



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN APLICADA EN
UNA LÍNEA DE SELLADO DE BLÍSTER EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**

Rossana Iveth Guerra Mencos

Asesorada por la Msc. Inga. Cecilia Eugenia Ruiz Valenzuela

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN APLICADA EN
UNA LÍNEA DE SELLADO DE BLÍSTER EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ROSSANA IVETH GUERRA MENCOS

ASESORADO POR LA MSC. INGA. CECILIA EUGENIA RUIZ VALENZUELA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

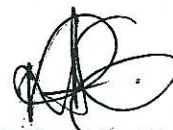
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN APLICADA EN UNA LÍNEA DE SELLADO DE BLÍSTER EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 25 de febrero de 2013.



Rossana Iveth Guerra Mencos

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142

AGS-MGIPP-0048-2013

Guatemala, 25 de febrero de 2013.

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Industrial
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Rossana Iveth Guerra Mencos** con carné número **2002-12443**, quien optó la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y enseñad a todos"

Ing. Cecilia E. Ruiz Valenzuela
INGENIERA MSc
COLEGIADA No. 1413
Asesor (a)

Msc. Inga. Cecilia Eugenia Ruiz V.

Msc. Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador de Área
Gestión y Servicios

César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE POST-GRADO
FACULTAD DE INGENIERIA

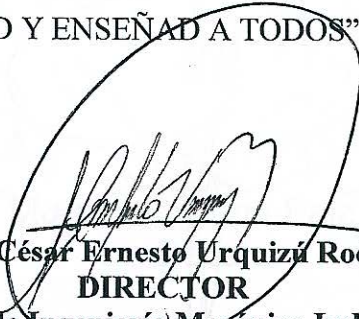
Cc: archivo
/la



REF.DIR.EMI.067.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN APLICADA EN UNA LÍNEA DE SELLADO DE BLÍSTER EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**, presentado por la estudiante universitaria **Rossana Iveth Guerra Mencos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN APLICADA EN UNA LÍNEA DE SELLADO DE BEISTER EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**, presentado por la estudiante universitaria: **Rossana Iveth Guerra Mencos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme cumplir mis objetivos y bendecirme constantemente todos los días de mi vida.
Virgen María	Por acompañarme siempre y no dejarme sola ni un momento.
Mi madre	Por todo tu amor, por enseñarme que con esfuerzo y dedicación puedo llegar tan lejos como me lo proponga.
Mi padre	Por tu amor y sobre todo por tu apoyo en mi desarrollo personal y profesional.
Mi hermana	Por todo tu amor y amistad, porque este logro es de las dos.
Mi abuela	Por tu inmenso amor, por preocuparte por mí y consentirme siempre.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios, porque en esta institución tuve la oportunidad de formarme como toda una profesional.

**Facultad de
Ingeniería**

Por brindarme conocimientos y experiencia que me permiten desarrollarme como una persona de éxito.

Mis tíos y primos

Por su apoyo, por estar juntos compartiendo en familia siempre los buenos y malos momentos.

Mis mejores amigos

Porque indudablemente sin su apoyo hoy no estaría donde estoy.

**Mis amigas del
Colegio Belga**

Porque es una bendición contar con amigas como ustedes en las que puedo poner mi confianza entera.

**Mis amigos de la
Universidad**

Por todas las vivencias compartidas desde que empezamos esta aventura, por motivarme cada día para cumplir mis metas y por su valiosa amistad.

Mis amigos de Bayer

Por su amistad, porque me han ayudado a crecer y desarrollarme profesionalmente

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. ANTECEDENTES	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
3. OBJETIVOS	7
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. ALCANCES	11
6. ÍNDICE DE CONTENIDOS	13
7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	17
7.1. Concepto del Kaizen	17
7.2. Metodología 5S	18
7.3. Sistema de producción justo a tiempo	22
7.4. Mantenimiento productivo total	23
7.5. Los 7 desperdicios	24
7.6. Eventos Kaizen	25

8.	METODOLOGÍA Y TÉCNICAS.....	27
8.1.	Hipótesis.....	27
8.2.	Variables e indicadores	27
8.3.	Tipo de estudio y diseño de investigación.....	28
8.4.	Técnicas de investigación.....	29
8.5.	Muestreo	29
8.5.1.	Tamaño de la muestra.....	29
8.6.	Realizar un diagnóstico de la situación actual	30
8.7.	Definir los problemas a resolver	30
8.8.	Establecer equipos de mejora (interdepartamentales)	31
8.9.	Formar a los equipos en la metodología Kaizen y 5S	31
8.10.	Definir roles y responsabilidades	31
8.11.	Identificar las causas que originan los problemas	32
8.12.	Definir indicadores	33
8.13.	Establecer acciones de mejora y sus responsables.....	34
8.14.	Eliminar desperdicios.....	34
8.15.	Diseñar un plan para el mantenimiento del sistema.....	35
8.16.	Plan de obtención de datos	36
8.17.	Análisis de resultados.....	36
9.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	39
10.	RECURSOS FÍSICOS Y FINANCIEROS.....	41
	BIBLIOGRAFÍA.....	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Cronograma de actividades	39
----	---------------------------------	----

TABLAS

I.	VARIABLES e indicadores	27
II.	Tamaño de la muestra	30
III.	Recursos físicos y financieros	41

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\geq	Mayor o igual que
%	Porcentaje

GLOSARIO

Blíster	Es un envase de plástico transparente y con una cavidad en forma de ampolla donde se aloja el producto, permitiendo al mismo tiempo presentarlo y protegerlo de golpes durante las operaciones de manipulación y transporte.
JIT	Método justo a tiempo, es un sistema de organización de la producción para las fábricas, Permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias. De esta forma, no se produce bajo suposiciones, sino sobre pedidos reales.
Kaizen	Significa mejora continua. Es una metodología destinada a mejorar tanto a las empresas, como a los procesos y actividades que las conforman y a los individuos. El objetivo es mejorar para dar al cliente o consumidor el mayor valor agregado, mediante una mejora continua y sistemática de la calidad, los costos, los tiempos de respuesta, la variedad, y mayores niveles de satisfacción.

Metodología 5S

Técnica de gestión japonesa basada en cinco principios: separar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener. Se inició en Toyota en 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para generar una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

OAE

Se refiere a la eficiencia de los activos operativos, sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Engloba en un solo indicador todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

TPM

Mantenimiento productivo total (del inglés de *total productive maintenance*, TPM) es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.

TQM

Se refiere a la gestión total de la calidad, es una estrategia orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos de la organización. Se le denomina total porque concierne a la organización de la empresa globalmente considerada y a las personas que trabajan en ella.

RESUMEN

Las empresas actualmente buscan la forma de optimizar sus procesos y sus operaciones, haciendo un uso eficiente de la tecnología y la estandarización de los mismos, para ello es importante la aplicación de metodologías que permitan obtener estos resultados deseados, tales como la reducción de desperdicios, optimización de los tiempos de entrega y aumentar los niveles de producción.

La presente investigación se refiere a la implementación de la metodología Kaizen, la cual busca la mejora continua y la eliminación de los 7 desperdicios que afectan la productividad en una empresa, a través de las 5S, un sistema de producción justo a tiempo, mantenimiento productivo total y la ejecución de eventos Kaizen.

La metodología será aplicada en una línea de sellado de blíster en una empresa farmacéutica. La implementación inicia con un diagnóstico de la situación actual, para ello se utilizará un análisis FODA y se elaborará un diagrama Causa Efecto con el objetivo de determinar el problema a resolver, luego se establecerán los equipos de trabajo y se procederá con la capacitación de los miembros en las herramientas utilizadas por Kaizen. Es necesario definir los roles y responsabilidades necesarios de los miembros del equipo de trabajo.

Los equipos de trabajo son los responsables de la obtención y análisis de la información para determinar las causas de los problemas, utilizando para ello encuestas, entrevistas, etc. al personal operativo de la línea en estudio.

Se definirán los indicadores tales como el OAE (eficiencia de los activos operativos) que permitirán evaluar los resultados de la implementación.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se refiere al Diseño de la investigación de la metodología Kaizen aplicada en una línea de sellado de blíster en una empresa farmacéutica. Kaizen viene de dos ideogramas japoneses, *KAI* que significa “cambio” y *ZEN* que significa “bueno”, que combinados resultan literalmente en la palabra mejoramiento.

La característica principal en la industria farmacéutica consiste en la constante introducción de nuevas tecnologías y procesos, es por ello que resulta necesario buscar métodos que ayuden al aprovechamiento de los recursos.

Se implementará la metodología Kaizen la cual permitirá obtener una mejora en la productividad en la línea de producción en estudio, a través del diagnóstico y evaluación de la situación actual, estrategia, definición de objetivos y del equipo de trabajo, así como las propuestas de mejoramiento, concientización y capacitación al personal, diagnóstico de causas y desarrollo de propuestas estratégicas, para así establecer estándares de calidad.

La empresa farmacéutica en estudio se encuentra en el proceso de introducción y aplicación de herramientas de excelencia operacional en todos sus procesos, es por ello que, surge el interés en la aplicación dicha metodología, con el objetivo de conocer cuáles serán los beneficios de la implementación y de acuerdo con ello hacerlo extensivo hacia otras líneas de producción.

El proceso de la implementación de Kaizen conlleva una serie de etapas como lo es 5S. El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples, separar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener.

En el capítulo 1 se describirán los aspectos generales de la empresa, su historia, actividades principales, ubicación, misión, visión, el sistema de calidad y la estructura organizacional. Se detallará la situación actual de la empresa mediante un análisis FODA, se describirán las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. También se presentará un diagrama causa y efecto, así como el análisis de la línea de producción en estudio.

En el capítulo 2 se desarrollará la propuesta de la implementación, la cual incluye los equipos interdepartamentales, involucramiento del personal, la implementación y planeación del método de las 5S. Seguidamente se detallará la implementación Kaizen, así como del mantenimiento productivo total.

El capítulo 3 incluirá las acciones necesarias para el seguimiento y control de la metodología implementada, como lo son las auditorías.

El capítulo 4 muestra el análisis de los resultados obtenidos con la implementación de la metodología Kaizen.

1. ANTECEDENTES

Desde 2009 la empresa farmacéutica en estudio se ha encontrado sometida a continuos y acelerados cambios en materia tecnológica que generan mayor competencia a nivel global, reducción del ciclo de vida de los bienes y servicios y desarrollo de hábitos de consumo cada vez más exigentes, lo cual impulsa a dicha empresa a realizar grandes esfuerzos para alcanzar altos niveles de calidad, acompañados de variedad, disminución de costos, así como la aplicación de metodologías que permitan hacer frente a todos estos desafíos.

Dentro de las metodologías que pueden ser aplicadas por las empresas para enfrentar el cambio destacan, la reingeniería de negocios, gestión de calidad total, gestión de procesos, administración total de la mejora continua, seis sigma, teoría de las restricciones y desarrollo organizacional, entre otros, siendo la más sobresaliente por su carácter totalizador y de desarrollo, la filosofía japonesa Kaizen. (González, 2008)

Los elementos bases del Kaizen son trabajo en equipo, disciplina personal, moral mejorada, círculos de calidad y sugerencias para la mejora. Fuera de estas bases hay tres factores clave que se deben tomar en cuenta para el desarrollo del Kaizen:

- Eliminación del desperdicio (ineficiencia)
- Cinco S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke*)
- Estandarización

“Un principio rector de la filosofía Kaizen, que a la hora de implantarse en una organización se convierte en un proceso de administración de la misma que persigue el objetivo de la plena satisfacción de los clientes (interno y externo), a través del mantenimiento y mejoramiento continuo, constante y sistemático de cada estándar, actividad y proceso de trabajo que se opera en la organización, haciéndolo de forma diaria y de forma permanente.” (Suárez, 2007).

5S es una herramienta básica para organizar un sitio de trabajo de una manera más eficaz y ordenada, y para establecer controles que sostienen las mejoras. En áreas que han sido descuidadas, con frecuencia es necesario simplemente hacer un suceso Kaizen para instrumentar las 5S antes que se pueda realizar cualquier otra mejora.

La filosofía de las 5S se concentra en una efectiva organización del lugar de trabajo, simplifica el ambiente de trabajo y reduce el desperdicio, al tiempo que mejora la calidad y la seguridad.

“El Kaizen es un método empleado para reducir la holgura oculta en las fábricas. Las 5S, representan las palabras japonesas *seiri*, *seiton*, *seito*, *seiketsu* y *shitsuke*, que colectivamente se traducen en actividad de limpieza en el lugar de trabajo.” (Monden, 1996).

El proceso correcto producirá los resultados correctos, la mejora continua (Kaizen) sólo puede ocurrir después de un proceso estable y estandarizado. (Liker, 2010).

Luego de la implementación, la fase más importante es aquella que conlleva la evaluación de los resultados.

“La evaluación es simple: compara resultados respecto a expectativas, encuentra los conductores apropiados y las barreras respecto del desempeño esperado y produce planes de acción para mejorar programas y soluciones que están siendo evaluadas para poder lograr y/o mantener el desempeño esperado, para que los objetivos y contribuciones organizacionales puedan ser cumplidos.” (Guerra, 2007).

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Desde el 2009 se han recibido de otras plantas farmacéuticas de la región, máquinas y equipos en la planta de producción de Guatemala. La implementación y puesta en marcha de estas máquinas y equipos debe hacerse en el menor tiempo posible, siendo el objetivo principal lograr obtener la mayor eficiencia de línea.

La implementación de Kaizen en la línea de sellado de blíster en estudio, tiene como objetivo incrementar la productividad controlando para ello los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación, así como también la eliminación de desperdicios.

Durante el periodo de instalación y puesta en marcha se realizaron pruebas de sellado y empaque; en dicho periodo la cantidad de desperdicios de blíster, blíster con tableta y materiales de empaque fue considerablemente alta, esto debido a la curva de aprendizaje del personal operativo.

En la ejecución de pruebas se busca obtener los parámetros de operación adecuados (temperatura de sellado, presión, velocidad, entre otros). Sin embargo aún es necesario estandarizar el proceso y verificar si existen oportunidades de mejora, tanto en procesos de ajuste, cambios de formato y en cambios de lote. De dicho análisis surge la siguiente interrogante principal: ¿Existe alguna metodología que permita lograr los niveles óptimos en materia de calidad, costo y entregas?

Para poder responderla, es necesario que se analice con detalle las siguientes preguntas:

- ¿Cómo es posible optimizar el tiempo en cambios de formato?
- ¿Cómo se logra que el personal operativo de la línea de producción conozca el funcionamiento y operaciones de ajuste de los equipos?
- ¿De qué manera se asegura la correcta ejecución e implementación continua de las oportunidades de mejora?
- ¿Cómo se puede estandarizar el proceso productivo en la línea de sellado de blíster en estudio?

3. OBJETIVOS

General

Implementar la metodología Kaizen en una línea de sellado de blíster en una empresa farmacéutica, mediante la aplicación de 5S y la estandarización.

Específicos

1. Optimizar el tiempo en cambios de formato, mediante la eliminación de los desperdicios que se analizan con Kaizen (transporte, inventario, movimiento, sobreprocesamiento, sobreproducción, defectos y espera).
2. Capacitar al personal del área de producción de empaque primario, secundario y acondicionamiento en la filosofía Kaizen.
3. Diseñar un programa de control que permita auditar los resultados de la implementación de Kaizen a corto, mediano y largo plazo.
4. Diseñar los procedimientos estándar para la manufactura de la línea de sellado de blíster.

4. JUSTIFICACIÓN

Desde el 2010 la empresa farmacéutica en estudio se ha interesado por la implementación de metodologías y herramientas de excelencia operacional que ayuden a hacer eficientes sus procesos productivos. La excelencia operacional busca ofrecer herramientas de mejora continua para analizar y mejorar los procesos actuales.

La puesta en operación de la línea selladora de blíster en la empresa farmacéutica en estudio, conllevará ahorros en tiempos de entrega, aumento de la capacidad, así como diversidad para el empaque y sellado, lo cual permitirá extender el mercado actual de Centro América y Caribe a Sur América (Perú, Colombia, Uruguay, Venezuela, entre otros).

Hacer factible la mejora continua requiere de un sistema que de manera integral permita a la empresa aumentar sus niveles de calidad, reducir los costos, aumentar la productividad, reducir los tiempos de entrega y aumentar la flexibilidad de su capacidad productiva.

La implementación de Kaizen tiene como objetivo que las áreas de trabajo sean más seguras, que se reduzca la complejidad de los procesos, a su vez que se pueda monitorear mejor el trabajo y aprovechar al máximo el espacio, que el mismo sea fácil de limpiar. Se busca la simplificación del trabajo y que se eliminen actividades que no agregan valor.

La implementación de la metodología Kaizen es importante para la empresa farmacéutica porque a su vez aporta los siguientes resultados:

- Con la eliminación de desperdicios se optimizará el tiempo en cambios de formato, cambios de lote y cambios de producto.
- El desarrollo de un plan de capacitación de la metodología Kaizen para el personal operativo promoverá la participación de los mismos al momento de requerir retroalimentación y propuestas de mejora.
- Diseñar un programa de auditoría ayudará a que la implementación de la metodología Kaizen sea sostenible en el tiempo, y que se asegure la correcta participación de todos los involucrados.
- Los procedimientos estándar de operación de la línea de sellado de blíster darán soporte a los procesos y ayudarán a que el personal operativo ejecute las tareas de acuerdo con lo previsto, en los tiempos especificados y haciendo un uso adecuado de recursos.

5. ALCANCES

La implementación de la metodología Kaizen será realizada en la línea de sellado de blíster de la empresa farmacéutica en estudio. La línea está compuesta por la selladora de blíster, cámara de detección, estuchadora, equipo de aplicación de goma a los estuches y un verificador de pesos de estuche.

En la etapa inicial de la implementación se llevará a cabo un diagnóstico de la situación actual para dicha línea de producción a través de un análisis FODA.

La siguiente etapa consiste en definir los problemas a resolver, para ello se evaluará cómo se llevan actualmente los procedimientos de operación y cambio de formato en la línea, así como los tiempos de cambios de formato, cambios de producto y cambios de lote, a través de la revisión de la bitácora de los equipos y del área de trabajo.

Para la implementación de Kaizen será necesario contar con equipos de mejora interdepartamentales donde todos aporten propuestas de mejora para línea de sellado de blíster; se deberá seleccionar personal comprometido que labore en los distintos departamentos (producción, mantenimiento, control de calidad y bodegas).

La formación y capacitación de los equipos de trabajo en la metodología Kaizen deberá llevarse a cabo por un consultor externo.

El líder del equipo de mejora es el responsable de la definición de roles y responsabilidades dentro del mismo.

El alcance del trabajo conlleva el análisis de la información y los resultados al momento de la implementación de la metodología Kaizen; posteriormente deberá haber un seguimiento por parte de la empresa farmacéutica, la cual deberá designar a un grupo responsable de auditar continuamente los resultados y de hacer extensiva dicha implementación hacia otras líneas de producción.

6. ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Aspectos generales de la empresa

1.1.1. Historia

1.1.2. Actividades de la empresa

1.1.3. Ubicación

1.1.4. Misión

1.1.5. Visión

1.1.6. Sistema de calidad

1.1.7. Estructura organizacional

1.2. Situación actual de la empresa

1.2.1. Análisis FODA de la empresa

1.2.1.1. Fortalezas

1.2.1.2. Oportunidades

1.2.1.3. Debilidades

1.2.1.4. Amenazas

1.2.2. Diagrama causa y efecto

1.2.3. Análisis de la línea de producción en estudio

2. PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN

- 2.1. Equipos de trabajo interdepartamentales
 - 2.1.1. Inducción Kaizen
 - 2.1.2. Inducción 5S
- 2.2. Involucramiento del personal
- 2.3. Implementación 5S
 - 2.3.1. Seleccionar (S)
 - 2.3.2. Ordenar (O)
 - 2.3.3. Limpiar (L)
 - 2.3.4. Estandarizar (E)
 - 2.3.5. Sostener (S)
- 2.4. Planeación 5S
 - 2.4.1. Identificación de oportunidades de mejora
 - 2.4.2. Recopilación de información
 - 2.4.3. Resultados
 - 2.4.4. Implementación Kaizen
 - 2.4.5. Inducción a la filosofía Kaizen
 - 2.4.6. Identificación de formas de mejora
 - 2.4.7. Propuestas de mejora (eventos Kaizen)
 - 2.4.8. Selección de propuesta
 - 2.4.9. Realización de propuesta
 - 2.4.10. Verificación del resultado
- 2.5. Mantenimiento productivo total
 - 2.5.1. Inducción
 - 2.5.2. Análisis de implementación

3. SEGUIMIENTO Y CONTROL

- 3.1. Auditorías
 - 3.1.1. Tipos de auditorías a realizar

- 3.1.2. Hojas de control
- 3.1.3. Seguimiento
- 3.1.4. Propuestas de mejora

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

APÉNDICES

7. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

7.1. Concepto del Kaizen

Suárez (2007) expresa que Kaizen significa mejoramiento y aún más significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerente y trabajadores por igual.

Los elementos bases del Kaizen son: trabajo en equipo, disciplina personal, moral mejorada, círculos de calidad y sugerencias para la mejora. Fuera de estas bases hay tres factores clave que se deben tomar en cuenta para el desarrollo del Kaizen:

- Eliminación del desperdicio (ineficiencia)
- 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke*)
- Estandarización

“Un principio rector de la filosofía Kaizen, que a la hora de implantarse en una organización se convierte en un proceso de administración de la misma que persigue el objetivo de la plena satisfacción de los clientes (interno y externo), a través del mantenimiento y mejoramiento continuo, constante y sistemático de cada estándar, actividad y proceso de trabajo que se opera en la organización, haciéndolo de forma diaria y de forma permanente.” (Suárez, 2007).

El Kaizen abarca al menos cinco características que lo describen:

- Gestionar y /o administrar con Kaizen a la organización
- Enfocarse a los procesos y no a los resultados
- Primero la calidad y luego todo lo demás
- Hablar con datos
- El proceso es el cliente

7.2. Metodología 5S

La filosofía de las 5S se concentra en una efectiva organización del lugar de trabajo, simplifica el ambiente de trabajo y reduce el desperdicio, al tiempo que mejora la calidad y la seguridad.

“El Kaizen o las 5S es un método empleado para reducir la holgura oculta en las fábricas. Las 5S representan las palabras japonesas *seiri*, *seiton*, *seito*, *seiketsu* y *shitsuke*, que colectivamente se traducen en actividad de limpieza en el lugar de trabajo.” (Monden, 1996).

Suárez (2007) define *seiri* como la etapa de organización y separación. *Seiri* significa diferenciar entre elementos de trabajo necesarios e innecesarios del área de trabajo, para descartar lo que no se utilice.

Se utiliza para estandarizar, organizar y seleccionar

- Trabajo en proceso
- Herramientas innecesarias
- Maquinaria no ocupada
- Productos defectuosos
- Papeles y documentos

La organización corresponde al principio *just in time* (JIT) de sólo lo que se necesita, en la cantidad que se necesita, y sólo cuando se necesita. En otras palabras la organización significa retirar de los lugares de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción y de oficina actuales.

Organización no implica deshacerse solamente de los elementos que está seguro no va a necesitar nunca. Ni tampoco significa simplemente ordenar las cosas. La organización significa dejar solo lo estrictamente necesario.

La implantación de la organización crea un entorno de trabajo en el que el espacio, tiempo, dinero, energía y otros recursos pueden gestionarse y usarse más efectivamente. Cuando la primera “S” está bien implantada, se reducen los problemas y molestias en el flujo de trabajo, se mejora la comunicación entre trabajadores, se incrementa la calidad del producto, y se eleva la productividad (Ulloa, 2001).

Suárez (2007) define *seiton* como la etapa de ordenar, colocar en forma ordenada todo los elementos después de *seiri*, de modo que sean de uso fácil y que puedan ser etiquetados para que se encuentren y retiren fácilmente.

“El orden puede implantarse solamente cuando la selección u organización, ya está en práctica. La razón de ello es que no importa lo bien que ordene las cosas, este orden tendrá poco efecto si muchos de los elementos son innecesarios. Similarmente, si la selección u organización se implantan sin orden, es mucho menos efectiva. La organización y el orden funcionan mejor si se ponen en práctica conjuntamente” (Ulloa, 2001).

Seiso consiste en mantener limpio, todo el equipo, máquinas y áreas de trabajo que conforman el ambiente general (Suárez, 2007).

Uno de los propósitos más importantes de la limpieza es convertir la estación de trabajo en un lugar limpio, pulido en el que todos puedan trabajar a gusto. Otro propósito clave es mantener todo en condición óptima, de modo que cuando alguien necesite utilizar algo esté listo para su uso.

La limpieza debe de estar profundamente enraizada en los hábitos diarios de trabajo, de modo que herramientas, equipos y áreas de trabajo estén listos para su uso en todo momento, la limpieza de la fábrica no debe ser una actividad anual, al contrario debe hacerse cada día.

La limpieza juega una parte muy importante para ayudar a la eficiencia y la seguridad en el trabajo. Está también ligada con la moral de los empleados y su actitud hacia las mejoras (Ulloa, 2001).

Seiketsu, significa sistematizar. Extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar de manera continua y sistemática los tres pasos anteriores (Suárez, 2007).

En la estandarización se crean las reglas mediante las cuales las primeras 3S's son implementadas y mantenidas, se deben estandarizar procedimientos de etiqueta roja, estandarizar reglas de áreas de almacenamiento de etiquetas rojas, estandarizar localización, número, y posición de todos los artículos, además de estandarizar programas y procedimientos de limpieza (Ulloa, 2001).

Shitsuke se refiere a disciplina y estandarización. Construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse a las 5S mediante el establecimiento de estándares (Suárez, 2007).

En lo que se refiere a la implantación de las 5S, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras "S" rápidamente se deteriora. Si las recompensas de la implantación de las primeras 4S son mayores que las recompensas de no implantarlos consistentemente, debe ser algo natural asumir la implantación de la quinta "S".

La disciplina quiere decir: adherirse a las reglas, escrupulosamente de esta manera:

- Los procedimientos correctos se han vuelto un hábito.
- Todos los colaboradores han recibido un entrenamiento adecuado.
- Los colaboradores han comprado y se ha logrado un cambio en sus hábitos.

- El área de trabajo está bien ordenada y se maneja bajo estándares acordados mutuamente (Ulloa, 2001).

7.3. Sistema de producción justo a tiempo

Este sistema también conocido como método *just in time* (JIT), consiste en producir los elementos necesarios en las cantidades necesarias y en el momento necesario (Monden, 1996).

Calderón (2004) expresa que justo a tiempo significa que el número exacto de las partes requeridas se lleva a cada etapa sucesiva de producción en el momento adecuado. El concepto de justo a tiempo tiene las siguientes ventajas:

- Reducción del tiempo de entrega
- Reducción del tiempo dedicado a trabajos de no procesamiento
- Inventario reducido
- Mejor equilibrio entre diferentes procesos
- Aclaración de problemas

7.4. Mantenimiento productivo total

El TPM (mantenimiento productivo total) surgió en Japón como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción "*just in time*", la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos, dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, con base en la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM conjuntamente con el TQM (mantenimiento total de la calidad) (Acuña, 2003).

El mantenimiento productivo total tiene como objetivo lograr el máximo aprovechamiento del equipo y minimizar el costo de ciclo de vida de este. Es una metodología nueva y dinámica, basada en el trabajo en equipo para involucrar a todo el personal en las actividades de mantenimiento (Ulloa, 2001).

7.5. Los 7 desperdicios

Calderón (2004) menciona que se han desarrollado varios sistemas de puntos de comprobación de Kaizen para ayudar tanto a los trabajadores como a la administración a estar siempre alertas de las áreas de mejoramiento, como por ejemplo para evitar los “7 desperdicios”, citados por Taiichi Ohno están:

- Sobreproducción
- Tiempo dedicado a la máquina
- Transporte de las unidades
- Procesamiento
- Toma de inventarios
- Movimientos
- Unidades defectuosas

Siendo la sobre producción el enemigo central que lleva al desperdicio en otras áreas. Para eliminar el problema del desperdicio es que se utiliza el concepto de justo a tiempo.

7.6. Eventos Kaizen

El objetivo de los eventos Kaizen es realizar cambios inmediatos por medio de un evento bien organizado y de corta duración. Se incluyen en un programa de mejoramiento continuo basado en el trabajo en equipo y la utilización de las habilidades y conocimientos del personal involucrado.

Para proceder con esta metodología el primer aspecto a considerar son los eventos Kaizen; esta categoría se usa para seleccionar el área para el siguiente evento Kaizen, en esta hay que considerar ciertas reglas tales como: planear los eventos Kaizen al menos un mes antes; los eventos Kaizen deben llevarse a cabo la misma semana del mes, cada mes; esto para que los empleados agarren un hábito. Las áreas escogidas para eventos Kaizen deben de garantizar la necesidad, siempre hay un área por mejorar.

El segundo aspecto es el líder del equipo; esta persona es quien debe de liderar la mayoría de eventos Kaizen, debe considerarse un suplente para esta posición. Luego están los miembros del equipo, para cada evento Kaizen deben de escogerse los miembros al menos 2 semanas antes a la realización del evento.

La fecha y duración, la planificación deberá hacerse al menos 4 semanas antes. Cada evento debe de tener un objetivo estratégico (mejorar la productividad, ampliar un área, reducción de estaciones y distancias, calidad, reducción de inventarios) a través de la implementación de 5S se alcanzan estos objetivos.

Resultados anticipados, es importante que el comité encargado presente los resultados alcanzados posteriores a la ejecución de los eventos Kaizen. La planificación también es importante para los eventos Kaizen, ya que muchos requieren trabajo anticipado.

Deberá de hacerse también un estimado de costos. Comparación de resultados con datos actuales. Deberán de establecerse acciones para cada evento y las mismas deberán completarse en un plazo no mayor a 30 días; las mismas acciones individualmente deberán tener un plazo definido para su ejecución. Deberá haber un responsable para cada acción dentro del grupo de trabajo y finalmente deberá de llevarse a cabo un seguimiento para cada acción y su conclusión (The Kaizen 13, 2006).

8. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS

8.1. Hipótesis

Aplicar Kaizen es aplicar mejora continua, supone un aumento en el nivel de calidad, reducción de costos, aumento de la productividad, reducción de tiempos de entrega y aumento de la flexibilidad en la línea de producción.

8.2. Variables e indicadores

Las variables e indicadores que sustentarán la investigación son las siguientes:

Tabla I. Variables e indicadores

Variables	Indicadores	Observaciones
Eficiencia de los activos operativos	OAE	Se busca obtener un OAE de 42%
Tabletas empacadas	Millones de tabletas empacadas en la línea por mes	
Eficiencia en actividades de mantenimiento preventivo	Tiempo de realización de tipo de limpieza, diaria, semanal y de cambio de formato	Se busca la reducción de un 30%

Continuación de la tabla I.

Variables	Indicadores	Observaciones
Disponibilidad de maquinaria	Tiempo disponible de la máquina para producción	Se busca obtener una disponibilidad \geq 95%
Cumplimiento contra el Plan de Producción mensual	Porcentaje de cumplimiento del programa de producción	Se busca un cumplimiento \geq 98%
Involucramiento del personal operativo en implementación Kaizen	Cantidad de sugerencias de propuestas de mejora por área	

Fuente: elaboración propia.

8.3. Tipo de estudio y diseño de investigación

Se utilizará el estudio descriptivo de enfoque cuantitativo, ya que se recolectarán datos sobre diferentes aspectos de la línea de producción, como se describe en la tabla I.

El diseño de investigación es de tipo transversal ya que los datos son recolectados en un solo momento, en un tiempo único. El propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

8.4. Técnicas de investigación

La técnica a utilizar será la técnica de campo, debido a que permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio y el acopio de testimonios.

Se utilizarán las siguientes herramientas:

- Observación
- Encuestas
- Registro de datos

8.5. Muestreo

Se utilizará el muestreo aleatorio simple, donde todos los individuos tengan la misma probabilidad de ser seleccionados.

8.5.1. Tamaño de la muestra

Las encuestas serán distribuidas a la población completa de la línea de trabajo, la cual está constituida por el personal operativo que se encarga de la operación, mantenimiento y verificación del producto; el detalle se muestra en la tabla II.

Tabla II. **Tamaño de la muestra**

Puesto de Trabajo	Departamento	Cantidad
Operador	Producción	5
Técnico de Control en proceso	Producción	8
Acondicionadora	Producción	5
Empacador	Producción	5
Mecánico	Mantenimiento	4
Electricista	Mantenimiento	3
	Total	30

Fuente: elaboración propia.

8.6. Realizar un diagnóstico de la situación actual

Para la implementación de la metodología Kaizen deberá realizarse un diagnóstico de la situación actual, mediante un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas). Para conocer más a detalle la problemática y sus causas, se elaborará un diagrama causa efecto de la línea de sellado de blíster.

8.7. Definir los problemas a resolver

Serán desarrollados grupos focales en donde se comuniquen la información a los supervisores, jefe de mantenimiento, jefe de electricidad, electrónica e instrumentación, jefe de máquinas y empaque y el jefe de fabricación.

Esto con el objetivo de que todos se encuentren enterados y sea más fácil asignar a los responsables.

8.8. Establecer equipos de mejora (interdepartamentales)

Deberán conformarse equipos interdepartamentales para la implementación de la herramienta (producción, mantenimiento, control de calidad y bodega).

Los equipos de mejora deberán ser por lo menos de 3 a 4 miembros; dichos equipos serán los responsables posteriormente de velar por el cumplimiento de los tiempos estándar y aprovechamiento de recursos en la línea de producción.

8.9. Formar a los equipos en la metodología Kaizen y 5S

Los equipos y el personal operativo serán capacitados en los lineamientos de la metodología de mejora continua y 5S, a través de grupos focales, asimismo se organizará una capacitación con un consultor externo, *Master black belt* en *Lean Six Sigma* con el objetivo de complementar y profundizar en el conocimiento de las herramientas de excelencia operacional.

El objetivo es que estos equipos trasladen los conocimientos adquiridos al personal operativo (comunicación en cascada) y de esta manera contar con todo el personal capacitado.

8.10. Definir roles y responsabilidades

En cada uno de los equipos de trabajo se deberán definir las responsabilidades de acuerdo con el departamento, mantenimiento, producción, control de calidad y almacenes.

Los miembros de los equipos deberán fomentar la participación de los demás colaboradores, con el objeto de que todos den sus propuestas de mejora continua. La obtención de la información se hará mediante un buzón de sugerencias ubicado en los puntos principales de acceso a la planta de producción.

8.11. Identificar las causas que originan los problemas

Este estudio deberá ser realizado por los miembros del equipo, para ello deberán valerse de la observación, acercamiento a los operadores de línea, mecánicos, control en proceso y personal de acondicionamiento, mediante encuestas para obtener la mayor cantidad de información de la línea de producción (problemas principales, paros programados, ajuste de maquinaria, materiales con defecto, entre otros). Las preguntas que se utilizarán en la encuesta serán cerradas politómicas o categorizadas, es decir que se presentarán como respuestas algunas alternativas, para que el encuestado responda según su criterio.

La observación permite acceder a la información real de una situación determinada, ya que es posible ver a los informantes en su propio contexto ecológico y natural de actuación.

La encuesta a utilizar será validada por el jefe de máquinas y empaque y por el supervisor de mantenimiento mecánico.

Deberá realizarse un análisis de la bitácora de la línea de producción en estudio; en este documento el personal de producción y mantenimiento se encarga de anotar todos los paros que afectan la productividad de la línea.

8.12. Definir indicadores

Se definirán los indicadores que permitan verificar la implementación de la metodología Kaizen, tales como eficiencia de los activos operativos (OAE), disponibilidad de maquinaria, reducción de tiempos de cambio de formato, y cumplimiento con el plan de producción.

Dichos indicadores ayudarán a evaluar los resultados de la implementación, una mejora en los indicadores reflejará una correcta aplicación de la metodología Kaizen.

Los datos que se utilizarán para el cálculo de la eficiencia de los activos operativos, abarcan los primeros 6 meses de operación de la línea en estudio. Deberá determinarse:

- Grado de utilización
- Índice de producción
- Tasa de aceptación

Para luego determinar el OAE de la siguiente manera:

$OAE = \text{Grado de utilización} \times \text{índice de producción} \times \text{tasa de aceptación}$

8.13. Establecer acciones de mejora y sus responsables

Los equipos interdepartamentales son los responsables de establecer acciones de mejora y así como los encargados de la ejecución. Las acciones de mejora son tomadas en cuenta de las sugerencias del personal (eventos Kaizen) pequeñas mejoras que no requieren de mayor inversión de recursos, pero que conllevan grandes resultados.

8.14. Eliminar desperdicios

Se implementará 5S y mantenimiento productivo total. Con ello se busca eliminar los 7 desperdicios: sobreproducción, tiempo dedicado a la máquina, transporte de las unidades, procesamiento, inventarios, movimientos y unidades defectuosas.

Dicha reducción ayudará a reducir los tiempos de cambio de formato, cambio de producto y cambio de lote.

La implementación del mantenimiento productivo total se deberá realizar de acuerdo con las fases siguientes:

- Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener el resultado esperado. Al basar las acciones en el resultado esperado, la exactitud y cumplimiento de las especificaciones a lograr se convierten también en un elemento a mejorar.
- Hacer: implementar los nuevos procesos, llevar a cabo el plan. Recolectar datos para utilizar en las siguientes etapas. teniendo el plan bien definido; hay que poner una fecha a la cual se va a desarrollar lo planeado.

- Verificar: pasado un periodo de tiempo previsto de antemano, volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora. Monitorear la Implementación y evaluar el plan de ejecución documentando las conclusiones.
- Actuar: documentar el ciclo. Con base en las conclusiones del paso anterior, elegir una opción: a) Si se han detectado errores parciales en el paso anterior, realizar un nuevo ciclo con nuevas mejoras. b) Si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos. c) Si se han detectado errores insalvables, abandonar las modificaciones de los procesos. d) Ofrecer una retroalimentación y/o mejora en la planificación.

8.15. Diseñar un plan para el mantenimiento del sistema

Deberán quedar establecidos los procedimientos que sirvan de guía y consulta para el personal involucrado y que de esta manera se asegure que las acciones implementadas se mantengan.

Deberá llevarse un registro de:

- Registro de la situación actual, a través de toma de datos y fotografías.
- Registros de resultados: documentar el antes y el después.

Para evaluar la incidencia en los resultados de la aplicación de Kaizen en la línea de producción, se tomarán datos de 3 productos; deberán evaluarse 5 lotes para cada producto.

8.16. Plan de obtención de datos

- Fuente: lotes producidos en 6 meses.
- Localización: planta de producción, línea de sellado de blíster.
- Método de recolección: bitácora, protocolos de producción, observación, órdenes de trabajo de mantenimiento, reporte de tiempo extraordinario.
- Forma de análisis: análisis estadístico de tiempos de producción y paros de la línea, tomando en consideración la velocidad de la línea y la cantidad entregada.
- Variables a medir: unidades entregadas, velocidad de la línea, tiempos de paro, tiempo disponible, tabletas empacadas y tiempos de cambio de formato.

8.17. Análisis de resultados

A partir de la muestra del total de lotes producidos en un período de 6 meses, serán determinados los siguientes indicadores y sus resultados:

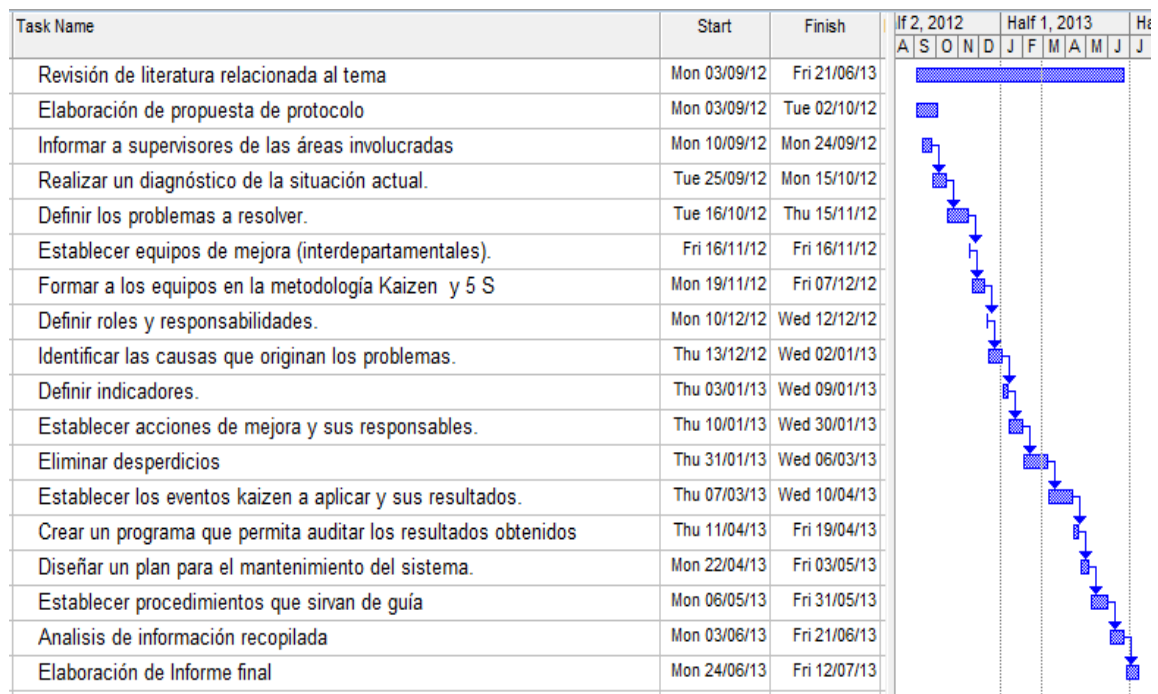
- Determinación de la eficiencia operacional de los activos operativos (OAE); se busca obtener un resultado mayor o igual al 42%.
- Millones de tabletas empacadas en la línea por mes, para verificar el cumplimiento del programa de producción $\geq 98\%$.

- Tiempo de realización de actividades de mantenimiento preventivo (limpiezas diarias y semanales, así como cambios de formato; se busca la reducción de un 30%).
- Tiempo disponible de la máquina para producción, se busca obtener una disponibilidad $\geq 95\%$.

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se presenta en la figura 1 la descripción de las tareas a ejecutar y el período programado para su inicio y finalización.

Figura 1. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

10. RECURSOS FÍSICOS Y FINANCIEROS

Se refiere a los diferentes recursos que serán necesarios para poder desarrollar la investigación que se está proponiendo; esto incluye los materiales e insumos tales como el equipo, papelería, etc. Incluye también el recurso humano y los costos de capacitación.

Tabla III. Recursos físicos y financieros

Materiales e Insumos	Costo Unitario	Costo Total
Pizarra para registro de resultados	Q500.00	Q500.00
Porta hojas de plexiglás para 5S	Q150.00	Q600.00
100 hojas papel bond	Q10.00	Q300.00
Rótulos de Identificación	Q100.00	Q800.00
Uso de computadora para registro y análisis de datos		Q1000.00
Buzón de sugerencias	Q700.00	Q700.00
Recurso humano	Costo unitario	Costo total
Estudiante de maestría	Q100.00 /h	Q20000.00 por 10 meses
Asesor de tesis	Q200.00/h	Q24000.00 por 10 meses

Continuación de la tabla III.

Recurso humano	Costo unitario	Costo total
Practicante de ingeniería	Q50.00/h	Q8000.00 por 10 meses
Capacitación	Costo unitario	Costo total
Curso de mejora continua (20 horas)		Q5000.00
Refrigerios	Q25.00 por persona	Q1250.00
Total		Q62,150.00

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña, J. (2003). *Ingeniería de la confiabilidad*. [en línea]. 1a. ed. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
2. Calderón Torres, L. (2004). *Caso práctico: Aplicación de Kaizen- Kanban en el mejoramiento de la productividad*. [en línea]. (Tesis de maestría) Recuperado de http://infontavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Torres_Calderon_Jose_Luis_45299.pdf [Consulta: 15-12-2012]
3. Chang, R. & Niedzwiecki, M. (1999). *Las Herramientas para la mejora continua de la calidad*. Argentina: Ediciones Granica.
4. Liker, J. (2010). *Las claves del éxito Toyota*. Barcelona: McGraw Hill.
5. Monden, Y. (1996). *El Just in Time hoy en Toyota*. España: Deusto.
6. Suárez, M. (2007). *El Kaizen: La filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por calidad total*. Panorama Editorial.
7. *The Kaizen 13*. [en línea]. (2006) Recuperado de <http://connection.ebscohost.com/c/articles/20232327/kaizen-13> [Consulta: 15-12-2012].

8. Ulloa Ordóñez, G. (2001) *Desarrollo de una guía práctica de mejora continua e innovación para empresas de manufactura de autopartes, basada en metodologías japonesas*. [en línea]. (Tesis de Maestría) Recuperado de icim.com/files/TesisLeanMfrgGabriel.doc [Consulta: 15-12-2012].