



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY

Departamento de Postgrados

MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

MBA – Versión VIII

“Modelo de gestión de desperdicios en la fabricación de transformadores para distribución en el Ecuador”

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Magíster en Administración de Empresas.

Autor:

Ing. José Adolfo Bacuilima Mogrovejo

Director:

Ing. Iván Orellana Osorio, MBA

Cuenca – Ecuador – 2015

Dedicatoria.

A Dios, siempre ha estado y estará junto a mí.

A mis queridos padres, José y Martha quienes son ejemplo de perseverancia, dedicación y amor incondicional, sus consejos guían mi vida y llenan mi corazón.

A mis hermanos Fabián, Marlene y Viviana, su apoyo ha sido el impulso para lograr las metas que me he trazado.

A toda mi familia siempre los tengo presentes.

Agradecimientos.

A mi director de tesis, Ing. Iván Orellana por el gran apoyo brindado y tiempo dedicado en el desarrollo y revisión de este trabajo.

A los integrantes del tribunal, Ing. Benjamín Herrera, Ing. Iván Coronel; por sus valiosas observaciones.

A cada uno de los directivos de las empresas (Ing. Christian Vásquez, Ing. Sebastián Menéndez, Psic. Verónica Salazar, Ing. Jesús Saucedo) por abrirme las puertas para la ejecución de la investigación.

Resumen

El presente trabajo de investigación se realiza en el sector de fabricación de transformadores de distribución del Ecuador, con el propósito de contribuir con la cuantificación de problemas comunes de las empresas, específicamente en la generación de desperdicios desde el punto de vista del valor agregado.

En el marco de la nueva realidad económica y las cambiantes condiciones del entorno, las diferentes teorías se orientan a optimizar los recursos, reducir los tiempos de respuesta, reducir costos y desperdicios a corto, mediano y largo plazo de manera efectiva. El análisis del valor agregado en la cadena de fabricación ofrece un panorama global de los lugares en donde existen potenciales mejoras que se traducen en la reducción al máximo de desperdicios.

Palabras clave

Valor agregado, calidad, productividad, transformadores, mejora continua.

Abstract and keywords**ABSTRACT**

This research work is carried out at the manufacture of distribution transformers sector in Ecuador with the objective to contribute to the quantification of common business problems, specifically in the generation of waste from the value added point of view.

In the context of the new economic reality and the changing environmental conditions, different theories aim at optimizing resources, as well as reducing response times, costs and waste in the short, medium and long term effectively. The analysis of value added in the manufacturing chain provides an overall view of the places where there are potential improvements that result in maximum waste reduction.

Keywords: Added Value, Quality, Productivity, Transformers, Continuous Improvement.



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lourdes Crespo'.

Translated by:
Lic. Lourdes Crespo

Índice del contenido

Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Palabras clave	iv
Abstract and keywords	v
Índice del contenido	vi
Índice de figuras, tablas y anexos	viii
Índice de figuras	viii
Índice de tablas	viii
Índice de anexos	viii
Introducción	1
Objetivos.....	1
Objetivo general	1
Objetivos específicos.	1
1 Materiales y métodos	3
1.1 Descripción del sitio y objetos de estudio.	3
1.1.1 Descripción del sitio. Matriz energética en el Ecuador	3
1.2 Descripción el objeto de estudio. Sector productivo de fabricación.....	5
1.2.1 Estadísticas de transformadores de distribución	5
1.2.2 Objetos de estudio. Empresas fabricantes de transformadores de distribución... 6	
1.3 Revisión bibliográfica.	7
1.3.1 Calidad	7
1.3.2 Gestión por procesos	9
1.3.3 Valor agregado	10
1.3.4 Metodologías de mejoramiento de calidad y productividad.	11
1.3.5 Comparación de las metodologías.....	17
1.4 Aspectos de responsabilidad socio-ambiental con el manejo de Bifenilos policlorados (PCB's)	19
1.4.1 Bifenilos policlorados (polychlorinated biphenyls PCB's).....	19

1.4.2	Normativa y ente regulador.	20
1.5	Estructura utilizada en la investigación.	21
1.5.1	Tipo de investigación.....	21
1.5.2	Métodos.....	21
1.5.3	Técnicas de investigación.....	21
1.5.4	Muestra.....	21
1.5.5	Instrumentos de investigación.....	21
1.5.6	Herramientas.	22
2	Resultados	23
2.1	Cuantificación de la generación de desperdicios dese el punto de vista del valor agregado en la cadena de fabricación.	23
2.1.1	Similitudes.	24
2.1.2	Diferencias.....	24
2.1.3	Responsabilidad socio – ambiental.....	24
2.2	Análisis en empresa piloto.	25
3	Discusión	27
3.1	Causas probables.....	27
3.2	Modelo de gestión, con la aplicación de herramientas que permitan la reducción de desperdicios y sus potenciales beneficios.	27
3.2.1	Descripción del modelo.	28
4	Conclusiones	33
5	Referencias bibliográficas	35
	Anexos	37

Índice de figuras, tablas y anexos

Índice de figuras

Figura 1. Cambio de la matriz energética – Ecuador 2006 – 2016.....	3
Figura 2. Número de transformadores de distribución – Ecuador 2012 - 2014	5
Figura 3. Empresas fabricantes de transformadores de distribución en el Ecuador	6
Figura 4. Elementos genéricos de una ventaja competitiva.....	9
Figura 5. Elementos de un proceso.....	9
Figura 6. Creación de valor por unidad	10
Figura 7. 7 tipos de desperdicios.....	12
Figura 8. Metodología seis sigma.....	14
Figura 9. Medidas globales del Sistema TOC	16
Figura 10. Descripción sumaria de los diversos enfoques: aplicable a diferentes escalas de la empresa y la intensidad del enfoque.	17
Figura 11. Descripción sumaria de los diversos enfoques: extensión de ámbito empresarial y la intensidad del enfoque	17
Figura 12. Resultados en el sector productivo - % de valor no agregado por tipo de desperdicio	23
Figura 13. Resultados en la Empresa C – Diagrama radial, acercamiento al punto óptimo.	26
Figura 14. Valor promedio del valor no agregado en la Empresa C.....	26
Figura 15. Esquema de modelo de Gestión.....	31

Índice de tablas

Tabla 1. Porcentaje de valor no agregado por tipo de desperdicio en el sector de fabricación de Transformadores de distribución en el Ecuador.	23
Tabla 2. Similitudes en el Sector de fabricación de transformadores del Ecuador.	24
Tabla 3. Porcentaje del valor no agregado por tipo de desperdicio	25

Índice de anexos

Anexo 1 . Formato: Entrevista, Tesis – formato – 01, Rev. 01	37
Anexo 2. Formato: Encuesta, Tesis – formato – 02, Rev. 01	40
Anexo 3. Formato: Tabulación de datos, Tesis – formato – 03, Rev. 01	44
Anexo 4. Formato: Resultados, Tesis – formato – 04, Rev. 01	45

Autor: José Adolfo Bacuilima Mogrovejo

“Trabajo de graduación”

Director: Iván Orellana Osorio

Septiembre 2015

“Modelo de gestión de desperdicios en la fabricación de transformadores para distribución en el Ecuador”

Introducción

Objetivos

Objetivo general

Investigar, cuantificar y desarrollar un modelo para la gestión de desperdicios, desde el punto de vista del valor agregado, en el sector de fabricación de transformadores en el Ecuador.

Objetivos específicos.

- 1.1. Investigar la generación de desperdicios dentro del proceso de fabricación en el sector de transformadores para distribución del Ecuador.
- 1.2. Cuantificar la generación de desperdicios en la cadena de fabricación, aplicada en una empresa piloto.
- 1.3. Desarrollar el modelo de gestión, con la aplicación de herramientas que permitan la reducción de desperdicios y sus potenciales beneficios.
- 1.4. Determinar aspectos de responsabilidad social - ambiental con el manejo de PCB's

La creciente demanda de la energía eléctrica junto con los macro proyectos del actual gobierno, para cambiar el uso del gas licuado de petróleo a energía eléctrica implica en mayor parte el cambio en el sistema eléctrico de generación, transmisión y distribución; en esta gran transición, participa directamente como proveedor el sector productivo de transformadores de distribución, que debe estar preparado para los inminentes cambios de la demanda de sus productos exigiendo determinados requisitos en lo que se refiere a aspectos técnicos y de eficiencia energética plasmados en las normas INEN 2120 (Transformadores. Requisitos) e NEN 141 “Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución”.¹

¹ <http://www.energia.gob.ec/plan-de-normalizacion-y-etiquetado/>; Consulta: 25 septiembre del 2015.

El dinámico cambio del mercado, hace que sea necesaria una mejora continua en los procesos de fabricación de transformadores de distribución que permitan un mejor desempeño en toda la cadena de valor. Una adecuada definición de procesos (estratégicos, operativos y apoyo), sus roles, medición, control y comunicación facilitarán la toma de decisiones en la gestión de problemas, en las etapas de identificación y eliminación de la o las causas que generan efectos indeseables desde el punto de vista del valor agregado y que no contribuyen con los objetivos empresariales y a los requerimientos del sector.

La generación de desperdicios, desde el punto de vista del valor agregado, siempre estará presente y además es dinámica, se trasladará de un proceso a otro o dentro de un mismo proceso; la disminución al máximo y en el mejor de los casos la eliminación es el anhelo y objetivo común en todas las organizaciones productivas y de servicios; de allí que es necesaria una gestión adecuada con herramientas de mejora continua de calidad y de productividad, que es a lo que se orienta el presente trabajo de investigación, el determinar situaciones comunes y proponer un modelo de gestión que contribuya al sector de fabricación de transformadores de distribución y consecuentemente incentivar posteriores investigaciones.

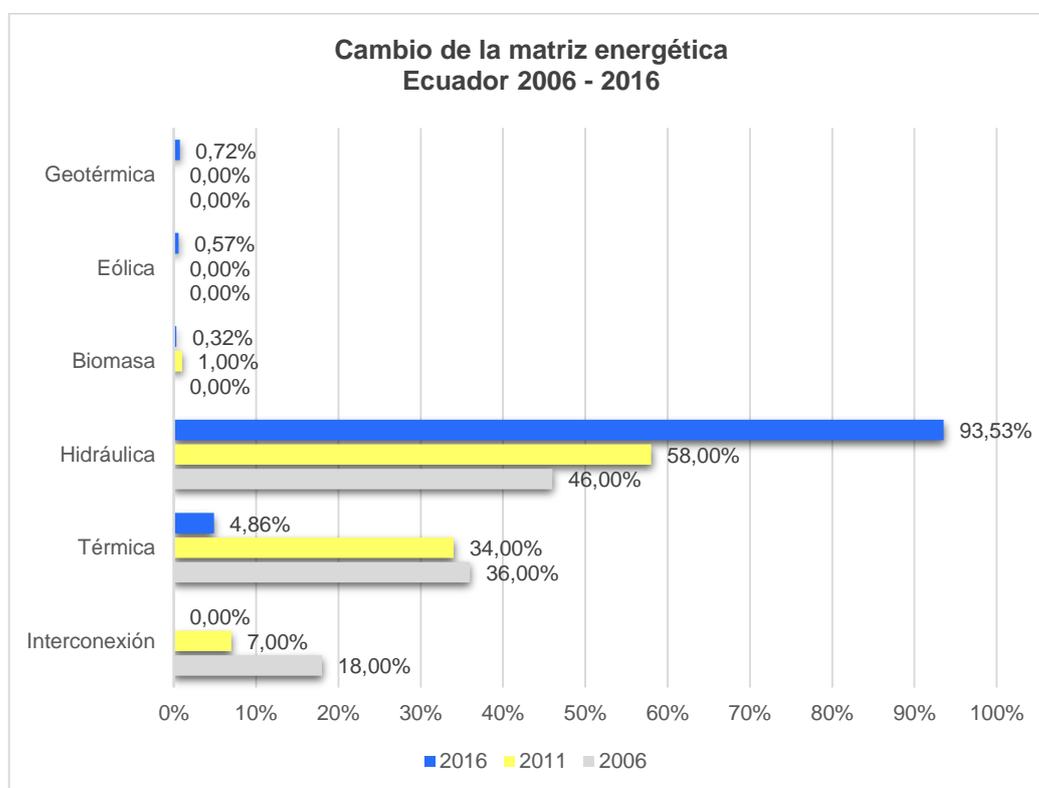
1 Materiales y métodos

1.1 Descripción del sitio y objetos de estudio.

1.1.1 Descripción del sitio. Matriz energética en el Ecuador ²

El gobierno dentro de su cambio de matriz energética tiene planeado reducir el consumo de combustibles fósiles, las emisiones de CO₂ y probablemente luego de concluir con los proyectos el Ecuador será el país con la matriz energética más limpia del planeta, con lo que se espera alcanzar una generación hidroeléctrica del 93,53% para el 2016.

Figura 1. Cambio de la matriz energética – Ecuador 2006 – 2016



Elaborado: Autor

Fuente: <http://www.energia.gob.ec>; Consulta: 17 junio del 2015.

Se observa la disminución entre los años 2006 y 2011 de la generación térmica del 36% al 34% y en la interconexiones del 18% al 7%; mientras que se incrementa la generación hidráulica del 46% al 58%.

² <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/SICPRO1.pdf>; Visión sector eléctrico ecuatoriano beneficios proyecto Mazar; Esteban Albornoz Vintimilla; Consulta: 17 junio del 2015.

Dentro de la eficiencia energética el gobierno intenta cambiar el enfoque de consumo tradicional a uno inteligente de electricidad, en los sectores que se muestran a continuación:³

- **TRANSPORTE:**
 - Introducción de vehículos eléctricos
 - Transporte masivo
 - Metro de Quito
 - Tranvía de Cuenca
- **INDUSTRIA:**
 - Tarifa diferenciada horaria
 - Eficiencia energética para la Industria
- **RESIDENCIAL:**
 - Sustitución de cocinas de GLP por cocinas eléctricas
 - Sustitución de Refrigeradoras ineficientes
 - Introducción de Focos Ahorradores
 - Señal tarifaria
- **ALUMBRADO PÚBLICO:**
 - Sustitución de lámparas
 - Alumbrado público eficiente.

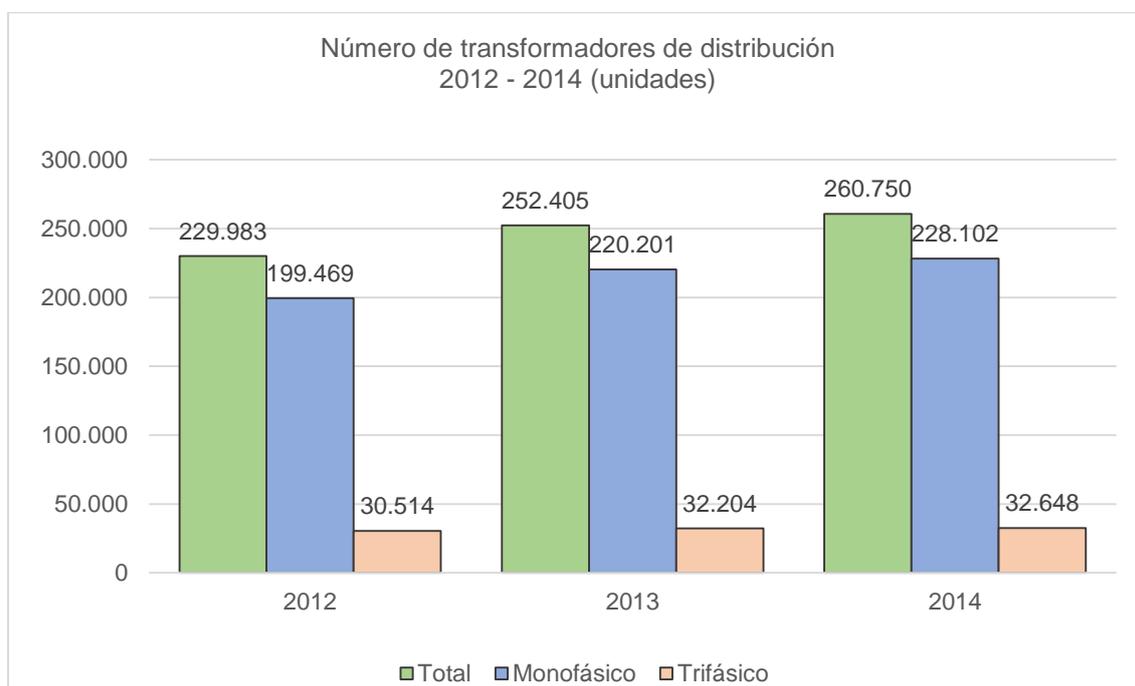
³ <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/SICPRO1.pdf>; Visión sector eléctrico ecuatoriano beneficios proyecto Mazar; Esteban Albornoz Vintimilla; Consulta: 17 junio de 2015.

1.2 Descripción el objeto de estudio. Sector productivo de fabricación.

1.2.1 Estadísticas de transformadores de distribución

El comportamiento del mercado de transformadores de distribución en el Ecuador provee un panorama global, con el cual las empresas fabricantes adoptarán estrategias para adelantarse a los continuos cambios de las exigencias del sector, con metas objetivas y realistas; a continuación se analizan los datos entre los años 2012 al 2014.

Figura 2. Número de transformadores de distribución – Ecuador 2012 - 2014



Elaborado: Autor

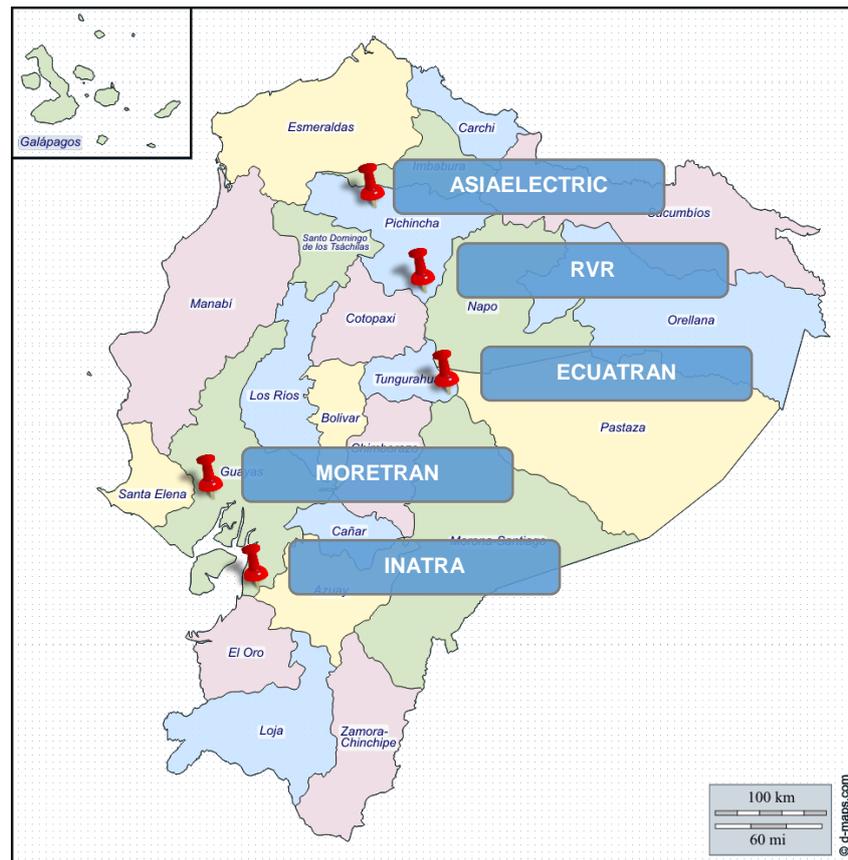
Fuente: <http://www.energia.gob.ec>; Consulta: 29 junio del 2015.

De acuerdo a los datos del CONELEC se observa en el **Figura 2** el comportamiento de la cantidad de transformadores de distribución monofásicos y trifásicos en el Ecuador, con incrementos del 9.75 % entre los años 2012 – 2013 y del 3.31 % entre los años 2013 – 2014. En el último periodo de análisis (año 2014) del CONELEC se evidencia un total de 260.750 transformadores (228.102 monofásicos y 32.648 trifásicos)

1.2.2 Objetos de estudio. Empresas fabricantes de transformadores de distribución.

Las empresas fabricantes de transformadores de distribución que abastecen al mercado ecuatoriano, se encuentran distribuidas a lo largo del territorio en las diferentes ciudades de la costa y sierra. (**Figura 3**)

Figura 3. Empresas fabricantes de transformadores de distribución en el Ecuador



Elaborado: Autor

Fuente de la ilustración: http://d-maps.com/carte.php?num_car=38891&lang=es ;

Consulta 03 de julio del 2015

Tan importante como el obtener un producto o servicio demandado por el cliente, también lo es la gestión eficiente de los recursos con la máxima calidad posible. En la actualidad los mercados globalizados son muy competitivos en donde los consumidores pueden escoger entre una amplia gama de productos que cumplen con sus diversas expectativas y necesidades particulares. Es por lo que las empresas ven como una de sus prioridades satisfacer estos requerimientos y ofrecer productos de calidad.

1.3 Revisión bibliográfica.

Se ve la necesidad de realizar una revisión bibliográfica para tratar de aclarar los fundamentos teóricos desde el punto de vista de algunos autores, que han contribuido con sus estudios al desarrollo de las diferentes metodologías de gestión de calidad y productividad en los diversos sistemas productivos alrededor del mundo.

Los sistemas productivos y de servicios en la actualidad tienden a organizarse y gestionar basándose en tres objetivos: (Arbós, 2012, pág. 83)

1. La producción y los procesos, métodos de trabajo y gestión de los recursos.
2. El mercado y los productos y su adaptación a la flexibilidad que exigen.
3. Recursos humanos y su formación, motivación, incentivación y participación.

1.3.1 Calidad

La calidad es “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos” (ISO:9000, 2005, pág. 8). Se podría también conceptualizar como un conjunto de requisitos que el cliente requiere para satisfacer sus necesidades desde diferentes dimensiones como son rendimiento - características - confiabilidad - conformidad - durabilidad - facilidad de servicio - estética – calidad percibida (Garvin, 1988, pág. 40); por otra parte también es la percepción recibida por el cliente ya que juega un papel importante al momento de la compra y pueden ser influenciados por el desempeño, características garantía, precio y reputación (Gupta, 2009, pág. 30); de acuerdo al Dr. Juran, la calidad puede ser definida como “fitness to use” y “fitness to purpose” que podría ser traducido “ajustado o apto para el uso” y “ajustado o apto para el propósito” respectivamente, esto para cumplir con las especificaciones del cliente y más allá, para ampliar el concepto, exceder o sobrepasar las expectativas del cliente (Juran, 2010) ya que el cliente compara el mismo producto de entre diferentes marcas evaluando el costo – beneficio.

De acuerdo a la ASQ (American Society for Quality), la calidad es un término subjetivo con definiciones propias para cada persona o sector. En el uso técnico, calidad tiene dos significados: ⁴

1. Las características de un producto o servicio que pueden tener en la capacidad de satisfacer necesidades declaradas o implícitas y,
2. Un producto o servicio libre de deficiencias;

⁴ <http://asq.org/glossary/q.html>; American Society for Quality (ASQ); Consulta: julio 8 del 2015

De una u otra forma la calidad debe ser definida de acuerdo a lo que el cliente espera del producto o servicio y deben ser definidos en *términos medibles* dentro de los límites de variabilidad⁵; el no cumplir con estos requisitos representa perder dinero para la empresa, es así de simple como eso, sin embargo algunas compañías no miden el costo de la mala calidad (Harrington, 1987, pág. 3)

Brindar un producto de buena calidad es menos costoso para la empresa, que el ofrecer que uno con no calidad; esto representa errores o deficiencias en toda la cadena de valor; tanto así que mientras más tarde se identifique mayor será el costo. Identificar las actividades que no agregan valor en la materia prima es muy diferente a identificarla en el proceso de fabricación y en el peor de los casos cuando es identificado por el cliente, ya que en este punto este tendrá una mala percepción del producto o servicio adquirido afectando la confiabilidad y en el futuro cambiando de proveedor al sentirse no satisfecho.

Tradicionalmente se entendía por calidad únicamente al control mediante chequeos y pruebas de muestras del producto terminado, es decir ya cuando el producto estaba fabricado, lo que representa pérdidas para la empresa; en la actualidad el concepto ha trascendido más allá considerando las necesidades de todas las personas involucradas e interesadas en el producto o servicio “stakeholders” que son tanto los clientes internos, externos y proveedores, identificando de acuerdo a la ISO 9000:2005 los 8 principios de la gestión de la calidad. ⁶

1. Enfoque al cliente.
2. Liderazgo.
3. Participación del personal.
4. Enfoque basado en procesos.
5. Enfoque de sistema para la gestión.
6. Mejora continua.
7. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.
8. Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.

Superar las expectativas del cliente será alcanzable a través de un conjunto de métodos bien definidos durante el diseño, producción y entrega de los productos (K.S. Krishnamoorthi, 2012) en cada uno de los procesos de la cadena de valor; llegando a ser la calidad un parámetro crítico en la toma de decisiones.

La ventaja competitiva se debe identificar o crear para luego potencializarla; los elementos genéricos o comunes para la mayoría de las empresas en los cuales se puede desarrollar o sostener a una ventaja competitiva se muestran en la **figura 4**.

⁵ Quality Engineering & Management; Technische Universität München; Prof Martin Grunow; Session 1.1: Defining Quality; pág. 5

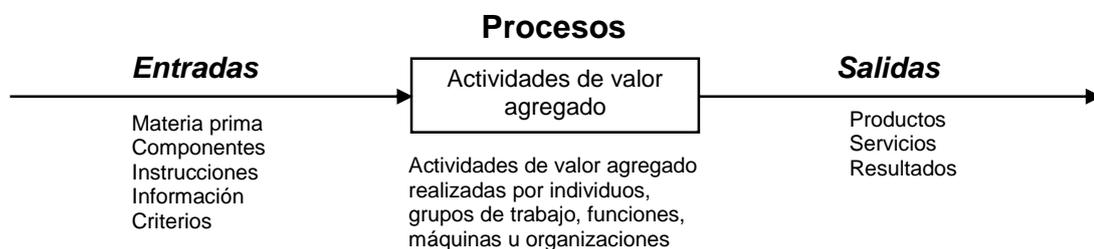
⁶ ISO 9000:2005 Sistema de gestión de calidad – fundamentos y vocabulario; págs. vi

Figura 4. Elementos genéricos de una ventaja competitiva

Fuente: *Administración estratégica 8va edición; Charles W. L. Hill, Gareth Jones; págs. 80*

1.3.2 Gestión por procesos

De acuerdo a la norma ISO 9000:2005 los resultados se alcanzan más eficientemente cuando la empresa se orienta a la gestión por procesos. Un proceso es un conjunto de actividades comunes e interrelacionadas que aportan valor agregado a las entradas transformándolas en salidas o productos.

Figura 5. Elementos de un proceso

Fuente: *Administración de la calidad; Donna Summers; págs. 202*

Definir los procesos estratégicos, operativos y de apoyo de la empresa, para que funcionen como un sistema, con objetivos comunes interrelacionados son importantes para lograr satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, “El principal objetivo de la gestión por procesos es aumentar los resultados de la empresa a través de conseguir niveles superiores de satisfacción de sus clientes” (Velasco, 1999, pág. 175). La mejora continua de los procesos con las diferentes teorías de administración se orientan, además de la mejora de la calidad y seguimiento de la satisfacción de todas las partes interesadas, a optimizar los recursos a través de:⁷

⁷ Gestión de la calidad orientada a los procesos; José Antonio Pérez Fernández de Velasco; págs. 175

- ✓ Reducir los costes innecesarios: reducción de despilfarro e ineficiencia, eliminando actividades sin valor añadido.
- ✓ Acortar plazos de entrega: reducción del tiempo de ciclo.
- ✓ Mejorar la calidad y el valor percibidos por el cliente.
- ✓ Incorporar actividades adicionales de servicio, de escaso costo, cuyo valor será fácil de percibir por el cliente.

La gestión por procesos facilitará a la administración, sumado a su compromiso, liderazgo y herramientas de análisis y mejora, a gestionar de una forma sistemática orientada a la mejora continua y optimización de recursos.

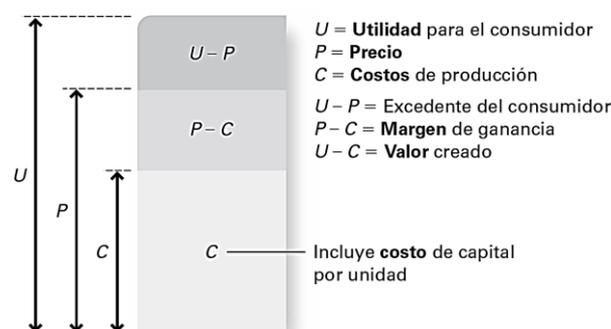
1.3.3 Valor agregado

Las actividades de valor agredo son aquellas que dentro de un proceso o sistema transforman materia prima, partes o componentes, etc., en productos o servicios útiles para el cliente. (Summers, 2006, pág. 380). El adicionar valor agregado en un producto o servicio, conlleva a obtener una rentabilidad para la empresa; un producto con deficiencia o exceso de valor se convertirá tarde o temprano en pérdida.

El mantenerse y liderar dentro de un mercado depende de poseer una ventaja competitiva como factor diferenciador de la empresa y que cree valor, esto va de la mano con la rentabilidad, la cual depende de tres factores (Charles W. L. Hill, 2009, pág. 80):

1. (U) el valor o utilidad que los clientes asignan a los productos de la compañía, refleja la utilidad que es función de sus atributos que obtienen los clientes
2. (P) el precio que la empresa cobra por sus productos y
3. (C) los costos que representan crear esos productos.

Figura 6. Creación de valor por unidad



Fuente: Administración estratégica 8va edición; Charles W. L. Hill, Gareth Jones; págs. 80

1.3.4 Metodologías de mejoramiento de calidad y productividad.

Los resultados satisfactorios a nivel macro serán consecuencia de una adecuada identificación de los procesos y más adelante de la gestión; el establecimiento de estrategias de manera coherente será una clave para potencializar dichos procesos, convirtiéndose en una ventaja competitiva dentro del sector que se desenvuelven.

Actualmente existen filosofías que se orientan a lograr que las empresas sean más eficientes mediante la orientación a la mejora de la calidad y los procesos, desde el proveedor hasta el cliente; se realiza una breve descripción de los modelos para la solución de problemas más conocidos en la actualidad.

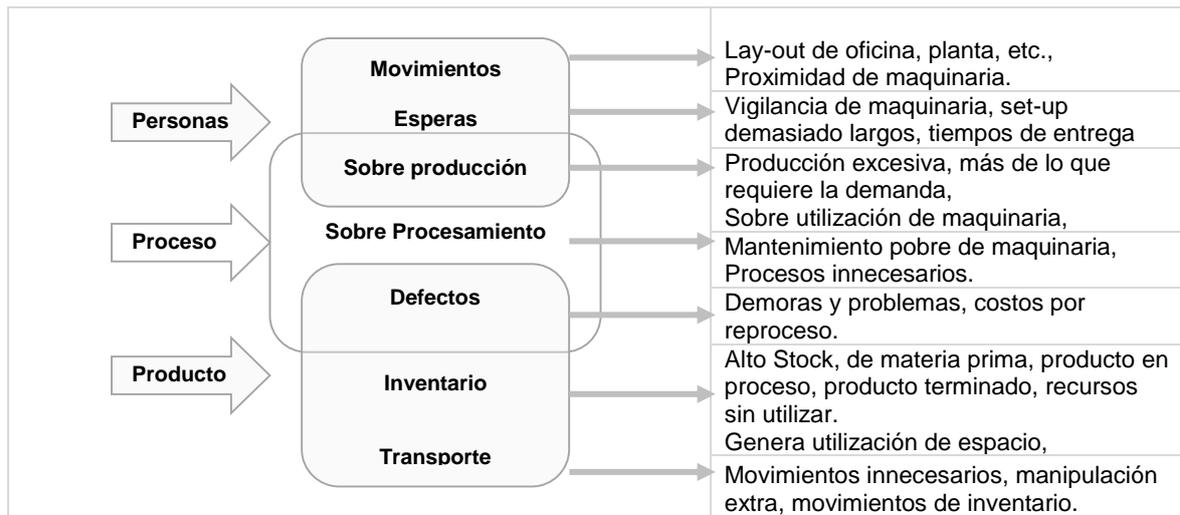
1.3.4.1 Sistema Lean

Luego de la Segunda Guerra Mundial (1945) y su efecto en Japón, Eiji Toyoda de la compañía Toyota viajó a Norteamérica hacia las fábricas de automóviles para aprender e implantar los conocimientos en las plantas de Toyota, con la colaboración de Taiichi Ohno y Shigeo Shingo introdujo y mejoró continuamente un sistema de manufactura el cual se enfocó en la reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor (desperdicios) y que los clientes no estaban dispuestos a pagar; los conceptos y técnicas son conocidas ahora como el Sistema de Producción Toyota (TPS, Toyota Production System) popularizado en Estados Unidos como Lean Manufacturing (en plantas de producción) y Lean enterprise (en empresa de servicios). (George Alukal, 2006, pág. 2).

Más que una metodología es una cultura basada en 5 valores fundamentales como son: Genchi Gembutsu (ir y ver en la fuente), Kaizen (mejora continua), desafío, trabajo en equipo y respeto; con el uso de herramientas y técnicas para la eliminación de desperdicios (*muda*) (Bhasin, 2015, pág. 92).

Desperdicio

En japonés su traducción es *muda*, en inglés *waste* que significan despilfarro o gasto (Barraza, 2007). Cualquier actividad que no agrega valor es clasificada como muda. Las personas al igual que otros recursos como los materiales y las maquinarias pueden o no aportar valor. (Imai, 2012, pág. xvii).

Figura 7. 7 tipos de desperdicios.

Fuente: <http://wenku.baidu.com/view/0cd642785acfa1c7aa00cc9a.html>; *Advanced Lean*
Module; págs. 19; Consulta: julio 17 del 2015

Principios Lean (James P. Womack, 2010)

El pensamiento Lean propone un método para especificar el valor, siguiendo las secuencias eficientes en un flujo continuo de valor ininterrumpido y orientado a la mejora continua, se rige en los siguientes principios fundamentales:

1. *Valor.*- Lo define el consumidor final, satisface del consumidor final a un precio concreto y momento determinado .
2. *Flujo de valor.*- conjunto de todas las actividades requeridas por las que debe pasar por las tres tareas críticas: Solución de problemas (concepción, diseño e ingeniería, lanzamiento a la producción); Gestión de la información (recepción del pedido a la entrega con una programación detallada); Transformación física (desde la materia prima hasta el producto terminado en manos del consumidor).

En el análisis de flujo de valor casi siempre mostrará tres tipos de acciones:

- a) Pasos cuya creación de valor es inequívoca.
 - b) Pasos que no crean valor, pero son inevitables por los recursos disponibles (muda tipo I).
 - c) Pasos adicionales que no crean valor, se pueden evitar inmediatamente (muda tipo II).
3. *Flujo.*- Flujo continuo sin interrupciones.
 4. *Halar.*- Hacer exactamente lo que el cliente desea en el momento que lo solicita.
 5. *Perfección.*- mejora continua Kaizen.

1.3.4.2 Administración total de la calidad

La Administración total de la calidad (Total Quality Management TQM) inició como un término acuñado por el Comando Naval para sistemas aéreos de los Estados Unidos para describir su enfoque de gestión de estilo japonés en la mejora de la calidad, como una metodología global de mejora continua en todos los procesos y basada en el conocimiento de los principios y prácticas de:⁸

- ✓ Las ciencias de la conducta.
- ✓ El análisis de datos cuantitativos y no cuantitativos.
- ✓ Teorías Economía.
- ✓ Análisis de procesos.

La Administración Total de la Calidad ha evolucionado a lo largo de las últimas cinco décadas incorporando y sintetizando algunas ideas de varias fuentes, aunque las empresas japonesas fueron las primeras en introducir y usar los conceptos fundamentales, algunas de las ideas de esta metodología se originaron en Estados Unidos. (Gupta, 2009)

El Control de la calidad, por medio de cartas de control de las variables de producción, desarrollado por W.A Shewart en Bell Telephones Laboratories fue la base para el control estadístico de procesos. Por otro lado W. Eduard Deming y Joseph M. Juran son los que más están asociados con el desarrollo programas de la Administración Total de la Calidad en Japón y luego en Estados Unidos. En 1950 E. Deming (estudiante de W.A. Shewart Bell Telephone Laboratories) capacitó a ingenieros japoneses y en 1954 M. Juran enseñó a las compañías japonesas sobre la responsabilidad que tiene la administración para alcanzar la calidad, simultáneamente los japonés utilizaron los círculos de calidad (1960) mientras en los años posteriores las empresas estadounidenses empezaron a pensar en la Administración Total de la Calidad; para los inicios de los 90's la mayor parte de las empresas automotrices se desarrollaron y utilizaron el control estadístico de procesos; para mediados de los 90's las normas ISO 9000 fueron popularizadas a nivel mundial como herramienta para la certificación de sistemas de gestión en calidad. (Gupta, 2009)

La Administración Total de la Calidad se refiere a que la búsqueda de la calidad involucra a cada una de las personas en la organización, lo que se logra con dos aspectos clave:

1. Impulso sin fin para la mejora (Kaizen)
2. Satisfacción del cliente (cumplir o superar las expectativas)

⁸ <http://asq.org/learn-about-quality/total-quality-management/overview/tqm-history.html>; American Society for Quality; Consulta: julio 22 del 2015

Además para su exitosa implementación y mantenimiento es necesario o se debe basar en seis pilares básicos:

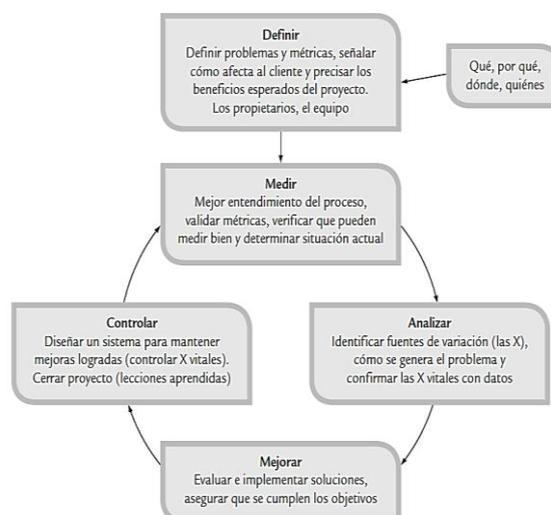
1. Alta dirección.
2. Enfoque al cliente.
3. Involucramiento de los empleados.
4. Mejoramiento continuo.
5. Colaboración o asociación con los proveedores.
6. Medición del desempeño.

1.3.4.3 Seis Sigma

Seis sigma es una de las metodologías más populares y aceptadas en compañías en todo el mundo, en las últimas dos décadas para alcanzar la excelencia. El objetivo primario es reducir la variabilidad en los productos o procesos, para alcanzar variaciones por debajo de 3.4 defectos por millón (defects per million opportunities DPMO). (Urdhwareshe, 2011, pág. 1)

Desarrollado e introducido en la Corporación Motorola por Bill Smith, quién con un punto de vista holístico mezcló la confiabilidad y la calidad para tomar estrategias que mejoren ambas variables. Seis Sigma fundamentalmente se enfoca a los resultados eligiéndose los proyectos de acuerdo a la capacidad en que estos contribuirán a las utilidades de la empresa de acuerdo a las metas y objetivos estratégicos. (Summers, 2006, pág. 44). Los proyectos seis sigma se desarrollan con una metodología de cinco fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (en inglés DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve and Control) (Humberto Gutiérrez Pulido, 2009, pág. 424)

Figura 8. Metodología seis sigma



Fuente: (Humberto Gutiérrez Pulido, 2009, pág. 425)

1.3.4.4 Teoría de las restricciones

Sus conceptos fueron articulados a finales de los 70's y dados a conocer por Eliyahu Goldratt y Jeff Cox (1984) por medio de su obra más vendida "La meta"; las técnicas han sido también llamadas Manufactura sincronizada, Tecnología de producción optimizada (OPT Optimized Production Technology), manufactura de sentido común, manufactura de flujo continuo entre otros (Woeppel, 2002, pág. 4).

El concepto se basa en que toda planificación de un producto o servicio consiste en una serie de procesos vinculados, con una capacidad propia y dentro del sistema existe casi siempre un proceso que limita o restringe el resultado global. Una restricción es en términos generales un factor que limita a alcanzar sus objetivos, en la mayoría de las empresas es generar dinero (Throughput), mediante un método propio de programación llamado tambor-amortiguador-cuerda (DBR, Drum-Buffer-Rope). Los fundamentos más sobresalientes para la comprensión de la Teoría de las restricciones y la forma de administrarlos son los siguientes (Chapman, 2006):

- ✓ El desempeño del sistema no equivale a la suma de los óptimos de los locales.
- ✓ Los sistemas son como cadenas.
- ✓ Para determinar qué se debe cambiar es necesario, comprender a cabalidad el sistema y su objetivo.
- ✓ Los efectos indeseables en el sistema son resultado de tan sólo de algunos problemas centrales.
- ✓ Los problemas centrales nunca son obvios.
- ✓ La eliminación de los efectos indeseables proporciona un falso sentimiento de seguridad.
- ✓ Las restricciones del sistema pueden ser restricciones físicas o restricciones políticas.
- ✓ Las ideas no son soluciones.
- ✓ La atención debe centrarse en el balance del flujo de toda la planta.
- ✓ La utilización de una operación que evita los cuellos de botella está determinada por las restricciones del sistema.
- ✓ No es lo mismo utilizar una operación que activarla.
- ✓ Una hora perdida en una operación restrictiva es una hora perdida para el rendimiento del sistema completo.
- ✓ Una hora perdida en una operación no restrictiva es una ilusión, toda vez que impacta al rendimiento total.
- ✓ No es preciso que los lotes de transferencia tengan el mismo tamaño que los lotes de proceso.
- ✓ Los programas deben determinarse todas las restricciones operacionales.

La Teoría de las restricciones sigue cinco pasos para la mejora de los procesos mediante (Eliyahu M. Goldratt, 1998, pág. 361):

1. Identificar la restricción.
2. Explotar la restricción.
3. Subordinar todo a la restricción.
4. Elevar la restricción.
5. Una vez que la operación deja de ser restrictiva, encontrar la nueva restricción y repetir los pasos.

El valor generado (Throughput, T), inventario o inversión (I), gastos de operación (GO), pueden estar ligados a medidas globales del sistema (Woepfel, 2002, pág. 8):

Figura 9. Medidas globales del Sistema TOC

Utilidad Neta (UN) o Ganancia neta =	valor generado – gastos operativos	T – GO
Retorno de la inversión (ROI) =	ganancia neta / Inventario	UN / I
Productividad (P) =	valor generado / inventario	T / GO

Fuente: *Manufacturer's Guide to Implementing the Theory of Constraints; Woepfel;*
pág. 8

1.3.5 Comparación de las metodologías

Los diversos métodos de gestión de la calidad y productividad, tienen algunos puntos en común, que se orientan a lograr identificar los posibles problemas y de allí mejorar u optimizar la utilización de los recursos con el fin de mejorar los beneficios para la empresa. La metodología adoptada por la empresa se verá influenciada por la alta dirección ya que esta orientará y tomará las decisiones para la adopción de determinada teoría de acuerdo a los objetivos globales.

Figura 10. Descripción sumaria de los diversos enfoques: aplicable a diferentes escalas de la empresa y la intensidad del enfoque.

Escala empresarial	Sistema Lean	Administración total de la calidad	Seis Sigma	Teoría de las restricciones
Estratégico	●	⊙	○	○
Táctico	●	●	●	●
Operacional	●	●	●	●

Significado (intensidad o grado de enfoque): completo ● Moderado ● Parcial ⊙ Muy poco o nada ○

Fuente: <http://esd.mit.edu/WPS/2010/esd-wp-2010-05.pdf>; Massachusetts Institute of Technology; Consulta: julio 28 del 2015

Como se ha notado las metodologías tienen orígenes comunes en la búsqueda continua de la excelencia de la calidad e influenciados por estudios realizados por varias personas los que han servido como base para el desarrollo y continuo perfeccionamiento de las sistemas de gestión de la calidad, además por hechos históricos mundiales como son la segunda guerra mundial que ha exigido tomar acciones para mantenerse en el cambiante mercado global.

Figura 11. Descripción sumaria de los diversos enfoques: extensión de ámbito empresarial y la intensidad del enfoque

Ámbito empresarial	Sistema Lean	Administración total de la calidad	Seis Sigma	Teoría de las restricciones
Red de comunicación abierta departamental	●	⊙	⊙	○
Giro del negocio	●	●	⊙	⊙
Niveles departamentales	●	●	●	●
Planta de fabricación	●	●	●	●

Significado (intensidad o grado de enfoque): completo ● Moderado ● Parcial ⊙ Muy poco o nada ○

Fuente: <http://esd.mit.edu/WPS/2010/esd-wp-2010-05.pdf>; Massachusetts Institute of Technology; Consulta: julio 28 del 2015

Luego de realizar una breve descripción y revisado la comparación de las metodologías más populares para la gestión de la calidad y productividad, el presente trabajo de investigación utilizará la metodología Lean, por considerarla una teoría que fusiona aspectos como son la cultura y participación de todos los involucrados en la cadena de valor denominados “stakeholders” en los que se incluyen todos los participantes internos (nivel administrativo y operativo) y externos (proveedores, gobierno) que buscan satisfacer al cliente final de su proceso, se orienta además de la calidad, a la mejora del lugar de trabajo con herramientas de gestión visual las cuales inciden directamente en la motivación del personal y facilita la toma ágil de decisiones en las actividades de producción, la gestión se realiza de manera global en toda la cadena de valor; hace uso de herramientas intuitivas o de sentido común con resultados a corto plazo y herramientas de análisis con resultados a mediano y largo plazo.

1.4 Aspectos de responsabilidad socio-ambiental con el manejo de Bifenilos policlorados (PCB's)

Actualmente, en vista de los cambios climáticos y efecto de las actividades humanas en nuestro planeta, se ha notado que la tendencia de cuidar el medio ambiente toma fuerza a nivel mundial y sobre todo en nuestro país y específicamente en la fabricación de transformadores de distribución; las empresas buscan estar en armonía con el entorno de forma sostenible, mientras que el estado establece los parámetros para cada sector productivo.

Los transformadores de distribución, tienen al aceite mineral como agente refrigerante, dieléctrico y con propiedades ignífugas (incombustible), el cual en años anteriores era fabricado con grandes cantidades de bifenilos policlorados (PCB's), sin embargo al pasar de los años se determinó su nociva acción en los seres vivos, consecuencia de la toxicidad, fácil propagación y larga permanencia en la cadena alimenticia.⁹

Conscientes de las consecuencias y los posibles efectos que se podrían presentar, varios países alrededor del mundo han prohibido la fabricación y comercialización de aceites con cantidades que sobrepasen los límites permitidos de PCB's; nuestro país a través Instituto de Normalización y estandarización (INEN) y junto con el Ministerio del ambiente (MAE) han establecido parámetros para utilización, comercialización y gestión final los aceites utilizados en la fabricación de transformadores de distribución, dichos parámetros de detallan más adelante.

1.4.1 Bifenilos policlorados (polychlorinated biphenyls PCB's)

Los Bifenilos policlorados (mezcla de hidrocarburos clorados) fueron usados comercialmente desde 1929 como dieléctrico e intercambiador de calor, sin embargo la distribución en el medio ambiente no fue reconocida sino en 1966, cuando se identificaron en humanos y en las especies silvestres, desde esa fecha varios países prohibieron o restringieron severamente la producción, uso, manejo, transporte y disposición de los PCB's. (Ulf G. Ahlborg, 1992, pág. 1)

Son contaminantes ambientales que persisten durante mucho tiempo lo que ocasiona que se presenten en los alimentos, a pesar de que su uso se ha prohibido o reducido hace años; tiene la característica de acumularse en los tejidos grasos y se los conoce por sus propiedades tóxicas (teratógenos, y promotores tumorales), la presencia en el medio ambiente es un problema importante. (García, 2003, pág. 464)

⁹ <http://www.greenfacts.org/es/pcb/>, Consulta: 8 de agosto del 2015.

1.4.2 Normativa y ente regulador.

Actualmente las características de los aceites dieléctricos utilizados en la fabricación de transformadores de distribución, están normadas por el INEN (Norma INEN 60296:2013) que especifica que el contenido de PCB's debe ser "no detectable (< 2 mg/kg)" (INEN:60296, 2013, pág. 11).

El Ministerio del Ambiente (MAE) es el ente regulador en todo el Ecuador el cual ha socializado el 26 de mayo del 2015 en su página web, el proyecto "*Procedimientos para la Gestión Integrada y Ambientalmente Racional de Bifenilos Policlorados PCB en el Ecuador*" en el que se considera a un aceite como "libre de PCB" cuando tiene una concentración de < 5 ppm.

El Proyecto es parte de una estrategia ambiental ejecutada en coordinación de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en ingles) y el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) ¹⁰; tiene como objetivo "*establecer los procedimientos para la gestión integrada y ambientalmente racional de los bifenilos policlorados (PCB) con el fin de prevenir y evitar riesgos al ambiente y a la salud humana*" ¹¹ y en general propone la clasificación de los aceites, los métodos de determinación de la concentración de PCB's, tratamiento (almacenaje, transporte y disposición final) de los aceites y materiales contaminados; por otra parte también se detallan directrices y prohibiciones para los comercializadores de equipos eléctricos, generadores (empresas eléctricas, fabricantes, poseedores particulares) y gestores de aceites con PBC's.

¹⁰ <http://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/presscenter/articles/2014/06/19/-aller-de-arranque-del-proyecto-de-gesti-n-integrada-y-ambientalmente-racional-de-bifenilos-policlorados-pcb-s-en-el-ecuador-.html> ; Consulta: agosto 14 del 2015

¹¹ <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/05/ACUERDO-MINISTERIAL-DE-PROCEDIMIENTOS-PARA-LA-GESTI%C3%93N-AMBIENTALMENTE-RACIONAL-DE-PCB.pdf> ; Consulta: agosto 14 del 2015

1.5 Estructura utilizada en la investigación.

1.5.1 Tipo de investigación

El trabajo de investigación es de tipo descriptivo (transversal), debido a que la información se recolectó sin cambiar el entorno, en donde el investigador interactuó directamente con el participante en el proceso de fabricación de transformadores de distribución en el Ecuador.

1.5.2 Métodos

Mediante el método inductivo y deductivo se permitió configurar el conocimiento y generalizar de forma lógica los datos empíricos obtenidos en el proceso de investigación.

Método analítico y síntesis. Este método se utilizó para analizar y sintetizar aquellos elementos que resultan imprescindibles para la propuesta de gestión de desperdicios.

1.5.3 Técnicas de investigación

Mediante la investigación de campo y observación directa, los datos fueron recogidos en las empresas del sector en estudio, la investigación se aplicó para comprender y cuantificar problemas comunes en la fabricación de transformadores de distribución, aquí se trabajó en el ambiente natural con las personas y las fuentes consultadas, de las que se obtuvieron los datos más relevantes para ser analizados y relacionados con la generación de desperdicios desde el punto de vista del valor agregado.

1.5.4 Muestra

El trabajo investigativo se orientó al sector productivo ecuatoriano de transformadores de distribución el cual está **compuesto por 5 empresas**, sin embargo en el transcurso del desarrollo de la investigación se realizó el trabajo en **3 empresas**, debido a que **una empresa cerró operaciones**, mientras que la **otra empresa no permitió la investigación**.

1.5.5 Instrumentos de investigación

La entrevista guiada se realizó anónimamente a los jefes de producción (denominando a cada una como **empresa A, B y C**); La entrevista fue de acuerdo al formato:

Tesis – formato – 01: Entrevista. **(Anexo 1)**

Se elaboraron las preguntas para conocer los antecedentes y la visión general interna y externa de esta forma conocer la visión por parte de la empresa del entorno y lograr tener una mejor perspectiva para el análisis de los datos obtenidos producto de las encuestas.

- Historia de cada empresa.
- FODA
- Tamaño de la empresa (por número de empleados)
- Proceso de fabricación.
- Familia de productos.
- Normas utilizadas.
- Certificados obtenidos.

Las encuestas de igual forma fueron anónimas realizadas a 5 personas operativas en el proceso de fabricación de transformadores las que se desarrollaron de acuerdo a los 7 tipos de desperdicios de la Filosofía Lean el siguiente formato:

Tesis – formato – 02: Encuesta para identificar posibles problemas en la fabricación de transformadores de distribución. **(Anexo 2)**

1.5.6 Herramientas.

Una vez que obtenida toda la información se realizó la ponderación acorde a cada respuesta de las entrevistas y encuestas, la correspondiente tabulación de datos se efectuó de forma manual con la ayuda de la hoja de cálculo Excel, que permitió obtener de forma efectiva y sencilla el resultado de la aplicación de los instrumentos seleccionados en la presente investigación.

Tesis – formato – 03 Tabulación de encuestas identificación de posibles problemas rev.01
(Anexo 3)

Tesis – formato – 04 Resultados de encuestas identificación de posibles problemas rev.01
(Anexo 4)

2 Resultados

2.1 Cuantificación de la generación de desperdicios desde el punto de vista del valor agregado en la cadena de fabricación.

En la **tabla 1** se presentan los datos globales del sector (obtenidos en cada una de las empresas que permitieron realizar la investigación); la encuesta se realizó a un total de 18 personas (3 jefes de sección y 15 personas operativas de planta) de acuerdo a las 7 tipos de desperdicios (Filosofía Lean).

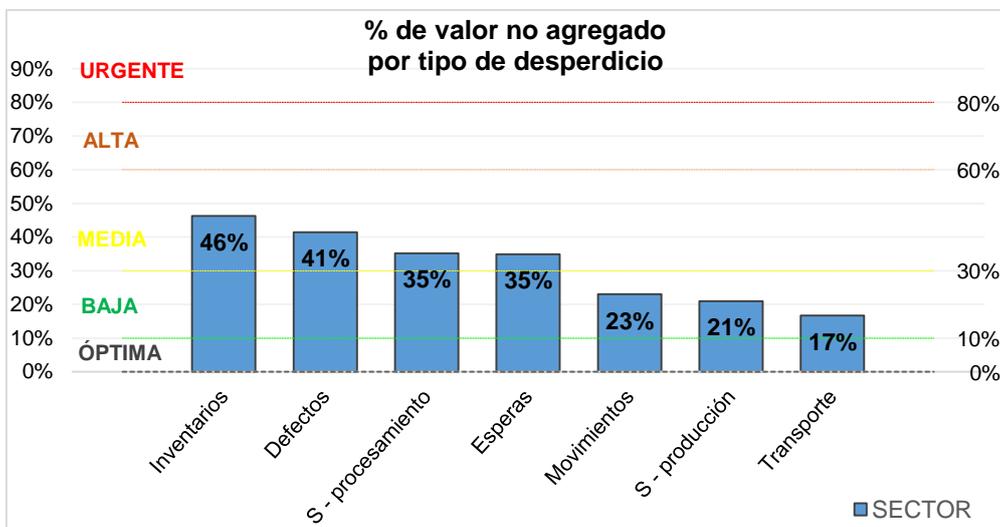
Tabla 1. Porcentaje de valor no agregado por tipo de desperdicio en el sector de fabricación de Transformadores de distribución en el Ecuador.

Tipo de desperdicio	% de valor no agregado por tipo de desperdicio				
	Empresa A	Empresa B	Empresa C	SECTOR	Prioridad
Movimientos	33%	10%	26%	23%	Baja
Esperas	38%	33%	34%	35%	Media
S - producción	13%	24%	26%	21%	Baja
S - procesamiento	36%	33%	36%	35%	Media
Defectos	35%	41%	48%	41%	Media
Inventarios	47%	50%	42%	46%	Media
Transporte	20%	4%	26%	17%	Baja

Elaborado: Autor

Entre los problemas comunes percibidos en el sector se detallan y ordenan los diferentes tipos de desperdicios con su prioridad y el porcentaje de valor no agregado, como se observa en el **figura 12**.

Figura 12. Resultados en el sector productivo - % de valor no agregado por tipo de desperdicio



Elaborado: Autor

2.1.1 Similitudes.

Las similitudes más importantes en el sector, se resaltan en la **tabla 2**.

Tabla 2. Similitudes en el Sector de fabricación de transformadores del Ecuador.

Tipo de desperdicio	% de valor no agregado por tipo de desperdicio				
	Empresa A	Empresa B	Empresa C	SECTOR	Similitudes
Inventarios	47%	50%	42%	46%	✓
Defectos	35%	41%	48%	41%	✓
S - procesamiento	36%	33%	36%	35%	✓
Esperas	38%	33%	34%	35%	✓
Movimientos	33%	10%	26%	23%	✗
S - producción	13%	24%	26%	21%	✓
Transporte	20%	4%	26%	17%	✗

Elaborado: Autor

- *Inventarios* con un de 46% en promedio, en donde se aprecia la generación más alta en la “**Empresa B**” con un 50% de *Inventarios*.
- *Defectos* con un valor de 41% en promedio, en donde se aprecia la generación más alta en la “**Empresa C**” con el 48% de *Defectos*.

2.1.2 Diferencias.

Por otra parte, se observa lo siguiente:

- La “**Empresa A**” posee un 33% de valor no agregado en movimientos (prioridad media) en comparación con las demás que están con prioridad baja.
- La “**Empresa B**” posee un 4% de valor no agregado en transporte (óptimo) en comparación con las demás que están con prioridad baja.

2.1.3 Responsabilidad socio – ambiental.

Las empresas se apegan al cumplimiento de la Norma INEN 60296:2013 (Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Aceites minerales aislantes nuevos para transformadores e interruptores), las fábricas exigen las comprobaciones de las concentraciones de PBC's, a los proveedores en laboratorios certificados, una vez realizada la comprobación se adquieren los aceites que serán parte constitutiva del producto final.

Para ingresar a la lista de proveedores de acuerdo al Sistema de Calidad es necesario cumplir con los requisitos especificados por cada una de estas incluidos los requisitos técnicos, negociación de precios, tiempos de entrega, certificaciones de calidad entre otros.

Por otra parte se ha iniciado la introducción de aceites de origen vegetal 100% biodegradables y amigables con el medioambiente “FR3”, estos poseen características técnicas, (rigidez dieléctrica, resistencia al calor y fuego) que además prolongan la vida útil de los transformadores. (C57.147-2008 - IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Natural Ester Fluids in Transformers).

Si bien dentro del proceso de fabricación no interviene la gestión final de los aceites de los transformadores, es importante anotar que los aceites y materiales contaminados (wipe, aserrín, telas, papel) se ponen a disposición de gestores para este tipo de desechos, estos gestores son regulados por el Ministerio del Ambiente. “Prestadores de servicios del MAE (Gestores de Residuos Peligrosos - MAE / Feb.14.2014)”¹²

2.2 Análisis en empresa piloto.

Los datos obtenidos en la “**Empresa C**” se presentan de tal forma que se logre notar que tan lejos o cerca están del centro (punto óptimo) cada uno de los tipos de desperdicios **Figura 13**.

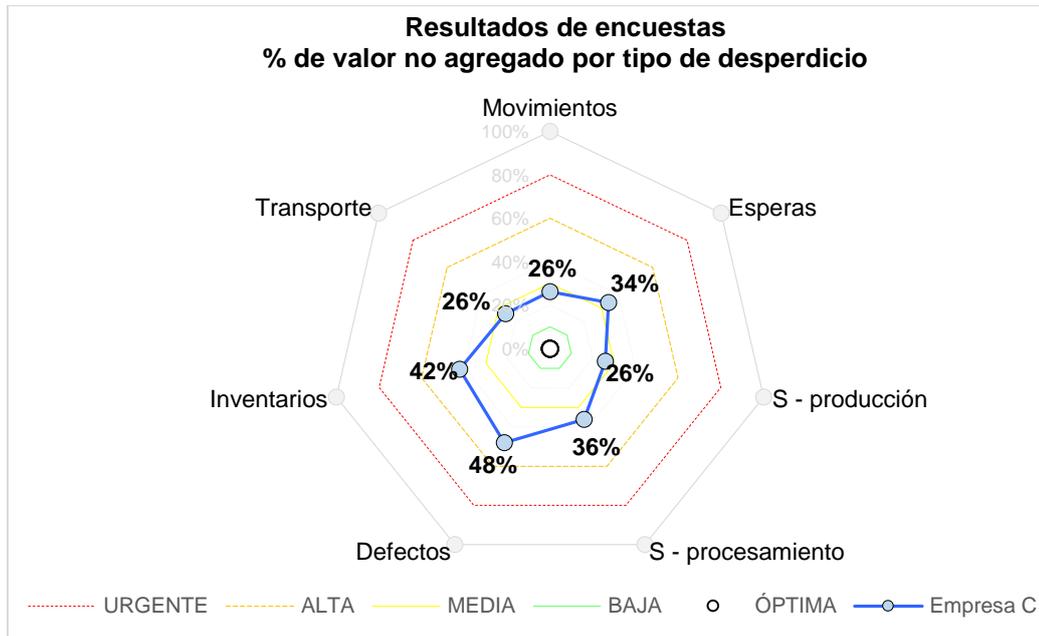
Tabla 3. Porcentaje del valor no agregado por tipo de desperdicio en la Empresa C

Tipo de desperdicio	% de valor no agregado por tipo de desperdicio
	Empresa C
Movimientos	26%
Esperas	34%
S - producción	26%
S - procesamiento	36%
Defectos	48%
Inventarios	42%
Transporte	26%
PROMEDIO	34 %

Elaborado: Autor

¹² http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=39:gestores-de-residuos&Itemid=114&lang=es ; Consulta: 24 septiembre del 2015

Figura 13. Resultados en la Empresa C – Diagrama radial, acercamiento al punto óptimo.



Elaborado: Autor

Se observa que los *Defectos* están más alejados del centro, seguidos por los *Inventarios*, *Sobre – procesamiento* y *Esperas* con el 48%, 42%, 36% y 34% respectivamente. Por otro lado el *Transporte*, *Movimientos* y *Sobre – producción* se acercan al centro, todos con el valor de 26%.

El valor promedio de la percepción en la generación de desperdicios, siguiendo los rangos y prioridades establecidos se muestra en el **Figura 14**.

Figura 14. Valor promedio del valor no agregado en la Empresa C.



Elaborado: Autor.

De acuerdo a los parámetros establecidos, se percibe que existe la generación de desperdicios, la cual se ubica en la prioridad media con un valor de 34% en promedio.

3 Discusión

Las fuentes principales de actividades que no agregan valor al producto, son los tipos de desperdicios “*Inventarios*” y “*Defectos*”, con prioridad media. La presencia de estos tipos de desperdicios ocasionan en las empresas del sector la subutilización de recursos que inciden en la productividad, plazos de entrega al cliente y finalmente en la rentabilidad.

La adecuada gestión en la eliminación de los desperdicios, en cada una de las empresas fabricantes de transformadores para distribución, permitirá la optimización de recursos y mejora de calidad y productividad, dentro del sector que se encuentra en continuo cambio.

3.1 Causas probables.

Enfocándose en los dos tipos de desperdicios prioritarios y de acuerdo a las preguntas formuladas, las causas o situaciones más probables que generan actividades sin valor agregado, podrían ser las siguientes:

Inventarios

- En los puestos o áreas de trabajo se mantienen inventarios de producto en proceso o terminado para posibles demandas o necesidades.
- Existen maquinarias que no se utilizan.
- La presencia de herramientas, materiales, partes o piezas en el área o puesto de trabajo.

Defectos

- Se realizan cambios de diseños de las partes o piezas a procesar (dimensiones, materiales, o alguna característica)
- Existen defectos o errores que no se han solucionado, además se planifican porcentajes adicionales para solventarlos.
- Capacitaciones poco frecuentes, en utilización de herramientas y equipos.

3.2 Modelo de gestión, con la aplicación de herramientas que permitan la reducción de desperdicios y sus potenciales beneficios.

El Modelo de gestión de desperdicios propone basarse en procesos, de acuerdo a la fortaleza (certificación ISO 9001:2008) identificada en el sector y en las empresas analizadas. De acuerdo al alcance de la investigación se elabora el Modelo de Gestión de desperdicios aplicando el ciclo PHVA (Planear – Hacer – Verificar – Actuar) y técnicas de mejora en calidad y productividad de la filosofía Lean.

El objetivo es cuantificar y reducir los desperdicios lo que conlleva a satisfacer las necesidades del cliente interno y externo, además tomando como referencia las directrices de los procesos estratégicos y normativas aplicables al sector; las siguientes acciones en cada etapas del modelo de gestión se proponen para el desarrollo e implementación de acuerdo al mejor criterio en cada empresa haciendo usos de la metodologías de mejora en calidad y productividad que mejor se ajuste a su realidad particular.

3.2.1 Descripción del modelo.

3.2.1.1 Objetivo general.

El objetivo general del modelo de gestión es cuantificar y reducir desperdicios en el proceso de fabricación de transformadores para distribución. En cada una de las fases del modelo de gestión P–H–V–A (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) se detallan los objetivos específicos que contribuyen a la consecución del objetivo general.

3.2.1.2 Stakeholders.

Clientes internos.

Cada uno de los procesos en la empresa u organización se convierten en proveedor – cliente, por lo tanto deben cumplir con requisitos solicitados y a su vez demandar características específicas.

Clientes externos.

Los clientes externos demandan requisitos del producto, a más del cliente que adquiere y se hace propietario del producto terminado el estado ecuatoriano también participa como cliente externo el que solicita y controla de acuerdo a sus normativas medioambientales el cumplimiento de concentraciones mínimas de PCB's, por otra parte los niveles de voltajes que varían de acuerdo a los sectores y son exigencias de las Empresas eléctricas del país, de igual forma requerimientos de diseño estandarizado de fabricación. De igual forma se incluyen como clientes externos las empresas certificadoras que verifican objetivamente con evidencias los requisitos para el mantenimiento de la certificación.

Proveedores.

Cada una de las empresas que comercializan materias primas para la fabricación de transformadores.

Procesos estratégicos.

Los procesos estratégicos son clave en el establecimiento de los objetivos, políticas, autorización de proyectos en este caso lo que se refiere a la gestión de desperdicios; estableciendo funciones y responsabilidades para integrar cada proceso a los objetivos comunes a su vez facilitando los recursos necesarios para la ejecución de los planes de mejora.

Procesos de apoyo.

En la elaboración, implementación y ejecución del modelo de gestión los procesos de apoyo cumplen un rol fundamental; este el caso de RR.HH el que en conjunto con el responsable de Mejora continua analizará las capacitaciones, motivación, reconocimientos a los involucrados en los procesos operativos. Se encuentra también los procesos encargados de Seguridad, Medio ambiente que verifican el cumplimiento de normas medioambientales y de seguridad.

Procesos operativos.

Cada uno de los procesos que intervienen en la fabricación de los transformadores, incluyen diseño y desarrollo, control de calidad, producción y servicio pos venta.

3.2.1.3 Fases de Análisis, desarrollo e implementación.

Se propone seguir la metodología básica P–H–V–A (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) apegada a las herramientas de mejora en calidad y productividad de la filosofía Lean. Para esto se detallan cada una de las etapas.

PLANEAR.

- Hoshin Kanri, permite alinear a los procesos estratégicos mediante la creación de políticas, metas realistas para lograr un excelente desempeño, promoviendo la participación de todos los niveles a colaborar en la elaboración y ejecución del proyecto del plan de acción y mejora.
- VSM (Value Stream Mapping), permitirá conocer de forma gráfica en qué procesos se generan los desperdicios (estado actual), priorizarlos y definir metas (estado futuro); además de determinar Tiempos de ciclo y de salida.
- Análisis de la causa raíz, mediante el uso de diagramas causa – efecto y herramientas estadísticas se conocerá el origen de la generación de desperdicios para asignar la alternativa de mejora.
- Elaboración del Plan de acción y mejora, de acuerdo a la herramienta seleccionada se elabora el plan de acción, en donde se definen funciones, responsabilidades, plazos y metas.

HACER.

- Ejecución del Plan de acción y mejora, etapa operativa en el Gemba la que se aplicarán las herramientas y ejecutará los cronogramas establecidos. Aquí es importante la colaboración y motivación al personal involucrado, hacer de la mejora continua una actividad cotidiana e implícita en su trabajo hasta adquirir una cultura de calidad.

VERIFICAR.

- Comparación de resultados con los valores iniciales, paralelamente con la etapa HACER se realizará el seguimiento y medición con las metas propuestas en los plazos establecidos de acuerdo a los indicadores establecidos, con el fin de valorar la efectividad de las acciones.

ACTUAR.

- Estandarización o corrección, realizadas las mediciones y comparaciones se, toman las decisiones adecuadas para la estandarización de las metas y promover la mejora para ir al siguiente proceso a prioritario o desperdicio a eliminar. Se estandariza y socializa el conocimiento y habilidades obtenidas. En contra parte realizan cambios o nuevos análisis en el caso de no cumplir con lo programado.

Figura 15. Esquema de modelo de Gestión

	MODELO DE GESTIÓN DE DESPERDICIOS	Código: Tesis – formato – 05
		Revisión: 01
		Fecha de Emisión: 03/09/2015
		Página 31 de 2

PROCESO:	MODELO DE GESTIÓN DE DESPERDICIOS
RESPONSABLE:	Mejora continua.
OBJETIVO GENERAL:	Cuantificar y reducir desperdicios en la fabricación de transformadores para distribución.

PROCESO				
PROVEEDOR	ENTRADA	ACTIVIDADES	SALIDA	CLIENTE
Procesos estratégicos.	Plan estratégico.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificar los desperdicios generados. • Priorizar los tipos de desperdicios. • Analizar causa raíz. • Elaborar y ejecutar Plan de acción para la reducción de desperdicios. • Verificar cumplimiento de indicadores. • Estandarizar o corregir. 	Plan de acción y mejora.	Todos los procesos.

RECURSOS			
HUMANO	MATERIAL/ EQUIPO	COMUNICACIÓN	INDICADORES
Responsable de proceso	Computador	Correos electrónicos. Memorandos. Cartelera.	% de reducción de desperdicios.

CONTROLES		
NORMATIVAS	DOCUMENTOS DEL SGC	
ISO 9001:2008 INEN 2120:98 INEN 141	Tesis – formato – 02 Tesis – formato – 03 Tesis – formato – 04	Encuestas identificación de posibles problemas rev.01 Tabulación de encuestas identificación de posibles problemas rev.01 Resultados de encuestas identificación de posibles problemas rev.01



Elabora: Responsable del Proceso.	Revisa: Gestor de Calidad	Aprueba: Representante de la dirección
Nombres: Firma:	Nombres: Firma:	Nombres: Firma:
Fecha: 03/09/2015	Fecha: 03/09/2015	Fecha: 03/09/2015

4 Conclusiones.

El punto inicial e indispensable de la mejora continua es establecer el Status Quo; con la investigación se ha logrado cuantificar la generación de desperdicios mediante la percepción de los involucrados (subjetivo) en el proceso de fabricación de transformadores para distribución; % del valor no agregado en el proceso productivo del sector, con las encuestas realizadas en cada una de las empresas se ha logrado identificar y priorizar las principales fuentes de situaciones que no agregan valor (objetivo).

Los resultados de la investigación ofrecen una idea general de la situación del sector y de cada una de las empresas en donde se aprovecha de la percepción y sentido común del personal que está en el Gemba. El conocer cuantitativamente los problemas latentes, con las preguntas orientadas a cada tipo de desperdicio, brindan una referencia para enfocarse y adentrarse en el problema prioritario el que será tratado con las herramientas de análisis estadísticos, lluvia de ideas, causa efecto entre otras que cada una de las empresas utilizará de acuerdo a sus necesidades particulares y filosofía de calidad y productividad que más se ajuste a su realidad interna y externa.

El aporte adicional al sector productivo del Ecuador, y a cada empresa es la propuesta de un Modelo de gestión, basado en conceptos fundamentales como el enfoque a procesos y ciclo P-H-V-A (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) con el propósito de contribuir a reducir y optimizar la utilización de los recursos, motivado por la fortaleza común del sector que es la certificación ISO 9001:2008.

La información recolectada en el entorno de las empresas demuestra la responsabilidad socio-ambiental del sector el que se apega a la normativa del Estado ecuatoriano, cumpliendo con la norma INEN 60296:2013, mediante la adquisición y comprobación de PCB's en los aceites utilizados en la fabricación de transformadores y la disposición final de aceites y materiales contaminados. Paralelamente el Estado ecuatoriano mediante el Ministerio del Ambiente ejecuta proyectos de control de la adecuada gestión de aceites libres o con mínimas concentraciones de PCB's *"Procedimientos para la Gestión Integrada y Ambientalmente racional de Bifenilos Policlorados PCB en el Ecuador"*.

Como valor agregado y con el ánimo de satisfacer a los clientes finales e incrementar la calidad de sus productos, las empresas utilizan paralelamente aceites 100% biodegradables que además mejoran técnicamente las características del producto. (C57.147-2008 - IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Natural Ester Fluids in Transformers).

Se concluye que en el sector existen actividades que no agregan valor al producto denominados “*Desperdicios*” (Filosofía Lean), siendo los más relevantes y con los valores más altos: *Inventario* con un 46% y *Defectos* con 41%.

Los “*Inventarios*” son problemas comunes en el sector en estudio, siendo la generación de stocks, recursos no utilizados, (maquinaria), herramientas y asignación de lugares para materiales reciclables y no reciclables, los generadores de este tipo de desperdicio.

Los “*Defectos*” se presentan desde el diseño, observándose que se realizan cambios en este una vez ya en el proceso de fabricación. Los “*Defectos*” presentes en el proceso de fabricación se planifican para solventarlos lo que ratifica el problema de los “*Inventarios*”.

5 Referencias bibliográficas

- Arbós, L. C. (2012). *Gestión de la producción. Modelos Lean Management: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Barraza, M. F. (2007). *El kaizen/ the Kaizen*. México: Panorama Editorial.
- Bhasin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Coventry: Springer.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Charles W. L. Hill, G. R. (2009). *Administración estratégica 8va edición*. España: McGraw-Hill.
- Curto, J. R. (2013). *BPM (Business Process Management): Cómo alcanzar la agilidad y eficiencia operacional a través de BPM y la empresa orientada a procesos*. España: BPMteca.com.
- Eliyahu M. Goldratt, J. C. (1998). *La meta*. Monterey: Ediciones Castillo.
- García, B. M. (2003). *Higiene e inspección de carnes. Vol II*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Garvin, D. A. (1988). *Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge*. New York: Simon and Schuster.
- George Alukal, A. M. (2006). *Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements*. Estados Unidos: ASQ Quality Press.
- Gupta. (2009). *Total Quality Management, Segunda edición*. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Harrington, H. J. (1987). *Poor-Quality Cost: Implementing, Understanding, and Using the Cost of Poor Quality*. New York: CRC Press.
- Humberto Gutiérrez Pulido, R. d. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma, segunda edición*. México: McGraw-Hill.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy, Second Edition*. Estados Unidos: McGraw Hill Professional.
- INEN:60296. (2013). 60296 Fluidos para aplicaciones electrotécnicas - aceites minerales aislantes nuevos para transformadores e interruptores. Quito, Ecuador.
- ISO:9000. (2005). *Norma internacional ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario*. Ginebra, Suiza: ISO.
- James P. Womack, D. T. (2010). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon and Schuster.
- Juran, J. M. (2010). *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence 6/e*. New York: Mc Graw Hill.
- K.S. Krishnamoorthi, V. R. (2012). *A First Course in Quality Engineering: Integrating Statistical and Management Methods of Quality, Second Edition*. New York: CRC Press.
- Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. México: Pearson.
- Ulf G. Ahlborg, A. H. (1992). *Risk Assessment of Polychlorinated Biphenyls (PCBs)*. Nordic Council of Ministers.
- Urdhwareshe, H. (2011). *Six Sigma for Business Excellence: Approach, Tools and Applications*. New Delhi: Pearson Education India.

Velasco, J. A. (1999). *Gestión de la calidad orientada a los procesos*. Madrid: ESIC.

Woeppel, M. J. (2002). *Manufacturer's Guide to Implementing the Theory of Constraints*.
Florida: CRC Press.

Anexos

Anexo 1 . Formato: Entrevista, Tesis – formato – 01, Rev. 01

	FORMATO Entrevista	Código: Tesis – formato – 01
		Revisión: 01
		Fecha de emisión: 28/07/2015
		Página: 37 de 53

Elabora: José Adolfo Bacuilima Maestrante	Revisa: Iván Orellana Osorio Director	Aprueba: Representante de la Empresa
--	--	---

La presente entrevista ha sido elaborada para obtener una visión global de la empresa, los resultados que arrojen serán guardados confidencialmente.

Historia de la empresa:

.....

.....

.....

.....

Fecha de inicio de actividades

.....

.....

Fortalezas

.....

.....

.....

.....

.....

Debilidades

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Oportunidades

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Amenazas

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Número total de empleados:

.....

Número total de empleados en planta:

.....

Proceso de fabricación:

¿Cómo es el proceso de producción?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Familia de productos (Transformadores de distribución)

.....
.....
.....
.....
.....

Normas utilizadas en los procesos de fabricación

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Certificados obtenidos de calidad o productividad

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Gracias por su gentil colaboración.

Que tenga un excelente día.

Anexo 2. Formato: Encuesta, Tesis – formato – 02, Rev. 01

	FORMATO Encuesta para identificar posibles problemas en la fabricación de transformadores de distribución	Código: Tesis – formato – 02
		Revisión: 01
		Fecha de emisión: 28/07/2015
		Página: 40 de 53

Elabora:	Revisa:	Aprueba:
José Adolfo Bacuilima Maestrante	Iván Orellana Osorio Director	Representante de la Empresa

La presente encuesta ha sido elaborada para analizar identificar posibles problemas en la fabricación de transformadores de distribución, es anónimo por lo que se pide **responderla honesta y desinteresadamente**, los resultados que arroje serán guardados confidencialmente.

Instrucción: A continuación encontrará 35 cuestionamientos de los cuales se marcará con una "X" la respuesta que usted considere adecuada de acuerdo a su criterio de entre las siguientes alternativas que se muestran a continuación:

Siempre A veces Rara vez Nunca

Área: _____

Movimientos

1. ¿Las herramientas o materiales están a su alcance?

Siempre A veces Rara vez Nunca

2. ¿Es fácil hallar los materiales y herramientas en su puesto de trabajo?

Siempre A veces Rara vez Nunca

3. ¿Se identifica de inmediato la ausencia de una o varias de las herramientas?

Siempre A veces Rara vez Nunca

4. ¿Los materiales, herramientas, equipo de protección poseen un lugar asignado y etiquetado?

Siempre A veces Rara vez Nunca

5. ¿Se tienen especificados los límites máximos y mínimos de los materiales?

Siempre A veces Rara vez Nunca

6. ¿Las áreas de circulación, evacuación, puestos de trabajo y maquinarias están definidas?

Siempre A veces Rara vez Nunca

7. ¿Las áreas de circulación están despejadas y limpias?

Siempre A veces Rara vez Nunca

Esperas

8. ¿Le entregan los materiales, partes o piezas a tiempo para realizar sus actividades?

Siempre A veces Rara vez Nunca

9. ¿Para iniciar su trabajo se le proporciona la suficiente información (cantidad, dimensiones)?

Siempre A veces Rara vez Nunca

10. ¿Durante sus actividades, solicita información adicional para realizar su trabajo?

Siempre A veces Rara vez Nunca

11. ¿Las herramientas y máquinas están operativas (en perfecto estado)?

Siempre A veces Rara vez Nunca

12. ¿Propone nuevas formas de realizar más rápido su trabajo a su jefe inmediato?

Siempre A veces Rara vez Nunca

13. ¿Entrega a tiempo las partes o piezas que le solicitan?

Siempre A veces Rara vez Nunca

14. ¿Con qué frecuencia solicita a un compañero que le preste una herramienta o maquinaria para realizar su trabajo?

Siempre A veces Rara vez Nunca

Sobre – producción

15. ¿Existe comunicación con su jefe inmediato, sobre la meta del volumen de producción?

Siempre A veces Rara vez Nunca

16. ¿Conoce la cantidad de trabajo (elementos, partes o piezas) que debe procesar?

Siempre A veces Rara vez Nunca

17. ¿Se produce los suficientes elementos, partes o piezas para cada uno de los procesos?

Siempre A veces Rara vez Nunca

Sobre – procesamiento

18. ¿Usted ha propuesto realizar mejoras en su puesto de trabajo o para la planta?

Siempre A veces Rara vez Nunca

19. ¿Se han implementado sus propuestas de mejora?

Siempre A veces Rara vez Nunca

Defectos

20. ¿Conoce lo importante que es su trabajo para la empresa?

Siempre A veces Rara vez Nunca

21. ¿Ha recibido capacitación sobre la utilización de las herramientas y equipos?

Siempre A veces Rara vez Nunca

22. ¿Recibe periódicamente capacitación sobre formas de mejorar su trabajo?

Siempre A veces Rara vez Nunca

23. ¿Se le comunica cómo ha sido el desempeño de su trabajo?

Siempre A veces Rara vez Nunca

24. ¿Durante sus actividades le informan o es necesario cambiar el diseño de la parte o pieza a procesar (dimensiones, materiales, o alguna característica)?

Siempre A veces Rara vez Nunca

25. ¿Se planifican porcentajes adicionales de productos para solventar errores o defectos?

Siempre A veces Rara vez Nunca

26. ¿Existe entre procesos, productos con errores o defectos?

Siempre A veces Rara vez Nunca

27. ¿Los errores o defectos son registrados, detalladamente (tipo de error, posible solución, fecha, entre otros)?

Siempre A veces Rara vez Nunca

Inventarios

28. ¿En su puesto o área de trabajo se mantienen inventarios de producto en proceso o terminado para posibles demandas o necesidades?

Siempre A veces Rara vez Nunca

29. ¿Existen maquinarias que no se utilizan?

Siempre A veces Rara vez Nunca

30. ¿Los materiales que le entregan o se adquieren se utilizan o se procesan de inmediato?
Siempre A veces Rara vez Nunca

31. ¿Existen herramientas, materiales, partes o piezas que no se utilizan en su puesto o área de trabajo?
Siempre A veces Rara vez Nunca

32. ¿Existen lugares asignados para los desechos reciclables y no reciclables?
Siempre A veces Rara vez Nunca

Transporte

33. ¿Las herramientas, materiales, producto en proceso, producto terminado están cerca de su puesto de trabajo?
Siempre A veces Rara vez Nunca

34. ¿Están cerca las secciones dependientes a su lugar de trabajo (distancia de quien se recibe y se entregan partes o piezas)?
Siempre A veces Rara vez Nunca

35. ¿Es sencillo el transporte de materiales, producto en proceso, producto terminado; realizándolo en un solo viaje de manera ágil y rápida?
Siempre A veces Rara vez Nunca

Gracias por su gentil colaboración.

Que tenga un excelente día.

Anexo 3. Formato: Tabulación de datos, Tesis – formato – 03, Rev. 01

	FORMATO Tabulación de datos para identificar posibles problemas en la fabricación de transformadores de distribución	Código: Tesis – formato – 03
		Revisión: 01
		Fecha de emisión: 28/07/2015
		Página: 44 de 53

Elabora:	Revisa:	Aprueba:
José Adolfo Bacuilima Maestrante	Iván Orellana Osorio Director	Representante de la Empresa

Dimensión	Pregunta	siempre	a veces	rara vez	nunca	TOTAL
Movimientos	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
Esperas	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
Sobre producción	15					
	16					
	17					
Sobre procesamiento	18					
	19					
Defectos	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
Inventarios	28					
	29					
	30					
	31					
	32					
Transporte	33					
	34					
	35					
TOTAL						
%						

Anexo 4. Formato: Resultados, Tesis – formato – 04, Rev. 01

	FORMATO Resultados de tabulación de datos para identificar posibles problemas en la fabricación de transformadores de distribución	Código: Tesis – formato – 04
		Revisión: 01
		Fecha de emisión: 28/07/2015
		Página: 45 de 53

Elabora: José Adolfo Bacuilima Autor	Revisa: Iván Orellana Osorio Director	Aprueba: Representante de la Empresa
---	--	--

Prioridades: rangos por prioridad y semaforización

PRIORIDAD	Rangos	Semaforización
Urgente	> 80% ≤ 100%	
Alta	> 60% ≤ 80%	
Media	> 30% ≤ 60%	
Baja	> 10% ≤ 30%	
Óptimo	≥ 0% ≤ 10%	

Resultados

Tabla: % de Valor no agregado por tipo de desperdicio

Dimensiones	Empresa	
	% de valor no agregado por tipo de desperdicio	PRIORIDAD
Defectos		
Inventarios		
Sobre - procesamiento		
Esperas		
Movimientos		
Sobre - producción		
Transporte		