



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA  
KAIZEN Y LA HERRAMIENTA 5´S PARA EL INCREMENTO DEL INDICADOR DE  
UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO EN UNA PLANTA  
METALÚRGICA UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

**Paul Gonzalo Escalante Díaz**

Asesorado por el Ing. Walter Emilio Ramírez Córdova

Guatemala, julio de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA  
KAIZEN Y LA HERRAMIENTA 5'S PARA EL INCREMENTO DEL INDICADOR DE  
UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO EN UNA PLANTA  
METALÚRGICA UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**PAUL GONZALO ESCALANTE DÍAZ**  
ASESORADO POR EL ING. WALTER EMILIO RAMÍREZ CÓRDOVA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, JULIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales G.
EXAMINADOR	Ing. David Aldana
EXAMINADOR	Ing. Oscar Maldonado
EXAMINADOR	Ing. Edward Asumanche Morales
SECRETARIO	Ing. Edgar José Bravatti Castro

## 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 INVESTIGACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA  
KAIZEN Y LA HERRAMIENTA 5'S PARA EL INCREMENTO DEL INDICADOR DE  
UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO EN UNA PLANTA  
METALÚRGICA UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 20 de febrero 2015.



**Paul Gonzalo Escalante Díaz**



**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226**

AGS-MGIPP-001-2017

Guatemala, 28 de enero de 2017.

Director  
Roberto Guzmán Ortiz  
Escuela de **Ingeniería Mecánica**  
Presente.

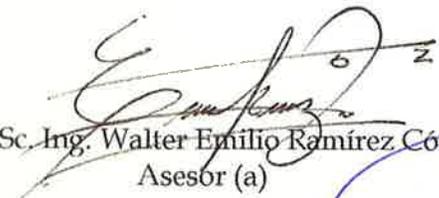
Estimado Director:

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 **Paul Gonzalo Escalante Díaz** carné número **84-10865**, 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,

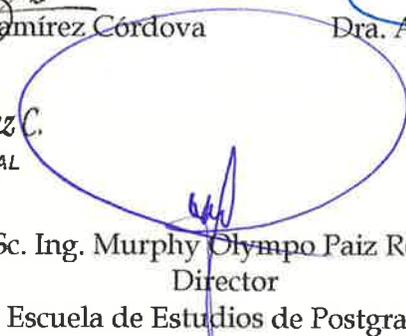
*"Id y Enseñad a Todos"*

  
MSc. Ing. Walter Emilio Ramírez Córdova  
Asesor (a)

*Ing. Walter E. Ramírez C.*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO 10,049

  
Dra. Alba Maritza Guerrero Spínola  
Coordinadora de Área  
Gestión de Servicios

  
ALBA MARITZA GUERRERO DE LOPEZ  
INGENIERA INDUSTRIAL  
COLEGIADA No. 4611

  
MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo  
/la

Ref.E.I.M.201.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación de la Coordinadora del Área de Gestión y Servicios de la Escuela de Estudios de Postgrado, modalidad Pregrado-Postgrado, del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN Y LA HERRAMIENTA 5'S PARA EL INCREMENTO DEL INDICADOR DE UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO EN UNA PLANTA METALÚRGICA UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA** del estudiante **Paul Gonzalo Escalante Díaz**, CUI **2565-57071-0901**, Registro Académico No. **8410865** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Ing. Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



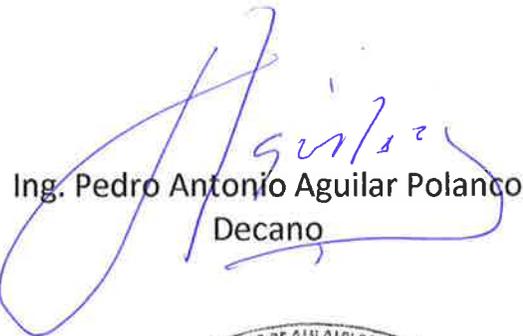
Guatemala, julio de 2017  
/aej



DTG. 326.2017

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, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN Y LA HERRAMIENTA 5'S PARA EL INCREMENTO DEL INDICADOR DE UTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ALAMBRE ESPIGADO EN UNA PLANTA METALÚRGICA UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario: **Paul Gonzalo Escalante Díaz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, julio de 2017

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por regalarme el don de la vida, la capacidad de decidir y de amar.
<b>Mis padres</b>	Gonzalo Escalante y Rosalinda Díaz por ser mis guías del camino.
<b>Mi esposa</b>	Patricia Morales por ser mi compañera de batallas y de aventuras.
<b>Mis hijos</b>	María Fernanda y Paul Andrés por ser la fuente de mi inspiración y por el regalo de amarlos.
<b>Mis hermanos</b>	Marvin, Mario, Chaito, Javier y Rosy mis cómplices que junto a sus familias fortalecen mi alma. Por regalarme el cariño de Luis, Willy y sus familias; por brindarme amistad sincera a lo largo del camino.
<b>Mis amigos</b>	Con especial aprecio y agradecimiento por el apoyo brindado y amistad sincera a través de la carrera como en mi vida cotidiana.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Centro de formación que abrió sus puertas para instruirme.

**Facultad de  
Ingeniería**

Por haberme brindado las herramientas y desarrollado habilidades para lograr una vida con profesionalismo.

**Mi asesor**

Ing. Walter Ramírez por la amistad y apoyo para alcanzar ésta meta.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	IX
1. ANTECEDENTES.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2.1. Problema de investigación.....	7
2.2. Descripción del problema.....	7
2.3. Formulación del problema.....	8
2.3.1. Pregunta central.....	8
2.3.2. Preguntas auxiliares.....	8
2.4. Delimitación del problema.....	9
2.4.1. Límite temporal.....	9
2.4.2. Límite espacial.....	9
2.4.3. Límite institucional.....	9
2.5. Viabilidad.....	9
2.6. Consecuencias.....	10
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
4. OBJETIVOS.....	13
4.1. General.....	13
4.2. Específicos.....	13

5.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
6.	MARCO TEÓRICO.....	17
6.1.	Plantas metalúrgicas.....	17
6.1.1.	Procesos metalúrgicos.....	18
6.1.2.	Trefilación.....	19
6.1.3.	Materia prima para trefilado.....	19
6.1.4.	Variables del proceso de trefilado.....	20
6.1.5.	Producción.....	22
6.1.6.	Sistemas de producción.....	23
6.1.7.	Productividad.....	24
6.2.	Metodología Kaizen.....	25
6.2.1.	Conceptos básicos.....	25
6.2.2.	Origen.....	26
6.2.3.	Objetivo de la metodología Kaizen.....	26
6.2.4.	Principios básicos.....	27
6.2.5.	Implementación de la metodología Kaizen.....	28
6.2.6.	Ventajas de la aplicación de la metodología Kaizen.....	32
6.2.7.	Beneficios de la aplicación de la metodología Kaizen.....	32
6.2.8.	Calidad.....	33
6.2.9.	Calidad total.....	33
6.2.10.	Cultura de la calidad total.....	34
6.2.11.	Principios guías del TQC.....	34
6.2.12.	Cultura de confianza de la metodología Kaizen.....	35
6.3.	Herramienta 5´Ss.....	36
6.3.1.	Concepto.....	36
6.3.2.	Objetivos.....	36

6.3.3.	Principios básicos.....	37
6.3.4.	Significado de las 5´Ss.....	38
6.3.5.	Ventajas de la aplicación.....	40
6.3.6.	Beneficios de la utilización de la herramienta 5´Ss.....	41
6.4.	Indicadores.....	41
6.4.1.	Indicadores de utilización.....	43
6.4.2.	Indicador rendimiento de maquinaria.....	44
6.4.3.	Lugares de almacenamiento.....	45
6.4.4.	Flujo de materiales.....	45
6.4.5.	Principios básicos del flujo de materiales.....	46
7.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO DE INFORME FINAL.....	49
8.	METODOLOGÍA.....	53
8.1.	Diseño de investigación.....	53
8.2.	Enfoque.....	53
8.3.	Tipo de estudio.....	53
8.4.	Alcances.....	54
8.5.	Variables.....	55
8.5.1.	Definición conceptual de las variables.....	55
8.6.	Fases.....	58
8.6.1.	Fase I (Revisión documental).....	58
8.6.2.	Fase II (Diagnóstico).....	58
8.6.3.	Fase III (Análisis de datos).....	59
8.6.4.	Fase IV (Propuesta).....	59
8.6.5.	Fase V (Presentación y discusión de resultados).....	59
8.7.	Resultados esperados.....	59
8.8.	Área de estudio.....	60

8.9.	Población y muestra.....	60
8.9.1.	Población.....	60
9.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	61
9.1.	Técnica de análisis de datos estadísticos.....	61
9.2.	Optimización matemática o lineal.....	62
9.3.	Análisis de contenidos.....	62
10.	CRONOGRAMA.....	63
11.	RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	65
11.1.	Recursos necesarios.....	65
11.1.1.	Humanos.....	65
11.1.2.	Materiales.....	65
11.2.	Factibilidad del estudio.....	66
	BIBLIOGRAFÍA.....	69
	ANEXOS.....	75

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Cronograma de actividades.....63

### TABLAS

- I. Operacionalización de la variable independiente y dependiente.....56
- II. Operacionalización sub variables de la variable dependiente.....57
- III. Recursos necesarios.....66



## GLOSARIO

<b>Acero</b>	Es una aleación maleable de hierro y carbono que contiene, generalmente, ciertas cantidades de otros elementos metálicos y no metálicos.
<b>Alambre espigado</b>	Conjunto de cuatro alambres galvanizados, de los cuales, dos forman el núcleo y los otros dos forman las puntas.
<b>Alambre galvanizado</b>	Alambre de acero cubierto de Zinc por medio del proceso de galvanización por inmersión.
<b>Colaborador</b>	Persona contratada por una empresa para realizar tareas de producción.
<b>Conformado</b>	Conformado de producto, comprende un proceso de manufactura, en el cual se usa la deformación plástica para cambiar las formas de las piezas metálicas.
<b>Materia prima</b>	Se le llama así a todo aquel material que se utiliza para la conformación de un producto.

**Metalurgia**

Conjunto de técnicas para extraer los metales contenidos en los minerales para elaborarlos y darles forma, tales como de varilla, de alambre y clavo.

**Zinc**

Es un metal del grupo de transición en la tabla periódica de elementos, es utilizado principalmente como capa protectora o galvanizador para el hierro y el acero.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas industriales desarrollan las actividades en un entorno competitivo, lo que ha provocado que experimenten altos costos de producción, por lo que es importante buscar que los procesos logísticos sean más rápidos, fiables, flexibles y menos costosos; por tal razón se considera necesario y pertinente realizar este diseño de investigación, en la búsqueda de contribuir a la solución del problema planteado.

La investigación posee enfoque mixto con diseño, alcance y tipo descriptivo, se desarrollará basado en el método científico; persigue contribuir a resolver el problema de baja productividad debido a que no existe una adecuada distribución de la maquinaria en la sección de producción de alambre espigado y el indicador de utilización está por debajo del promedio óptimo, se considera importante la sistematización, organización, adecuada ubicación de las máquinas y mejora de los espacios de trabajo.

Para determinar la situación de la producción de alambre espigado se utilizará la técnica de observación directa del proceso; se realizará un análisis de los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización; se utilizará la técnica de encuesta, aplicando a los operarios un cuestionario estructurado de diez preguntas dicotómicas con dos opciones simples de respuesta, un Diagrama de Flujo de Operaciones, un Diagrama de Recorrido del Proceso y un Diagrama de Ishikawa para comprender mejor el problema; se elaborará la propuesta para el desarrollo de una metodología o un proceso que genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria.

Se propone el índice de contenido para el informe final, de la siguiente manera: en el capítulo uno, antecedentes, en el cual se describirán aspectos generales de la empresa; en el capítulo dos, marco teórico, se desarrollará los temas relacionados a la empresa metalúrgica, procesos de producción, metodología Kaizen y herramienta 5'Ss; el capítulo tres corresponde al diagnóstico de la empresa; capítulo cuatro modelo estratégico a implementar; capítulo cinco, la propuesta, presentación y discusión de resultados. La parte final comprende conclusiones y recomendaciones que se considere pertinentes, la bibliografía utilizada para sustentar el contenido teórico de la investigación y la parte complementaria corresponde a los anexos que respaldarán el trabajo realizado.

Los resultados previstos son: un diagnóstico de la situación de la producción; un análisis de los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización y una propuesta para el desarrollo de una metodología o un proceso que genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria, este último se considera como el aporte que la investigación hará a la empresa y respecto al aporte que hará a la escuela; es un estudio que generará nuevos conocimientos y procesos que pueden ser de utilidad para la realización de futuras investigaciones en el campo de la Ingeniería Industrial.

## 1. ANTECEDENTES

Para contribuir a la solución del problema de baja productividad y de indicadores de producción por debajo del promedio óptimo, se hace necesario partir desde el estado del arte; en materia del presente diseño de investigación se encontró antecedentes de estudios que hacen referencia al problema identificado, describen metodologías utilizadas, herramientas y presentan importantes resultados y conclusiones que aportan información valiosa a tomar en cuenta en la realización de este estudio.

En la tesis de post grado de Maestría en Sistemas de Manufactura, titulada *Análisis y Propuesta de Mejora del Proceso de Manufactura de Productos de Línea Blanca Utilizando la Metodología Kaizen*, presentada ante la Universidad Iberoamericana de Ciudad de México por Pérez (2014, p. 46), se encuentra el siguiente resultado: en producción se incrementó el volumen en 1 100 parrillas diarias (de 9 712 a 10 812) gracias a la eliminación de actividades sin valor agregado que ejecutaban los operadores y que generaban tiempo muerto no registrado; además se eliminaron 2 máquinas del proceso general, lo que permitió liberar espacio y destinar recursos a otras máquinas, con lo cual se mejoró la productividad.

En una de las conclusiones respecto a la utilización de la metodología Kaizen el autor refiere que “es un sistema de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización, no importa a qué actividad se dedique la organización, si persigue o no beneficios económicos, siempre debe mejorar el producto o servicio de tal forma que satisfaga la mayor cantidad de objetivos posibles” (Pérez, 2014, p.67).

Tomando en cuenta lo referido por el autor, se considera que existen razones válidas para pensar que utilizar la metodología Kaizen puede propiciar resultados favorables, en cuanto a la mejora del proceso, organización y distribución de la maquinaria y liberar espacio que permita resolver el problema de baja productividad e incrementar el indicador de utilización en el proceso de producción de alambre espigado, mejorando la calidad del ambiente laboral y de los productos.

En la tesis de post grado de Maestría en Ingeniería en Sistemas Productivos, titulada, *Implementación de la Metodología 5'Ss dentro del Área de Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa*, presentada ante el Instituto Tecnológico de Sonora, México, por Morales, E. (2008) se encuentra, en la presentación de resultados, que en la implementación de *Seiton* (Organización) se separaron los elementos necesarios dentro del área, se procedió a determinar el espacio, óptimo en donde se colocarán dichos elementos; encontradas las mejores localizaciones, fue necesario establecer criterios para el acomodo, basándose en cantidad de herramientas, refacciones, materia prima, de esta manera se asegura la disponibilidad de materiales, equipos, maquinaria, mejorando los espacios, y facilitando el trabajo de los técnicos de mantenimiento (Morales, 2008 p.28).

Tomando en cuenta el argumento del autor citado anteriormente, se puede decir que para facilitar el proceso de manufactura y aumentar la productividad en la sección de producción de alambre espigado de la empresa metalúrgica, deben existir condiciones de trabajo seguras, basadas en planes de mitigación de riesgos y, para mejorar los costos de producción, se debe reducir la distancia en el manejo de materiales y tener una mejor distribución de la maquinaria; por tanto, la organización componente de la herramienta 5'Ss cobra importancia para ser utilizada en el desarrollo de esta investigación.

La tesis de post grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Manufactura, que se titula *Metodología para el Diagnóstico y Mejoramiento de la Productividad en la Pyme*, presentada por Ceronio (2011) ante la Escuela de Ingeniería y Tecnologías de información Programa de Graduados en Ingeniería, Campus Monterrey, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León, México, contiene una conclusión basada en un resultado, el cual hace referencia a la herramienta 5'Ss siendo esta "todo proyecto Lean debe comenzar con la implementación de las 5'Ss y para el presente caso esta herramienta es esencial con la cual se promocionó la limpieza y organización hasta alcanzar el bienestar integral entre los operadores y directores" (2011 p.73), los tiempos de configuración se verán afectados positivamente puesto que las herramientas, equipo y maquinaria están ubicadas correctamente, lo que facilitará la operatividad y la consecuencia será una reducción en tiempos de ciclos y tiempos de demora generando mayor productividad.

Tomando en cuenta la anterior conclusión se considera utilizar la herramienta 5'Ss, debido a que la empresa necesita obtener condiciones óptimas en la sección de producción de alambre espigado, mayor rendimiento de la maquinaria, disminución de la pérdida de tiempo y un mejor aprovechamiento del espacio físico, así como la distribución estratégica de las máquinas y herramientas de trabajo para aumentar la productividad.

En la tesis doctoral titulada, *Diseño de Indicadores de Producción en la Industria de Alimentos de Barranquilla y Cartagena* presentada por Estupiñan (2005) ante la Universidad del Norte, Barranquilla, Atlántico, Colombia, en el análisis de resultados el autor expresa que en la investigación se comprueba que lo planteado en el modelo se ajusta a las condiciones del entorno, como resultado se obtiene la mejora del conocimiento del sector en los factores

definidos como producción, maquinaria y tecnología, logística, recursos humanos, entorno económico y gestión ambiental, lo que permite la creación y adecuación de los Indicadores de gestión en la producción y los resultados obtenidos con los mismos serán de utilidad para avanzar en la dinámica industrial.

El mismo autor refiere también, que los indicadores propuestos son el resultado del análisis realizado al sector producción de alimentos y que se ha seleccionado indicadores que fueron ya diseñados y creado otros, los cuales en conjunto sirven para buscar mejores resultados en la empresa que la diferencien de la competencia (Estupiñan, 2005 p.32).

Se considera que los aspectos tomados en cuenta en este estudio, de los cuales el factor producción y factor maquinaria y tecnología, corresponden a dos de los aspectos importantes para proponer los indicadores de utilización y las fórmulas a emplear en el proceso de la investigación.

En la tesis de post grado de Maestría en Gestión de la Calidad que se titula *Diseño de una Metodología a través de Indicadores Metrológicos que Asegure los Sistemas de Medición en las Industrias Productoras de Artículos Plásticos, para Mejorar la Calidad de los Productos*, presentada por Echeverría (2008) ante la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, se encuentran las conclusiones que de manera resumida expresan lo siguiente: los indicadores constituyen un instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma que se pueda determinar la capacidad y eficacia de los mismos, así como la eficiencia.

El seguimiento y la medición constituyen, por tanto, la base para saber qué se está obteniendo, en qué extensión se cumplen los resultados deseados y por dónde se deben orientar las mejoras, en este sentido; los indicadores permiten establecer, en el marco de un proceso, qué es necesario medir para conocer la capacidad y la eficacia del mismo.

En la tesis de post grado de Maestría en Calidad Industrial con el título *Determinación del Grado de Calidad de una Empresa a Partir de los Indicadores de Gestión*, presentada por Pelayo (2009) ante la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Ciudad de Buenos Aires, Argentina, se encuentra que en el caso de las empresas manufactureras muchas han comenzado un proceso de mejora a partir de estándares y sistemas de calidad definidos, estos están basados en la gestión de los procesos y en la aplicación de metodologías para la mejora continua y como conclusión “ los indicadores de gestión son una herramienta que bien utilizada permite una visión global de la empresa” (Pelayo, 2009 p.96), esta conclusión permite considerar a los indicadores de gestión como herramienta útil en el desarrollo de la investigación.

Lo anterior expuesto por los autores citados permite reconocer que los indicadores más utilizados ayudan a las empresas a determinar si se están manejando acertadamente los recursos y si se logra la productividad deseada, contribuyen a que la gerencia tenga una noción clara de lo que acontece en un momento específico para tomar medidas correctivas oportunas; por tanto, se considera importante los indicadores de utilización en la producción ya que el indicador de capacidad de producción utilizada tiene como objetivo, controlar la productividad de una máquina y, el indicador de rendimiento por maquinaria, tiene como objetivo controlar la productividad de una máquina con respecto a la capacidad máxima de utilización posible.



## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. Problema de investigación**

El problema central de investigación es la baja productividad en la sección de producción de alambre espigado en la empresa metalúrgica, que tiene un indicador de utilización por debajo del promedio óptimo debido a que no existe una adecuada distribución de la maquinaria.

### **2.2. Descripción del problema**

La Corporación Aceros de Guatemala se encuentra conformada por un grupo de cuatro plantas productivas alrededor de todo el país, cuya principal atribución es la elaboración de diversos productos donde la materia prima es el acero. Dentro de las principales plantas productivas se encuentra el parque industrial SIDEGUA (Siderúrgica de Guatemala, S.A.), dicho parque cuenta con una capacidad de producción de 71 000 toneladas métricas mensuales de acero utilizado para la elaboración de palanquilla, alambón, varilla corrugada, varilla lisa de  $\frac{1}{4}$ , clavos, grapas, alambre de amarre, alambre espigado, alambre galvanizado, malla ciclón y malla electro soldada.

En la sección de producción de alambre espigado de la planta, se presenta el problema de baja productividad, que por cálculo de estándar de producción horas/máquina debería estar en un 70 % de utilización y actualmente logra únicamente un 62 %. De acuerdo a los datos históricos de la empresa y la capacidad instalada de cada máquina conformadora de alambre espigado, estas no han alcanzado el valor de utilización trazado.

## **2.3. Formulación del problema**

En la formulación del problema se plantea una pregunta central y tres preguntas auxiliares, a las cuales se busca dar respuesta a través del logro de los objetivos de la investigación.

### **2.3.1. Pregunta central**

¿Cuáles son las metodologías más adecuadas para incrementar el indicador de utilización en el proceso de producción de alambre espigado?

### **2.3.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Cuál es la situación de la producción en la sección de alambre espigado?
- ¿Cuáles son elementos críticos para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de alambre espigado?
- ¿Cómo aplicar las metodologías y herramientas de gestión industrial para mejorar el proceso de retroalimentación del desempeño y generar incremento en el indicador de utilización en la producción de alambre espigado?

## **2.4. Delimitación del problema**

Los límites del problema identificado son los siguientes:

### **2.4.1. Límite temporal**

El tiempo planificado para realizar el estudio es de 15 semanas, iniciando en el mes de febrero y finalizando en el mes julio 2017.

### **2.4.2. Límite espacial**

Municipio de Masagua, del departamento de Escuintla, ubicado en la región Central Sur de Guatemala.

### **2.4.3. Límite institucional**

Aceros de Guatemala S.A. Km. 65,5 carretera antigua a Puerto San José, Masagua, Escuintla.

## **2.5. Viabilidad**

Para encontrar solución al problema identificado se plantea este estudio, el cual se considera viable debido a que se cuenta con la autorización para el acceso a la información, a recursos físicos, materiales y se cuenta con los recursos monetarios necesarios, siendo el financista la empresa metalúrgica Aceros de Guatemala donde se desarrollará la investigación.

## **2.6. Consecuencias del estudio**

Se considera que el estudio traerá como consecuencia para la empresa metalúrgica, mejora continua en la productividad a partir del incremento del indicador de utilización en la producción a través de la distribución adecuada de la maquinaria en la sección de producción de alambre espigado.

Se considera que, al no realizarse el estudio, la empresa metalúrgica seguirá enfrentando el problema de baja productividad y el indicador de utilización en la producción de alambre espigado se mantendrá por debajo del promedio óptimo, lo cual repercutirá notablemente en la rentabilidad de la empresa.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El enfoque primordial de este diseño de investigación corresponde a las líneas de Metodología de Calidad y Producción, en relación con las asignaturas de la Maestría en Gestión Industrial: Principios y fundamentos de calidad y Metodología de la producción, debido a que se utilizará la metodología Kaizen y la herramienta 5'Ss, para mejorar la productividad, aplicando los conocimientos adquiridos, los cuales son necesarios para desenvolverse en el ámbito profesional y empresarial, planteando estrategias para solucionar problemas concretos que se presentan en los procesos productivos de cualquier tipo de industria.

Este estudio se justifica porque se considera necesario resolver el problema de la baja productividad existente dentro de la empresa, lo cual implica concentrar los esfuerzos para lograr el incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado, buscando obtener importantes beneficios, tales como mejora de la productividad, partiendo de la organización de la maquinaria, aprovechamiento de los espacios, orden y disciplina dentro de la sección, un ambiente laboral apropiado, seguridad para los operarios, calidad de los productos. Al mejorar estas condiciones se estará cumpliendo con la responsabilidad empresarial, así mismo se estará contribuyendo con la comunidad de consumo, brindando productos duraderos y a una sociedad más satisfecha en sus necesidades.

La importancia de este diseño de investigación, es que la misma se centra en encontrar solución al problema de baja productividad, basado en la utilización de la metodología Kaizen y la herramienta 5'Ss, para procurar la

organización de la maquinaria, mejorar los espacios asignados para las materias primas, la alimentación y operación de la maquinaria y que permitan incrementar el indicador de utilización en la producción de alambre espigado.

La motivación principal para realizar la investigación, es la oportunidad existente de proponer una metodología o un proceso, que permita a la empresa del sector metal mecánica, incrementar el indicador de utilización en la producción, cumplir con los estándares de calidad y porque es factible de llevarse a cabo, dado a que se cuenta con el financiamiento de la empresa metalúrgica quien es el centro de investigación.

Los beneficios que obtendrá la empresa a través de la investigación son: una metodología o proceso para el incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y, la organización de la maquinaria, un mejor control del proceso, mejora continua y aumento de la productividad.

Los beneficiarios directos de los resultados de la investigación serán los propietarios de la empresa, debido a que contarán con una propuesta para el desarrollo de una metodología o un proceso para el incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria; los beneficiarios indirectos serán ocho colaboradores del área de producción que contarán con espacios óptimos, mejor distribución de la maquinaria y la comunidad de consumo o clientes, quienes se beneficiarán al contar con productos de calidad que cumplan con los estándares y normas vigentes, las cuales determinan los requisitos para un producto resistente, confiable y duradero.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

Utilizar la metodología Kaizen y la herramienta 5'Ss para incrementar el indicador de utilización en la producción de alambre espigado en una planta metalúrgica ubicada en el departamento de Escuintla.

### **4.2. Específicos**

Determinar, a través de un diagnóstico, la situación de la producción de alambre espigado.

Analizar los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción de alambre espigado.

Proponer el desarrollo de una metodología o un proceso que genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria.



## **5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

Las necesidades a cubrir dentro de la sección de producción de alambre espigado son: organización de espacios para materia prima y herramientas de trabajo; ampliación de espacios para traslado de materia prima y de alimentación de las máquinas, redistribución de la maquinaria; necesidad de orden y disciplina para la seguridad de los operarios; necesidad de control del proceso; necesidad de aumentar el rendimiento de la maquinaria; control de la productividad de cada máquina y necesidad de incrementar el porcentaje del indicador de utilización en la producción.

El esquema de solución comprende: determinar las causas y efectos del problema de baja productividad, realizar un diagnóstico de la situación de la producción de alambre espigado; analizar los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción de alambre espigado; proponer el desarrollo de una metodología o un proceso basado en la metodología Kaizen y la herramienta 5'Ss para el incremento del indicador de utilización, la mejora continua en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria.



## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. Plantas metalúrgicas**

Las plantas metalúrgicas pertenecen al sector industrial, incluyen las actividades relacionadas con el procesamiento de metales para la fabricación de piezas, máquinas y herramientas que se necesitan en la industria y en otros sectores de la economía, actividades tales como: fabricación de láminas de acero, acero y planchas para hornos, ingeniería de precisión, construcción de maquinaria eléctrica, fabricación de equipos electrónicos y materiales, para transporte aéreo, terrestre, astilleros entre otros (Payno, 2010, p.2).

Los materiales utilizados son múltiples, de tipo férreo o hierro fundido con aleaciones de níquel, silicio, cromo, aluminio y materiales no férreos como aluminio, cobre, zinc (y respectivas aleaciones), carburos (de tungsteno, tantalio, titanio), cadmio y otros metales, así como materiales plásticos: resinas fenólicas (fenol formaldehído, resorcinol formaldehído), resinas amídicas (urea formaldehído) alquinos poliésteres, sistemas epoxi, resinas termoplásticas (polivinilos: poliestireno, polietileno, polifluor) lubricantes y otros materiales como fibra de vidrio, de asbesto, pinturas esmaltes, metalizados (Payno, 2010, p.4).

Las plantas metalúrgicas, a través de fundición, transforman el acero en productos para la industria de la construcción, entre estos se encuentran: palanquilla, alambón, varilla corrugada, clavos, grapas, alambre de amarre, alambre espigado, alambre galvanizado, láminas, malla ciclón y malla electro soldada, entre otros.

Continuando con Payno (2010, p.12) la metalurgia “constituye los fundamentos científicos y técnicos que se ocupan de investigar los procedimientos mediante los cuales se puede extraer de las minas metales útiles y las operaciones para darles las formas adecuadas que optimicen la posterior utilización”.

La mayoría de los metales que existen en la naturaleza no se encuentran de forma pura, sólo como componentes de algunos minerales. Así mismo, los minerales que son poco reactivos y que pueden ser tratados directamente para la obtención del metal en bruto, se encuentran generalmente en forma de óxidos y/o combinados entre sí. Existe una variedad de procesos que sirven para realizar la recuperación, en su mayoría consiste en tratamientos físicos y químicos de concentración que facilitan la obtención en forma metálica.

La preparación física de los minerales se hace a través de procedimientos mecánicos, estos consisten en separación, trituración y/o molienda, así como la clasificación granulométrica, según sea el caso.

#### **6.1.1. Procesos metalúrgicos**

- Obtención del metal a partir del mineral que lo contiene en estado natural, separándolo de la ganga.
- El afino enriquecimiento o purificación: eliminación de las impurezas que quedan en el metal.
- Elaboración de aleaciones.
- Otros tratamientos del metal para facilitar el uso.

### **6.1.2. Trefilación**

Refiere Aguilar, (s.f., p.2) que “trefilación es el proceso que consiste en el estirado del alambre en frío, por pasos sucesivos a través de dados fabricados de *carburo de tungsteno* cuyo diámetro es paulatinamente menor”.

La disminución de sección genera en el material un aumento de dureza en beneficio de las características mecánicas, como por ejemplo: la flexibilidad; el clavo es uno de los productos que elabora la industria metal mecánica que debe perder flexibilidad y aumentar la dureza, logrando alta resistencia al golpe y buena calidad.

La disminución de sección en el alambre por cada paso es del orden de un 20 % a un 25 % lo que da un aumento de resistencia a la tracción de este material, no es recomendable realizar el proceso a lo largo de más de nueve pasos con el anterior porcentaje de disminución, ya que la ductilidad del mismo no soportaría la tensión ejercida por la máquina. Si se deseara continuar para aumentar la flexibilidad, se debe someter el alambre a un proceso de recocido el cual devuelve al material las características iniciales.

### **6.1.3. Materia prima para trefilado**

Para el proceso de trefilado se utilizan dos tipos de alambre, el alambre grado 1 006 y el grado 1 008, dentro de la industria metal mecánica reciben el nombre de alambrón, son rollos de alambre de gran tamaño que tienen un diámetro por espiral de 5,5 mm. (Morales, L. 2011, p.7).

- Alambre o alambión grado 1 006

Continuando con Morales, L. el alambión grado 1 006, según las normas de calidad (ASTM) A 853 – 98 y (ASTM) A 510 – 00 por las siglas en inglés (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales) las cuales mencionan que los últimos dos números del tipo de grado, hacen referencia a la cantidad porcentual que existe de carbono en el material. A este tipo de materia prima también se le conoce como alambión de bajo carbono, ya que a menor porcentaje de carbono, el material es más propenso a soportar altas cargas de tensión, provocando un estiramiento adecuado sin fracturar el alambre, normalmente con un alambión de bajo carbono, el diámetro original de 5,5 mm puede reducirse a un diámetro final de 1,80 mm.

- Alambión grado 1 008

A diferencia de la materia prima anterior, también se le conoce como alambión de alto carbono, ya que a mayor porcentaje de carbono, el material es menos propenso a soportar altas cargas de tensión, lo que provoca una menor reducción del diámetro original. Las normas de calidad bajo las cuales se trabaja dicha materia prima son las mismas del alambión grado 1 006. Así como el alambión de bajo carbono permite reducciones bastante pequeñas, el alambión de alto carbono sólo logra experimentar reducciones hasta los 3,80 mm.

#### **6.1.4. Variables del proceso de trefilado**

Atienza (2008, p.36) sostiene que “en el proceso de trefilado de alambre o barra es posible identificar una serie de variables que se relacionan con las fuerzas de cuerpo y de superficie que intervienen durante la deformación del alambre: la geometría de la barra y del dado, temperatura, velocidad de trefilado y el coeficiente de fricción entre otros”.

- Geometría del dado

Refiere Morales, L (2007, p.28) que “numerosos estudios han puesto de manifiesto que la geometría del dado tiene una importancia fundamental en el proceso de trefilado” esto debido a que el parámetro de mayor relevancia en la geometría del dado es el ángulo de reducción o el ángulo de la zona donde se produce la deformación del material, los valores normales del mismo oscilan entre 3 y 10°.

- Fuerza de estirado, factor de reducción y número de pasadas

Se llama fuerza de estirado o de trefilado, a la fuerza con que se tira del alambre para hacerlo pasar a través del dado. Es un parámetro básico en el proceso de trefilado que tiene una estrecha relación con el porcentaje de reducción de sección del material.

Cuando mayor es la reducción por paso, mayor fuerza es necesaria, existe un límite máximo del porcentaje de reducción por paso que depende de las características de la máquina, de las propiedades del material y de la calidad de la lubricación. En la práctica, la reducción de área por paso de trefilado rara vez supera el 30 o 35 %. El porcentaje habitual en la industria americana es de 20 %.

Es importante, por tanto, decidir la secuencia de pasadas y los porcentajes de reducción de sección de cada una de ellas, sin embargo, durante la última pasada se utiliza un factor de reducción muy pequeño, con el único objetivo de suavizar e incluso invertir el perfil de tensiones residuales.

- Velocidad de trefilado

Para producir barras con diámetro mayor de 6 mm, se utilizan mesas o camas de estirar que pueden tener hasta más de 30 m de carrera, en este caso son posibles velocidades comprendidas entre los 10 a 30 m/min. Existen máquinas multipasada, cuya velocidad de paso del alambre por el dado irá aumentando al ir reduciéndose la sección del material para mantener constante el caudal y pueden trabajar desde 600 m/min en el caso de alambre de acero hasta 2 000 m/min en materiales no ferrosos.

#### **6.1.5. Producción**

Según Tawfik y Chauvel (1992, p. 41) “se entiende por producción la adición de valor a un bien, producto o servicio, por efecto de una transformación, producir es extraer o modificar los bienes con el objeto de volverlos aptos para satisfacer ciertas necesidades”.

Todos los tipos de producción, a pesar de las notorias diferencias en las entradas, los procedimientos, procesos y la obtención de productos terminados, en esencia son los mismos. Para una empresa la producción tiene como objetivo producir artículos o servicios que se transfieren a los clientes con un valor agregado y por el cual la organización obtiene una utilidad en la venta.

Los tipos de producción de acuerdo a los factores predominantes, es decir como los que tienen mayor influencia en la organización y gestión de la producción se clasifican según Tawfik y Chauvel, de la siguiente manera:

- Por la identificación individualizada del cliente previa a la producción: contra pedido y contra almacén.

- Por el tiempo de utilización del equipo productivo: intermitente y continua.
- Por la forma de combinar y transformar materias primas para obtener el producto final: fabricación y producciones de fabricación y montaje.

#### **6.1.6. Sistemas de producción**

Respecto a los sistemas de producción, explican Tawfik y Chauvel (1992, p.15), que todo sistema se crea para ejecutar una función cuyo cumplimiento implica recursos, los cuales deben estar organizados de forma tal que se logre un conjunto coherente, una vez hecho esto, se habrá llegado a un verdadero sistema.

Los recursos de la empresa son todos aquellos que utiliza un sistema para la producción de un bien o un servicio, estos recursos también se los ha denominado como las cinco P, que se describen de la siguiente manera:

- Personas o mano de obra

Es el factor humano que elabora los productos ya sea manualmente o con el uso de máquinas o herramientas.

- Plantas o fábricas

Tipo de planta tanto en términos de infraestructura física como el equipo necesario y representan la mayor parte de los activos fijos de la organización.

- Partes o materias primas

Son todas aquellas entradas físicas que intervienen en el proceso de transformación para elaborar los productos terminados o salidas.

- Procesos productivos

Son la secuencia de actividades necesarias, para la fabricación de un producto, se inician a partir de las necesidades técnicas que demanda la producción del mismo, de la organización y del personal.

- Planeación y control

Son todos los procedimientos que se siguen para operar el sistema.

#### **6.1.7. Productividad**

Felsinger (2002, p.33) define productividad como “una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, tierra, entre otros, son usados para producir bienes y servicios en el mercado”. Explica el autor que la eficiencia es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada y efectividad es el grado en que se logran los objetivos, se puede decir que la forma en que se obtiene un conjunto de resultados refleja la efectividad que está relacionada con el desempeño, mientras que la manera en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia; la combinación de ambas es la productividad.

La eficiencia es la obtención de los resultados deseados, y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos. La eficiencia se logra cuando

se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos (B. Chase y J. Aquilano, 2009).

Esto indica que la eficiencia requiere de un adjetivo para ubicarla entre los fenómenos que se encuentran en las empresas; es decir, eficiencia técnica o productiva adquiere el significado del grado de cumplimiento de una meta de productividad, de la misma manera, eficiencia comercial o económica se refiere al grado alcanzado de la rentabilidad o economicidad previa en los planes o presupuestos (Martínez, P., 2002 p.29).

La productividad es una medida que muestra de qué manera se están utilizando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios. Para la medición de la productividad en las empresas u organizaciones existen tres tipos de indicadores principales: el económico y financiero, que sirve para la planificación estratégica; el de gestión de procesos para evaluar la calidad de los mismos y el de gestión de recursos humanos, para motivar al personal y modificar conductas.

La productividad depende de varios factores, los más destacados son: la calidad del recurso humano, la razón capital/trabajo, inversiones, la globalización, la investigación, utilización de capacidad instalada, leyes y/o normas gubernamentales e innovaciones tecnológicas, la cuales son la mejora sostenida de la productividad.

## **6.2. Metodología Kaizen**

### **6.2.1. Conceptos básicos**

De acuerdo con Ramos (2014, s.n.) Kaizen significa: mejoramiento continuo, filosofía compuesta de varios pasos que permiten analizar variables

críticas del proceso de producción y buscar la mejora continua de manera consecutiva auxiliándose de equipos multidisciplinarios; por tanto es una filosofía que pretende obtener una mejor calidad y reducción de costos de producción con simples modificaciones diarias. Kaizen no es un simple concepto, es toda una forma de vida que involucra, tanto a gerentes como a trabajadores, en la búsqueda del mejoramiento progresivo de las empresas.

### **6.2.2. Origen**

Continuando con Ramos (2014, s.n.) quien refiere que la metodología Kaizen o mejora continua surge como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial (1,939-1,945) época en la cual Japón se encontraba acabado estructuralmente, ya que las nuevas industrias atravesaban por serias dificultades debido a la falta de inversión, materias primas entre otros, lo que traía consigo bajo estímulo de la fuerza laboral, por lo cual crea la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros e invita a William Edwards Deming y a Joseph Juran a participar en varios seminarios, los aportes de ambos le permitió a la unión japonesa crear nueva metodología para mejorar el sistema empresarial.

Ramos aclara que el término Kaizen es de origen japonés y significa: cambio para mejorar, lo cual con el tiempo se ha aceptado como proceso de mejora continua, la traducción literal del término es: KAI: modificaciones ZEN: para mejorar.

### **6.2.3. Objetivo de la metodología Kaizen**

El objetivo principal de la metodología Kaizen, es la eliminación total de desperdicios, entre las siete mudas clásicas se encuentran: las mudas por sobreproducción, las mudas por exceso de inventarios, las mudas de

procesamiento, las mudas por transporte, las mudas por movimientos, las mudas por tiempos de espera y las mudas por fallas y reparaciones.

#### **6.2.4. Principios básicos**

El principio en el que se sustenta la metodología Kaizen, consiste en integrar de forma activa a todos los trabajadores de una organización en los continuos procesos de mejora, a través de pequeños aportes.

Otro principio básico es la de minimizar los procesos burocráticos de análisis y autorización de soluciones; en caso de que los problemas sean de sustantiva complejidad, la metodología Kaizen propone desmadejar el problema en pequeños hitos de sencilla solución.

Para la implementación de la metodología Kaizen, debe aplicarse como mínimo cuatro principios fundamentales, estos son:

- Optimización de los recursos actuales

La tendencia de las organizaciones que pretenden alcanzar una mejora es dotarse de nuevos recursos, el primer paso consiste en un análisis profundo del grado de utilización de los recursos disponibles, del mismo modo que se buscan alternativas para mejorar el uso y el funcionamiento de estos.

- Rapidez para la implementación de soluciones

Sí las soluciones a los problemas que se han identificado se fijan a plazos largos de ejecución, no se está practicando Kaizen.

- Criterio de bajo o nulo costo

La metodología Kaizen es de mínima inversión que complementa la innovación, de ninguna manera estimula que un parámetro de gestión se mejore mediante el uso intensivo de capital dejando de lado la mejora continua, las alternativas de inversión que propone se centran en la creación de mecanismos de participación y estímulo del personal.

- Participación activa del operario en todas las etapas

Es fundamental que el operario se vincule de forma activa en todas las etapas de las mejoras, incluyendo la planificación, el análisis, la ejecución y el seguimiento.

### **6.2.5. Implementación de la metodología Kaizen**

La implementación de pequeñas mejoras, por más simples que estas parezcan, tienen el potencial de mejorar la eficiencia de las operaciones y lo que es más importante, crean una cultura organizacional que garantiza la continuidad de los aportes y la participación activa del personal en una búsqueda constante de soluciones adicionales (Raez, 2015, p.3).

Una empresa que desee desarrollar una metodología Kaizen deberá cumplir con las siguientes condiciones: alto compromiso de la dirección de la empresa, receptividad y perspectiva respecto a nuevos puntos de vista y aportes, disposición de implementar cambios, actitud receptiva hacia errores identificados durante el proceso, valoración del recurso humano, disposición de elaboración de estándares, que es la garantía para no depreciar las mejoras.

Continuando con Raez (2015, p.4) quien recalca que la metodología Kaizen enseña a no subestimar el impacto de lo simple, ya que la suma de pequeños aportes constituye una gran mejora, debido a que la misma está orientada a las personas y dirigido a los esfuerzos de las mismas, de igual manera resalta la importancia de los procesos ya que estos deben ser mejorados antes de que se produzcan los resultados finales.

La misión organizacional de la metodología Kaizen es mejorar continuamente los productos y servicios para satisfacer las necesidades de los clientes, permitiendo prosperar a la empresa y proveer un retomo razonable de inversiones a los accionistas.

Raez (2015, p.5) explica también que, antes de abordar la metodología Kaizen, la organización ya ha tenido que haber definido la firme intención por parte de la dirección, para el desarrollo de actividades de mejora continua, una vez que se ha superado esta etapa, la siguiente consiste en un diseño de instrucción para inculcar el espíritu Kaizen al personal desde la formación.

Al contar con un líder responsable y convencido se procede a utilizar la herramienta de reconocimiento de problemas, que siempre es un buen punto de origen para implementar un proceso de mejora continua.

Las herramientas que se utilizan en la metodología Kaizen para el reconocimiento y análisis del problemas son: el Diagrama de Pareto, para clasificar los problemas de acuerdo a las causas y fenómeno, en el cual los problemas son diagramados de acuerdo a la prioridad, indicando la cantidad total del valor perdido y el Diagrama de Ishikawa de causa y efecto, para analizar las características de un proceso o situación y los factores que contribuyen a ellas.

También es de mucha utilidad en la metodología Kaizen el llamado Ciclo de Deming, PDCA (del inglés *plan-do-check-acción*, esto es, planificar-hacer-verificar-actuar) también es conocido como Círculo de Deming, ya que fue el doctor Williams Edwards Deming uno de los primeros que utilizó este esquema lógico en la mejora de la calidad y le dio un fuerte impulso (Raez, 2015, p.6).

El Ciclo de Deming constituye una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, también se lo denomina espiral de mejora continua y es muy utilizado por los diversos sistemas empleados en las organizaciones para gestionar aspectos, tales como: calidad (ISO 9000), medio ambiente (ISO 14000), salud y seguridad ocupacional (OHSAS 18000), o inocuidad alimentaria (ISO 22000). El Ciclo de Deming consiste según Raez en:

- Planificar (*Plan*)

Esta etapa es de selección del objeto de mejora, en ella se explican las razones de dicha elección y se definen unos objetivos claros que se deben alcanzar: situación actual y análisis de información o datos del objeto y del objetivo.

- Hacer (*Do*)

Esta etapa corresponde al trabajo de campo de la mejora, los pasos que se incluyen en el hacer consisten en propuestas de solución y rápida implementación de las mejoras de mayor prioridad.

- Verificar (*Check*)

En esta etapa se debe comprobar el objetivo planteado en el plan respecto a la situación inicial que se identificó, este paso incluye: monitorización,

verificación, por ende se comprueba que se estén alcanzando los resultados o en caso contrario se vuelve al Hacer (*Do*).

- Actuar (*Acción*)

Esta es una etapa fundamental en la mejora continua, dado a que se debe asegurar que las mejoras no se deprecien, esto depende del estándar u oficialización de las medidas correctivas.

Para proceder a la estandarización se debe haber comprobado que las medidas han alcanzado los resultados esperados, además, se deberá plantear siempre la posibilidad de seguir mejorando el objeto de análisis, lo cual implica: estandarización y búsqueda de la optimización.

Al poner en práctica la metodología Kaizen, los colaboradores van llevando los estándares a un alto nivel y contribuyen al logro de los objetivos empresariales, por ello es importante que los estándares nuevos creados por mejoras o modificaciones sean analizados y contemplen siempre la seguridad, calidad y productividad de la empresa.

Explica Rosales (2013, p.31) que, entre los seis principales sistemas que conforman la metodología Kaizen están: el Sistema Justo a Tiempo (JIT), el Sistema de Gestión de Calidad Total (TQM), el Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), las actividades de grupos pequeños (entre los cuales se encuentran los círculos de control de calidad), los sistemas de sugerencias, el despliegue de políticas.

### **6.2.6. Ventajas de la aplicación de la metodología Kaizen**

Las ventajas de la puesta en práctica de la metodología Kaizen son las siguientes: reducción de inventarios, productos en proceso y terminados, disminución de la cantidad de accidentes, reducción en fallas de los equipos y herramientas, reducción de los tiempos de preparación de maquinarias, aumento en los niveles de satisfacción de los clientes y consumidores, incremento en los niveles de rotación de inventarios y mejoramiento en la autoestima y motivación del personal (Rosales, 2013, p. 32).

### **6.2.7. Beneficios de la aplicación de la metodología Kaizen**

Continuando con Rosales (2013, p.34) quien explica que son múltiples los beneficios que se logran al aplicar la metodología Kaizen dentro de la organización, ya que esta filosofía de mejoramiento continuo permite alcanzar una mayor productividad y calidad, sin efectuar una inversión considerable de capital. Por otra parte, el Kaizen también es un enfoque humanista, ya que está basado en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar el lugar de trabajo.

Rosales menciona también estos otros beneficios importantes: altos incrementos en materia de productividad, importante reducción en los costos, aumento en la rentabilidad, menores niveles de desperdicios y despilfarros., notables reducciones en los ciclos de diseño y operativos, mejoramiento en los flujos de efectivo, mayor y mejor equilibrio económico-financiero, lo cual trae como consecuencia una mayor solidez económica, ventaja estratégica en relación a los competidores y capacidad para competir en los mercados globalizados.

Continuando con Rosales (2013, p.35), quien explica que la característica principal de la metodología Kaizen es trabajar continuamente para mejorar algo, de manera sencilla pero gradual y que a largo plazo los resultados serán satisfactorios y positivos, logrando la eliminación de desperdicio de tiempo, dinero, materiales, y esfuerzos desaprovechados, elevando la calidad de productos, servicio, relaciones, conducta personal, desarrollo de los empleados, reduciendo costos de diseño, manufactura, inventario y distribución.

#### **6.2.8. Calidad**

La calidad se define como un conjunto de propiedades o atributos que posee objetivamente un producto o servicio y/o como el conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades establecidas o implícitas (Lefcovich, 2005, s.n.).

La calidad se entiende como la característica que permite distinguir y apreciar determinado producto para decidir entre la conveniencia o inconveniencia del uso y distingue también a quienes producen un artículo o proporcionan un servicio, ya que establece la diferencia entre lo bueno y lo malo, entre lo apropiado y lo que no lo es, según sean las necesidades y/o expectativas del cliente.

#### **6.2.9. Calidad total**

La calidad total comprende todos y cada uno de los aspectos de la organización, porque involucra y compromete a todas y cada una de las personas, proporciona una visión más orientada hacia los aspectos humanos y hacia la mejora de los procesos de dirección en las organizaciones.

### **6.2.10. Cultura de la calidad total**

La metodología Kaizen está basada en la Cultura de la Calidad Total (TQC) que tiene como filosofía la calidad como la base para la satisfacción del cliente, orienta la forma como una empresa hace negocios, es un proceso de cambio continuo, visualizando la efectividad de la organización, es participativo en donde los involucrados tienen las condiciones para desarrollar potenciales con sinergismo o con un objetivo común.

### **6.2.11. Principios guías del TQC**

El TQC contiene cuatro principios guías, con los cuales provocará algunos cambios en el antiguo estilo de hacer negocios, siendo estos:

- Satisfacción del cliente

Este debe estar en primer lugar, los productos y servicios deben exceder las necesidades y expectativas de los clientes en todas las áreas de calidad, costos, entrega y tiempo, el objetivo es darle mayor valor al producto por el que los clientes están dispuestos a pagar.

- Mejoramiento del proceso

Todo el trabajo es el resultado de un proceso, TQC se enfoca en dicho proceso hasta comprenderlo, manejarlo y ejecutarlo. Cuando se comprende el proceso, este se podrá mejorar continuamente, La filosofía mercantil tradicional considera la innovación como una fuente de mejoramiento del proceso, la filosofía de TQC dice que la innovación es importante; sin embargo la acumulación de pequeñas mejoras incrementará las ganancias.

- Personas

Para TQC, las personas tienen mayor importancia, los asociados son la fuente principal del mejor desarrollo de los procesos. Se valora la dedicación, el conocimiento y la creatividad de hombres y mujeres, todos tienen la habilidad para contribuir en la misión de mejoramiento constante, enfatizando la cooperación, respeto y la comunicación entre todos los asociados de la organización, esto da como resultado productos y servicios que exceden las expectativas de los clientes.

- Acción basada en hechos

Una cultura de calidad total basa las decisiones en una recopilación de los datos concretos y en un análisis minucioso de los mismos. Es esencial tener la información adecuada para comprender y mejorar el proceso de trabajo, esto representa: hablar con datos, convertir los problemas en datos, resolver los problemas con datos, tomar las decisiones con datos.

- Factores claves para el éxito de TQC

Liderazgo gerencial desde arriba, comprometido y activo, metas claramente extendidas y convenidas, pensamiento innovador, control apropiado del rendimiento del proceso, trabajo en equipo, compartir, promover y reforzar los éxitos, no apegado a la forma antigua y entrenamiento.

#### **6.2.12. Cultura de confianza de la metodología Kaizen**

Un factor importante y fundamental dentro de un equipo humano es la confianza, esta se obtiene tomando en cuenta: el respeto a los demás, la

capacidad de diálogo y de reconocer los propios defectos, motivación para aprender, voluntad permanente para mejorar como ser humano, proceso educacional continuo, trabajo en equipo, hacer contacto personalizado y dar reconocimiento.

### **6.3. Herramienta 5´Ss**

#### **6.3.1. Concepto**

La herramienta o metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60 y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia, tales condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo (Rosas, 2010, p. 1).

#### **6.3.2. Objetivos**

Continuando con Rosas (2010), la metodología Kaizen plantea cuatro objetivos siendo estos:

- Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- A través de un entorno de trabajo ordenado y limpio, se crean condiciones de seguridad, de motivación y de eficiencia.

- Eliminar los despilfarros o desperdicios de la organización.
- Mejorar la calidad de la organización.

### **6.3.3. Principios básicos**

Los cinco pasos del Kaizen también conocido como 5´Ss toman dicho nombre debido a cinco palabras japonesas: *Seiri* clasificación y descarte; *Seiton* organización; *Seiso* limpieza; *Seiketsu* higiene y visualización; *Shitsuke* disciplina y compromiso, estos se constituyen en los principios fundamentales.

Refiere Rosas, (2010, p. 1) que la herramienta 5´Ss, es una práctica de calidad referida al mantenimiento integral de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura, sino del mantenimiento del entorno de trabajo con la colaboración de todos, “esta se aplica en muchos países del mundo con excelentes resultados por la sencillez y efectividad, aplicarla mejora los niveles de calidad, eliminación de tiempos muertos y reducción de costos”.

La aplicación de esta herramienta requiere el compromiso personal y duradero para que la empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene, los primeros en asumir este compromiso son los gerentes y jefes.

#### 6.3.4. Significado de las 5´Ss

- La 1era. *Seiri* (Clasificación y descarte)

Significa separar los materiales, herramientas, maquinaria y equipo necesario e innecesario, manteniendo lo necesario en un lugar conveniente y adecuado, todo aquello que va a ser descartado se coloca en un lugar determinado; un aspecto importante es la clasificación de residuos, tales como: papel, plásticos, metales, entre otros.

- La 2da. *Seiton* (Organización)

La organización trata de cuán rápido se puede conseguir lo que se necesita y cuán rápido se puede devolver a un sitio nuevo, cada herramienta debe tener un único y exclusivo lugar, antes de usarse debe estar disponible y próximo, después de ser utilizada debe volver al mismo sitio; significa tener lo que es necesario, en justa cantidad, con la calidad requerida, en el momento y lugar adecuado.

- La 3era. *Seiso* (Limpieza)

La limpieza es responsabilidad de todos, es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona en el lugar de trabajo que deberá mantener siempre limpia, no debe existir ninguna parte de la empresa sin un colaborador asignado. Todos los colaboradores deberán conocer la importancia de movilizarse en ambientes limpios, retirar cualquier tipo de suciedad antes y después de cada trabajo realizado.

- La 4ta. *Seiketsu* (Higiene y visualización)

La higiene es el mantenimiento de la limpieza y del orden, para obtener calidad es necesario exigir un ambiente limpio que garantice seguridad. La visualización es una técnica muy utilizada en el proceso de mejora continua en la producción, calidad, seguridad y servicio al cliente, consiste en que un grupo asignado por la empresa realiza periódicamente un recorrido en toda la empresa visualizando y registrando todos los puntos que necesitan de mejora.

Una variación mejor y más moderna es el *colour management* o gestión de color, ese mismo grupo en vez de tomar notas de lo observado, coloca una tarjeta roja en aquellas zonas que necesitan mejorar y verde en zonas especialmente cuidadas. En las empresas que aplican códigos de colores, regularmente en cuanto se coloca una tarjeta roja, el trabajador responsable de esa área soluciona rápidamente el problema para que la misma se retire de inmediato.

- La 5ta. *Shitsuke* (Disciplina y compromiso)

Disciplina significa voluntad de realizar bien las tareas, es el deseo de crear un entorno de trabajo con base en buenos hábitos; en suma se trata de la mejora alcanzada con las 4 S anteriores, es el crecimiento humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción, es el mejor ejemplo de compromiso con la mejora continua. Compromiso significa que los colaboradores deben cumplir con las normas, reglamentos y asignaciones que conlleven al logro de los objetivos empresariales.

### 6.3.5. Ventajas de la aplicación

A partir de las definiciones vertidas por Rosas (2010), se puede considerar las ventajas de la aplicación de cada S de la herramienta 5'Ss, expresadas de la siguiente manera:

Las ventajas de la clasificación y descarte son: reducción de necesidades de espacio, *stock*, almacenamiento, transporte y seguros, evita la compra de materiales no necesarios y el deterioro, aumenta la productividad de las máquinas y personas implicadas, provoca un mayor sentido de la clasificación y la economía, menor cansancio físico y mayor facilidad de operación.

Las ventajas que representa la organización son: menor necesidad de controles de *stock* y producción, facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto, menor tiempo de búsqueda de aquello que es de utilidad, evita la compra de materiales y componentes innecesarios, evita gastos de daños a materiales o productos almacenados, aumenta el retorno de capital, de la productividad de las máquinas y personas, provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental y mejor ambiente laboral.

Las ventajas de la limpieza son que proporciona: un ambiente limpio que garantiza calidad y seguridad, reduce la duplicidad de esfuerzos, evita pérdidas, daños materiales y de productos entre otros, permite una buena imagen interna y externa de la empresa.

Entre las ventajas de la higiene y visualización se encuentran: que facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores, evita daños a la salud del trabajador y consumidor, mejora la imagen interna y externa de la empresa, eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.

Las ventajas de la disciplina y compromiso son: que permiten establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza, promover el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes y promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor.

#### **6.3.6. Beneficios de la utilización de la herramienta 5´Ss**

La importancia de los beneficios concretos de la utilización de la herramienta se basa en que: los colaboradores se comprometen, los directivos valoran las aportaciones y el conocimiento, la mejora continua se hace una tarea de todos, se consigue una mayor productividad que se traduce en menos productos defectuosos, menos averías, menor nivel de existencias o inventarios, reducción de accidentes, menos movimientos y traslados inútiles, menor tiempo para el cambio de herramientas, lograr un mejor lugar de trabajo para todos los empleados, mayor conocimiento del puesto y mejor imagen ante la clientela.

Se puede considerar también como beneficio de la aplicación de la herramienta 5´Ss, lo referido por Rosas (2010, p.5) “muchas empresas en varios países del mundo que tienen implantado este sistema demuestran que con la aplicación de las 3 primeras Ss han logrado reducción del 40 % de los costos de mantenimiento, reducción del 70 % del número de accidentes, crecimiento del 10 % de la fiabilidad del equipo y crecimiento del 15 % del tiempo medio entre fallas”.

#### **6.4. Indicadores**

El diccionario de la Real Academia Española (2011) define el vocablo indicador como “todo aquello que indica algo”, por lo tanto es una herramienta

para administrar un proyecto o programa ya que permite saber en qué punto se está entre una situación inicial y la situación deseada.

Refiere Espinoza, (s.f. s.n.) que indicadores “son puntos de referencia, que brindan información cualitativa o cuantitativa conformada por uno o varios datos, constituidos por percepciones, números, hechos, opiniones o medidas, que permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso de evaluación y que guardan relación con el mismo”.

Las mediciones más comunes apuntan a tener indicadores de la productividad de los empleados, del rendimiento de maquinaria; de la calidad de los productos y servicios, de la rentabilidad del negocio, del cumplimiento de plazos, de la eficacia de los procesos, los tiempos de desarrollo de trabajos, el uso de los recursos, el crecimiento, control de costos, el nivel de innovación y desempeño de la infraestructura tecnológica (Luzardo y Vásquez 2010, p.24).

Se puede decir que los indicadores se desarrollan reuniendo datos y se expresan por medio de fórmulas matemáticas, tablas o gráficas que permiten encontrar las diferencias que existen entre lo planeado y lo obtenido y a partir de estos poder tomar decisiones, fijar un objetivo, alinear esfuerzos hacia una meta establecida para lograr el mejoramiento continuo de lo analizado; el análisis de un indicador genera alertas para accionar y mantener la dirección de la organización o el proceso.

Los indicadores son útiles para poder medir con claridad los resultados obtenidos con la aplicación de programas, procedimientos o acciones específicas, con el fin de obtener el diagnóstico de una situación, comparar las características de una población o para evaluar las variaciones de un evento o proceso.

#### **6.4.1. Indicadores de utilización**

Este indicador mide el grado de eficiencia en la utilización de máquinas y quipos, comparado con la capacidad instalada, muestra en qué porcentaje fue aprovechado ese importante recurso, el valor óptimo debería ser 100 %, así que mientras más próximo a este valor se encuentre el indicador, mayor será la eficiencia con que se ha estado administrando este recurso (Luzardo y Vásquez, 2010, p. 25).

Un uso eficiente se logra cuando los máquinas y equipos trabajan alrededor del 100 % de la capacidad propia, por el contrario sobre pasarla incrementa el riesgo de accidentes en los operarios y/o daños a las máquinas y equipos. Cuando se analiza este indicador debe verificarse lo que dice el fabricante.

$$\text{Utilización Máquina} = \frac{\text{Capacidad Utilizada}}{\text{Capacidad Instalada}}$$

Los indicadores de utilización son una manera básica de gestionar, ya que si no se mide lo que se realiza no se puede controlar y si no se puede controlar, no se puede dirigir y por lo tanto no se puede mejorar.

El indicador de utilización está relacionado con las razones que indican los recursos invertidos en relación a la tarea o trabajo y la fabricación de un producto, siendo este: producto/hora.

Los indicadores deben ser datos fiables y veraces, ya que de lo contrario el análisis no será el correcto, los indicadores deben ser simples y claros porque siendo ambiguos hacen que la interpretación sea complicada.

#### 6.4.2. Indicador rendimiento de maquinaria

El objetivo general del indicador de utilización de la maquinaria, es controlar los cuellos de botella, conociendo la capacidad utilizada de cada máquina con respecto a la utilización instalada, el objetivo específico es controlar la productividad de una máquina, con respecto a la capacidad máxima de utilización posible.

El indicador sirve para medir el impacto de la capacidad por máquina utilizada con respecto a la capacidad máxima posible.

Para la planificación y control de la producción se utilizan los siguientes indicadores:

- Indicador capacidad de producción utilizada

Porcentaje de la capacidad disponible actualmente utilizada, calculando la producción actual real dividida entre la máxima producción conseguible en operaciones de 24 horas, 7 días a la semana.

$$\text{Cálculo Valor} = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad instalada}} * 100$$

- Rendimiento por máquina

Nivel de producción real en relación con la capacidad de unidades producidas por una máquina en un período determinado.

$$\text{Cálculo Valor} = \frac{\text{Número de unidades producidas}}{\text{Capacidad instalada}} * 100$$

La periodicidad para los dos indicadores es: diaria con agregación mensual, trimestral y anual. El responsable por el cálculo del indicador es el jefe de operaciones o la persona que está a cargo de la producción.

La fuente de información son los datos necesarios para el cálculo, los cuales son suministrados por el departamento de producción; el área que recibe el indicador es la dirección administrativa, dentro de los cinco primeros días de cada mes.

#### **6.4.3. Lugares de almacenamiento**

Refiere López (2002, p. 23) que “dentro de la cadena de abastecimiento, las áreas para el almacenamiento de las materias primas, tienen un impacto fundamental en el éxito global del proceso”, esto se debe a que cuando se tiene un lugar estratégico, eficaz y organizado para facilitar la preparación y alimentación de las máquinas en ciclos más rápidos, se aumenta la productividad.

#### **6.4.4. Flujo de materiales**

Para lograr que el flujo de materiales sea un elemento que aporte al logro de los objetivos, las áreas de almacenaje deben estar ubicadas en el sitio óptimo, utilizar el equipamiento necesario y soportado por un sistema de información, por ello, el diseño del almacén de materias primas está sujeto al objetivo de preparar y/o alimentar las máquinas en los tiempos precisos para ser eficientes (López, 2002, p. 24).

#### 6.4.5. Principios básicos del flujo de materiales

- Unidad máxima

Cuanto mayor sea la unidad manipulación, menor número de movimientos se deberá realizar y, por tanto, menor será la mano de obra empleada.

- Recorrido mínimo

Cuanto menor sea la distancia, menor será el tiempo del movimiento y, por tanto, menor será la mano de obra empleada. En caso de instalaciones automáticas, menor será la inversión a realizar.

- Espacio mínimo

Cuanto menor sea el espacio requerido, menor será el costo del suelo y menores serán los recorridos.

- Tiempo mínimo

Cuanto menor sea el tiempo de las operaciones, menor es la mano de obra empleada y el *lead time* del proceso y, por tanto, mayor es la capacidad de respuesta.

- Mínimo número de manipulaciones

Cada manipulación debe añadir el máximo valor al producto o el mínimo costo. Se debe eliminar al máximo todas aquellas manipulaciones que no agregan valor al producto.

- Agrupación

Si se consigue agrupar las actividades en conjuntos de artículos similares, mayor será la unidad de manipulación y, por tanto, mayor será la eficiencia obtenida.

- Balance de líneas

Todo proceso no equilibrado implica que existen recursos sobredimensionados, además de generar inventarios en curso elevados y, por tanto, costosos.



## 7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO DE INFORME FINAL

### ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	IX
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Aspectos generales de la empresa	
1.1.1. Historia de la empresa	
1.1.2. Ubicación	
1.1.3. Visión	
1.1.4. Misión	
1.1.5. Estructura organizacional	
1.1.6. Descripción de los productos	
1.1.7. Plantas que integran el parque industrial	

- 2. MARCO TEÓRICO
  - 2.1. Plantas metalúrgicas
    - 2.1.1. Metalurgia
    - 2.1.2. Procesos metalúrgicos
    - 2.1.3. Trefilación
    - 2.1.4. Producción
    - 2.1.5. Productividad
  - 2.2. Metodología Kaizen
    - 2.2.1. Conceptos básicos
    - 2.2.2. Objetivos de la metodología
    - 2.2.3. Importancia
    - 2.2.4. Funcionamiento de la metodología
    - 2.2.5. Ventajas
    - 2.2.6. Beneficios
    - 2.2.7. Sistemas que la conforman
    - 2.2.8. Calidad
    - 2.2.9. Calidad total
  - 2.3. Herramienta 5´Ss
    - 2.3.1. Conceptos básicos
    - 2.3.2. Significado de las 5´Ss
    - 2.3.3. Objetivos
    - 2.3.4. Ventajas
    - 2.3.5. Beneficios de la aplicación
  - 2.4. Indicadores
    - 2.4.1. Definición
    - 2.4.2. Indicadores de utilización
    - 2.4.3. Importancia

### 3. DIAGNÓSTICO

- 3.1. Situación de la producción de alambre espigado
  - 3.1.1. Adquisición de materia prima
  - 3.1.2. Manejo y almacenamiento de materia prima
  - 3.1.3. Suministro y traslado de materia prima
  - 3.1.4. Proceso de trefilado
  - 3.1.5. Producción de alambre espigado
  - 3.1.6. Traslado de producto terminado a bodega
  - 3.1.7. Descripción del recorrido del proceso
  - 3.1.8. Descripción del flujo de operaciones
- 3.2. Elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción
  - 3.2.1. Elementos críticos de la ubicación de la maquinaria
  - 3.2.2. Elementos críticos del indicador de utilización en la producción

### 4. MODELO O ESTRATEGIA A IMPLEMENTAR

- 4.1. Definición de la metodología
  - 4.1.1. Lugares de almacenamiento
  - 4.1.2. Etapas de la distribución física de un almacén
  - 4.1.3. Flujo de materiales
  - 4.1.4. Desperdicio
  - 4.1.5. Manejo de inventarios
  - 4.1.6. Descripción física del área de producción de alambre espigado
  - 4.1.7. Áreas asignadas para inventario de materia prima
  - 4.1.8. Capacidad de materia prima en inventario
- 4.2. Rotación de la materia prima

- 4.3. Costo de almacenaje
- 4.4. Bodega de materia prima
- 4.5. Capacidad productiva de la sección
  - 4.5.1. Sistema de medición del indicador de utilización
  - 4.5.2. Indicadores para almacenamiento
  - 4.5.3. Indicadores de transporte de materiales
  - 4.5.4. Indicador de nivel de productividad de la maquinaria
  - 4.5.5. Indicador de rendimiento de maquinaria
  - 4.5.6. Indicador rendimiento por máquina
  - 4.5.7. Indicador de capacidad instalada
  - 4.5.8. Indicador de utilización en la producción
- 4.6. Costo operacional
- 4.7. Distribución de la maquinaria
  - 4.7.1. Descripción física y operacional de la maquinaria
  - 4.7.2. Descripción de espacio de la sección
  - 4.7.3. Descripción de la ubicación de las máquinas
  - 4.7.4. Organización
  - 4.7.5. Cambios necesarios

## 5. PROPUESTA DE MEJORA

- 5.1. Presentación de resultados
- 5.2. Discusión de resultados

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ANEXOS

## **8. METODOLOGÍA**

### **8.1. Diseño de investigación**

El diseño aplica dentro de la Investigación de campo no experimental, en la cual se colectará la información directamente de las fuentes primarias y no se manipularán las variables, se utilizará la técnica de observación directa y encuesta, el cuestionario será aplicado al personal del área de producción, siendo un total de ocho colaboradores.

### **8.2. Enfoque**

El enfoque del estudio es mixto, porque se utilizará el método cualitativo y cuantitativo. Desde el punto de vista cualitativo se realizará una descripción del proceso de producción de alambre espigado, la materia prima utilizada, herramientas, procedimientos para evaluar el desempeño del personal operativo, así como se describirá la incidencia en la calidad del producto y se empleará técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. Para el análisis de la información, desde el punto de vista cuantitativo se establecerán y representarán, de manera numérica, los indicadores de utilización de la producción.

### **8.3. Tipo de estudio**

El estudio es de tipo descriptivo, aplicado, porque se hará uso de los conocimientos teóricos de la metodología Kaizen herramienta 5'Ss e indicadores de utilización para dar solución a la realidad problemática de la empresa en estudio; se hará una descripción del proceso, con el objetivo de

diagnosticar la situación de la producción de alambre espigado y analizar los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción de alambre espigado para mejorar la productividad y la distribución de la máquinas, lo cual servirá de referencia para la toma de decisiones respecto a los aspectos de mejora. El estudio es transversal debido a que los datos se recolectarán en un tiempo único.

#### **8.4. Alcances**

Los alcances de la investigación que se visualizan desde la perspectiva metodológica cualitativa y cuantitativa son: desarrollar los pasos previamente planificados dentro de cada fase; identificar, comprender, describir, cuantificar las variables a estudiar; establecer los cambios necesarios para una nueva distribución de maquinaria que optimice los espacios asignados para materias primas, que incremente el indicador de utilización en la producción de alambre espigado y mejore la productividad.

Desde la perspectiva técnica se prevé como alcance contribuir a resolver el problema identificado a través de la metodología Kaizen y de la herramienta 5'Ss, que permitan la adecuada distribución de la maquinaria, el espacio para traslado de la materia prima hacia cada una de las máquinas y que facilite proponer el desarrollo de una metodología o un proceso que genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria.

Los alcances esperados desde la perspectiva de resultados son: un diagnóstico de la situación de la producción de alambre espigado; un análisis de los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y una propuesta para el

desarrollo de una metodología o un proceso que genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria.

## **8.5. Variables**

La variable independiente utilización de la metodología Kaizen y de la herramienta 5´Ss por el nivel de medición es: cualitativa nominal y cuantitativa discreta, la variable dependiente incremento del indicador de utilización, por el nivel de medición es: de tipo cuantitativa discreta, la cual será medida a través de los resultados obtenidos de la observación, de los registros del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y en el análisis de la información obtenida.

### **8.5.1. Definición conceptual de las variables**

Variable independiente: utilización de la metodología Kaizen y de la herramienta 5´Ss, el objetivo es mejorar los procesos, organización y orden en el área de producción, disciplina, seguridad para los operarios, mejor ambiente de trabajo, mejora de la calidad, aumento de la productividad y la satisfacción de las necesidades del cliente.

Variable dependiente: incremento del indicador de utilización, dirige todos los esfuerzos y recursos para controlar la capacidad utilizada, mejorar la capacidad instalada de la maquinaria y un mejor aprovechamiento de las instalaciones de la empresa.

Tabla I. Operacionalización de la variable independiente y dependiente

Variable	Concepto operacional	Dimensiones	Tipo de variable	Indicador
<p><b>Independiente</b></p> <p>Utilización de la metodología Kaizen y de la herramienta 5'Ss</p>	<p>Enfocada en el uso eficiente de los recursos de la empresa para mejorar los procesos de producción, la calidad de los productos y lograr la satisfacción de las necesidades del cliente, bienestar, seguridad laboral y elevar la productividad.</p>	<p>Área de producción.</p> <p>Maquinaria.</p> <p>Instalaciones de la planta.</p> <p>Operarios.</p> <p>Bodega de materia prima.</p>	<p>Cualitativa nominal.</p> <p>Cuantitativa discreta</p>	<p>Cumplimiento de la producción programada.</p> <p>Calidad de los productos.</p> <p>Capacidad utilizada</p> <p>Condiciones de trabajo = Accidentes del mes/ Total de anomalías.</p> <p>Cumplimiento de tareas</p> <p>Orden limpieza</p> <p>Reducción de desperdicios.</p>
<p><b>Dependiente</b></p> <p>Incremento del indicador de utilización en la producción</p>	<p>Es un proceso técnico a través del cual, en forma integral, sistemática y continua se valora la productividad del proceso de producción.</p>	<p>Maquinaria.</p> <p>Espacio de ubicación de las máquinas</p>	<p>Cuantitativa discreta</p>	<p>Espacio físico o piso</p> <p>Distribución de la maquinaria.</p> <p>Control del proceso de producción.</p> <p>Indicador de utilización.</p> <p>Indicador rendimiento de maquinaria.</p> <p>Rendimiento por máquina.</p> <p>Capacidad de producción utilizada.</p>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla II. Operacionalización sub variables de la variable dependiente**

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica de recolección de datos e instrumento</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Tipo de análisis</b>
Capacidad instalada,	Maquinaria	Especificación del fabricante.	Revisión documental (instructivo de cada máquina)	Continua	Cuantitativo
Capacidad utilizada.	Producción 24 horas	Indicador de utilización.	Registro de indicadores. Hoja de registro de datos.	Continua	Cuantitativo
Rendimiento de la maquinaria.	Proceso de producción	Productividad	Observación. Hoja de registro de producción obtenida.	Continua	Cuantitativo
Entorno laboral.	Sección de producción	Orden, limpieza, ubicación de la maquinaria	Observación del ambiente de trabajo Hoja de registro. Encuesta cuestionario	Escala de intervalo-ordinal	Cuantitativo-cualitativo
Operatividad de la maquinaria.	Equipo de operarios	Operatividad apropiada	Observación de la producción. Hoja de registro ,Diagrama Flujo de Operaciones	Ordinal	Cualitativo

Fuente: elaboración propia.

## **8.6. Fases**

### **8.6.1. Fase I (Revisión documental)**

En esta fase se consultará literatura relacionada con la temática a abordar, con el objetivo de obtener una base sólida de información respecto al problema planteado y fundamentos para la elaboración del contenido teórico del informe final.

### **8.6.2. Fase II (Diagnóstico)**

En esta fase se recopilará toda la información necesaria a través de observación directa y de encuesta, se aplicará el cuestionario a los ocho colaboradores del área de producción, ambas técnicas serán de utilidad para determinar la situación de la empresa respecto a la producción de alambre espigado y se utilizará el Diagrama de Ishikawa para comprender e interpretar la dimensión del problema en estudio.

Se realizará observación del proceso de producción, se utilizará un Diagrama de Flujo de Operaciones para analizar los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción de alambre espigado, se utilizará un Diagrama de Recorrido del Proceso y se realizará una descripción de los procedimientos de trabajo.

Se revisarán los datos que se tienen de la ubicación de la maquinaria para determinar el valor a incrementar del indicador de utilización. Se realizará un análisis de los espacios que actualmente están asignados para la ubicación de maquinaria, almacenamiento de materia prima y producto terminado y una descripción del manejo de materia prima para la alimentación de las máquinas.

### **8.6.3. Fase III (Análisis de datos)**

En esta fase los datos obtenidos a través de la observación y de los instrumentos utilizados en el proceso de investigación, serán clasificados, organizados, tabulados y representados de manera graficada haciendo uso de los recursos tecnológicos, se hará el respectivo análisis el cual se presentará de manera descriptiva.

### **8.6.4. Fase IV (Propuesta)**

En esta fase partiendo del análisis de contenidos se procederá a proponer el desarrollo de una metodología o un proceso que genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria.

### **8.6.5. Fase V (Presentación y discusión de resultados)**

En esta fase se presentará de manera graficada los resultados obtenidos, utilizando diagramas, gráficos de barra, haciendo uso de recursos tecnológicos como el *software Microsoft Excel* y el análisis será presentado de manera descriptiva utilizando el *software Microsoft Word 2010*, los mismos serán sometidos a discusión.

## **8.7. Resultados esperados**

Los resultados esperados son: un diagnóstico la situación de la producción de alambre espigado; un análisis de los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y una propuesta para el desarrollo de una metodología o un proceso que

genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria.

## **8.8. Área de estudio**

Sección de producción de alambre espigado en el complejo metalúrgico ubicado en el departamento de Escuintla.

## **8.9. Población y muestra**

### **8.9.1. Población**

Para la presente investigación no se realizará muestreo ya que se utilizará la población total compuesta por ocho personas del área de producción de alambre espigado; la unidad de análisis la constituyen 14 máquinas *wafios*.

## **9. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Para la recolección de datos se utilizará la técnica de observación estructurada, la información obtenida se vaciará en un formato u hoja de registro y la técnica de encuesta en la cual se utilizará como instrumento un cuestionario estructurado cerrado con dos opciones de respuesta (Ver anexo B, p.75), que se aplicará a los operarios de las máquinas de la sección, se utilizará un Diagrama de Ishikawa, para establecer las causas y efectos del problema, un Diagrama de Flujo de Operaciones para analizar los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y Diagrama de Recorrido del Proceso para representar el proceso de producción. Las técnicas de análisis de información a utilizar son las siguientes:

### **9.1. Técnica de análisis de datos estadístico**

Para el logro de cada objetivo planteado, la recolección de datos obtenidos de la observación estructurada y del cuestionario estructurado, se organizarán, clasificarán, tabularán y se interpretarán utilizando la estadística descriptiva.

La presentación de los datos se clasificará en diagramas, tablas y gráficas de barra, que serán utilizadas para detectar patrones de comportamiento y determinar si existe una relación entre variables cuantitativas diferentes y cuán fuerte es esa relación entre las variables, el análisis de datos se presentará de manera descriptiva.

## **9.2. Optimización matemática o lineal**

Se utilizará para identificar el mejor resultado posible dado a restricciones concretas a la situación o la selección del mejor elemento de un conjunto de elementos disponibles para resolver el problema y determinar cómo minimizar una variable o maximizar los beneficios.

Posterior a ordenar, clasificar y tabular todos los datos se representarán gráficamente, utilizando recursos tecnológicos como el software *Microsoft Office Excel* 2010 y para la descripción de los procesos y análisis de resultados se utilizará *Microsoft Office Word* 2010.

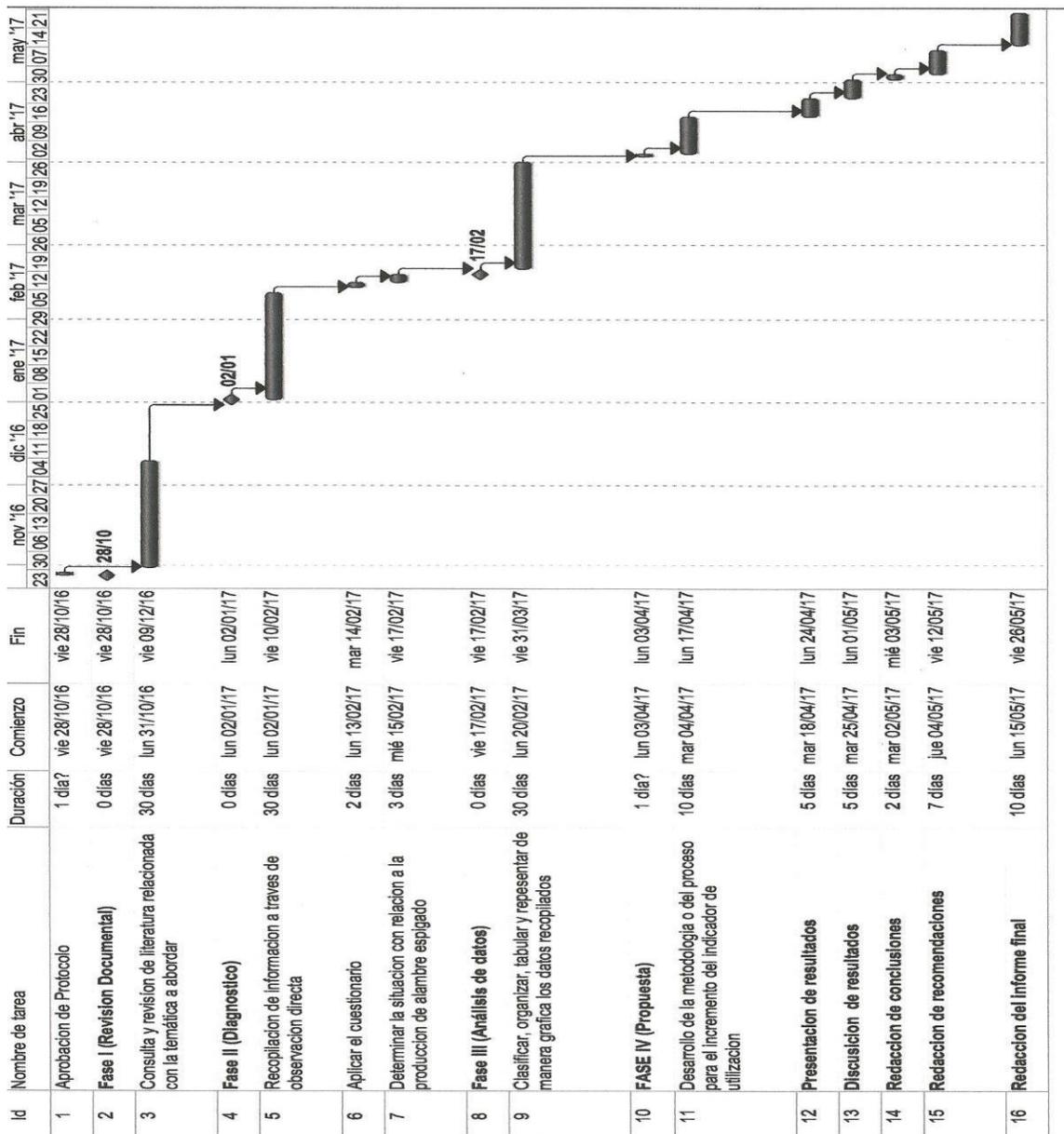
## **9.3. Análisis de contenidos**

Se utilizará toda la información obtenida a través de las técnicas utilizadas en todo el proceso de investigación, la cual se interpretará y se someterá a análisis y a partir del mismo se harán deducciones o inferencias, el análisis permitirá la interpretación de los contenidos y facilitará la presentación de manera descriptiva.

## 10. CRONOGRAMA

Actividades programadas que se ejecutarán posteriormente a la aprobación del protocolo.

Figura 1. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## **11. RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

### **11.1. Recursos necesarios**

Para realizar el estudio se estima como recursos humanos y materiales necesarios los siguientes:

#### **11.1.1. Humanos**

Comprende a las personas involucradas directamente en el proceso de investigación.

- Personal administrativo
- Operarios de la empresa
- Estudiante que realizará el estudio
- Asesor de trabajo

#### **11.1.2. Materiales**

Comprende útiles de oficina, equipo a utilizar y servicios necesarios para desarrollar el estudio.

- Hojas de papel bond tamaño carta
- Bolígrafos
- Folders tamaño carta
- Ganchos para folder
- Tinta para impresora

- Computadora
- Impresora
- Teléfono
- Recarga de teléfono
- Servicio de internet
- Transporte

Tabla III. Recursos necesarios

Concepto	Cantidad	Precio unidad Q	Precio total Q
<b>Recursos humanos</b>			
Honorarios asesor (aporte del estudiante)	1	2 500,00	2 500,00
Honorarios estimados (aporte del estudiante)	4	1 200,00	4 800,00
<b>Recursos materiales</b>			
Hojas de papel bond (resmas)	1	50,00	50,00
Bolígrafos	5	2,00	10,00
Folders	5	1,00	5,00
Ganchos para folder	5	1,00	5,00
Tinta para impresora (frascos)	4	20,00	80,00
<b>Equipo</b>			
Alquiler de computadora	2	100,00	200,00
Alquiler de impresora	2	100,00	200,00
<b>Servicios</b>			
Recarga telefónica	3	100,00	300,00
Internet	3	100,00	300,00
Transporte	10	75,00	750,00
<b>Imprevistos</b>	1	2 400,00	2 400,00
<b>Total</b>			<b>11 600,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 11.2. Factibilidad del estudio

El recurso monetario total para la realización del estudio en moneda nacional es de Q 11 600,00. Se considera que el proceso de investigación es factible.

porque se cuenta con la aceptación y el apoyo de la empresa, quien asumirá el financiamiento de los rubros correspondientes a recursos materiales, equipo y servicios siendo el monto Q 4 300,00 y el aporte del estudiante que realizará el estudio corresponde al rublo de recursos humanos, siendo estos los honorarios estimados para el periodo que durará la investigación y honorarios del asesor, con un total de Q 7 300,00.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, J. (s.f.). *Estirado, Trefilado, Troquelado y Doblado*. Recuperado de [http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro\\_ma/7.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/7.pdf)
2. Atienza, J. (2008). *Tensiones residuales en alambres de acero trefilados*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. España. Recuperado de <http://oa.upm.es/139/1/04200111.pdf>
3. Ceronio, P. (2011). *Metodología para el Diagnóstico y Mejoramiento de la Productividad en la Pyme*. Tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Manufactura. Escuela de Ingeniería y Tecnologías de información Programa de Graduados en Ingeniería, Campus Monterrey, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León, México. Recuperado de <https://repositorio.itesm.mx/ortec/handle/11285/570604>
4. Chase, Richard B. Jacobs, F. Robert & Aquilano, Nicholas J. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
5. *Diccionario de la lengua española (2011). Indicador*. Real Academia Española DRAE. México: Océano.

6. Echeverría, V. (2008). *Diseño de una metodología a través de indicadores metrológicos que asegure los sistemas de medición en las industrias productoras de artículos plásticos, para mejorar la calidad de sus productos* Tesis de post grado de Maestría en Gestión de la Calidad Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6126/1/TE SIS.doc>
7. Espinoza, S. (s.f.). *Concepto de Indicador*. Recuperado de <http://deconceptos.com/general/indicador>.
8. Estupiñan, A. (2005). *Diseño de Indicadores de Producción en la Industria de Alimentos de Barranquilla y Cartagena* Tesis Doctoral presentada por Universidad del Norte, Barranquilla, Atlántico, Colombia, Recuperado de [http://www.laccei.org/LACCEI2005-Cartagena/Papers/ITO78\\_Estupinan-Paipa.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2005-Cartagena/Papers/ITO78_Estupinan-Paipa.pdf)
9. Felsinger, E. (2002). *Productividad, un estudio de caso en un departamento de Siniestro*. Maestría en Dirección de Empresas, Universidad del CEMA Buenos Aires, Argentina. Recuperado de [https://www.ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsinger\\_MADE.pdf](https://www.ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsinger_MADE.pdf)
10. Lefcovich, M. (2005). *Kaizen y Justo a Tiempo en la gestión de la calidad total*. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/kaizen-just-in-time-gestion-calidadtotal>

11. López, S. (2002). *Gestión de almacenes*. Recuperado de <http://ingenieros-industriales.jimdo.com//herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%3n-de-lmacenes/dise%C3B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-distribuci%C3%B3n/>
12. Luzardo, J. & Vásquez G. (2010). *Sistemas de control de Procesos Empresariales por medio de Indicadores de Gestión aplicado al Departamento de Servicio al Cliente en el proceso de Facturación y Atención de Reclamos en la empresa Plásticos S.A. Guayaquil*. Tesis de grado con especialización en calidad procesos. Ingeniería en Auditoría y Control de Gestión con Especialización en Calidad de Procesos. Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/21720>
13. Martínez, P. (2002). *Gestión de la tecnología y desarrollo de negocios tecnológicos*. Chile: Universidad Mayor. Recuperado de [http://aibana.udea.edu.co/producciones/Heberto\\_o\\_t/gestión\\_teno\\_dllo\\_tecno.htm](http://aibana.udea.edu.co/producciones/Heberto_o_t/gestión_teno_dllo_tecno.htm)
14. Morales, E. (2008). *Implementación de la metodología 5'Ss Dentro del área de Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa*. Maestría en Ingeniería en Sistemas Productivos. Instituto Tecnológico de Sonora, México. pdf. Recuperado de <http://www.biblioteca.itson.mx/dac-new/tesis/257-edgar-morales.pdf>

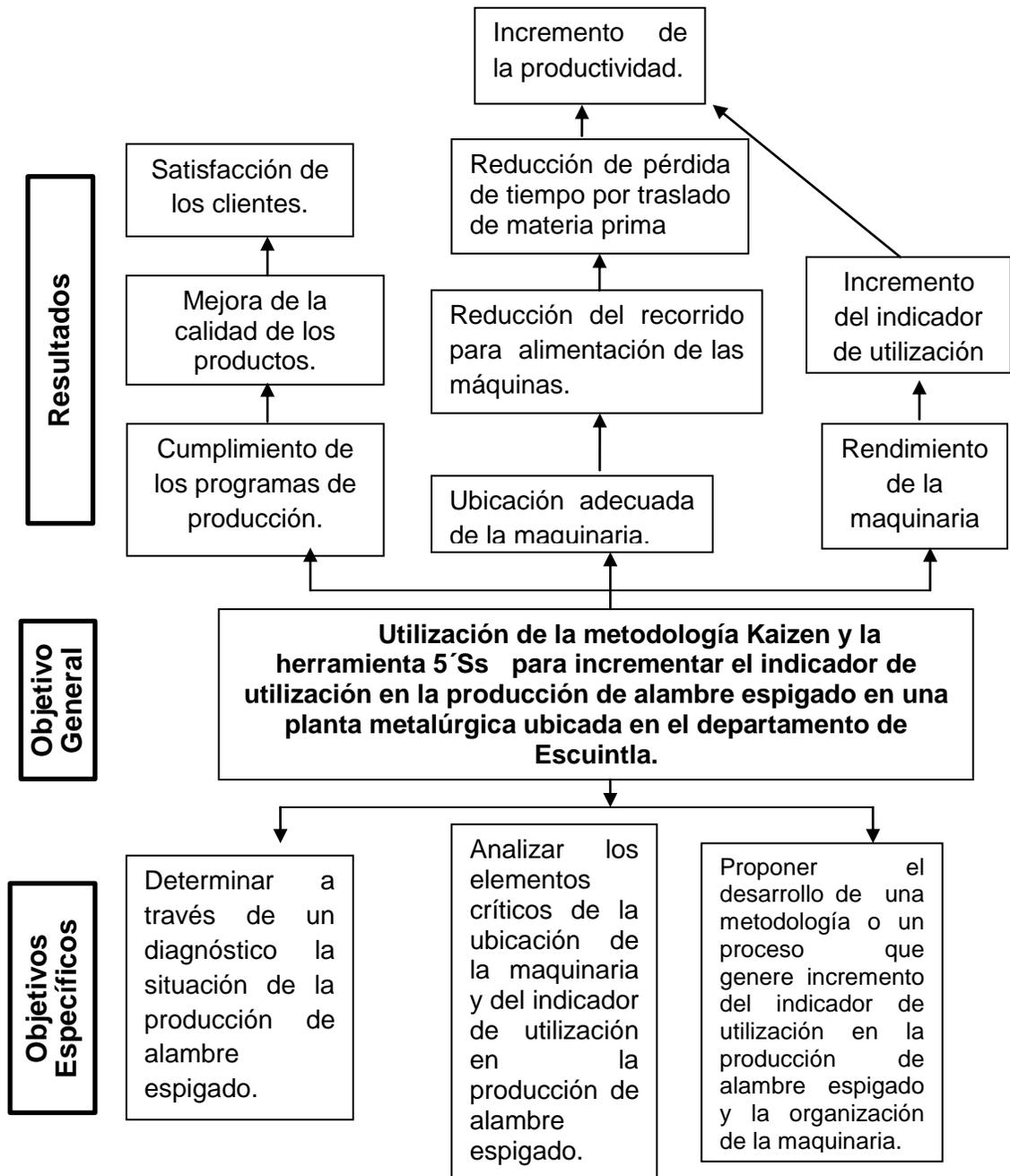
15. Morales, L. (2007). *Optimación de un proceso de trefilado de acero mediante el método de elementos finitos*. Maestría en Ingeniería Mecánica– Mecánica Aplicada. Programa de maestría y doctorado en ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bistream/handle/132.248.52.100/199/moralesacosta.lpdf?sequence=1>
16. Payno, J. (2010). *Metalurgia y Siderurgia. Dpto. de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales*. Publicado bajo licencia Creative Commons. BY-NC-SA. Recuperado de <http://www.ocw.unican.es/./metalurgiaysiderurgia/materiales/Bloque%204%20Siderurgia.pdf>
17. Pelayo, M. (2009). *Determinación del Grado de Calidad de una Empresa a Partir de los Indicadores de Gestión*, estudio de post grado de Maestría en Calidad Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Argentina. Recuperado de <http://www.ingenieria.unlz.edu.ar/ingenieria/?p=1238>
18. Pérez, C. (2014). *Análisis y Propuesta de Mejora del Proceso de Manufactura de productos de Línea Blanca Utilizando la Metodología Kaizen*. Tesis de Maestría en Sistemas de Manufactura. Facultad de Ingeniería, Universidad Iberoamericana Ciudad de México. Recuperado de [www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015814/015814.pdf](http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015814/015814.pdf) 114 pp. pdf.

19. Raez, L. (2015). *Metodología Kaizen*. Recuperado de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>
20. Ramos, C. (2014). *Manufactura Inteligente*. Recuperado de <http://www.manufacturainteligente.com/wpcontent//upload/s2014/11/Kaizen-definición-1.jpg>
21. Rosales, V. (2013). *Kaizen*. Proyecto de Tesis de Maestría. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/226974966/Proyecto-de-Tesis-Perú>.
22. Rosas, J. (2010). *Las 5'Ss herramientas básicas de mejora de la calidad*. Recuperado de <http://www.paritarios.cl/especiallas5s.htm>
23. Tawfik, Louis & Chauvel, Alain M. (1era. ed.). (1992). *Administración de la producción*. México: MacGraw Hill.



# APÉNDICES

## Apéndice 1. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 2. Cuestionario

Instrumento de encuesta que se aplicará a los colaboradores del área de producción de alambre espigado.

### CUESTIONARIO

Lugar y fecha \_\_\_\_\_

Respetable participante, el objetivo de esta encuesta es obtener información que será de utilidad para mejorar la productividad en el proceso de producción de alambre espigado de esta empresa.

Gracias por su colaboración.

**Instrucciones:** por favor marque con una X en el cuadro que aparece a la par de cada opción de respuesta la que considere adecuada.

1. ¿Usted cuenta con el espacio suficiente para tener más de cuatro canastas de alambre galvanizado en cada máquina de espigado?

Si  No

2. ¿Considera que es segura la ruta que existe para el traslado de la materia prima?

Si  No

3. ¿Considera segura la ubicación actual de las máquinas para apagarlas en casos de emergencia?

Si  No

4. ¿Usted puede abastecerse de materia prima sin descuidar la máquina a su cargo?

Si  No

5. ¿Considera que es posible visualizar todas las máquinas desde cualquier ubicación?

Si  No

6. ¿Considera que todas las posibles causas de paro están codificadas para ser reportadas?

Si  No

7. ¿Cuenta con un reloj visible para reportar el tiempo de algún paro de producción?

Si  No

8. ¿Considera que el supervisor toma en cuenta las sugerencias que usted hace, para mejorar la producción?

Si  No

9. ¿Considera que es necesario modificar la distribución de las máquinas para disminuir el tiempo de abastecimiento de materia prima?

Si  No

10. ¿Usted va más de una vez al día por materia prima para alimentar una máquina?

Si  No

Fuente: elaboración propia.



### Apéndice 3. Matriz de coherencia

Preguntas orientadoras	Objetivos	Variables e indicadores	Metodología
<p><b>Pregunta central</b></p> <p>¿Cuáles son las metodologías más adecuadas para incrementar el indicador de utilización en el proceso de producción de alambre espigado?</p> <p><b>Auxiliares</b></p> <p>1. ¿Cuál es la situación de la producción en la sección de alambre espigado?</p> <p>2. ¿Cuáles son los elementos críticos para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de alambre espigado?</p> <p>3. ¿Cómo aplicar las metodologías y herramientas de gestión industrial para mejorar el proceso de retroalimentación del desempeño y generar incremento en el indicador de utilización en la producción de alambre espigado?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Utilizar la metodología Kaizen y la herramienta 5'Ss para incrementar el indicador de utilización en la producción de alambre espigado en una planta metalúrgica.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>1. Determinar a través de un diagnóstico la situación de la producción de alambre espigado.</p> <p>2. Analizar los elementos críticos de la ubicación de la maquinaria y del indicador de utilización en la producción de alambre espigado.</p> <p>3. Proponer el desarrollo de una metodología o un proceso que genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Utilización de la metodología Kaizen y de la herramienta 5'Ss.</p> <p>El objetivo es controlar la capacidad utilizada, para lograr una mejor distribución de las máquinas y aprovechamiento de las instalaciones de la empresa.</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>Cumplimiento de la producción programada. Calidad de los productos. Capacidad utilizada Condiciones de trabajo = Accidentes del mes/ Total de anomalías. Cumplimiento de tareas Orden limpieza Reducción de desperdicios.</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Incremento del indicador de utilización.</p> <p>Dirige todos los esfuerzos y recursos de la empresa hacia la satisfacción de las necesidades del cliente y a proporcionar un valor agregado al producto y/o servicio.</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>Espacio físico o piso Distribución de la maquinaria. Control del proceso de producción. Indicador de utilización. Indicador rendimiento de maquinaria. Rendimiento por máquina. Capacidad de producción utilizada.</p>	<p>El método a utilizar es el de Investigación Científica.</p> <p><b>Fase I.</b></p> <p>La fase revisión documental se iniciará al aplicar los conocimientos de los conceptos relacionados a la investigación científica.</p> <p><b>Fase II.</b></p> <p>En la fase de diagnóstico para la recolección de información se utilizarán las técnicas de observación y encuesta.</p> <p><b>Fase III.</b></p> <p>En esta fase los datos serán procesados y sometidos a análisis</p> <p><b>Fase IV.</b></p> <p>En la fase de propuesta A partir del análisis de los resultados obtenidos se propondrá el desarrollo de una metodología o un proceso que genere incremento del indicador de utilización en la producción de alambre espigado y la organización de la maquinaria</p> <p><b>Fase V.</b></p> <p>Presentación y discusión de resultados</p>

Fuente: elaboración propia.

