.		DPTO. INVOLUCRADOS:		HOJA:				
								MOD.								
FUNCIÓN DEL PROCESO	**MODO DE FALLA POTENCIAL**	**EFECTO(S) DE LA FALLA POTENCIAL**	**SEVER**	**CCRIT**	**CAUSA / MECANISMO DE LA FALLA POTENCIAL**	**OCURR**	**CONTROLES ACTUALES DEL PROCESO PARA DETECCIÓN**	**DETEC**	**N. P. R.**	**ACCIONES RECOMEN-DADAS**	**RESPONSABI-LIDAD Y FECHA PROMETIDA**	**RESULTADOS DE ACCIONES**				
												ACCIONES TOMADAS	**SEV**	**OCU**	**DET**	**N. P. R.**

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA FALLA			RANGOS DE SEVERIDAD DE LA FALLA			PROBABILIDAD DE DETECCIÓN DE FALLA			NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (NPR)		
ALTAMENTE IMPROBABLE	=	1	MUY BAJA SEVERIDAD	=	1	ALTA PROBABILIDAD	=	1	ALTO RIESGO DE FALLA	=	500 - 1000
MUY BAJA PROBABILIDAD	=	2 - 3	SEVERIDAD BAJA	=	2 - 3	PROBAB. MEDIANAMENTE ALTA	=	2 - 5	PRO. MEDIA DE RIESGO	=	125 - 499
PROBABILIDAD MEDIA	=	4 - 6	SEVERIDAD PROMEDIO	=	4 - 6	PROBABILIDAD MEDIANA	=	6 - 8	BAJO RIESGO DE FALLA	=	1 - 124
ALTA PROBABILIDAD	=	7 - 8	SEVERIDAD ALTA	=	7 - 8	MUY BAJA PROBABILIDAD	=	9	NO EXISTE RIESGO	=	0
MUY ALTA PROBABILIDAD	=	9 - 10	MUY ALTA SEVERIDAD	=	9 - 10	ALTAMENTE IMPROBABLE	=	10			

OCURRENCIA → CAUSA

SEVERIDAD → EFECTO

DETECCIÓN → MODO

Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Cuadro 7. Formato de Análisis de Modo y Efectos de Falla AMEF propuesto para la empresa.

A.M.E.F. DE: PROCESO		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA								GERENCIA: J. Quevedo	INGENIERO: Rubén Hernández					
		A.M.E.F. Nº 0001								DEPARTAMENTO: Producción	FECHA: 22/06/2015					
PROVEEDOR(ES) AFECTADO(S)		DESCRIPCIÓN	NOMBRE DEL PROD. O PROCESO DE FABRICACIÓN **SHRINK WRAP**					NRO. MOD.		DPTO. INVOLUCRADOS:	HOJA: 1					
FUNCIÓN DEL PROCESO	**MODO DE FALLA POTENCIAL**	**EFECTO(S) DE LA FALLA POTENCIAL**	**SEVER**	**CCRIT**	**CAUSA / MECANISMO DE LA FALLA POTENCIAL**	**OCURR**	**CONTROLES ACTUALES DEL PROCESO PARA DETECCIÓN**	**DETEC**	**N. P. R.**	**ACCIONES RECOMEN-DADAS**	**RESPONSABI-LIDAD Y FECHA PROMETIDA**	**RESULTADOS DE ACCIONES**				
												ACCIONES TOMADAS	**SEV**	**OCU**	**DET**	**N. P. R.**
EMPAQUETAR CAJAS DE 12 UNIDADES DE HIPOCLORITO DE SODIO	SE PIERDE LA PRESIÓN DE AIRE DE LA MÁQUINA.	SE CAEN LOS PADS (SEPARADORES DE CARTÓN) Y TAMBIÉN OCASIONA QUE LOS PISTONES NEUMÁTICOS NO TENGAN LA PRESIÓN NECESARIA PARA SELLAR EL MATERIAL TERMOENCOGIBLE.	6		FALLA DEL COMPRESOR	3	REVISIONES NO PROGRAMADAS, MANTENIMIENTO CORRECTIVO	2	36							
					FILTROS DE AIRE TAPADOS	7	REVISIONES NO PROGRAMADAS, MANTENIMIENTO CORRECTIVO	4	168	CAMBIAR FILTROS DE AIRE						

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA FALLA			RANGOS DE SEVERIDAD DE LA FALLA			PROBABILIDAD DE DETECCIÓN DE FALLA			NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (NPR)		
ALTAMENTE IMPROBABLE	=	1	MUY BAJA SEVERIDAD	=	1	ALTA PROBABILIDAD	=	1	ALTO RIESGO DE FALLA	=	500 - 1000
MUY BAJA PROBABILIDAD	=	2 - 3	SEVERIDAD BAJA	=	2 - 3	PROBAB. MEDIANAMENTE ALTA	=	2 - 5	PRO. MEDIA DE RIESGO	=	125 - 499
PROBABILIDAD MEDIA	=	4 - 6	SEVERIDAD PROMEDIO	=	4 - 6	PROBABILIDAD MEDIANA	=	6 - 8	BAJO RIESGO DE FALLA	=	1 - 124
ALTA PROBABILIDAD	=	7 - 8	SEVERIDAD ALTA	=	7 - 8	MUY BAJA PROBABILIDAD	=	9	NO EXISTE RIESGO	=	0
MUY ALTA PROBABILIDAD	=	9 - 10	MUY ALTA SEVERIDAD	=	9 - 10	ALTAMENTE IMPROBABLE	=	10			

OCURRENCIA → CAUSA

SEVERIDAD → EFECTO

DETECCIÓN → MODO

Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

4.3.4. Cuarta propuesta, está orientada al análisis del cambio de la bobina de Tereftalato de polietileno (PET) en el proceso termoencogible (Shrink Wrap) de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio desde la perspectiva de la metodología "SMED" (Cambios Rápidos).

4.3.4.1. **Etapa preliminar: Identificar ajustes internos y externos.**

La etapa preliminar consiste en distinguir que actividades se llevan a cabo cuando el equipo ya paro, es importante analizar que se está realizando mientras se termina el material termoencogible, de esta manera se identifican las actividades internas y externas del proceso de cambio de este material.

Para poder identificar perfectamente las actividades fue necesario estudiar detallada y minuciosamente las condiciones reales en las que se desempeñan los operadores ya que es muy común que realicen actividades que no le generan valor al proceso, este estudio se realizó mediante el análisis de un video filmado en la estación de trabajo.

Puesto que en esta etapa de la metodología se determinan las actividades realizadas durante los cambios de bobinas de material PET, se identificaron las actividades realizadas por el operador durante la preparación del material PET que es empleado para el embalaje del producto, para ello fue utilizada la técnica de cronometrado.

A continuación se muestra la tabla 22, en la cual se observan las actividades realizadas por el operador encargado de preparar la bobina de material termoencogible en los cambios de la máquina Shrink Wrap, tales actividades ayudaran a determinar el tiempo que se tarda en realizar esta operación y permitirá identificar el tipo de actividad que realiza sea interna o externa.

ACTIVIDAD
Detiene la máquina en el tablero de control
Toma la navaja y corta el polietileno en uso que se encuentra en la máquina
Baja de la base la bobina de polietileno en uso
Toma la punta de la bobina nueva de polietileno
Toma la cinta adhesiva
Coloca en la base la bobina nueva de polietileno
Empata con cinta adhesiva la punta de la bobina nueva de polietileno con la punta del polietileno usado que todavía queda en la máquina
Coloca la tira con el peso sobre la bobina nueva de polietileno
Enciende la máquina

Tabla 22: Actividades realizadas con máquina detenida en el cambio del material termoencogible.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

4.3.4.2. **Etapa 1: Separación de los ajustes internos y externos.**

En esta etapa se separaron las actividades internas de las externas apoyándose en herramientas auxiliares, en este caso se utilizó el checklist (Ver tabla 23) en el que se registran todas las partes y pasos, así como el tipo de actividad para realizar un cambio de la bobina de material termoencogible, entre los cuales se encuentran las actividades generales que realiza el operador de la máquina Shrink Wrap.

Nº	ACTIVIDAD	REAL	
		ACT. EXTERNA	ACT. INTERNA
1	Alimenta la máquina con los pads (separadores de cartón) superior	X	
2	Alimenta la máquina con los pads (separadores de cartón) inferior	X	
3	Detiene la máquina en el tablero de control	X	
4	Toma la navaja y corta el polietileno en uso que se encuentra en la máquina		X
5	Baja de la base la bobina de polietileno en uso		X

Nº	ACTIVIDAD	ACT. EXTERNA	ACT. INTERNA
6	Toma la punta de la bobina nueva de polietileno		X
7	Toma la cinta adhesiva		X
8	Coloca en la base la bobina nueva de polietileno		X
9	Empata con cinta adhesiva la punta de la bobina nueva de polietileno con la punta del polietileno usado que todavía queda en la máquina		X
10	Coloca la tira con el peso sobre la bobina nueva de polietileno		X
11	Enciende la máquina		X
12	Verifica que el paquete de 12 unds. de producto salga correctamente embalado con el material nuevo de polietileno.	X	

Tabla 23: Checklist de actividades para realizar cambios de termoencogible
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Después de analizar el video y con la información recaudada en la etapa anterior y apoyados mediante la aplicación del checklist se obtuvieron los siguientes resultados:

En las actividades detectadas en la etapa anterior para la preparación del material termoencogible, los resultados obtenidos no fueron muy alentadores, ya que se pudo percatar que las mayorías de las actividades que se realizan durante los cambios de la bobina de este material son con la máquina parada lo cual significa que el tiempo de preparación que se necesita para realizar estas actividades es significativo, esto trae consecuencias negativas para la empresa ya que origina perdidas económicas que se deben considerar en la rentabilidad de la empresa.

En la tabla 24 se expresan cada una de las actividades realizadas por el preparador del material termoencogible durante el cambio del rollo en la máquina, además se puede apreciar al tipo de actividad que pertenecen.

ACTIVIDAD	TPO. OPER.	
	Interna	Externa
Alimenta la máquina con los pads (separadores de cartón) superior		X
Alimenta la máquina con los pads (separadores de cartón) inferior		X
Detiene la máquina en el tablero de control		X
Toma la navaja y corta el polietileno en uso que se encuentra en la máquina	X	
Baja de la base la bobina de polietileno en uso	X	
Toma la punta de la bobina nueva de polietileno	X	
Toma la cinta adhesiva	X	
Coloca en la base la bobina nueva de polietileno	X	
Empata con cinta adhesiva la punta de la bobina nueva de polietileno con la punta del polietileno usado que todavía queda en la máquina	X	
Coloca la tira con el peso sobre la bobina nueva de polietileno	X	
Enciende la máquina	X	
Verifica que el paquete de 12 unds. de producto salga correctamente embalado con el material nuevo de polietileno.		X

Tabla 24. Separación de actividades internas y externas
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

4.3.4.3. **Etapa 2: Transformar ajustes internos a externos.**

En este paso se realizó un análisis para verificar si se están efectuando las actividades internas correctas, el análisis fue realizado mediante la utilización de un video previamente filmado y con observaciones y anotaciones realizadas en las visitas hacia el área de producción cuando se ejecutan los cambios del material termoencogible específicamente de la máquina Shrink Wrap.

Como elementos auxiliares para simplificar la transformación de las actividades o corroborar que las actividades efectuadas en ese tiempo son las correctas fue necesario realizar las siguientes preguntas, cabe recalcar que las preguntas fueron enfocadas únicamente a las actividades realizadas por el operador de la máquina Shrink Wrap y no a todas las actividades de otra índole realizadas.

1. ¿Qué condiciones y materiales deben ser preparados en tu proceso antes de realizar las actividades internas correctas con respecto al cambio de la bobina de material termoencogible?
   - Se debe disponer con el material termoencogible con las puntas ya despegadas de la bobina, para no perder tiempo en despegar las mismas al momento del cambio.
   - Tener a la mano la navaja y la cinta adhesiva.
   - Tener a la mano el carrito de carga plegable hidroneumático para manipular la bobina nueva de polietileno.
2. ¿Quién debe realizar estas actividades?
   - El responsable de estas actividades es el operador de la línea.
3. ¿Cómo puede esto ayudar en el cambio de rollo de material termoencogible para disminuir los tiempos relacionado a esta actividad?
   - Si se tienen todos los instrumentos en buen funcionamiento y al alcance rápido del operador se evitará su búsqueda durante el cambio de material termoencogible lo cual agilizará las acciones a realizar por el trabajador eliminando por completo con ello los tiempos perdidos en el cambio de este material.

Para poder realizar correctamente la transformación y corroborar las actividades es necesario que se controlen factores de gran trascendencia para la realización de los cambios de preparación, dichos factores que intervienen externamente a los cambios de material termoencogible relacionado con la máquina en estudio, y que afectan considerablemente el tiempo de los mismos como son: la presión adecuada de la

máquina, así como el tener la alimentación eléctrica estable y que se proporcione el insumo en tiempo y forma para continuar el proceso productivo sin detener el mismo.

Después de tener controlado todos los factores externos de la máquina y después de realizar el análisis y las preguntas pertinentes se obtuvieron los siguientes resultados (Ver tabla 25) transformando estas actividades.

ACTIVIDAD	TPO. OPER.	
	Interna	Externa
Toma la navaja y corta el polietileno en uso que se encuentra en la máquina		Ext.
Baja de la base la bobina de polietileno en uso		Ext.
Toma la punta de la bobina nueva de polietileno		Ext.
Toma la cinta adhesiva		Ext.
Coloca en la base la bobina nueva de polietileno		Ext.
Empata con cinta adhesiva la punta de la bobina nueva de polietileno con la punta del polietileno usado que todavía queda en la máquina		Ext.
Coloca la tira con el peso sobre la bobina nueva de polietileno		Ext.
Verifica que el paquete de 12 unds. de producto salga correctamente embalado con el material nuevo de polietileno.		Ext.

Tabla 25. Actividades externas.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Dentro de esta etapa se detectan y organizan las herramientas específicas a utilizar al momento del cambio, así como las refacciones que requieran ser cambiadas antes de que provoquen un fallo.

4.3.4.4. **Etapa 3: Examinar las operaciones internas y externas para las oportunidades adicionales de mejora.**

El objetivo de la etapa 3 es reducir al mínimo el tiempo de ajuste. Después de haber transformado actividades en la etapa anterior, ahora se pretende encontrar áreas de oportunidad para minimizar y eliminar tanto actividades externas como internas en todos los cambios con respecto a esta operación.

También se pretende concientizar a los operadores para que estandaricen sus actividades durante los cambios de material realizados en este proceso, ya que se observó que en cada cambio se realizan algunas actividades de diferente manera o en diferente orden de secuencia con respecto a cambios anteriores.

Para reducir, eliminar y estandarizar el tiempo en los cambios de material termoencogible en la máquina Shrink Wrap, se realizó un análisis de los videos filmados en la línea 1 de hipoclorito de sodio al momento de realizar el cambio de material termoencogible, posteriormente se realizó una lluvia de ideas para encontrar posibles soluciones y áreas de oportunidad en la reducción de tiempo en los cambios de este material.

Lo anterior trajo como resultados la formalización de una propuesta, que afecta directamente a las actividades para el embalaje del producto.

La propuesta antes mencionada contiene información acerca de la problemática detectada, así como de alternativa de solución para esa problemática, además de ventajas de la aplicación de la propuesta y definiciones cuantitativas por la aplicación o en su defecto por no aplicar las alternativas de solución planteadas.

Esta etapa fue de especial importancia, ya que el realizar una evaluación de costo – beneficio antes de realizar inversiones para minimizar los tiempos de las actividades internas y externas en los cambios de material termoencogible para la máquina Shrink Wrap.

Las propuestas desarrolladas no están únicamente enfocadas a la reducción de tiempos, también se enfocan a brindarle comodidad al operador y a evitar el desperdicio del material.

4.3.4.5. **Propuesta de mejora.**

- Propuesta para la eliminación del tiempo en el cambio de rollo de material termoencogible en la máquina Shrink Wrap.

Situación actual

Para efectuar el cambio de bobina del material termoencogible que se realiza en la máquina Shrink Wrap se debe apagar la misma, lo que genera una pérdida de tiempo, ya que esto pudiera realizarse con la máquina encendida si se le implementa un dispositivo adaptado para ello, que serviría como base auxiliar para colocar la nueva bobina de polietileno sin tener que detener la máquina.

Actualmente para realizar el cambio de material el operador desactiva la máquina con el fin de que ésta no siga sacando paquetes de productos y así poder realizar las actividades reflejadas en la tabla 22, lo que genera la siguiente definición numérica en la pérdida de tiempo. (Ver tabla 26)

Tabla 26. Definición numérica en la pérdida de tiempo en el cambio de bobina de polietileno

El costo por minuto de la máquina Shrink Wrap es de 10,5 Bs.
El tiempo que se tarda el operador realizando el cambio de bobina de polietileno con la máquina apagada es de 90 segundos los que nos lleva a desarrollar lo siguiente:
• 1 Cambio se pierden = 90 segundos ≈ 1,5 minutos
• (1,5 min.) * (7 cambios por turno) = 10,5 min./turno
• (10,5 min./turno) * (3 turnos/día) = 31,5 min./día
• (31,5 min./día) * (20 días/mes) = 630 min./mes
• 420 minutos son los que tiene un turno
• (630 min./mes) = 1,5 turnos, que es el tiempo mensual que se pierde en realizar el cambio de la bobina de polietileno.
• (630 min./mes) * (10,5 costo por minuto) = 6.615 Bs. al mes es lo que se pierde por este tiempo.
• (630 min./mes) * (12 meses/año) = 7.560 min./año
• (7.560 min./año) * (10,5 costo por minuto) = 79.380 Bs./año

Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

A continuación se muestra imágenes de la situación actual (Ver figuras 26 y 27).

Figura 26: Operador apagando la máquina Shrink Wrap
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Figura 27: Operador bajando de la base la bobina de polietileno usado con la máquina apagada.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

La propuesta consiste en colocar un carrito de carga plegable hidroneumático (Ver figura 28), que sirva como base o soporte de la bobina nueva de polietileno, esto con la finalidad de no detener la máquina y/o el proceso productivo al momento de realizar el cambio del material termoencogible, ya que con este dispositivo o herramienta, se colocaría la bobina de polietileno directamente en la base o soporte

que se encuentra en el carrito y se empataría la punta del material nuevo a la del material que está en uso, es decir, del material que está próximo a terminarse sin necesidad de apagar la máquina Shrink Wrap, y así evitar bajar la bobina de la base como se muestra en la figura 27.

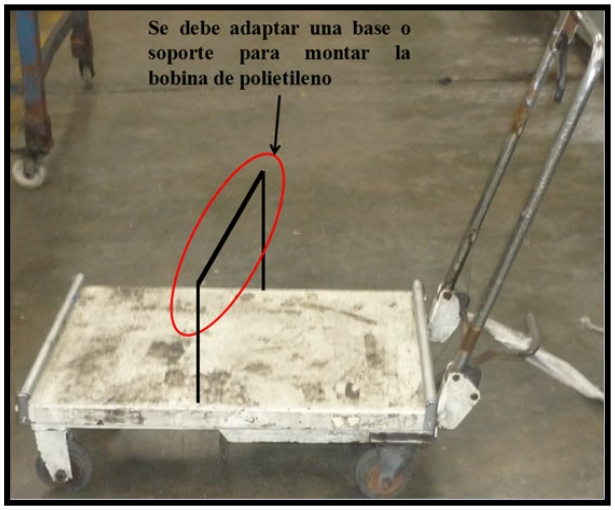


Figura 28: Carrito de carga plegable hidroneumático.
Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Es muy importante la aplicación de la propuesta de mejora a objeto de eliminar completamente el tiempo que se pierde al momento de cambiar el material termoencogible, esto contribuirá al buen desempeño, la eficiencia y la eficacia en la productividad de los operadores y de la máquina, también se tendría un ahorro monetario y se reduciría los gastos con la eliminación del tiempo empleado en la actividad en cuestión.

4.4. Fase IV: Evaluación económica de la propuesta: (Costo – Beneficio), de las propuestas presentes.

Para todo proyecto, mejora o cambio dentro de una empresa es necesario una justificación económica que evidencie lo necesario del cambio a un costo adecuado produciendo incluso beneficios o ahorros para la empresa. Por ello en esta fase de la

investigación, se realizará un análisis económico de las propuestas de mejoras por cada uno de los problemas especificados, en donde se desarrollarán el costo de las propuestas y el ahorro de las mismas, así como sus beneficios intangibles. En este sentido, la propuesta desarrollada para la gestión de producción de la empresa se considera factible de llevar a cabo, desde el punto de vista técnico, operativo y económico, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

4.4.1. **Factibilidad Técnica:**

La propuesta del plan de mejora en el proceso productivo para disminuir el porcentaje de pérdidas económicas generadas en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio en la Corporación Clorox de Venezuela, S.A. se considera factible desde el punto de vista técnico, ya que por una parte, propone mejoras en el uso del sistema actual empleado por la empresa. Además, existe la disponibilidad de tecnología que satisfaga las necesidades. Además, el personal de la empresa dispone de los conocimientos y habilidades en el manejo de métodos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación de la propuesta.

4.4.2. **Factibilidad Operativa:**

La propuesta es factible desde el punto de vista operativo, si se considera que en la Corporación Clorox de Venezuela, S.A., existe el personal capacitado requerido para llevar a cabo el proyecto en las áreas de producción, así mismo, existen usuarios finales dispuestos a emplear los productos o servicios generados por el proyecto o plan de mejoramiento continuo desarrollado. Además, se cuenta con el apoyo de le gerencia general para llevar a cabo la propuesta.

4.4.3. **Factibilidad Económica:**

Con la evaluación de los recursos disponibles en la empresa, se puede garantizar la factibilidad económica del plan de mejoras, ya que las estrategias incluidas responden más a un replanteamiento del funcionamiento actual de la empresa que a un plan de inversión para generar cambios: Sin embargo, se estiman unos gastos para aplicar algunas de las propuestas (Ver tabla 27). Está previstos en la tabla los gastos a incurrir en los primeros (6) meses de implantación de la propuesta.

Tabla 27. Factibilidad Económica de la propuesta

Cursos para implementación metodología 5´S 45.000 Bs. por persona Dictado por: GL & ASOCIADAS DE VENEZUELA, C.A. Duracion: 36 Hrs.	
Descripcion	**Costo Estimado Bs.**
3 Jefes de Grupo	135.000,00
2 Supervisores	90.000,00
Total Plan implementación metodología 5´S	**225.000,00**
Cursos para implementación TPM 45.000 Bs. por persona Dictado por: GL & ASOCIADAS DE VENEZUELA, C.A. Duracion: 36 Hrs.	
Descripcion	**Costo Estimado Bs.**
3 Jefes de Grupo	135.000,00
2 Supervisores	90.000,00
Total Plan implementación TPM	**225.000,00**
Descripcion	**Costo Estimado Bs.**
1 Carrito de carga plegable hidroneumático	90.000,00
Adaptación de base o soporte en el carrito	5.000,00
Total Implementación SMED	**95.000,00**
Descripcion	**Costo Estimado Bs.**
Impresión de Formatos para técnica TPM, 5´S y SMED.	20.000,00
Total impresión de formatos	**20.000,00**
Total General Bs.	**565.000,00**

Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

4.4.4. **Beneficios de la propuesta**

Beneficios por la implantación de la metodología 5S´s para corregir el desorden en el uso de las herramientas de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.

- Elimina los elementos innecesarios, reorganiza el espacio, la limpieza, el desarrollo de los procedimientos y genera una mayor disciplina.
- Crea una mayor productividad por la cantidad limitada de tiempo perdido.

- Mejora la seguridad laboral de los trabajadores, ya que un entorno de trabajo limpio, especialmente en la industria manufacturera, puede reducir significativamente el número de lesiones sufridas por los trabajadores.
- Produce una reducción en los artículos perdidos o dañados.
- Alientan la participación de los trabajadores en el diseño del lugar de trabajo y pueden mejorar su compromiso y orgullo por el trabajo, trayendo este último un beneficio adicional como lo es la reducción del ausentismo.

Beneficios del plan de mantenimiento preventivo a maquinarias y equipos que participan en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio mediante la técnica del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

- Mejora las relaciones y la comunicación. El simple hecho de trabajar con un plan de trabajo ya implica un cierto cambio de mentalidad, tendente ésta a ser más participativa, pensándose más en compañeros en busca de un resultado definido que en empleados que trabajan. Todo este cambio provoca una mejora en la comunicación y en las relaciones entre las personas.
- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal del mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.
- Reducción de las frecuencias de parada de planta por mantenimiento correctivo.

Beneficios por la implantación de la metodología SMED (Cambios Rápidos) para eliminar por completo el tiempo perdido al momento de cambiar la bobina de material termoencogible en la máquina Shrink Wrap.

- Transforma tiempo no productivo en tiempo productivo: incremento de la capacidad de producción y de la productividad.

- Permite la reducción del lote de trabajo: aumento de la flexibilidad, reducción del plazo de entrega, disminución del stock, liberación de espacio en planta.

- Estandariza los procedimientos de cambio: reducción de productos rechazados en los procesos de ajuste, procesos de aprendizaje fáciles.

A continuación se muestra la tabla 28, que refleja el beneficio que se tendrá por la implantación de la metodología SMED.

Tabla 28. Beneficio obtenido por la implantación de la técnica SMED.

• (630 min./mes) * (10,5 costo por minuto) = 6.615 Bs. (Costo mensual por uso de la máquina)
• (630 min./mes) * (12 meses/año) = 7.560 min./año
• (7.560 min./año) * (10,5 costo por minuto) = 79.380 Bs./año (Costo anual por uso de la máquina)
• (7.560 min./año) * (14 Cajas/minuto) = 105.840 Cajas/año (Producción resultante por eliminación del tiempo muerto por máquina apagada en cambio de material termoencogible).
• (7.560 min./año) * (14 Cajas/minuto)*(181,08 Bs/caja) = 19.165.507,20 Bs/año (Ventas brutas)

Fuente: Quevedo, J. y Hernández, R. (2015).

Cabe destacar que sólo por la mejora en el proceso productivo correspondiente a la máquina Shrink Wrap por la aplicación de la técnica SMED se tendrá un ahorro, cuya explicación que a continuación se detalla se encuentra reflejada en la tabla 28:

La presente propuesta lograría obtener un ahorro mensual de 6.615 Bs. a su vez se generaría una producción por eliminación del tiempo muerto donde la maquina permanece apagada mientras se cambia el material termoencogible de 105.840 cajas al año, cuyo monto en ingresos brutos por ventas al año del mismo equivale a 19.165.507,20 bolívares; esto aunado a los beneficios que se obtendrían por las otras mejoras, lo que contribuirán significativamente a la recuperación progresiva de la inversión general realizada por la implantación de las mismas.

CONCLUSIONES

Esta investigación tuvo como objetivo general desarrollar un plan de mejoras en el proceso productivo generado principalmente en la línea 1 de hipoclorito de sodio de la Corporación Clorox de Venezuela S.A. En este sentido, los procesos por medio de los cuales se obtiene el producto, se les conoce como proceso de manufactura, y su evolución y estudio comprende un campo fértil para el desarrollo de diversos trabajos en áreas diferentes. Así, en la actualidad, las empresas buscan evolucionar y utilizar nuevas tecnologías en sus procesos productivos, ya que estos son norte y base fundamental para mejorar e incrementar notablemente la capacidad de producción de muchas plantas industriales, sin importar a que ramo o rubro pueda dedicarse. Por lo tanto, del estudio realizado se extraen las siguientes conclusiones:

- Se detectó la existencia de una serie de problemas y fallas en los procesos de producción, entre los posibles problemas se pueden mencionar: mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos, estandarización de los procesos y necesidad de incorporar indicadores de gestión para medir la eficiencia del proceso productivo.

- Se evidenció que lo anteriormente descrito ocasiona un alto nivel de desperdicio en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio. Por lo anteriormente mencionado la Corporación Clorox de Venezuela, S.A. requiere implementar un estudio para aumentar su producción.

- Igualmente, con este estudio se logra evidenciar las deficiencias del proceso y elaborar una propuesta de plan de mejoras en el proceso productivo para reducir el desperdicio en la línea de producción en cuestión y contribuir con el incremento de su eficiencia operativa, además proporcionar a la empresa

— herramientas de documentación e indicadores que no posee actualmente, para buscar la posibilidad de mejoras y así lograr una optimización tanto de los puestos de trabajo como el proceso en general.

— Las propuestas elaboradas consisten en:

a) Aplicación de la filosofía 5S´s a objeto de atacar el desorden en el uso de las herramientas al momento de realizar el mantenimiento de las máquinas en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio.

b) Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) en la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio a objeto de disminuir a su mínima expresión las fallas originadas en las máquinas.

c) Análisis del cambio de la bobina de Tereftalato de polietileno (PET) en el proceso termoencogible (Shrink Wrap) de la línea 1 de llenado de hipoclorito de sodio desde la perspectiva de la metodología "SMED" (Cambios Rápidos).

— Además, le ofrece a la empresa nuevas oportunidades para propiciar y aplicar la filosofía de mejora continua con miras a tener una creciente proyección en la comunidad industrial, puesto que al incrementar la calidad de la producción a través del mejoramiento de los procesos, maquinaria, materia prima, etc., se obtendrán mayores ganancias, creando una atmosfera adecuada para superar y satisfacer las exigencias de los clientes, logrando mayores beneficios en el mercado competitivo.

— Así mismo, mediante el estudio de métodos y control de la producción de todas las actividades y en uso de sus recursos, la empresa obtendrá un mejor desempeño. Este es el factor decisivo para los logros específicos de la organización, orientadas por sus estrategias y mediante procesos, sistemas y estructuras, los departamentos de la organización, logran sus propósitos y objetivos.

— Por lo tanto la realización de este estudio de investigación permite identificar los problemas existentes y otros que no hayan sido manifestados o simplemente busca las mejoras continuas por medio de herramientas y métodos que definan la toma de decisiones para optimizar el proceso de fabricación asegurando una excelente calidad, para satisfacer la demanda del mercado, y así convertirse en una organización más competitiva.

RECOMENDACIONES

En función a ello, es importante que la Gerencia General de la Corporación Clorox de Venezuela, S.A. atienda a las siguientes recomendaciones:

- Poner en práctica un plan sugerido en los planes internos de procesos y de capacitación de la empresa y actualizarla con una frecuencia anual.
- Recopilar toda la información relativa al mapa estratégico de la organización (misión, visión, valores, factores claves de éxito) y revisar su adecuación con la realidad de la empresa y de su entorno inmediato.
- Buscar el apoyo de la alta gerencia de la empresa, haciéndoles ver el conjunto de ventajas y beneficios que tiene la herramienta de planeación de mantenimiento preventivo como tal y la utilidad que ofrece para efectos de evaluar y controlar el desempeño global de la empresa, la reducción de costos y la continuidad del proceso.
- Que el jefe de mantenimiento informe de todo lo que se está haciendo a los altos mandos para que se encuentren informados de cómo se está realizando su trabajo.
- Actualizar el calendario de mantenimiento de los equipos renovándolo constantemente para las mejoras de las máquinas.
- Actualizar el catálogo de los equipos para llevar un control de la maquinaria existente.
- Publicar cada mes los indicadores en la pizarra destinada para ello, con la finalidad de que el personal esté informado de cómo se encuentra el área.
- Se sugiere emprender el camino para llevar a cabo la implementación de las estrategias y atreverse a dar un cambio significativo en la forma de evaluar el desempeño de la organización y de alcanzar la satisfacción del cliente.

— Continuar la investigación en esta área con el propósito de conocer los resultados de la aplicación de la planeación y el análisis del entorno empresarial, tomando en cuenta que los planes generales han de presentar sólo aquella información que resulte ser imprescindible, de una forma sencilla y por supuesto, sinóptica y resumida.

— Además, la estandarización en cuanto a la presentación de las herramientas es importante, ya que esto permitirá una verdadera familiarización de los usuarios de los cuadros y la normalización de los informes de gestión desarrollados por la empresa, así como facilitar la comparación de resultados y grados de avance entre los distintos departamentos o áreas de la organización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carreira, B (2004) **Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits.** Nueva York: AMACOM BOOKS

Cuatrecasas, L. (2000) TPM**: hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción**. Barcelona.

Fisher, M (1999**) Process Improvement by poka-yoke. Bradford, UK. Work Study**

Lefcovich, M.(2009) **Sistema de Producción Justo a Tiempo-JIT.** Argentina: El Cid Editor

Liker, J. (2003) **Toyota Way. Blacklick**, Ohio: McGraw-Hill Professional Publishing.

Moreno, L. (2012), **"Sistema de mejora continua basado en la aplicación de la metodología Lean Manufacturing para reducir los desperdicios presentes en el área Cambio de Cámaras de Armado de Pirelli de Venezuela C.A."**, para optar por el titulo de Maestría Gerencia de Productividad y Calidad, de la Universidad Tecnológica del Centro.

Nakajima, S (1991) **Introducción al TPM: mantenimiento productivo total**. Cambridge: Productivity

Oliveros, K y Subiela, L (2013), **Plan de mejoras en el proceso de deshidratación y extracción del gramo de soya en la Empresa Alimentos la Caridad C.A**. realizado en la Universidad José Antonio Páez.

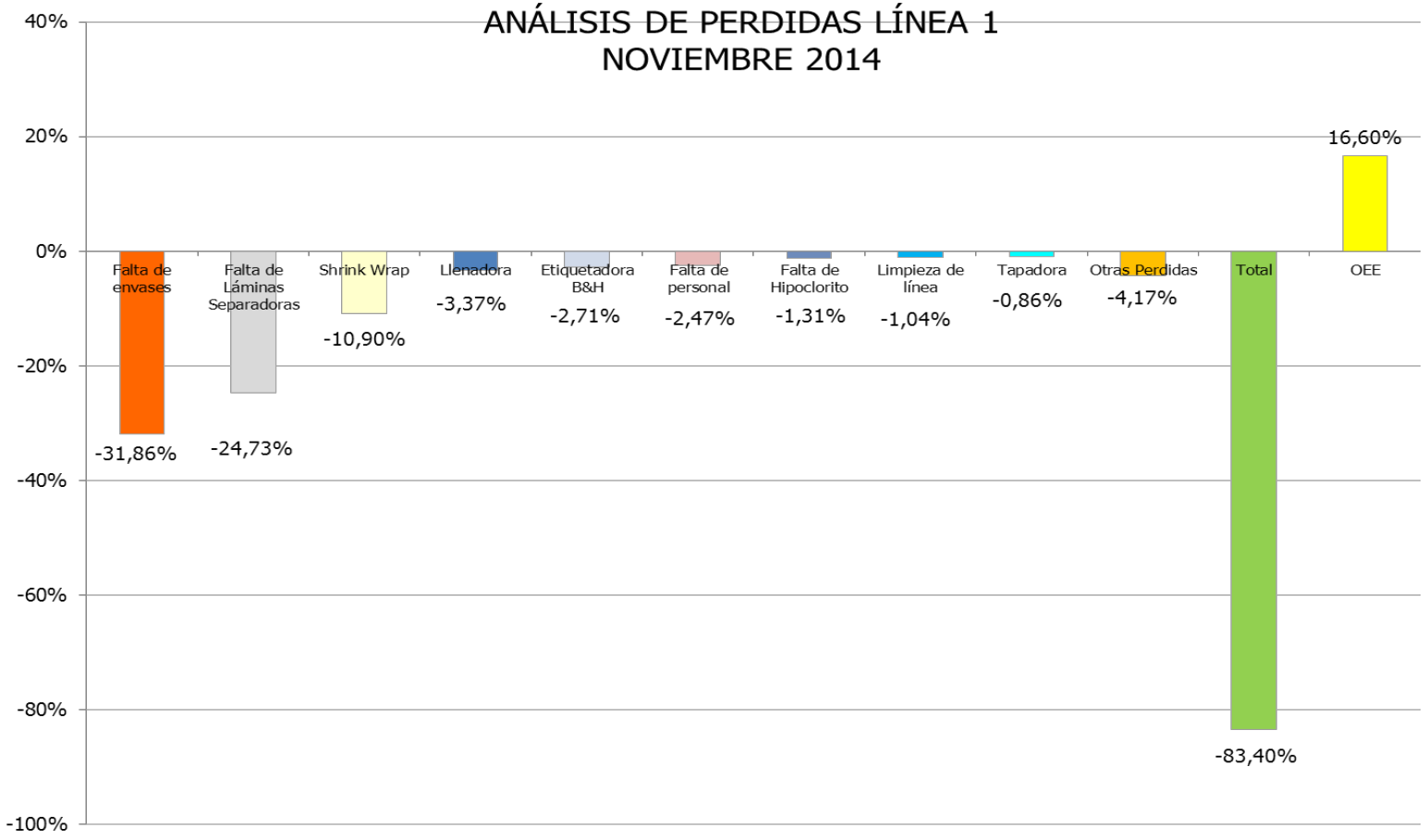
Palma, J. y Vargas, D. (2014), **"Plan de Mejoras Para Aumentar la Eficiencia de la Línea C2 en Zona Caliente de la Empresa**

Venezolana del Vidrio C.A. (VENVIDRIO). Realizado en la Universidad José Antonio Páez.

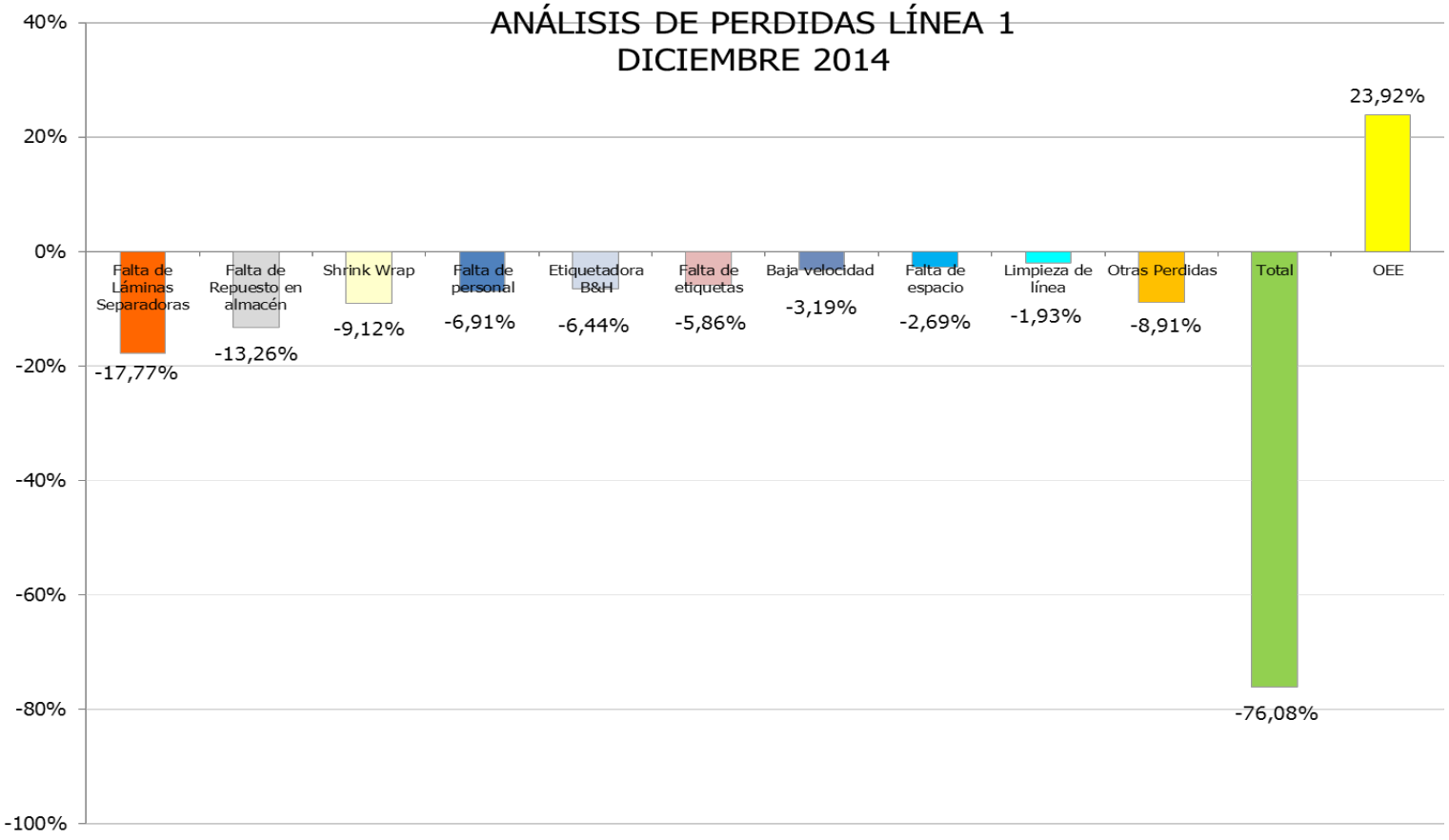
Shingo, S. (1993) **El sistema de producción de Toyota: desde el punto de vista de la ingeniería**. Madrid: Tecnología de Gerencia y Producción

Womack, J y Jones, D. (2005) **Lean Thinking: como utilizar el pensamiento Lean para eliminar despilfarros y crear valor en la empresa**. Barcelona: Gestión 2000

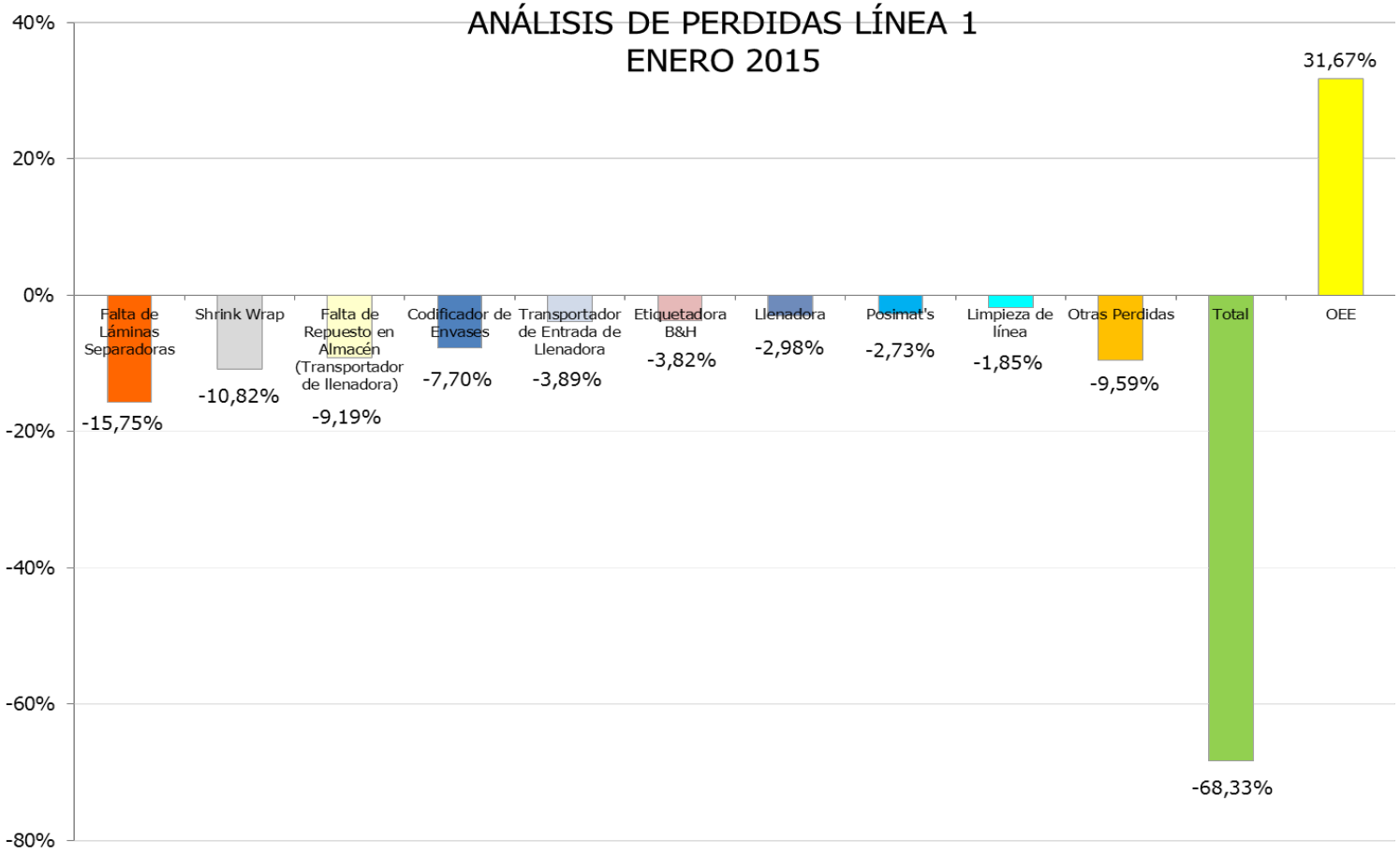
ANEXOS



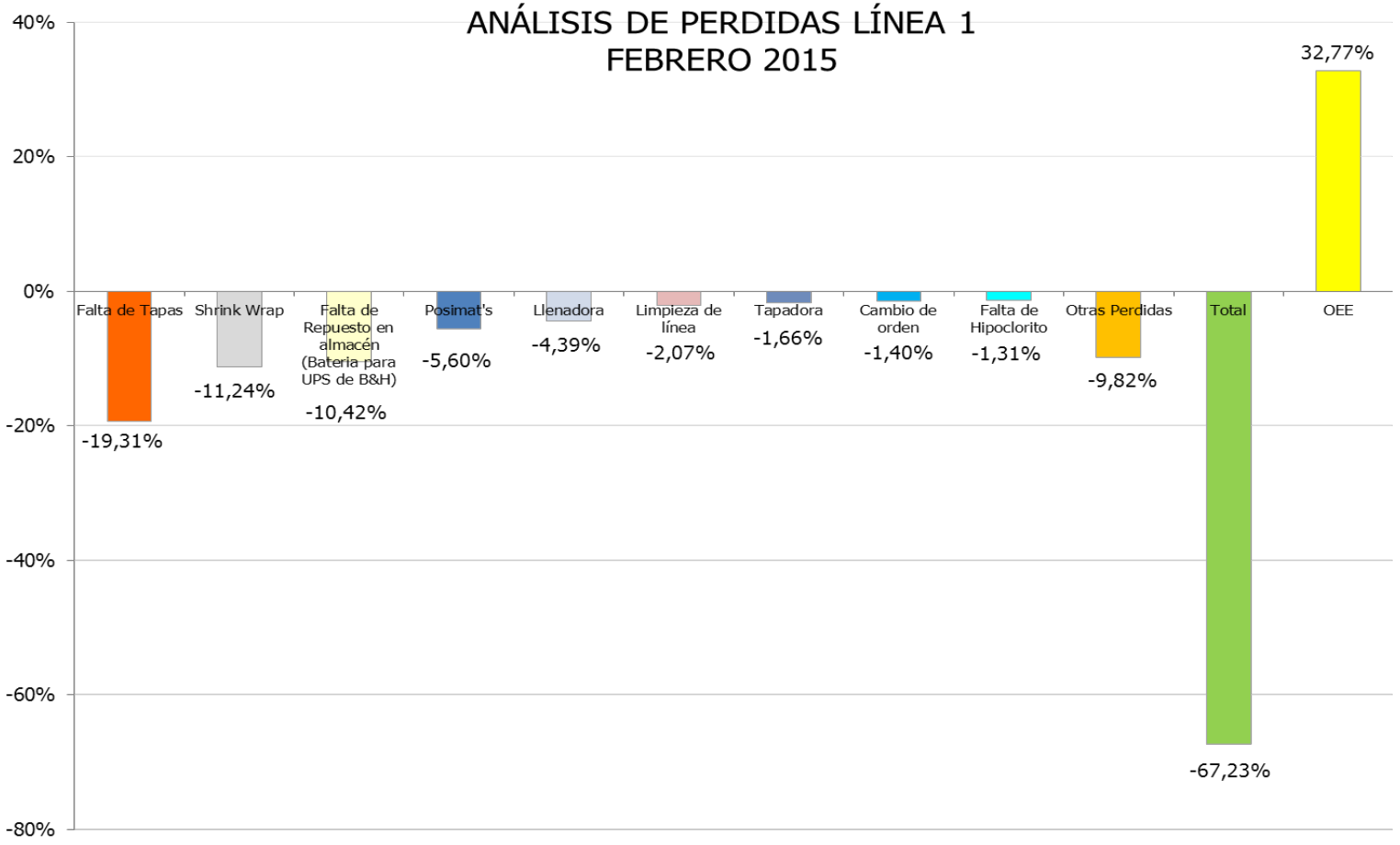
Anexo A. Análisis de Pérdidas Línea 1 (Mes: Noviembre 2014).
Fuente: Corporación Clorox de Venezuela, S.A. (2015)



Anexo B. Análisis de Pérdidas Línea 1 (Mes: Diciembre 2014)
Fuente: Corporación Clorox de Venezuela, S.A. (2015)



Anexo C. Análisis de Pérdidas Línea 1 (Mes: Enero 2015)
Fuente: Corporación Clorox de Venezuela, S.A. (2015)



Anexo D. Análisis de Pérdidas Línea 1 (Mes: Febrero 2015)
Fuente: Corporación Clorox de Venezuela, S.A. (2015)