

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA  
PARA LA GESTIÓN DEL SERVICIO DE  
REPARACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach: MAGUIÑO LLONTOP, LUIS EDUARDO**

**Bach: GUERRA BACILIO, RUBÉN ALFREDO**

**ASESOR: Mg. HUGO MATEO LÓPEZ**

**LIMA – PERÚ**

**AÑO – 2015**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por todo su apoyo a lo largo de toda mi vida.

**Luis Eduardo Maguiño Llontop**

A mis padres por todo su apoyo y por ser mi motivación día a día. A los docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma que con su sapiencia han sabido guiarme y orientarme en todos los aspectos de mi vida.

**Rubén Alfredo Guerra Bacilio**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarnos la salud y sabiduría necesaria para el desarrollo de la presente tesis.

**Luis Eduardo Maguiño Llontop**

**Ruben Alfredo Guerra Bacilio**

## INDICE GENERAL

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.	2
1.1. Formulación y delimitación del problema.	2
1.1.1. Problema general.	6
1.1.2. Problemas específicos.	6
1.2. Objetivos generales y específicos.	6
1.2.1. Objetivo general:	6
1.2.2. Objetivos específicos:	6
1.3. Delimitación de la investigación: temporal y espacial.	7
1.4. Justificación e importancia del estudio.	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes del estudio de investigación: si corresponde.	9
2.2. Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio.	16
2.2.1. Planeamiento.	16
2.2.2. Medición del trabajo.	16
2.2.3. Hoja de Ruta	20
2.3. Definición de terminas básicos.	24
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	26
3.1. Hipótesis	26
3.1.1. Hipótesis general	26
3.1.2. Hipótesis específicas	26
3.2. Variable general.	26
3.2.1. Definición conceptual de las variables.	26
3.2.2. Operacionalización de las variables.	27
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
4.1.Descripción de la Empresa.	28
4.2.Tipo y nivel de investigación	35
4.3.Diseño de investigación.	35

4.4. Enfoque	35
4.5. Población y muestra (Probabilística y no probabilística)	35
4.5.1. Selección de la muestra.	36
4.5.2. Diagnóstico del área de Operaciones.	40
4.5.3. Identificación de las causas que generan el problema	45
4.5.4. Análisis de las causas identificadas	52
4.6. Propuesta de mejora	58
4.6.1. Implementación de las propuestas de mejora	60
4.6.2. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	61
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.	74
5.1. Presentación de resultados	74
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	84
ANEXO 1: Matriz de consistencia	85
ANEXO 2: Imágenes del proceso de Lluvia de ideas	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Resultado de encuesta de satisfacción de clientes.	3
Tabla 2 - Tabla de definición de resultados de la encuesta de satisfacción.	4
Tabla 3 - Resultado de encuesta de posicionamiento de cliente.	5
Tabla 4 - Símbolos y Significado de Diagrama de Flujo.	23
Tabla 5 - Control de tiempo total de servicios de reparación de	39
Tabla 6 - Flujograma de actividades de diagnóstico y elaboración de cotizaciones	41
Tabla 7 - Flujograma de actividades de reparación de motores.	43
Tabla 8 - Cumplimiento de entrega a tiempo – 2014 (OTD).	44
Tabla 9 - Cumplimiento de entrega a tiempo – 2015 (OTD).	45
Tabla 10 - Listado de lluvia de ideas identificación de causas.	46
Tabla 11 - Clasificación del listado de lluvia de ideas de causas.	48
Tabla 12 - Resumen de Pareto de causas.	52
Tabla 13 - Resumen del diagnóstico realizado de los Fishbones	57
Tabla 14 - Acciones de mejora que atacan la causa Raíz.	58
Tabla 15 - Resumen de las acciones	59
Tabla 16 – Tiempos por actividad con confiabilidad del 90%	63
Tabla 17 - Tiempos resultantes por actividad.	66
Tabla 18 – Hoja de Ruta para la reparación de motores CC	68
Tabla 19 - Definición de campos de la hoja de ruta.	71
Tabla 20 – Layout del taller de reparación	73
Tabla 21 – Nuevo Diagrama post mejora “Proceso para la cotización para el servicio de reparación de motores”	77
Tabla 22 – Nuevo Diagrama post mejora “Proceso para la reparación de motores de corriente continua”	78
Tabla 23 – Cuadro resumen de resultados	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ejemplo de Hoja de Ruta	21
Figura 2 - Ejemplo de Diagrama de Pareto.	22
Figura 3 - Ejemplo de Diagrama causa- efecto	24
Figura 4 - Organigrama de la Gerencia de Servicios.	29
Figura 5 - Mapa de Procesos.	31
Figura 6 - Diagrama de Pareto de los sectores de mayores Atención en el taller de reparaciones.	37
Figura 7 - Diagrama de Pareto del tipo de Motor más representativo.	38
Figura 8 - Pareto de causas.	51
Figura 9 - Fishbone del problema; No hay estándar de actividades y tiempos que cumplir.	53
Figura 10 - Fishbone del problema; Operaciones desconocen el tiempo de entrega prometido.	54
Figura 11 - Fishbone del problema; Mal cálculo de tiempo de entrega	55
Figura 12 - Fishbone del problema; Sistema de seguimiento de actividades no es el adecuado	56
Figura 13 - Diagrama OTD proyectado.	80
Figura 14 - Reunión de lluvia de ideas para determinar la causa raíz del problema	86
Figura 15 - Reunión de lluvia de ideas para determinar la causa raíz del problema	86

## RESUMEN

El desarrollo de la presente tesis forma parte de un estudio realizado en una empresa que brinda servicios de mantenimiento y reparación de motores eléctricos para minería, industria y generación de electricidad.

La tesis tiene como finalidad proponer un modelo de gestión que permita agilizar el tiempo de reparación de motores eléctricos de corriente continua, debido a que los clientes se vienen quejando por incumplimientos en la fecha de entrega del servicio, esto genera pérdida de credibilidad, imagen de la empresa y futuros negocios.

Para remediar la problemática se utilizaron herramientas de mejora continua tales como análisis de Pareto, espina pescado, 5 por qué y matriz de priorización para determinar el estado actual del servicio de reparación de motores y determinar cuál será nuestro foco para la investigación, basado en este diagnóstico se ha establecido un estándar en la nomenclatura de actividades de un servicio completo de reparación de motor y se implementó un análisis de muestreo de trabajo para determinar el tiempo de estas actividades sin cabida a los tiempos improductivos.

Una vez determinado los tiempos se implementó la Hoja de Ruta la cual sirve de fuente para el seguimiento y supervisión más exacta de las actividades durante la ejecución del servicio y de esta manera cumplir con el tiempo de entrega prometido al cliente.

El modelo propuesto logra disminuir el tiempo de ejecución de un servicio completo de motor eléctrico del tipo CC en un 17%, así mismo se obtuvo un incremento significativo en nuestro indicador de cumplimiento con la fecha de entrega pactada y una disminución de quejas de los clientes.

**Palabras clave:** Modelo de gestión, análisis de Pareto, espina de pescado, 5 porque, tiempos improductivos, matriz de priorización, muestreo de trabajo, hoja de ruta.



## **ABSTRACT**

The development of this thesis is about of a company that provides maintenance and repair services of electric motors for mining, industry and electricity generation.

The thesis aims to propose a management model that allows speed up the repair time DC electric motors, because customers have been complaining about violations on the date of delivery of the service, which entails loss of credibility, image of the company and future business.

To remedy the problems we used quality tools such as Pareto analysis, fishbone, 5 why's and prioritization matrix to determine the current state of the service engine repair and determine what will be our focus for research, based on this diagnosis it has set a standard in the nomenclature of activities of a full-service repair, also Work sampling was used to determine the time to accommodate these activities without downtime.

Once determined the times we set the Roadmap which serves as a source for more accurate monitoring and supervision of the activities during the execution of the service and thus meet the promised delivery time to the customer was implemented.

It managed to reduce the execution time of a full service type DC electric motor by 17%, also a significant increase was obtained in our indicator of compliance with agreed delivery date and a decrease in customer complaints.

**Keywords:** Management model, Pareto analysis, fishbone 5 because downtime, prioritization matrix, work sampling, road map.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el crecimiento de la minería, industria y empresas de generación ha crecido de tal manera que la demanda de reparación de motores eléctricos ha generado un crecimiento que ha permitido el nacimiento de diferentes empresas especializadas en brindar este servicio.

Actualmente el Perú tiene un tamaño de mercado de reparación de motores de 23 millones de dólares anuales en reparación y mantenimiento de motores eléctricos (Según estimación de la base instalada de motores en el Perú). La empresa en estudio representa 10 millones de dólares anuales lo que significa un 43% del mercado. (Fuente propia realizado por consultora a solicitud de la empresa).

Teniendo en cuenta que esta empresa es el competidor más caro en este rubro se vuelve indispensable ser una empresa que proporcione más valor agregado al entregable versus la competencia para garantizar un crecimiento sostenible de 3% anual en el mercado, debido a esto es que esta tesis está orientada a diagnosticar y proponer acciones de mejora para solucionar el problema de plazo de entrega y garantizar la fidelización de los clientes y el crecimiento anual de mercado de 3% hasta 2020.

La solución del problema de cumplimiento de entrega significa una gran oportunidad para posicionarse en el mercado ya que se han paralizado las ampliaciones mineras (principal cliente de la empresa) y se han congelado los proyectos CAPEX (Capital Expenditure o gastos de capital) en el país, esto obligará a nuestros clientes a no renovar sus maquinarias y dedicarse al mantenimiento y/o reparación, esto ocasionará que el mercado de este servicio crezca aún más pero a la vez lo convierte muy vulnerable a las exigencias de los clientes debido a que el menor error generará un malestar y en el peor de los casos pérdidas económicas a los clientes por paralización de producción por falta de maquinaria lo que representa un eventual riesgo de pérdida de posicionamiento de mercado principalmente en el sector minero. La mejora en este punto puede permitir que esta empresa pueda fidelizarse con sus clientes en una etapa en la cual se van a requerir servicios de reparación de motores.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **1.1. Formulación y delimitación del problema.**

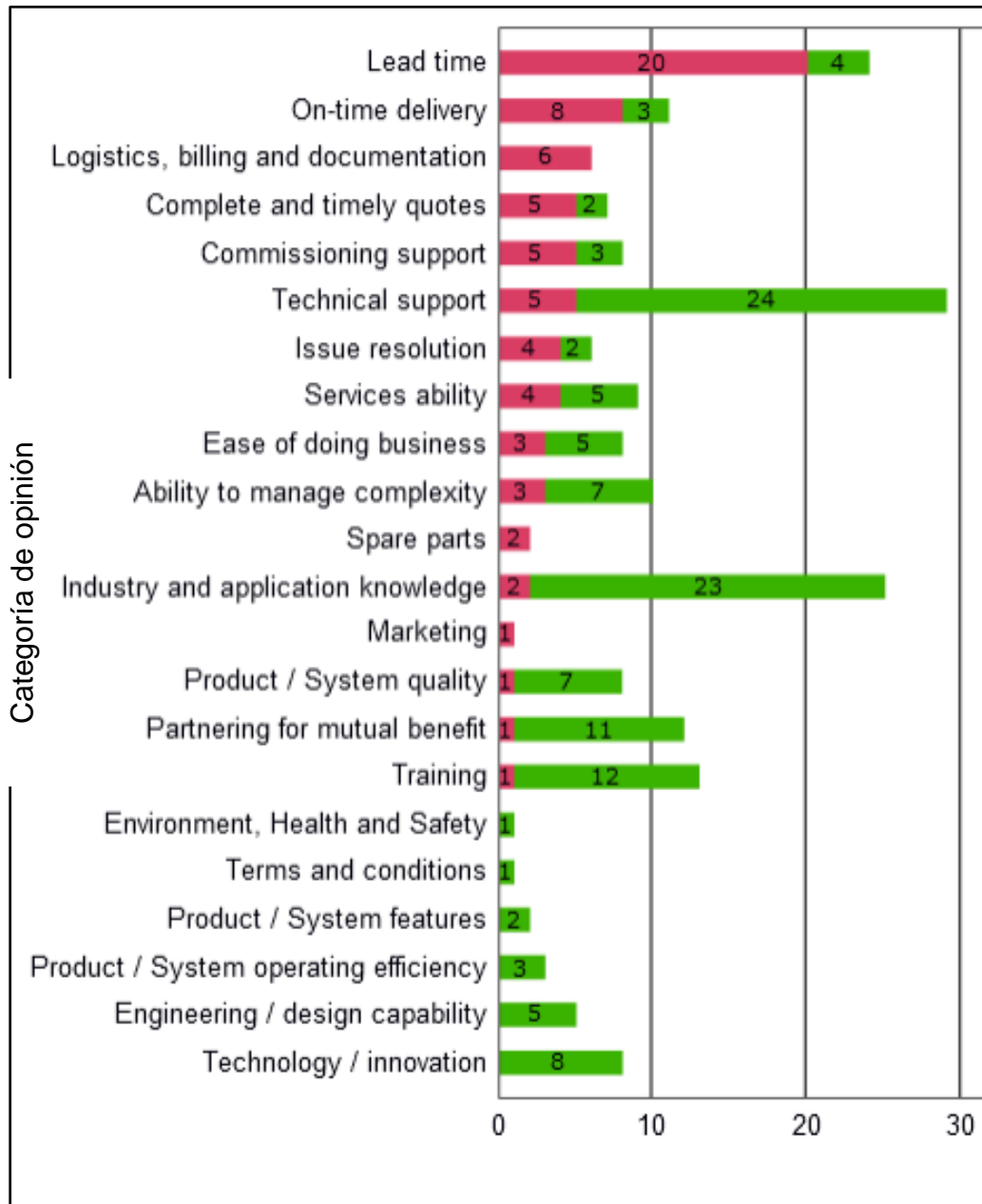
La empresa que es materia de investigación cuenta con una unidad de negocios enfocada a brindar el servicio de reparación a motores eléctricos de baja y media tensión en los sectores de minería, industria y generación eléctrica. Para esto cuenta con un taller de 2000 metros cuadrados y una planilla de 80 trabajadores para el cumplimiento de este servicio.

Actualmente la empresa está recibiendo quejas de sus clientes por incumplimientos en la fecha de entrega, que excede lo pactado. En la última encuesta de satisfacción del cliente realizada en el 2014 los clientes manifestaron su insatisfacción y malestar porque no se cumplen las fechas de entrega pactada según la cotización.

Los cliente manifestaron su descontento en sus comentarios tal como se muestra en la tabulación de la tabla 1: Resultado de satisfacción del cliente, dichos comentarios están representados en la barra roja que representa la cantidad de clientes que se quejan.

La barra verde representa los comentarios positivos que los clientes manifestaron.

**Tabla 1 - Resultado de encuesta de satisfacción de clientes.**



Fuente: Propia de la empresa

Según lo mostrado en la tabla 1: Resultado de encuesta de satisfacción de clientes muestra que las categorías positivas más opinadas por el cliente consideran que la empresa tiene conocimiento de la industria (23 opiniones positivas) y el soporte técnico de la empresa (24 opiniones positivas). Sin embargo sus opiniones negativas representan la justificación de la tesis.

**Tabla 2 - Tabla de definición de resultados de la encuesta de satisfacción.**

Categoría	Número de cliente que opinaron negativamente	%
Tiempo transcurrido entre el inicio y la finalización de un proceso de producción	20	28%
El tiempo de entrega	8	11%
Logística, facturación y documentación	6	8%
Cotizaciones completas y oportunas	5	7%
Puesta en marcha	5	7%
Soporte técnico	4	6%
Resolución de problemas	4	6%
Capacidad de servicios	5	7%
Facilidad de hacer negocios	3	4%
Capacidad para negociar	3	4%
Repuestos	2	3%
Conocimiento de la industria y la aplicación	2	3%
Comercialización	1	1%
Producto / Sistema de calidad	1	1%
La asociación de beneficio mutuo	1	1%
Entrenamiento	1	1%
	71	

Fuente: Propia de la empresa

Como se observa en la tabla 2: Tabla de definición de resultados de la encuesta de satisfacción. De una muestra de 71 clientes el 28% tuvieron comentarios negativos (barra roja) por el excesivo tiempo en la reparación de motores.

El 11% de clientes se quejaron por el incumplimiento con el tiempo de entrega. El 40% de clientes que respondieron la encuesta no están conformes con los tiempos de la reparación de motores.

En el afán de conocer que es lo que los clientes valoran más dentro del servicio del mantenimiento y reparación de motores eléctricos, se decidió realizarle una encuesta complementaria a los clientes para identificar los aspectos a mejorar. En esta encuesta se le consultó a los clientes de manera independiente que agrupe del 1 al 10 ¿Cuál es el atributo que más valora en un servicio de mantenimiento y reparación de motores eléctricos?

Los resultados se muestran en la tabla 3: Resultado de encuesta de posicionamiento de cliente.

**Tabla 3 - Resultado de encuesta de posicionamiento de cliente.**

Atributos que más valora el cliente		Cuore 
1	<b>TIEMPO</b>	Se valora que los tiempos de atención sean cortos para no perjudicar la operación (más si no hay máquina de back up)
2	<b>DISPONIBILIDAD</b>	Lo ideal es que la atención sea inmediata, más si hay alguna emergencia. Se valora disponibilidad de 24 horas X 7 días
3	<b>SERVICIO</b>	Se busca eficiencia en el trabajo, por lo cual las condiciones se pactan desde el inicio de la labor a efectuar
4	<b>SOPORTE TÉCNICO</b>	Que se brinde información del status del mantenimiento y que se brinde explicación de lo realizado
5	<b>PRECIO</b>	Que esté acorde al mercado; sin embargo, se dejó entrever que frente a alguna necesidad urgente se suele pagar
6	<b>GARANTÍA</b>	Más allá del tiempo establecido, el cumplimiento en caso se presente una falla o inconveniente dentro del plazo de la garantía
7	<b>ATENCIÓN</b>	Si bien no se espera tanta calidez en el trato, al menos cierta cordialidad, pro actividad y empatía
8	<b>CALIDAD DE ENTREGA</b>	Valorado sobretodo para quienes requieren hacer traslados largos; por lo cual, se sugiere que debería incluirse el transporte
9	<b>MARCA</b>	El nombre del taller no es valorado en primera instancia; pero al buscar respaldo, trayectoria y experiencia se inclinan por marca
10	<b>UBICACIÓN</b>	En líneas generales, no es tomado en cuenta porque se hace en Lima. En Arequipa sí es valorado, pues hay talleres de marca

Fuente: Encuesta realizada por la consultora CCR

Los resultados de la encuesta de satisfacción de clientes realizada en el 2014 difieren completamente con los resultados de la encuesta de posicionamiento del cliente, en donde se ve claramente que el atributo que el cliente más valora es el tiempo de entrega.

Esto ratifica el problema que tiene la empresa y la necesidad de proponer acciones de mejora que agilicen la entrega de reparación de motores eléctricos.

### **1.1.1. Problema general.**

PG: ¿De qué manera el análisis y propuesta de un modelo de gestión para la ejecución de servicio, agilizará el tiempo de servicio de reparación de motores eléctricos?

### **1.1.2. Problemas específicos.**

PE1: ¿De qué manera el uso de herramientas de mejora de procesos permitirá identificar las causas raíces de las demoras en el servicio de reparación de motores?

PE2: ¿De qué manera la aplicación de un Muestreo de Trabajo, mejorará el cálculo de estimación del tiempo de entrega para el servicio de reparación de motores eléctricos?

PE3: ¿De qué manera la implementación de un sistema de seguimiento de las actividades por medio de hoja de ruta en la ejecución de servicios permitirá cumplir la fecha de entrega pactada al cliente?

## **1.2. Objetivos generales y específicos.**

### **1.2.1. Objetivo general:**

OG: Aplicar un análisis y una propuesta de un modelo de gestión para la ejecución de servicio que agilizará el tiempo de servicio de reparación de motores eléctricos.

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

OE1: Aplicar herramientas de mejora de procesos para identificar las causas raíces de las demoras en el servicio de reparación de motores.

OE2: Aplicar el Muestreo de Trabajo para mejorar el cálculo de estimación de tiempo de entrega en el servicio de reparación de motores eléctricos.

OE3: Implementar un sistema de seguimiento de las actividades en la ejecución de servicios por medio de hoja de ruta que permita cumplir la fecha de entrega pactada al cliente.

### **1.3. Delimitación de la investigación: temporal y espacial.**

El estudio está limitado a los servicios de reparación de motores eléctricos atendidos en el taller de la empresa en estudio y el análisis se realizará en todos los procesos operativos abarcando desde el proceso de diagnóstico del motor hasta la entrega final del motor reparado

- Temporal: se ha estudiado la programación de entrega de motores reparados a lo largo del 2014 y los primeros 6 meses del 2015
- Espacial: Solo se está considerando los servicios realizados a lo largo del territorio nacional
- Temática: Este estudio abarca la reparación de todos los tipos de motores eléctricos.

### **1.4. Justificación e importancia del estudio.**

La justificación es práctica porque está orientada a resolver el cumplimiento de tiempo de entrega en la reparación de motores eléctricos.

El problema principal de la empresa es que no cumple con la fecha de entrega de los servicios de mantenimiento y reparación de motores y esto se debe a que no se tiene un estándar de actividades a realizar, no es posible determinar el tiempo que demora cada actividad para realizar la cotización.

Los tiempos de entrega son muy variables uno de los otros lo que hace imposible hacer trazabilidad entre el tiempo que debería demorar cada actividad versus el tiempo que realmente demora cada actividad.

La empresa ya está recibiendo varias quejas sobre el incumplimiento del tiempo de entrega y esto se puede representar en pérdidas de negocio.

El modelo de gestión de servicio que se propone en la presente tesis tiene como fin calcular la fecha de entrega prometida al cliente en la cotización y recuperar la fidelización de sus clientes.



Este nuevo modelo permitirá implementar un plan de seguimiento a lo largo de toda la reparación de motores eléctricos, permitiendo garantizar que se cumplan todas las actividades necesarias para la reparación de todos los motores.

En general, se puede decir que esta investigación incrementará el nivel de satisfacción del cliente por medio al cumplimiento en la fecha de entrega.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio de investigación: si corresponde.

- a) Título: Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria  
Autor: Claudio Loayza, Pedro Joseph  
Centro de estudios: Pontificia Universidad Católica del Perú  
Tesis para optar el título de ingeniero industrial  
Fecha de Publicación: Noviembre 2011

#### Resumen:

En el presente documento se muestra la mejora de los procesos de un taller mecánico de la empresa líder en comercialización de bienes de capital en el país, según Apoyo & Asociados Internacionales SAC, la cual tiene como clientes a los principales referentes de los sectores económicos más importantes del país.

Dado que el dinamismo de la comercialización de bienes de capital es directamente proporcional al nivel de crecimiento de la economía, y considerando que la empresa está presente en los sectores más relevantes de la economía, se puede inferir que esta tiene la oportunidad de aprovechar la presente coyuntura, de crecimiento sostenible, de manera eficiente. Por lo tanto es importante mencionar que el trabajo realizado en esta tesis contribuyó significativamente al aumento de la productividad y a una mayor eficiencia en el uso de los recursos del taller donde se realizó el estudio, y por ende en la empresa.

Inicialmente se investigó sobre los conceptos teóricos relacionados con las metodologías de mejora, los mismos que, conjuntamente con el diagnóstico del área en estudio, sirvieron para definir la estrategia de mejora que se desarrollaría.

Para la formulación de las oportunidades de mejora se utilizó la metodología base de todas las metodologías de mejora con las que las organizaciones pueden disponer actualmente, debido a que nunca se había realizado en el taller estudios de mejora de procesos.

Con la implementación de las propuestas de mejora se logró ordenar y

estabilizar los procesos que circunscribe el taller, así como eliminar las principales causas que mermaban su productividad y evitaban que logren los objetivos de calidad que garanticen su competitividad y sostenibilidad. Adicionalmente se debe resaltar que a partir de este estudio el taller puede considerar utilizar metodologías de excelencia para mejorar sus procesos en el futuro, y complementar la mejora de procesos, que es la base de la productividad de las empresas, con otras herramientas de la Ingeniería Industrial, las cuales no podrían funcionar de manera óptima sin el análisis desarrollado.

- b) Título Mejora de procesos de una empresa fabricante de máquinas de automatización:

Autor: Maguiña Ita, Hedwin Alfonso

Centro de estudios: Pontificia Universidad Católica del Perú

Tesis para optar el título de ingeniero industrial

Fecha de publicación: Mayo 2013 – Lima Perú

Resumen:

La automatización en los diversos procesos está cobrando relevancia ante el crecimiento que presenta la industria manufacturera en nuestro país y, específicamente, el sector metalmecánica, debido a la innovación y búsqueda de la mejora continua. Es por ello que se tiene la necesidad de enfocarse en las empresas con potencial de crecimiento para poder plantear alternativas de mejora en éstas.

El presente estudio se realiza con la finalidad de analizar la situación actual de trabajo y presentar propuestas de mejora a los procesos llevados a cabo por una empresa manufacturera, la cual se dedica a la fabricación de maquinaria de automatización en base a las necesidades que tienen sus clientes en sus líneas de producción.

El contenido de este proyecto inicia con una presentación de los conceptos teóricos que son la base del estudio realizado en su totalidad para, de esta manera, contar con la justificación de las herramientas y metodologías empleadas en la descripción y diagnóstico del trabajo actual realizado y en las propuestas de mejora a desarrollar. Las propuestas de mejora son

planteadas con la finalidad de optimizar los procesos llevados a cabo por la empresa en estudio, describiendo detalladamente su implementación para obtener buenos resultados. Debido a que es la primera vez que la empresa fue sometida a un estudio para la mejora en sus procesos, las metodologías propuestas pueden ser mejoradas o replicadas en futuras ocasiones con la finalidad de poder disponer de las mismas para optimizar su trabajo.

El objetivo del estudio fue lograr ordenar y optimizar los procesos internos realizados por la empresa para que, de esta manera, se alcance trabajar de una manera eficaz y eficiente, eliminando los tiempos improductivos y elevando la productividad en el trabajo. Así, la empresa será capaz de incrementar su nivel de competitividad y sostenerse como líder en su sector, siendo capaz de mejorar continuamente su desempeño.

Como resultado de este proyecto, se observa el gran potencial de crecimiento y mejora en el trabajo de una pequeña empresa frente a alternativas de mejora que no incurren en una gran inversión, pero sí en orden en la manera de manejarse

c) Título: Mejoramiento de la Productividad de un Taller Mecánico de Reparación de Motores de Combustión Interna utilizando Herramientas de Mejora Continua

Autor: Luis Gabriel Alejandro Palma

Centro de estudios: Universidad de Guayaquil

Tesis para optar el título de ingeniero industrial

Fecha de Publicación: Enero 2013 – Guayaquil, Ecuador

Resumen:

El desarrollo de la presente tesis, ha sido elaborada en las instalaciones de un taller mecánico de reparación de motores de combustión interna, el cual se denomina Taller R.G.M. se encuentra ubicado en el norte de la ciudad de Guayaquil. Comenzó su actividad comercial el 15 de noviembre de 1971, dedicándose a la prestación de servicios en cuanto tiene relación al mantenimiento y reparación de todo tipo motores de vehículos. En el año de 1984, entra en una etapa de auge en relación a importaciones; ya que se vio en la necesidad de no solamente brindar servicios sino vender el

producto, como son los repuestos automotrices, para finalizar la obra eficazmente. Desde ese entonces ha venido sufriendo transformaciones necesarias para suplir la necesidad de los clientes debido al desarrollo de nuevas tecnologías.

Sin embargo debido al crecimiento de las actividades de la empresa, y a pesar de contar con una buena infraestructura y con la cantidad de equipos necesarios para realizar las reparaciones, se descuida un factor importante que hace referencia a la calidad, ya que con el afán de cubrir las cantidades de reparaciones solicitadas no se cubrían los programas de mantenimiento de los equipos del taller, provocando deterioros acelerados y por ende paros no planeados de los mismos debido a fallas eléctricas o averías mecánicas, e incluso el incumplimiento del plazo de entrega de la reparación de un motor. Además con la adquisición de un nuevo reto acerca de proveer los repuestos utilizados en las reparaciones, la elaboración de los presupuestos tardaban demasiado, y por ende la aprobación del mismo, lo que producía una inconformidad en los clientes.

Para remediar estas dos situaciones se decidió realizar un estudio que permitiese implementar herramientas de mejora continua, con la finalidad de solucionar las inconvenientes con los clientes, y por ende mejorar la productividad del taller que se encontraba siendo afectada. Un camino es implantar metodologías de mantenimiento, dentro de lo cual se encuentra el Mantenimiento Autónomo el cual es un pilar fundamental del Mantenimiento Productivo Total en la organización. Dicha metodología se basa en el entrenamiento de los operadores de máquinas herramientas, preparando documentos necesarios para ejecutar limpieza, lubricación, aprietes y estandarización de tareas que conlleven a mantener el buen estado de los equipos utilizados en la reparación de un motor, debido a la alta importancia que posee la disponibilidad de los mismos. Con la capacitación del personal tanto en mecánica general como en el mantenimiento autónomo se realizó la familiarización de los operadores con sus equipos, aprendieron a conocer la estructura interna de los mismos, su funcionamiento, problemas que pueden presentarse en su operación, perjuicios que causa el depósito de polvo y la limpieza incorrecta, falta de apriete en tornillos o pernos flojos, como también los problemas que se

presentan con la falta de lubricación.

Además, con la finalidad de complementar la mejora del servicio de la reparación de motores, se implementó un servicio de reparación con presupuesto fijo, lo cual ahorra tiempo de aprobación, dando lugar a una inmediata reparación, el cliente puede conocer el valor de la reparación en poco tiempo, y ya no esperar hasta la elaboración del mismo, esto ayudó a reestructurar las funciones del personal técnico y administrativo, se concientizó al personal con respecto a la importancia de las implementaciones realizadas.

En el resultado final del proceso los operarios con los conocimientos adquiridos conocen la forma de eliminar el polvo y suciedad de las máquinas para evitar el desgaste prematuro de las partes móviles de los equipos, extendiendo su vida útil y disminuyendo el tiempo de paros no planeados. Conoce los métodos de lubricación, la cantidad y frecuencia con que se deben realizar este tipo de tareas, minimizando las probabilidades de perder tiempo por averías, contribuyendo al mejoramiento de la productividad del taller, evitando los reprocesos que eran frecuentes antes de la implementación, reduciendo los costos de producción enfocándose en las áreas críticas mediante el desarrollo de estudios y diseño de planes de mejora basados en la metodología del mantenimiento autónomo.

- d) Título: Análisis y mejora del procesos productivo de una línea de galletas en una empresa de consumo masivo.

Autor: Aliaga Aliaga, Diane Elizabeth

Centro de estudios: Pontificia Universidad Católica del Perú

Tesis para optar el título de ingeniero industrial

Fecha de Publicación: Febrero 2015 – Lima, Perú

Resumen:

En el presente trabajo se describe el análisis, diagnóstico, y propuesta de mejoras en el proceso productivo de una línea de galletas en una empresa del sector consumo masivo.

Este caso de estudios se enfoca en optimizar el proceso productivo

mediante la aplicación de herramientas estadísticas y herramientas de calidad con la finalidad de reducir los desperdicios y generar ahorros para la empresa.

El análisis realizado se centró en dos familias de productos las cuales representan el 70% de la producción de la Línea. En el análisis de la Familia 1 se identificó que los límites de las gráficas de control están desactualizados para lo cual se propone gráficas de control con límites que satisfagan los requerimientos del proceso además se identificó que la distribución en la zona de preparación de masas no es la adecuada para lo cual se propone la modificación de la misma.

Así mismo, para la Familia graneles se identificó que la mayor cantidad de desperdicios se genera en la etapa del laminado para lo cual se propone realizar el cambio de la banda transportadora de la máquina laminadora y el reproceso de la merma que se genera en la zona.

Además se propone la aplicación de gráficas de control para la medición del porcentaje de desperdicios de la Familia 1. Luego, mediante círculos de calidad se plantea realizar análisis de causa raíz con las personas involucradas en el proceso y así tomar las medidas correctivas y preventivas que se requieran de forma inmediata. Esta última propuesta tiene la posibilidad de reaplicarse en las demás líneas de la empresa para el análisis de cada familia de productos.

Los principales resultados estimados a partir de las mejoras planteadas indican una reducción considerable en la cantidad de producto rechazado y en el porcentaje de desperdicios que se genera. En términos económicos se estima como un resultado en conjunto un ahorro que asciende los 161 mil nuevos soles durante el primer año el cual a través de la mejora continua de los procesos se irá incrementando durante los siguientes años.

- e) Título: Propuesta de estandarización de procesos  
Autor: Palapa Sánchez, Josefina  
Centro de estudios: Instituto Politécnico Nacional  
Para obtener el grado de maestro en administración  
Fecha de Publicación: Enero 2012 México

Resumen:

Un proceso básicamente representa las fases/actividades de valor que integran la cadena de valor de una compañía emergiendo un número dinámico de subprocesos los cuales se diseñaran y variarán según la complejidad de las operaciones, madurez de los procesos, estrategias en curso, estructura y cultura organizacional de la compañía que la establece. Por lo anterior, la presente tesis presenta una propuesta de estandarización de procesos con base en dos marcos de referencia aceptados nacional e internacionalmente, es decir de MoProSoft a nivel nacional e ISO 9001:2008 aceptado a nivel internacional abarcado únicamente la primera capa de madurez según MoProSoft “establecido”.

De manera conceptual la propuesta pretende dar solución a problemáticas de gestión de cualquier tipo de proceso, siendo importante mencionar que parte medular de la eficacia de su diseño y establecimiento es la formación y preparación del responsable/asignado de su formalización ya que requiere competencias específicas que permitan diseñar procesos o ajustes a los mismos que solucionen situaciones predecibles y no predecibles.

Se espera que las organizaciones que establezcan sus procesos adopten un enfoque sistémico que permitirá analizar y cruzar de forma ordenada todas las fronteras funcionales de cada componente desde su inicio hasta su fin, logrando con ello mejorar la gestión de las operaciones de forma controlada y evolutiva.



## **2.2. Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio.**

### **2.2.1. Planeamiento.**

Según Koontz & Wehrich, Al diseñar un entorno para el eficaz desempeño de individuos que trabajan en grupos, la tarea más importante de un administrador es comprobar que todos conozcan los propósitos y objetivos del grupo y los métodos para alcanzarlos, Para ser eficaz, el esfuerzo grupal debe basarse en el conocimiento por parte de las personas de lo que se espera de ellas, Esta es la función de la planeación, la función administrativa, más básica de todas. La planificación implica la selección de misiones y objetivos y de las acciones para cumplirlos, y requiere de la toma de decisiones, es decir, de optar entre diferentes cursos futuros de acción. De este modo, los planes constituyen un método racional para el cumplimiento de objetivos preseleccionados. La Planeación supone asimismo, y en forma destacada, innovación administrativa. Cabe señalar que planeación y control son inseparables, los hermanos siameses de la administración. Todo intento de control sin planes carece de sentido, porque la gente no tendrá manera de saber si efectivamente se dirige a dónde quiere ir (resulta la tarea de control) sin antes saber a dónde quiere ir (parte de la tarea de planeación. Así, los planes proporcionan las normas de control.

### **2.2.2. Medición del trabajo.**

La medición del trabajo consiste en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, al efectuarla según una norma de ejecución preestablecida (estándar). Los propósitos que se persiguen con la medición del trabajo son múltiples.

- Evaluación del comportamiento del trabajo.
- Planeación de las necesidades de la fuerza de trabajo.
- Planeación de la capacidad.
- Fijación de precios.

- Control de costos.
- Programación de operaciones.
- Establecimiento de incentivos salariales.

El objetivo de la medición del trabajo consiste en determinar el tiempo que debe usarse para desarrollar una actividad específica en régimen sostenido, con métodos establecidos, y en condiciones estándar de trabajo, Los estándares satisfacen las necesidades del trabajador, proveen una medida del desempeño de la organización, y facilitan la programación y el costeo de las operaciones. Los métodos empleados para realizar estas mediciones del trabajo son tratados por Monks (1991) y comprenden los siguientes:

### **Experiencia histórica**

Consiste en utilizar la experiencia histórica para determinar los estándares de mano de obra requeridos. Es un método sencillo y económico; sin embargo no es objetivo y se desconoce la precisión, ya que no es posible saber si representan un ritmo de trabajo razonable o deficiente. Por lo que su uso no es el más recomendable.

### **Estudio de tiempos.**

Consiste en determinar el tiempo de trabajo que involucra la ejecución de una tarea según un método prescrito, que determina el ritmo de trabajo, y a partir de él es posible establecer un estándar para efectuar las tareas, Además, considera la incorporación de cierto nivel de tolerancia, correspondiente a la fatiga. El estudio de tiempos normalmente está compuesto por ocho etapas:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método si se descompone la operación en “elementos”.
3. Examinar ese desglose para verificar que están utilizando los mejores métodos y movimientos.

4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronometro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada paso de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario en correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo propio.
6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el tiempo propio de la operación.

### **Tiempos predeterminados.**

Se basa en el principio de lo que todo trabajo puede ser descompuesto en movimientos básicos, para los cuales existe una base de datos con tiempos promedio que demandaría el desarrollo de esa actividad, a la que se le agrega el factor de tolerancia necesario, lo que posibilita la obtención del tiempo estándar, sin necesidad de una medición directa.

### **Datos de estándares.**

Es una variación del método anterior con la diferencia que comprende clases más amplias de movimientos, que han sido derivadas de mediciones directas o a partir de la agregación de actividades más pequeñas para las cuales existen tiempos predeterminados.

### **Muestreo del trabajo.**

El muestreo del trabajo implica estimar las proporciones del tiempo que dedican las personas a las distintas actividades y el tiempo total que las maquinas ocupan en estas actividades, por medio de un gran número de observaciones. Estas actividades pueden incluir la elaboración del producto o servicio, trámites y papeleo, la espera de instrucciones, las pausas de por mantenimiento o el tiempo ocioso. La suposición fundamental es que la proporción de tiempo que ocupa cada actividad observada en la muestra será la proporción del tiempo que dicha actividad requiere en general, Los datos obtenidos en el

muestreo del trabajo también suelen usarse para estimar la eficacia de trabajadores o máquinas; para calcular los márgenes de tolerancia necesarios al determinar las normas que se usarán con otros métodos de medición del trabajo; para determinar el contenido de puestos de trabajo; y como ayuda en la evaluación del costo de trabajos o actividades.

Procedimiento de muestreo del trabajo: Para realizar un estudio de muestreo del trabajo se requiere los siguientes pasos:

1. Definir las actividades.
2. Diseñar la forma en que se realizará la observación.
3. Determinar la duración del estudio.
4. Determinar el tamaño adecuado de la muestra inicial.
5. Seleccionar tiempos de observación al azar, consultando una tabla de números aleatorios.

Un estudio de muestreo del trabajo debe realizarse en un periodo de tiempo que sea en verdad representativa de las condiciones de trabajo normales y en el cual cada actividad se presente un número de veces también representativo. Por ejemplo, si una actividad se realiza una vez a la semana, el estudio tendrá que prolongarse quizá varios meses. Sin embargo, si la actividad se presenta continuamente durante la semana, y se repite de una semana a otra durante todo el año, el estudio podría durar tan sólo algunas semanas.

El objetivo del muestreo de trabajo es obtener una estimación de la proporción de tiempo dedicada a una actividad en particular, que no difiera de la proporción verdadera más que por un margen de error previamente especificado. Se utilizará la siguiente fórmula para determinar el número de observaciones requeridas si las hubiese para después calcular el promedio de todas las observaciones.

$$N' = \left[ \frac{\frac{K}{S} \sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$\frac{K}{S} = 2 \times \frac{1}{E}$$

*N' = Numero de observaciones requeridas.*

*K/S= Factor de confianza – precisión*

*X = Tiempos elementares representativos*

*E = Errores posibles.*

*n = Número de observaciones iniciales.*

### **2.2.3. Hoja de Ruta**

Una hoja de ruta es una descripción de las operaciones específicas a realizar para producir el artículo asociado. Las posiciones individuales (secuencias) se definen en la hoja de ruta. Los valores para la planificación de capacidades, costes y producción se definen en una hoja de ruta según el tiempo de ejecución requerido de las operaciones.

Para permitir que una operación se cree más rápidamente, los procesos individuales se pueden predefinir en los datos maestros bajo Operaciones.

La información de la hoja de ruta se puede registrar, gestionar y copiar como datos maestros (productos estándares) y/o en datos específicos de pedido (manipular las modificaciones específicas de producto o producción completa relacionada con el pedido). Referencias cruzadas con los datos básicos y los datos de pedido. Tal como se muestra en la Figura 1 – Ejemplo de Hoja de Ruta.

Hoja de Ruta						
Nombre Orden de Serv. _____			Fecha _____			
Modelo del Motor _____			Fecha de inicio de Servicio _____			
Numero del Modelo _____			Operario Responsable _____			
Tamaño del Motor _____						
Operación	Centro de Producción	Descripción de la Operación	Maquina	Herramientas, Materiales	Tiempo Estándar	Oper. Esp.

**Figura 1 - Ejemplo de Hoja de Ruta.**

Fuente: Propia de la empresa

#### 2.2.4. Técnicas de mejora de procesos:

##### a) Diagrama de Pareto

Es una herramienta de medición y análisis para la toma de decisiones en función de mediciones y toma de prioridades. Se basa en el principio “el 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan”. Lo que significa que con pocas acciones correctivas se soluciona un gran número de deficiencias.

Dentro de sus características se encuentra la priorización que es la que identifica los elementos que más importancia tienen dentro del grupo. También está la unificación de criterios que busca obtener un objetivo común.

Para realizar un Diagrama de Pareto se procede de la siguiente manera:

- En primer lugar se establecen las clases o categorías relacionadas con la variable de estudio. En general, se trata de variables cualitativas. En el ejemplo en que unos pocos productos explican la mayor parte de las ventas de un negocio, cada clase estará representada por un producto (aunque

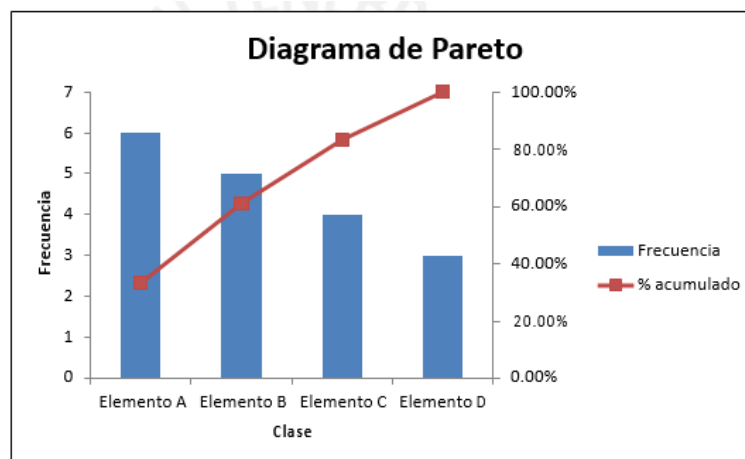
los productos con muy poco peso se podrán agrupar en una sola clase).

- En segundo lugar se determinan las frecuencias de clase (frecuencias absolutas) y se calculan las frecuencias relativas para cada clase.

- En tercer lugar, las clases se ordenan en función de las frecuencias relativas, en forma decreciente (la última clase podría agrupar a varias categorías con escasa frecuencia).

- En cuarto lugar, se elabora un gráfico de barras verticales para las clases definidas.

- En quinto lugar, en el mismo gráfico, se superpone otro con una poligonal que representa las frecuencias relativas acumuladas. Tal como se muestra en la figura 2: Ejemplo de Diagrama de Pareto.











**Figura 2 - Ejemplo de Diagrama de Pareto.**  
Fuente: Bonilla (2010)

#### b) Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un algoritmo o de una parte del mismo. La ventaja de utilizar un diagrama de flujo es que se le puede construir independientemente del lenguaje de programación, pues al momento de llevarlo a código se puede hacer en cualquier lenguaje. Dichos diagramas se construyen utilizando ciertos símbolos de uso especial como son rectángulos, óvalos, pequeños círculos, etc.; estos símbolos están conectados entre sí por flechas conocidas como líneas de flujo. Tal como se muestran los símbolos en la tabla 4: Símbolos y Significado de diagrama de flujo

**Tabla 4 - Símbolos y Significado de Diagrama de Flujo.**

	<b>Terminal.</b> Representa el inicio y fin de un programa.
	<b>Proceso.</b> Son acciones que el programa tiene que realizar
	<b>Decisión.</b> Indica operaciones lógicas o de comparación.
	<b>Entrada.</b> Nos permite ingresar datos.
	<b>Salida.</b> Es usado para indicar salida de resultados
	<b>Conector.</b> Enlaza dos partes cualesquiera de un programa
	<b>Línea de flujo.</b> Indica dirección de flujo del diagrama. Las flechas de flujo no deben cruzarse. Los diagramas se leen de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.
	<b>Conector fuera de página.</b> Representa conexión entre partes del algoritmo representadas en páginas diferentes.

Fuente: ¿Cómo implementar un sistema de gestión de calidad?

Daniel Jiménez (2014)

### c) Diagrama causa efecto

El diagrama causa-efecto es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema.

a) Coloque el planteamiento del problema en un recuadro al lado derecho de la superficie de escribir. Asegúrese de que todo el mundo esté de acuerdo con el planteamiento del problema. Incluya toda la información que pueda en cuanto al “qué”, “dónde”, “cuándo” y “cuánto” del problema. Use datos para especificar el problema.

b) Escriba las categorías de causas principales o pasos del proceso de producción o servicio.

Conéctelas a la “espina dorsal” del diagrama de espinazo. Tenga en cuenta que no existe un conjunto o número de categorías perfecto, haga que éstas se adecuen al problema.



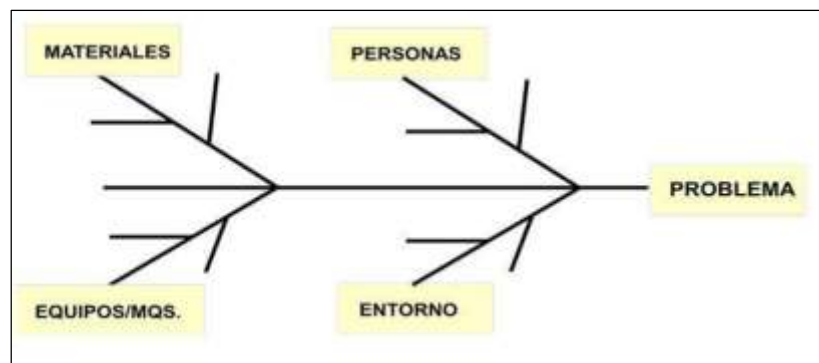
c) Coloque las causas analizadas o basadas en datos en la categoría apropiada. Algunas causas parecen encajar en más de una categoría, idealmente cada causa debe ir en un solo una categoría, pero algunas pueden pertenecer legítimamente a dos categorías, colóquelas y vea como resultan al final.

Si el surgimiento de ideas es lento, use las categorías de causas principales como catalizadores, por ejemplo: “¿Qué cosa esta causando...?”

d) Con respecto a cada causa de las espinas, pregunte repetidamente: “¿por qué sucede?”.

Para cada causa más profunda, continúe tratando de obtener una comprensión más profunda, pero sepa cuándo detenerse usando el sentido común.

e) Interprete o pruebe en busca de raíces causales (busque causas que aparezcan repetidamente dentro o a lo largo de las categorías de causas principales). Tal como se muestra en la figura 3: Ejemplo de Diagrama Causa - efecto



**Figura 3 - Ejemplo de Diagrama causa- efecto**

Fuente: Ozeki (1992)

### 2.3. Definición de terminas básicos.

**Mantenimiento de motor:** Proceso que consiste en desmontaje para su lavado, maquinado mecánico y montaje de un motor eléctrico. El mantenimiento normalmente es programado y evita que el motor se queme por el uso.

**Reparación de motor:** Proceso que consiste en la extracción de la bobina (re bobinado) para ser reemplazada por otra dentro de un motor eléctrico.

**Rotor:** Componente que gira (rota) dentro de un motor eléctrico, está atravesado por el eje.

**Estator:** Componente fijo del motor eléctrico encargado de transmitir la potencia y energía.

**Plan de seguimiento:** El seguimiento consiste en la aplicación de controles periódicos de las variables seleccionadas, y debe cumplir los siguientes requerimientos:

Las medidas de control deben ser estandarizables.

Las variables seleccionadas deben tener capacidad para registrar las propiedades de los sistemas afectados que se desea valorar y, siempre que sea posible, ser indicadoras del estado del conjunto de un proceso o sistema ecológico.

La escala de las mediciones debe ser la apropiada para detectar los cambios.

## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1. Hipótesis

#### 3.1.1. Hipótesis general

HG: Si se analiza y se propone un modelo de gestión para la ejecución del servicio se agilizará el tiempo de servicio de reparación de motores eléctricos

#### 3.1.2. Hipótesis específicas

HE1: Si se aplican herramientas de mejora de procesos se identificarán las causas raíces de las demoras en los servicios de reparación de motores.

HE2: Si se aplica el Muestreo de Trabajo, se mejora el tiempo de entrega en el servicio de reparación de motores eléctricos

HE3: Si se implementa un sistema de seguimiento de actividades en la ejecución de servicios por medio de hoja de ruta se cumplirá la fecha de entrega pactada al cliente.

### 3.2. Variable general.

#### 3.2.1. Definición conceptual de las variables.

**Tiempo de ejecución en los procesos de servicio:** Duración total representada en horas o días de la ejecución de un servicio de reparación de motores eléctricos.

**Tiempo de entrega del servicio:** Fecha calendario prometida en la que la empresa se compromete a entregar el motor reparado. Esta fecha está pactada en la cotización y forma parte de un compromiso con el cliente.

**HE1-I: Herramientas de mejora de procesos:** Es la aplicación sistemática de métodos y técnicas que hacen que el proceso se comporte de acuerdo a los objetivos de negocio de la organización tiene como objetivo que estas técnicas logren mejora de procesos que reporten beneficios tangibles a las organizaciones productoras de productos y servicios de tecnología de la Información.

**HE1-D: Demora en el servicio de reparación de motores:** Es el exceso de días que se toma la empresa para entregar los servicios de reparación de motores.

**HE2-I: Muestreo del Trabajo:** Es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo.

**HE2-D: Tiempo de entrega del servicio:** Es el tiempo preciso en el que se dará entrega del servicio al cliente.

**HE3-I: Hoja de Ruta:** Es un plan que establece a grandes rasgos la secuencia de pasos para alcanzar un objetivo, se especifican tiempo y recursos necesarios.

**HE3-D: Fecha de entrega pactada:** Fecha prometida al cliente en la cotización y por la que el cliente paga.

### 3.2.2. Operacionalización de las variables.

VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD	CONCEPTO	OPERACIONALIDAD
Demora en el servicio de reparación de motores	Cantidad de causas raíces encontradas	Factores que originan los problemas dentro del servicio	Planeamiento
Tiempo de entrega del servicio	Total de servicios entregados a tiempo / Total de servicios entregados	Tiempo total de demora del servicio	Planeamiento
Fecha de entrega pactada	(Fecha de entrega pactada) - (Fecha de entrega Real) = 0	Fecha prometida al cliente en la cotización y por la que el cliente paga.	Planeamiento

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Antes de desarrollar este capítulo se hará una descripción general de la empresa en estudio donde se describirá la organización y proceso principal.

### **4.1. Descripción de la Empresa.**

#### **4.1.1. La empresa**

La empresa se encarga de proporcionar productos eléctricos de energía y automatización a nivel mundial, actualmente esta empresa posee una gran cartera de productos y servicios orientado a los mercados mineros, industriales y de generación de energía.

Una de las líneas más importantes que maneja en el Perú es el servicio de mantenimiento y Reparación de motores eléctricos industriales, para ello cuenta con un taller de 2000 metros cuadrados en donde atiende todo tipo de marcas de motores eléctricos para realizar algún mantenimiento programado o alguna reparación por avería del equipo.

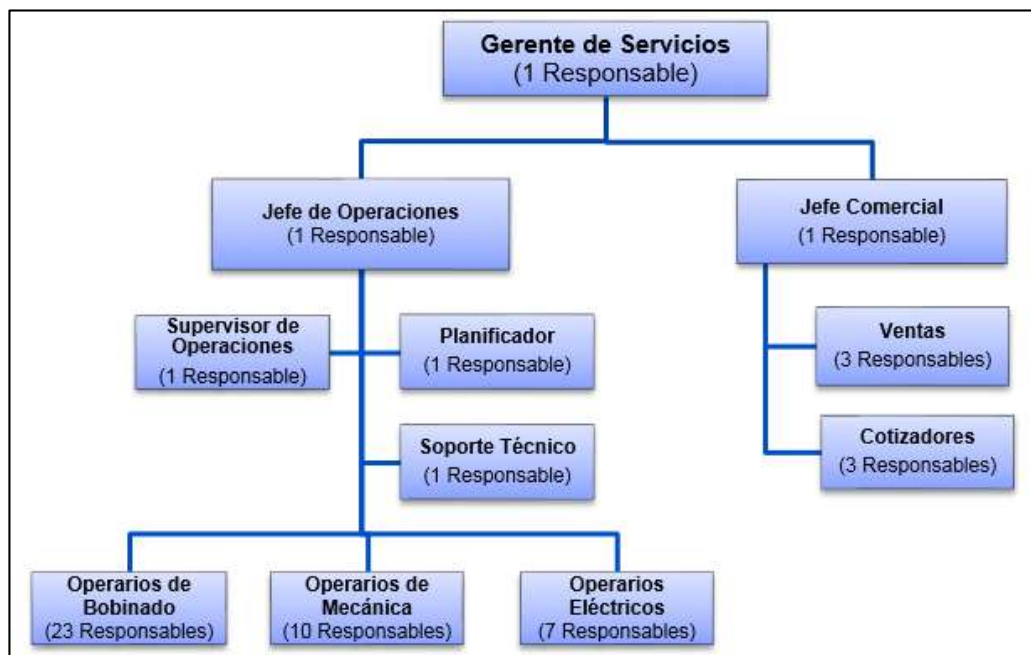
En el Perú esta empresa ha logrado posicionarse del mercado siendo líder en este giro de negocio y ha logrado tener el taller con mayor capacidad de atención de motores eléctricos en el país.

El crecimiento de la minería en el Perú ha generado muchas oportunidades de hacer negocio con esta empresa ya que la base instalada que tienen estas empresas mineras es bastante amplia, convirtiéndose así en el principal cliente de esta empresa.

Adicionalmente, es importante mencionar que la empresa cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad y de Gestión Ambiental como muestra de ello se encuentra Certificada en ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18001.

#### 4.1.2. Descripción de la organización de la empresa

La unidad de negocio que es responsable de la línea del servicio de reparación y mantenimiento de motores eléctricos está conformado por un gerente de servicios quien es la autoridad máxima en todos los procesos vinculados en los servicios de mantenimiento y reparación de motores eléctricos. Tal como se muestra en la figura 4: Organigrama de la gerencia de Servicios.



**Figura 4 - Organigrama de la Gerencia de Servicios.**

Fuente: Propia de la empresa

- El gerente de servicio cuenta con 2 jefes a su cargo, el jefe de operaciones y el jefe comercial.
- El jefe de operaciones es responsable de todos los procesos operativos que se desarrollan en el taller de servicio de reparación y mantenimiento de motores eléctricos y tiene como misión dirigir la producción asegurando el cumplimiento de los resultados comprometidos y el crecimiento sustentable y sostenible del negocio localmente. A su cargo tiene un planificador, supervisor de operaciones, Soporte Técnico y 40 operarios de las áreas de

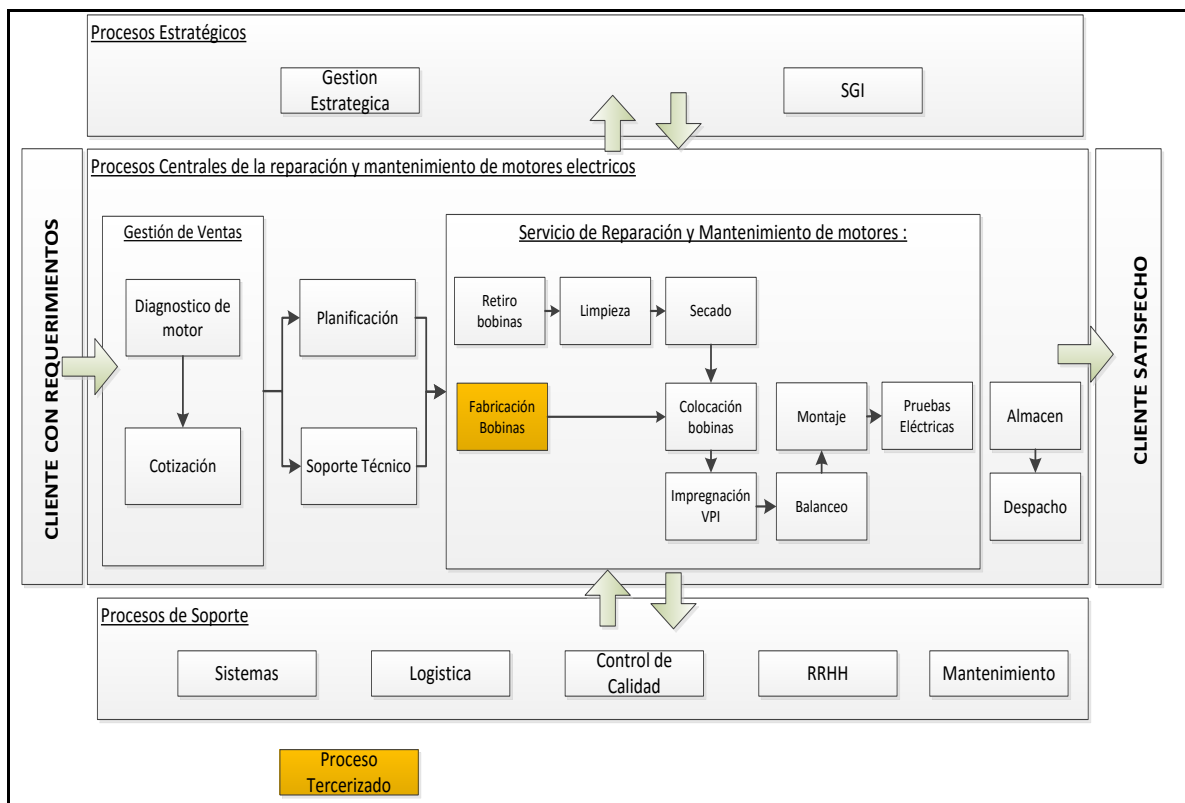
bobinado, mecánica y eléctrica.

- El jefe de ventas tiene por misión la promoción y venta del portafolio de servicios enfocado a atender el mercado según estrategia implementada que asegure el crecimiento y el posicionamiento de la marca en el mercado. A su cargo tiene 3 ejecutivos de ventas que atienden la zona Sur, Centro y Norte del país. También tiene a su cargo 3 cotizadores que atienden requerimientos de cliente.
- El supervisor de Operaciones tiene por misión supervisar y coordinar los trabajos de mantenimiento y reparación de motores, en función de los requerimientos técnicos y de plazos de entrega, con el fin de prestar un servicio de calidad en el mercado.
- El Planificador tiene por misión asegurar el planeamiento oportuno de los servicios a largo de todo el proceso productivo optimizando los recursos y cumpliendo con los márgenes calculados en la cotización aprobada por el cliente.
- El soporte técnico es responsable de calcular garantizando las especificaciones técnicas requeridas para la reparación y el mantenimiento de los motores eléctricos, también es responsable de analizar las no conformidades para implementar mejoras en los procesos de producción.
- Los operarios de bobinados tienen por misión realizar los trabajos de bobinado, de acuerdo a las órdenes de servicio e indicaciones del supervisor, a fin de lograr trabajos de calidad y en el menor tiempo posible.
- Los operarios de mecánica tienen por misión realizar los trabajos mecánicos especializados de los motores eléctricos, en función a las órdenes de servicio e indicaciones del supervisor, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente.
- Los operarios electricistas tienen por misión asegurar que las pruebas eléctricas garanticen que el mantenimiento y la reparación tienen los estándares internacionales requeridos.

#### 4.1.3. Descripción del proceso principal

La empresa cuenta con 3 procesos generales, los estratégicos, centrales y de soporte los cuales componen el mapa general de procesos. Tal como se muestra en la figura 5: Mapa de procesos.

Dentro de los procesos centrales, solo se ha descrito los procesos a la línea de reparación y mantenimiento de motores eléctricos en un nivel general de descripción.



**Figura 5 Mapa de Procesos.**

Fuente: Propia de la empresa

##### 1. Gestión de ventas:

La gestión de ventas empieza con la búsqueda y captura de la oportunidad de negocio con el cliente en donde los ejecutivos de ventas realizan contacto directo o a través de tecnologías de información con el único fin de ofrecer la cartera de servicios que brinda la empresa y así conseguir órdenes de compra para el mantenimiento y reparación de los motores eléctricos que poseen en su base instalada.



- a) Diagnóstico del motor: Una vez obtenida la oportunidad de negocio es obligatorio diagnosticar el estado del motor, para ello es necesario que el cliente envíe su motor a las instalaciones de la empresa para que se le realice:
    - i. Desmontaje del estator, rotor y tapas del motor
    - ii. Pruebas eléctricas del estado del estator, rotor y tapas del motor
    - iii. Pruebas mecánicas del estado del estator, rotor y tapas del motor
    - iv. Elaboración del informe mecánico y eléctrico en donde se detalla todas las actividades necesarias para brindar el servicio al motor.
  
  - b) Cotización: Una vez realizado el diagnóstico del motor y elaborado el informe mecánico y eléctrico se procede a costear todas las horas hombre requeridas para dar mantenimiento y/o reparación del motor, para poder estimar las horas requeridas es necesario que estas sean consultadas al área de planeamiento para su estimación.  
También se costea los materiales e insumos necesarios para dicha reparación. Finalmente se elabora una cotización técnico comercial que es enviada al cliente y de ser satisfactorio por el cliente, él nos responde con una orden de compra por el servicio ofrecido.
2. Planificación: Una vez obtenida la orden de compra del cliente el área de planificación da aviso al área de operaciones el inicio de los trabajos y solicita la compra de todos los materiales e insumos requeridos al área de logística. En su cuadro de seguimiento de órdenes ingresa todos los tiempos que se vienen invirtiendo en cada una de las actividades hasta el despacho del mismo.

3. Soporte Técnico: Una vez recibido el aviso de inicio de trabajos el área de soporte técnico realiza los cálculos necesarios para la reparación del motor, estos cálculos son entregados al área de bobinado para que pueda seleccionar y dimensionar la bobina.
4. Servicios de mantenimiento y reparación de motores eléctricos: acá se comprenden todos los procesos operativos.
  - a) Retiro de Bobinas: Por medio de un quemado a las bobinas del motor se procede al retirado de todo el cobre que será cambiado.
  - b) Limpieza: Se procede a lavar todo el equipo y retirar los sobrantes.
  - c) Secado: Se procede a secar en un horno de 300 °C
  - d) Colocación de bobinas: El colocado de bobinas consiste en colocar las bobinas importadas y colocar sus respectivas cuñas y separadores para después hacer el conexionado de bobinas y termina en una prueba eléctrica del estado de las conexiones.
  - e) Impregnación VPI: Se sumerge en resina y se seca en el horno a 300°C.
  - f) Balanceo. Se realiza el balanceo del rotor para equilibrar todos los pesos
  - g) Montaje: se ensambla el rotor, estator y tapas para que el motor quede nuevamente montado.
  - h) Pruebas Eléctricas: Se realiza las pruebas de aceptación y se procede a pintar el motor
5. Almacén: Se almacena el motor en un lugar seco para su posterior despacho.
6. Despacho: El motor se carga en el camión que lo trasladará a su destino final.

#### 4.1.4. Indicadores

La empresa cuenta para su seguimiento un indicador que mide la eficiencia en la entrega de un servicio.

- %OTD (On Time delivery) o % Entrega a tiempo

El % OTD mide la relación que existe entre el total de servicios entregado a tiempo con la totalidad de servicios atendidos en un periodo de tiempo definido.

$$\% \text{ OTD} = \frac{\text{Total de servicios entregados a tiempo}}{\text{Total de servicios entregados}} \times 100\%$$

Este indicador solo utiliza datos de un periodo determinado, por ejemplo en el mes o en el año.

##### a) Definiciones

- a. Total de servicios entregado a tiempo: Son todos los servicios que tienen como fecha de entrega igual o menor a la fecha prometida al cliente en la cotización enviada y por la cual el cliente te envía la Orden de compra.
  - b. Total de Servicios entregados: Es el total de servicios que se entregan sin importar que sean entregado a tiempo o no en un periodo de tiempo.
  - c. Fecha de entrega: Es la el día en cual el cliente recibe su motor reparado en el destino que se acordó en la cotización.
  - d. Periodo: Es el intervalo de tiempo que se utiliza para hacer la medición, puede ser semanal, mensual o anual.
- 
- b) Proceso de medición: Cuando el cliente coloca su orden de compra la empresa empieza los trabajos para brindar el servicio prometido. El área de planeamiento registra en su cuadro de seguimiento la fecha en la que se colocó la orden de compra y la fecha en la cual se debe entregar el motor reparado, esta última fecha coincide con la prometida en la cotización enviada al cliente y por la que el cliente paga.

c) Cálculo de la fecha de entrega: En el proceso de cotización se realiza el cálculo de la fecha de entrega. Esta fecha es proporcionada por el área de planeamiento al área de cotizaciones y es calculada en base a una retroalimentación proporcionada por el área de operaciones a cargo de los operarios más experimentados, los cuales proporcionan los tiempos empíricamente a las actividades que van a realizar a dicho servicio, con esta información el planeamiento estima el total y lo calendariza y se la proporciona al área de cotizaciones en semanas de entrega.

#### **4.2. Tipo y nivel de investigación**

El tipo de investigación es aplicada ya que está orientada a resolver el problema de la demora en el servicio de reparación de motores eléctricos que está generando insatisfacción en los clientes y pérdidas de los mismos.

#### **4.3. Diseño de investigación.**

El diseño es experimental y para este estudio se tomó como línea base la medición de tiempo de entrega desde el año 2014 hasta el primer trimestre del 2015.

Tiempo de entrega acumulado en el 2014 es de 51% de cumplimiento y del primer semestre del año del 2015 es de 63% de cumplimiento, posterior a la implementación de la mejora se estima tener un cumplimiento acumulado por año de 80%.

#### **4.4. Enfoque**

Esta investigación es un enfoque mixto ya que se empleó un enfoque cualitativo y a la vez cuantitativo así como técnicas estadísticas para la construcción de modelos que faciliten la toma de decisiones.

#### **4.5. Población y muestra (Probabilística y no probabilística)**

En toda la organización se realizó un diagnóstico en donde se determinó la muestra materia de estudio, para ello se seleccionó en base de un estudio de Pareto para identificar el más relevante para la organización.

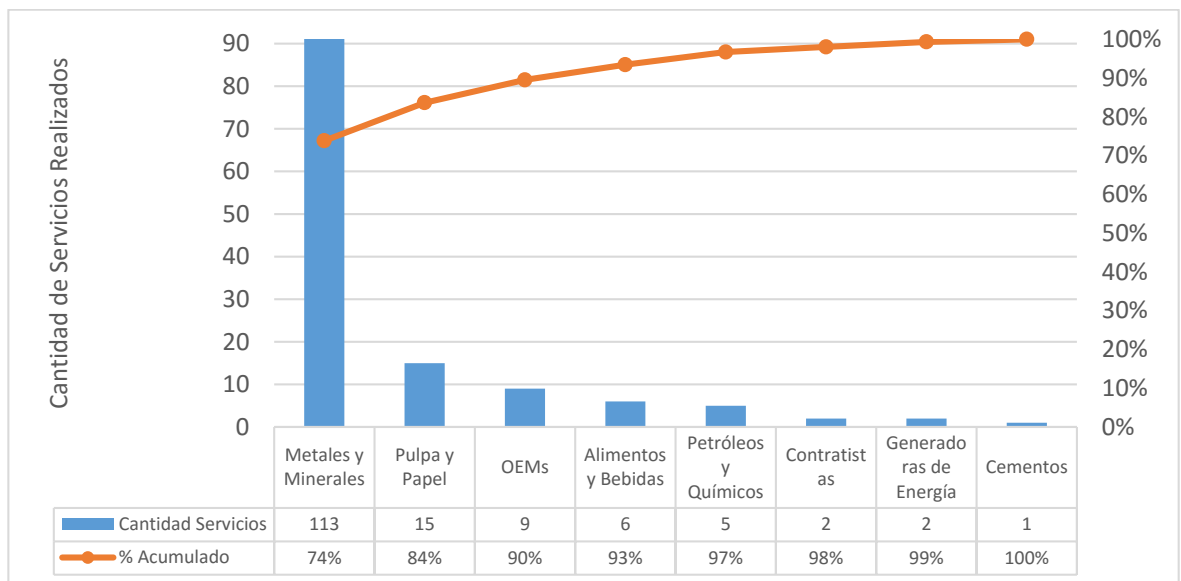
La muestra es la línea de reparación de motores de corriente continua.

#### 4.5.1. Selección de la muestra.

Para realizar un análisis preciso es muy importante segmentar el estudio, para ello se extraído la data de los servicios de reparación realizados entre 01/01/2014 hasta 30/06/2015. La primera clasificación obtenida está relacionada al sector al cual va dirigido el servicio esto debido a que existen sectores industriales que requieren con mayor frecuencia el servicio de mantenimiento y reparación de motores ya que sus motores están sujetos a grandes exigencias y requieren más paradas para realizar mantenimiento, para ello se ha clarificado en los siguientes sectores:

- Metales y Minerales: Sector dedicado a la extracción de metales y minerales
- Pulpa y Papel: Sector dedicado a manufactura del papel
- OEM's: Sector dedicado a integrar equipamientos para lograr el funcionamiento de un producto original
- Alimentos y Bebidas: Sector dedicado al procesamiento de alimentos y bebidas.
- Petróleos y Químicos: Sector dedicado a la extracción y refinería de compuestos químicos y de derivados del petróleo.
- Contratistas: Sector dedicado a la tercerización de procesos dentro de proyectos mecánico eléctricos.
- Generadores de Energía: Sector público dedicado a la generación de energía eléctrica.
- Cementos: Sector dedicado a la fabricación de cemento y derivados de construcción.

En la figura 6 se muestra el diagrama de Pareto de los sectores que más ha atendido el taller de reparación de motores:



**Figura 6 - Diagrama de Pareto de los sectores de mayores Atención en el taller de reparaciones.**

Fuente: Propia de la empresa

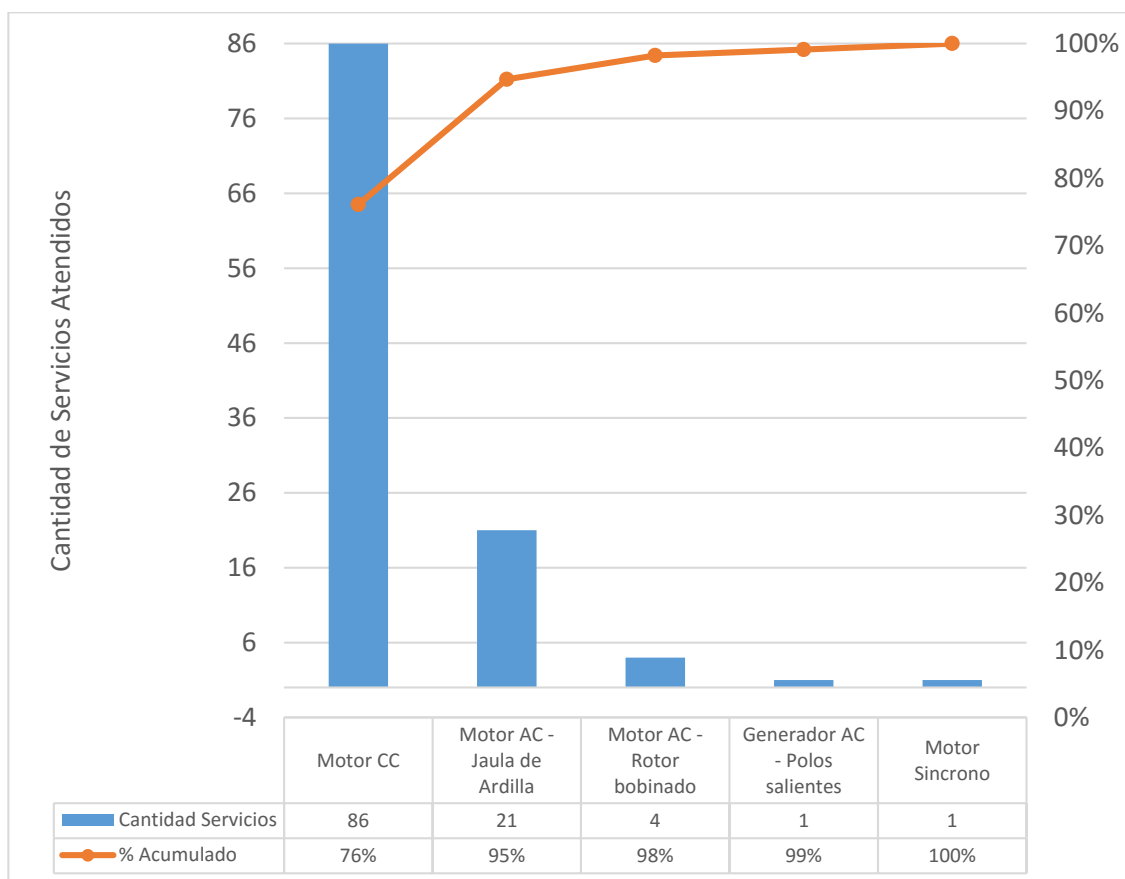
De acuerdo a la figura 6 se presenta que el 74% de los servicios atendidos en el taller están orientados al sector metales y minerales, partiendo de esto el estudio se enfocará a este tipo de sector.

### **Selección del tipo de motor al cual se le da servicio**

Dentro del sector de metales y minerales se debe hacer una clasificación más ya que se debe considerar el tipo de motor que se le va dar servicio para evitar distorsionar el estudio puesto que entre los distintos tipos de motores existen ciertas diferencias en cantidad de actividades y tiempo para su mantenimiento y reparación.

Para ello se ha clasificado en los siguientes tipos de motores:

- a) Motores CC (Corriente Continua)
- b) Motor AC – Jaula de Ardilla
- c) Motor AC – Rotor Bobinado
- d) Motor AC – Polos salientes
- e) Motor Síncrono



**Figura 7 - Diagrama de Pareto del tipo de Motor más representativo.**

Fuente: Propia de la empresa

De acuerdo con la figura 7 el 76% de servicios atendidos corresponden a los motores de corriente continua.

Con esto se ha acotado que la muestra materia de estudio corresponde a los servicios brindados al sector metales y minerales de sus motores de corriente continua.

Actualmente solo se lleva un registro de los tiempos completos de los servicios de reparación de motores del Sector minero, estos tiempos se subdividen en dos, en el tiempo que demoró los trabajos en el Estator y el tiempo que demoró los trabajos en el Rotor, a continuación se muestra en la Tabla 5 de control de tiempo total de servicios de reparación de motores CC 2014 – 2015 que se llena una vez terminado un servicio completo de reparación.

**Tabla 5 - Control de tiempo total de servicios de reparación de Motores de CC 2014 - 2015.**

OS	HORAS DE TRABAJO EN EL ESTATOR	HORAS DE TRABAJO EN EL ROTOR	TIEMPO TOTAL DEL SERVICIO 2014 - 2015
1,415,210	268	263	531
1,415,232	284	269	553
1,415,233	280	242	522
1,415,234	291	244	535
1,515,015	280	296	576
1,515,018	283	293	576
1,515,024	286	290	576
1,515,025	258	268	526
1,515,027	281	256	537
1,515,028	264	238	502
1,515,031	269	301	570
1,515,033	266	303	569
1,515,034	294	245	539
1,515,035	261	285	546
1,515,037	271	298	569
1,515,038	283	301	584
1,515,039	291	247	538
1,515,040	284	268	552
1,515,041	285	251	536
1,515,042	272	295	567
1,515,043	290	260	550
1,515,044	290	301	591
1,515,045	277	247	524
1415132-1	266	272	538
1415132-1	258	296	554
<b>Promedio</b>			<b>550</b>

Fuente: Base de Datos del Planificador de la empresa



#### 4.5.2. Diagnóstico del área de Operaciones.

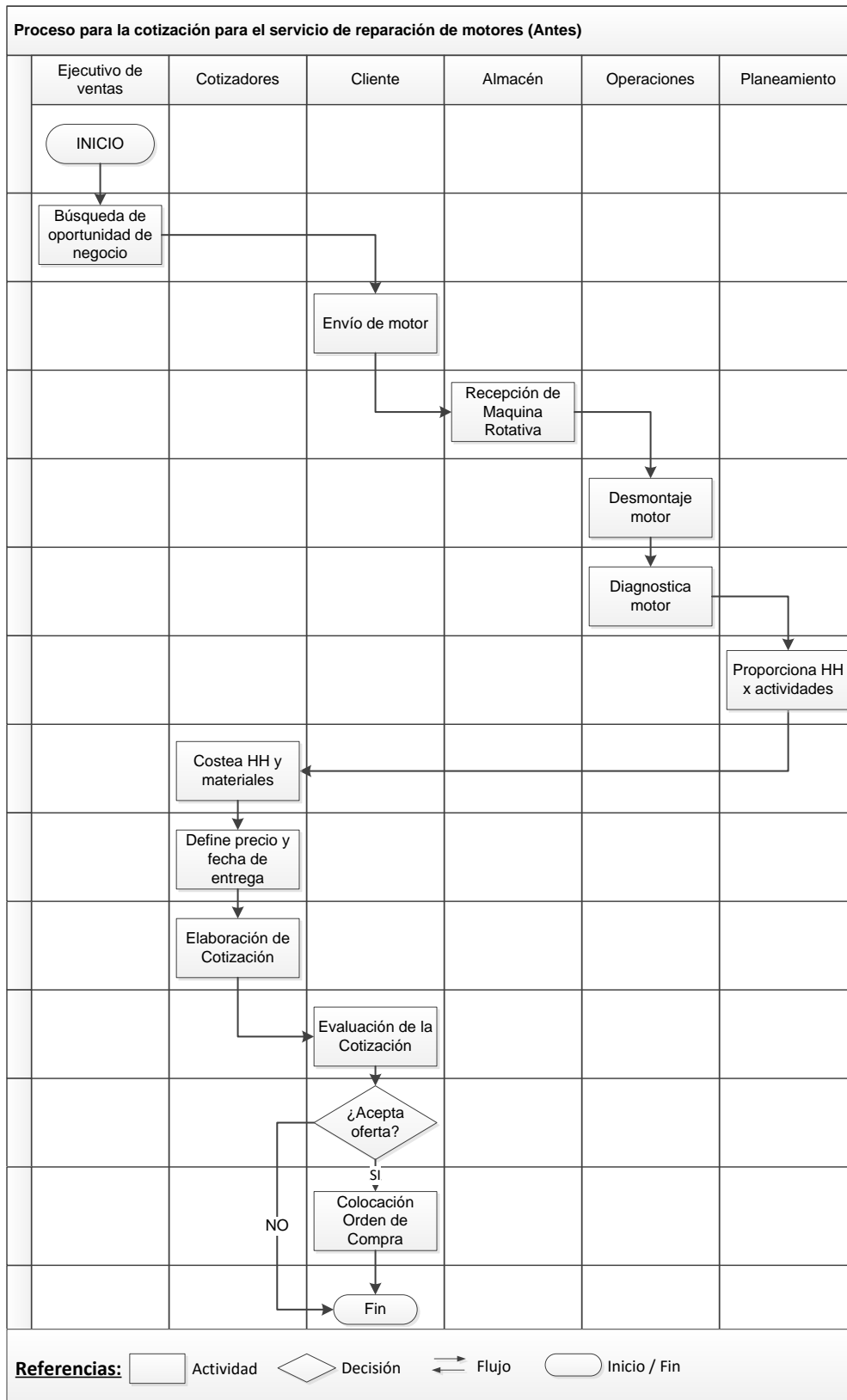
El diagnóstico tiene como fin establecer la línea base de la investigación la cual va permitir identificar los puntos que se mejorará.

Para realizar el diagnóstico de la situación actual del problema se han realizado 2 metodologías:

- a) Mapeo de procesos elaborando flujogramas: Tiene como fin graficar el estado actual del desarrollo de actividades necesarias para la elaboración de cotización y la reparación de motores de corriente continua, tal como se muestra en la tabla 6 y tabla 7 de las páginas 41 y 42 respectivamente.

Dentro de la tabla 6 - **flujograma de actividades de diagnóstico y elaboración de cotización** se muestra claramente la dependencia del área de operaciones para poder desarrollar la cotización la cual es costeadada por el soporte de venta para su precio final y la estimación del tiempo de entrega es proporcionado por el área de planeamiento quien lo estima verbalmente al soporte.

**Tabla 6 - Flujoograma de actividades de diagnóstico y elaboración de cotizaciones**

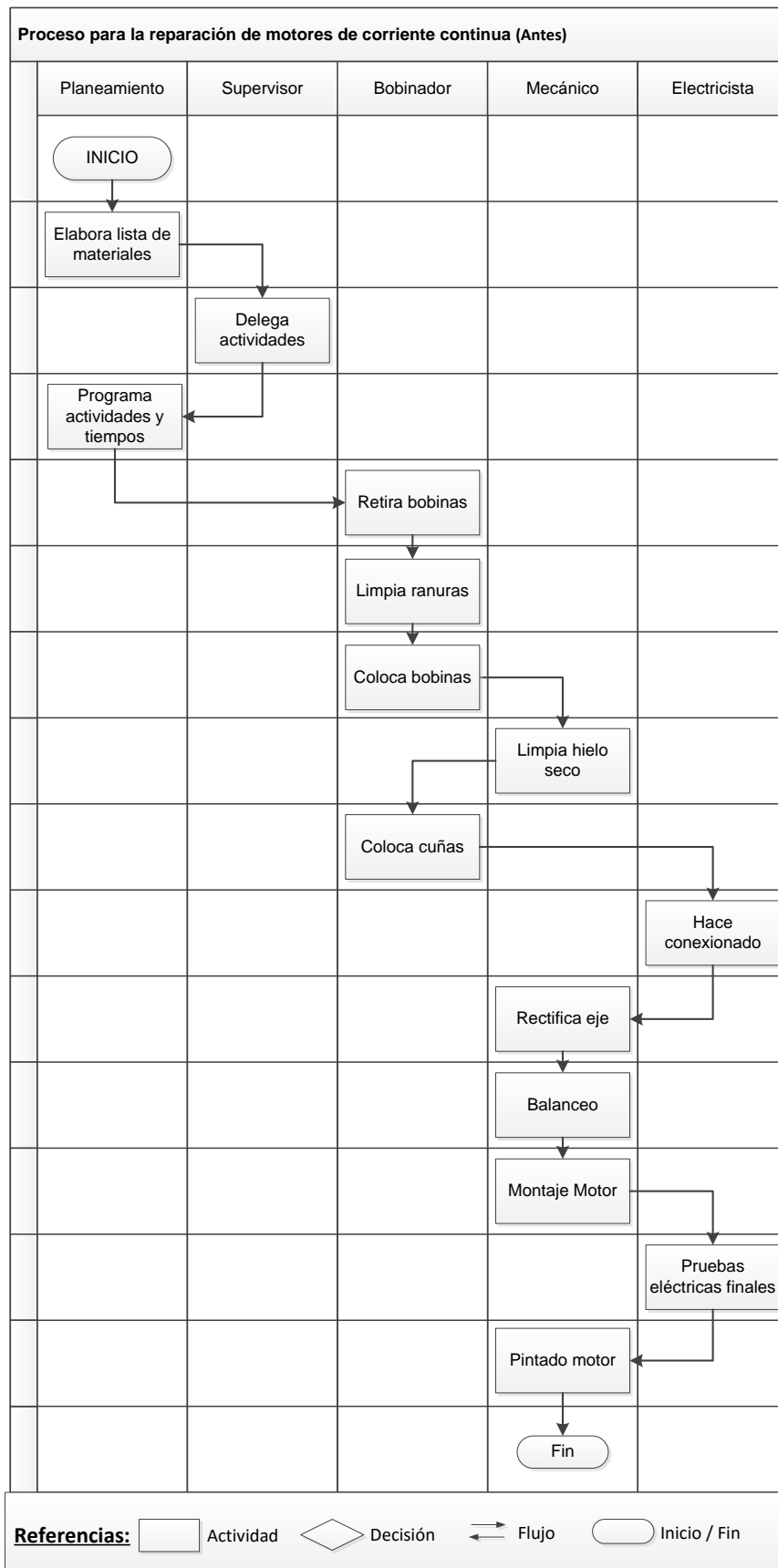


Fuente: Propia de la empresa

Dentro del flujograma de actividades de reparación de motores la cual se muestra en la tabla 7, se describe que para empezar las actividades operativas es necesario que el cliente envíe la orden de compra.

Aquí también se describen las actividades del área de operaciones compuesta por el área de bobinado, mecánica y del área electricista, los que realizan sus actividades sin conocer el tiempo límite cotizado y la supervisión se basa solamente en la realización de cada actividad designada para esa reparación.

**Tabla 7 - Flujoograma de actividades de reparación de motores.**



Fuente: Propia de la empresa

b) Cálculo del cumplimiento de tiempo de entrega (OTD): es un reporte mensual del porcentaje de entrega a tiempo de los motores de corriente continua para el sector metales y minerales entre el 01/01/2014 y el 30/06/2015, tal como se muestra en la tabla 8 Cumplimiento de entrega a tiempo – 2014 (OTD) y tabla 9: Cumplimiento de entrega a tiempo 2015, de las páginas 43 y 44 respectivamente.

El % de cumplimiento de entrega en el año 2014 es de 51%, lo que quiere decir que la mitad de clientes recibieron su motor fuera de tiempo pactado evidenciando los resultados de las encuestas de satisfacción realizada.

**Tabla 8 - Cumplimiento de entrega a tiempo – 2014 (OTD).**

<b>Tipo de Industria</b>	<b>Metales y Minerales</b>			
<b>Tipo de motor</b>	<b>Motor CC</b>			
	<b>2014</b>			
<b>Meses</b>	<b>Entregado a tiempo</b>	<b>Entregado fuera de tiempo</b>	<b>Total de servicios entregados</b>	<b>% OTD (Entrega a tiempo)</b>
enero	2	3	5	40%
febrero	2	4	6	33%
marzo	3	2	5	60%
abril	3	1	4	75%
mayo	3	2	5	60%
junio	2	2	4	50%
julio	1	3	4	25%
agosto	0	2	2	0%
septiembre	8	4	12	67%
octubre	2	2	4	50%
noviembre	3	2	5	60%
diciembre	5	6	11	45%
<b>Grand Total</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>67</b>	<b>51%</b>

Fuente: Propia de la investigación

El % de cumplimiento de entrega en la primera parte del 2015 es de 63%, como se muestra en la tabla 9. Esto evidencia que el 37% de clientes esta inconformes con el tiempo de entrega de sus motores y el acumulado hasta mayo es de 19 motores lo que evidencia un decrecimiento en la atención de este servicio.

**Tabla 9 - Cumplimiento de entrega a tiempo – 2015 (OTD).**

Tipo de Industria	Metales y Minerales			
Tipo de motor	Motor CC			
	2015			
Meses	Entregado a tiempo	Entregado fuera de tiempo	Total de servicios entregados	% OTD (Entrega a tiempo)
enero	3	2	5	60%
febrero	3	2	5	60%
marzo	2	1	3	67%
abril	1	1	2	50%
mayo	3	1	4	75%
<b>Grand Total</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>63%</b>

Fuente: Propia de la investigación

Los resultados arrojados muestran que todos los meses se han presentado incumplimientos en la entrega de servicios respecto a lo ofrecido en la cotización.

También se puede apreciar que el promedio en el porcentaje de entrega (OTD) en el año 2014 fue de 51% de cumplimiento y que los primeros 6 meses del año 2015 es de 63% de cumplimiento.

#### **4.5.3. Identificación de las causas que generan el problema**

Luego de identificar que la atención de servicios de los motores de corriente continua del sector metales y minerales se tiene gran cantidad de incumplimiento en las entregas se realizó un análisis para llegar a la causa raíz.

- a) Lluvia de ideas. Con el objetivo de identificar la causa raíz que ocasiona el problema en los incumplimientos de entrega se organizó una reunión con 3 operarios de bobinado, 3 operarios de mecánica, 3 operarios electricistas, el supervisor, el planificador y un cotizador.
- Se le pidió a cada participante que de manera individual sin ningún tipo de influencia escribiera en un post it 3 problemas por los cuales no se vienen cumpliendo los tiempos ofrecidos a los clientes en las cotizaciones y se obtuvo las siguientes ideas, las que están detalladas en la tabla 10 – Listado de lluvia de ideas identificación de causas.

**Tabla 10 - Listado de lluvia de ideas identificación de causas.**

<b>I</b>	<b>Bobinador 1</b>
1	Se desconoce el tiempo de entrega final del servicio
2	El seguimiento de entrega es muy manual está en un Excel y nunca se revisa
3	Técnicos bobinadores tienen tiempos diferentes para cumplir sus actividades
<b>II</b>	<b>Bobinador 2</b>
1	Falta equipamiento sofisticado
2	No saben cuánto tiempo se le ofrece al cliente como fecha de entrega
3	Cuando se desarrollan las actividades no se sabe cuánto tiempo han calculado
<b>III</b>	<b>Bobinador 3</b>
1	Nos informan que el tiempo de entrega se va cumplir con pocos días de anticipación
2	Se ofrecen tiempos cortos a los clientes
3	Los motes CC son complicados de reparar
<b>IV</b>	<b>Mecánico 1</b>
1	No hay un flujograma para la reparación de motores
2	Muchos errores en el montaje
3	Desconoce cuánto tiempo falta cuando está reparando un motor

Continúa Tabla 10 - Listado de lluvia de ideas identificación de causas.

<b>V</b>	<b>Mecánico 2</b>
1	Los tiempos ofrecidos al cliente están mal calculados
2	No hay alertas de cumplimiento cuando se va terminar el cliente
3	Planificación no controla tiempos de operaciones
<b>VI</b>	<b>Bobinador 3</b>
1	Mucho estrés laboral
2	No hay seguimiento en la entrega
3	No se conoce el tiempo de cada operación
<b>VII</b>	<b>Electricista 1</b>
1	No se puede controlar cual es el tiempo necesario para cada actividad
2	Los tiempos estimados se calculan de memoria
3	Falta de base de datos de tiempos por actividad
<b>VIII</b>	<b>Electricista 2</b>
1	Cuando se calcula el tiempo de entrega no se consideran los servicios en proceso
2	No se revisan las lecciones aprendidas
3	Muchos re procesos
<b>IX</b>	<b>Electricista 3</b>
1	El personal de menor experiencia no sabe el tiempo que debe demorarse
2	El personal tiene problemas en tomar decisiones ante dudas del proceso del mantenimiento y reparación
3	Muchas veces se desconoce los materiales que se requieren para desarrollar la actividad
<b>X</b>	<b>Planificador</b>
1	No hay un estándar en las actividades
2	No se estudian los tiempos de los servicios pasados
3	Operaciones calcula mal el tiempo de entrega
<b>XI</b>	<b>Supervisor</b>
1	Los tiempos ofrecidos al cliente están mal calculados
2	No hay alertas de cumplimiento cuando se va terminar el cliente



Continúa Tabla 10 - Listado de lluvia de ideas identificación de causas.

3	Planificación y operaciones no conversan durante el desarrollo del servicio
<b>XII</b>	<b>Cotizador</b>
1	Planificación desconoce el tiempo de cada actividad
2	No se conocen las actividades que se realizan para hacer el servicio
3	Falta de estudio de tiempos

Fuente: Propia de la investigación

Se obtuvieron 36 ideas de 12 trabajadores.

- b) Agrupamiento y clasificación: Luego se les solicitó a los trabajadores que se agrupen y lean en voz alta todas las ideas para que puedan agrupar los post it a todas las coincidencias encontradas.

Después de agruparlas se le coloco un nombre para clasificar el problema de tal manera que englobe en un solo párrafo todas las ideas similares.

Obteniendo los siguientes resultados de la tabla 11: Clasificación del listado de lluvia de ideas de causas.

**Tabla 11 - Clasificación del listado de lluvia de ideas de causas.**

Trabajador	Lluvia de ideas	Tipo de Problema
Bobinador 1	Técnicos bobinadores tienen tiempos diferentes para cumplir sus actividades	No hay un estándar de actividades y tiempos que cumplir
Mecánico 1	No hay un flujograma para la reparación de motores	
Bobinador 3	No se conoce el tiempo de cada operación	
Electricista 1	Falta de base de datos de tiempos por actividad	
Electricista 3	El personal tiene problemas en tomar decisiones ante dudas del proceso del mantenimiento y reparación	

Continúa tabla 11- Clasificación del listado de lluvia de ideas de causas.

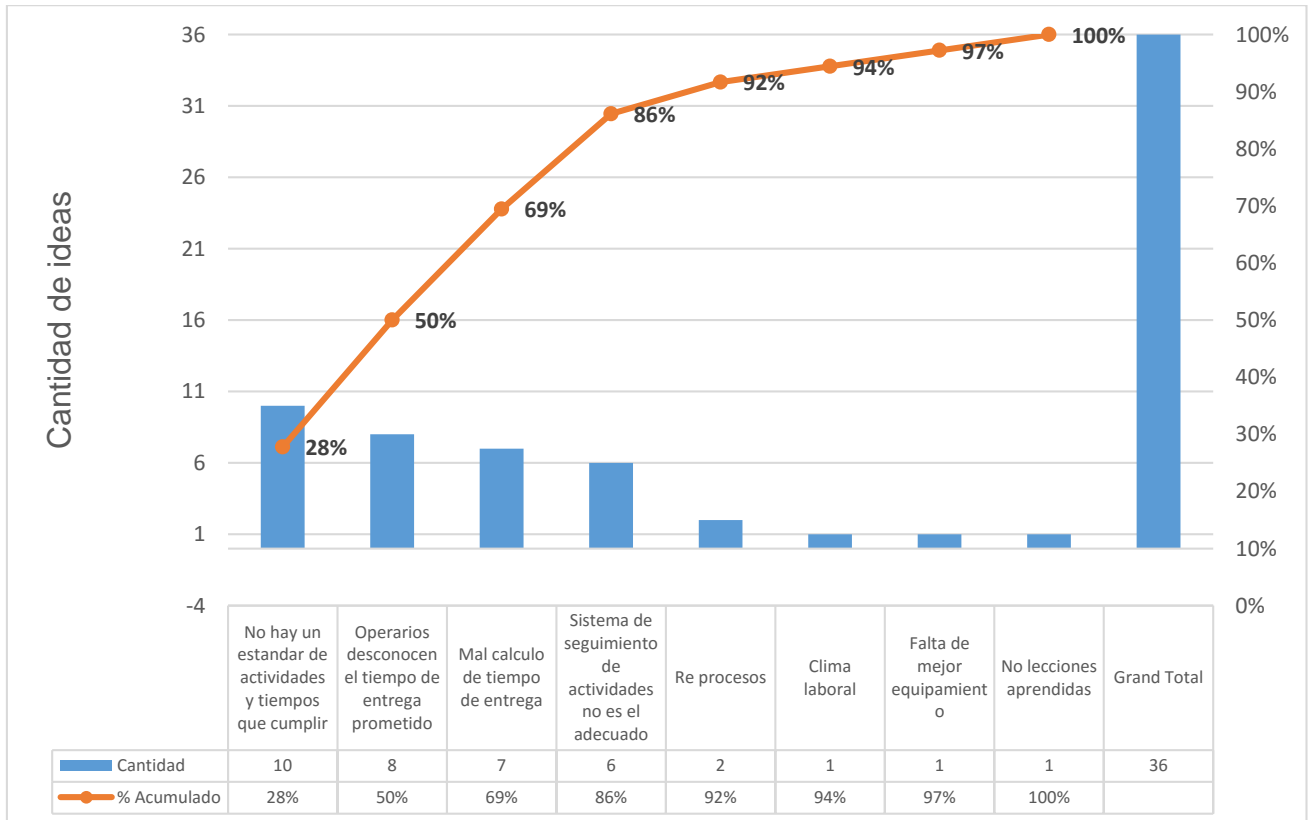
Electricista 3	Muchas veces se desconoce los materiales que se requieren para desarrollar la actividad	No hay un estándar de actividades y tiempos que cumplir
Planificador	No hay un estándar en las actividades	
Planificador	No se estudian los tiempos de los servicios pasados	
Cotizador	No se conocen las actividades que se realizan para hacer el servicio	
Cotizador	Falta de estudio de tiempos	
Bobinador 1	Se desconoce el tiempo de entrega final del servicio	Operarios desconocen el tiempo de entrega prometido
Bobinador 2	No saben cuánto tiempo se le ofrece al cliente como fecha de entrega	
Bobinador 2	Cuando se desarrollan las actividades no se sabe cuánto tiempo han calculado	
Bobinador 3	Nos informan que el tiempo de entrega se va cumplir con pocos días de anticipación	
Mecánico 1	Desconoce cuánto tiempo falta cuando está reparando un motor	
Electricista 1	No se puede controlar cual es el tiempo necesario para cada actividad	
Electricista 3	El personal de menor experiencia no sabe el tiempo que debe demorarse	
Cotizador	Planificación desconoce el tiempo de cada actividad	
Bobinador 3	Se ofrecen tiempos cortos a los clientes	Mal cálculo de tiempo de entrega
Bobinador 3	Los motes CC son complicados de reparar	
Mecánico 2	Los tiempos ofrecidos al cliente están mal calculados	

Continúa tabla 11- Clasificación del listado de lluvia de ideas de causas.

Electricista 1	Los tiempos estimados se calculan de memoria	Mal cálculo de tiempo de entrega
Electricista 2	Cuando se calcula el tiempo de entrega no se consideran los servicios en proceso	
Planificador	Operaciones calcula mal el tiempo de entrega	
Supervisor	Los tiempos ofrecidos al cliente están mal calculados	
Bobinador 1	El seguimiento de entrega es muy manual está en un Excel y nunca se revisa	Sistema de seguimiento de actividades no es el adecuado
Mecánico 2	No hay alertas de cumplimiento cuando se va terminar el cliente	
Mecánico 2	Planificación no controla tiempos de operaciones	
Bobinador 3	No hay seguimiento en la entrega	
Supervisor	No hay alertas de cumplimiento cuando se va terminar el cliente	
Supervisor	Planificación y operaciones no conversan durante el desarrollo del servicio	
Mecánico 1	Muchos errores en el montaje	Re procesos
Electricista 2	Muchos re procesos	Re procesos
Bobinador 3	Mucho estrés laboral	Clima laboral
Bobinador 2	Falta equipamiento sofisticado	Falta de mejor equipamiento
Electricista 2	No se revisan las lecciones aprendidas	No lecciones aprendidas

Fuente: Propia de la investigación

c) Análisis de Pareto de la clasificación de problemas: Una vez clasificado los problemas provenientes de la lluvia de ideas, se procedió a realizar un Pareto con el afán de analizar el 80% de los problemas. Como se muestra en la figura 8 – Pareto de causas.



**Figura 8- Pareto de causas.**

Fuente: Propia de la investigación

Del resultado de la tabla se determinó que los 3 problemas a analizar se muestran en la tabla 12 – Resumen de Pareto de causas.

**Tabla 12 - Resumen de Pareto de causas.**

<b>Tipo de Problema</b>	<b>%</b>
No hay un estándar de actividades y tiempos que cumplir	28%
Operarios desconocen el tiempo de entrega prometido	22%
Mal cálculo de tiempo de entrega	19%
Sistema de seguimiento de actividades no es el adecuado	17%
<b>% Acumulado de problemas</b>	<b>86%</b>

Fuente: Propia de la investigación

#### **4.5.4. Análisis de la causas identificados**

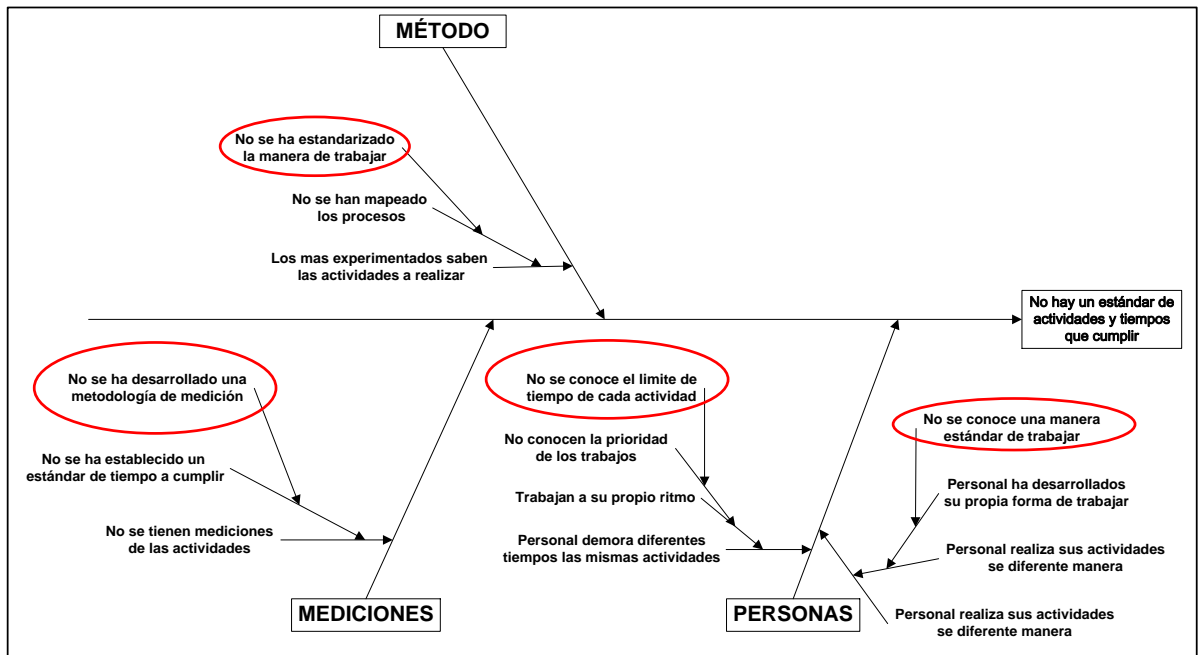
Para realizar el análisis de los problemas identificados se reunió a los trabajadores que realizaron la identificación de problemas para con ellos realizar la dinámica de identificación de causas usando el fishbone.

Para ello se presentó cada problema de manera independiente y se buscó la participación de todos los trabajadores.

Para lograr el éxito de la dinámica se establecieron como espinas principales del pescado los siguientes: Método de operación, Material, Personas (mano de obra) y maquinaria y equipo. Tal como se muestra en las figura 9, figura 10, figura 11 y figura 12.

El moderador después de identificar la causa a un primer nivel generaba una mayor participación usando la técnica de 5 porqués con el afán de llegar a la raíz causa del problema.

## Análisis 1: No hay estándar de actividades y tiempos que cumplir



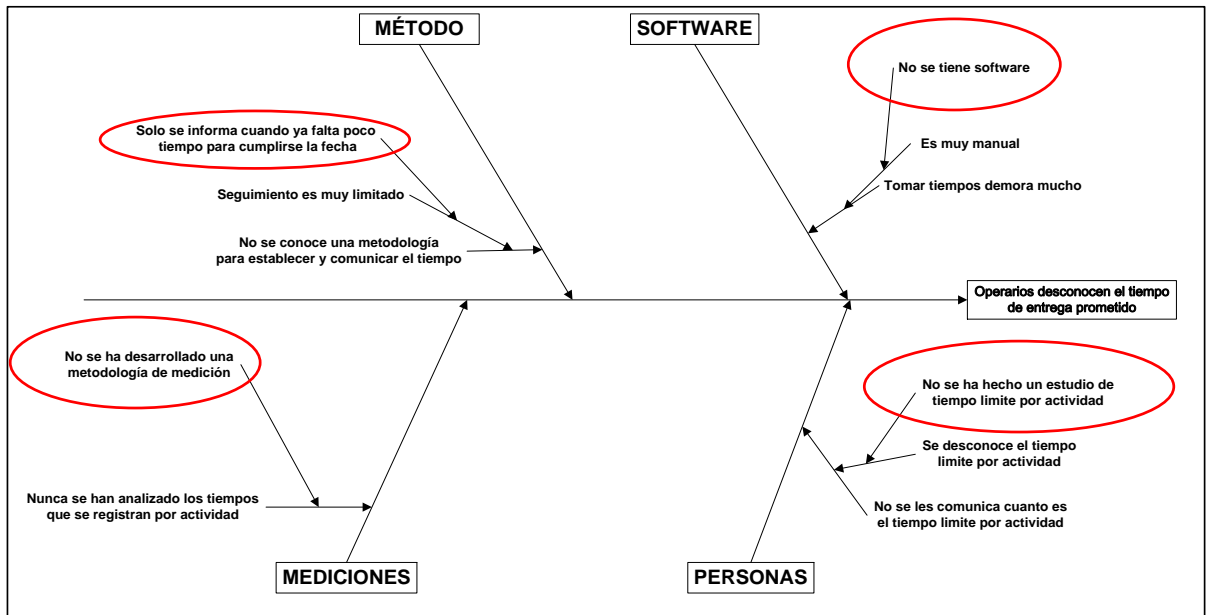
**Figura 9 – Fishbone del problema; No hay estándar de actividades y tiempos que cumplir.**

Fuente: Propia de la investigación

Del fishbone se han identificado 4 principales:

- No se ha estandarizado la manera de trabajar
- No se ha desarrollado una metodología de medición
- No se conoce el límite de tiempo de cada actividad
- No se conoce una manera estándar de trabajar

## Análisis 2: Operarios desconocen el tiempo de entrega prometido



**Figura 10 - Fishbone del problema; Operaciones desconocen el tiempo de entrega prometido.**

Fuente: Propia de la investigación

Del fishbone se han identificado 4 principales:

- Solo se informa cuando ya falta poco tiempo para cumplirse la fecha
- No se tiene software
- No se ha hecho un estudio de tiempo límite por actividad
- No se ha desarrollado una metodología de medición

### Análisis 3: Mal cálculo de tiempo de entrega

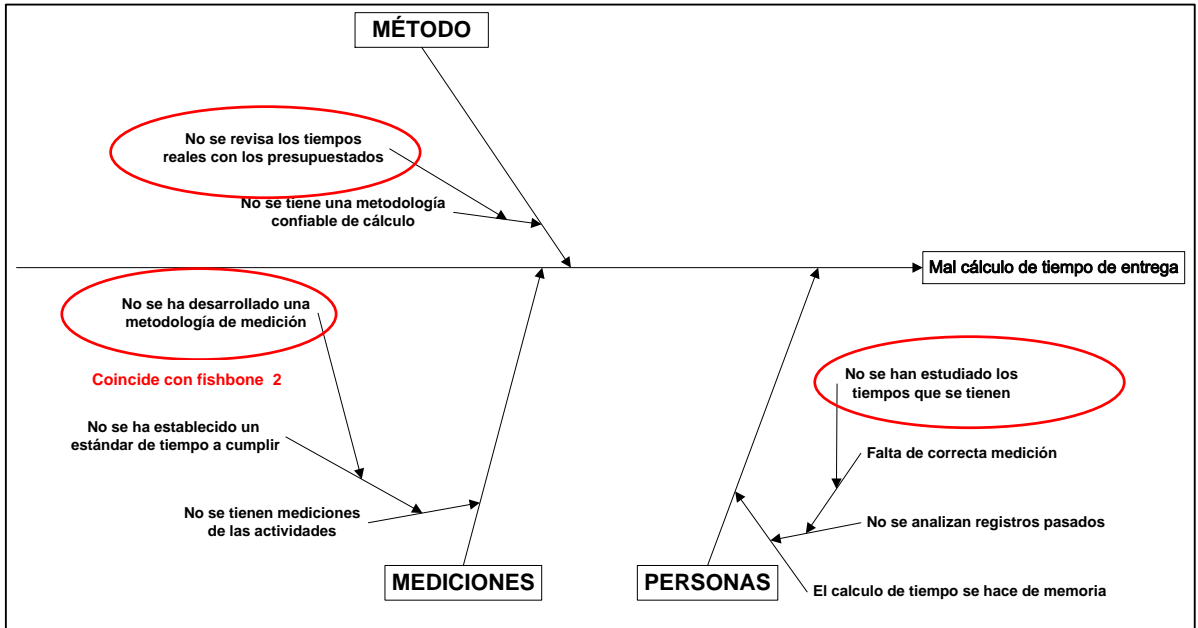


Figura 11 - Fishbone del problema; Mal cálculo de tiempo de entrega

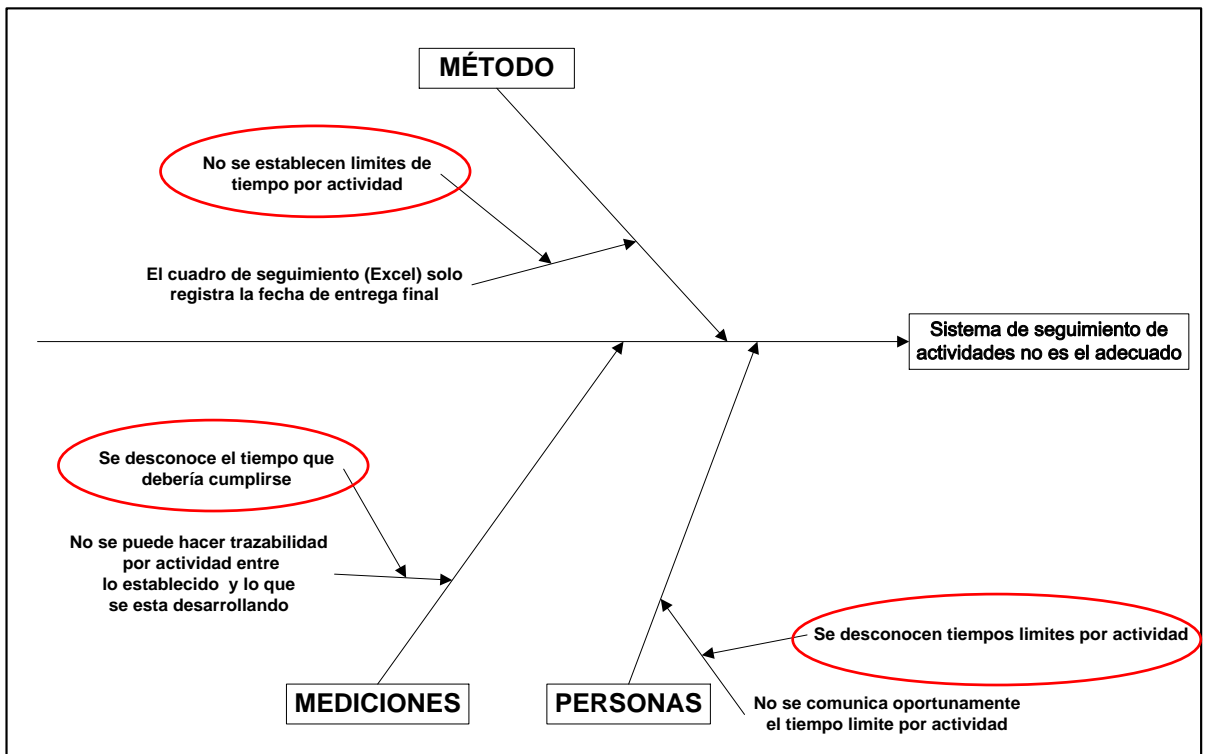
Fuente: Propia de la investigación

Del fishbone se han identificado 4 principales:

- No se revisa los tiempos reales con los presupuestados
- No se han estudiado los tiempos que se tienen
- No se ha desarrollado una metodología de medición



## Análisis 4: Sistema de seguimiento de actividades no es el adecuado



**Figura 12 - Fishbone del problema; Sistema de seguimiento de actividades no es el adecuado**

Fuente: Propia de la investigación

Del fishbone se han identificado 3 principales:

- No se establecen límites de tiempo por actividad
- Se desconoce el tiempo que debería cumplirse
- Se desconocen tiempos límites por actividad

De los 4 análisis realizados en las dinámicas de grupo como los responsables de los procesos se agrupan los problemas tal cual se muestra en la tabla 13 – Resumen de diagnóstico realizado de los Fishbones.

**Tabla 13 - Resumen del diagnóstico realizado de los Fishbones**

	<b>Problemas identificados en el diagnóstico</b>	<b>Raíz causa</b>
Análisis 1	No hay estándar de actividades y tiempos que cumplir	a) No se ha estandarizado la manera de trabajar
		b) No se ha desarrollado una metodología de medición
		c) No se conoce el límite de tiempo de cada actividad
		d) No se conoce una manera estándar de trabajar.
Análisis 2	Operarios desconocen el tiempo de entrega prometido	a) Solo se informa cuando ya falta poco tiempo para cumplirse la fecha
		b) No se tiene software
		c) No se ha hecho un estudio de tiempo límite por actividad
		d) No se ha desarrollado una metodología de medición
Análisis 3	Mal cálculo de tiempo de entrega	a) No se revisa los tiempos reales con los presupuestados
		b) No se han estudiado los tiempos que se tienen
		c) No se ha desarrollado una metodología de medición
Análisis 4	Sistema de seguimiento de actividades no es el adecuado	a) No se establecen límites de tiempo por actividad
		b) Se desconoce el tiempo que debería cumplirse
		c) Se desconocen tiempos límites por actividad

Fuente: Propia de la investigación

Se ha identificado 4 causas raíces originados de los problemas declarados por los dueños de los procesos. La propuesta de mejorar se encargará de eliminar estas raíces causas.

#### 4.6. Propuesta de mejora

Para la eliminación de las causas raíces identificadas se proponen 3 acciones de mejora que serán implementadas.

Estas acciones han sido propuestas por los trabajadores después de la revisión de las causas raíces que ellos mismos han identificado. Las propuestas de mejora se propusieron teniendo como principales criterios que sean alcanzables y se desarrollen en un tiempo determinado. Tal como se muestra en la tabla 14 – Acciones de mejora que atacan la raíz causa.

**Tabla 14 - Acciones de mejora que atacan la causa Raíz.**

<b>Causas Raíces agrupadas</b>	<b>Acción de Mejora propuesta</b>
No se conoce el límite de tiempo de cada actividad	Establecer un sistema de seguimiento en la etapa de reparación que permita controlar el tiempo de actividad que ha sido presupuestado
Solo se informa cuando ya falta poco tiempo para cumplirse la fecha	
No se establecen límites de tiempo por actividad	
Se desconoce el tiempo que debería cumplirse	
No se ha desarrollado una metodología de medición	Establecer una metodología para medir tiempos de las actividades para la reparación de motores eléctricos de corriente continua
No se han estudiado los tiempos que se tienen	
No se ha hecho un estudio de tiempo límite por actividad	
No se revisa los tiempos reales con los presupuestados	
No se conoce una manera estándar de trabajar.	Estandarizar las actividades que garanticen para la reparación de motores eléctricos de Corriente Continua
No se ha estandarizado la manera de trabajar	
No se tiene software	

Fuente: Propia de la investigación

Una vez definida la acción de mejora se debe asignar un responsable de acción y por qué y cómo lo realizará como se muestra en la tabla 15 Resumen de acciones a continuación:

**Tabla 15 - Resumen de las acciones**

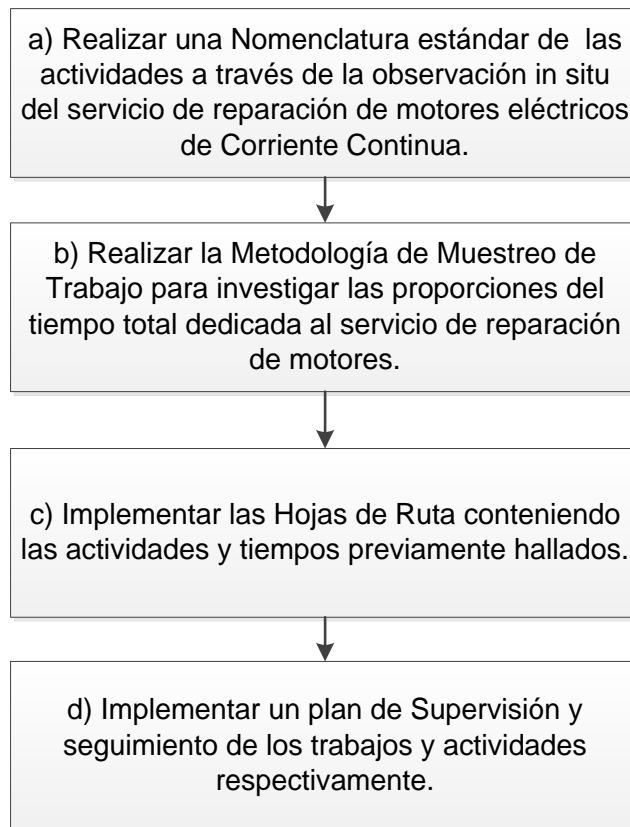
	<b>¿QUE?</b>	<b>Responsable</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Cómo?</b>
I	Nombrar y estandarizar las actividades que garanticen para la reparación de motores eléctricos de Corriente Continua	Supervisor de taller	Ejecutar actividades efectivamente de una única manera	Desarrollo de diagramas de flujo. Observación durante la ejecución del servicio.
II	Establecer una metodología de medición de tiempos para la reparación de motores eléctricos de corriente continua	Supervisor de taller	Determinar el tiempo estándar requerido para el desarrollo de la actividad	Implementación metodología de Muestreo de Trabajo
III	Establecer un sistema de seguimiento en la etapa de reparación que permita controlar el tiempo de actividad que ha sido presupuestado	Supervisor de taller	Garantizar el cumplimiento del tiempo estándar establecido	Implementación de un plan de supervisión por medio de hojas de ruta

Fuente: Propia de la investigación

#### 4.6.1. Implementación de las propuestas de mejora

Nuestro modelo de mejora tendrá un fuerte impacto en la reducción del tiempo de ejecución del servicio de reparación de motores eléctricos ya que a partir de la observación *in situ* de los técnicos realizando la reparación de motores eléctricos y no dejando cabida para tiempos improductivos, se obtendrá a través de método estadístico el tiempo por actividad real que vamos a supervisar y controlar.

Nuestro modelo se resume en los siguientes pasos:



A continuación se presenta la aplicación de nuestro modelo bajo los pasos antes mencionados.

#### 4.6.2. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

##### Paso 1:

**Realizar una Nomenclatura estándar de las actividades a través de la observación in situ del servicio de reparación de motores eléctricos de Corriente Continua.**

Para ello se tuvo que ir al lugar de trabajo del servicio de reparación de motores y establecer junto con el Técnico y Supervisor el nombre de la actividad realizada y controlar que no se presente tiempos improductivos en su desarrollo, se utilizó el siguiente formato para detallar el nombre de las actividades y su tiempo de Ejecución.

Tarea	Centro de Producción	Nombre de la Actividad
1	Taller ABB, Lima	Desmontaje.
2		Diagnostico

Como resultado se obtuvo los siguientes nombres de Actividades de un servicio completo de reparación de Motor eléctrico

ACTIVIDADES	
1	DESMONTAJE
2	DIAGNOSTICO
ESTATOR	
3	ESTATOR: Retiro de bobinas
4	ESTATOR: Limpieza de ranuras
5	ESTATOR: Colocación de bobinas
6	ESTATOR: Limpieza con hielo seco
7	ESTATOR: Colocación cuñas
8	ESTATOR: Conexionado
9	ESTATOR: Aplicación de resina
10	ESTATOR: Montaje de accesoriosdel estator
ROTOR	
11	ROTOR: Retiro de bobinas
12	ROTOR: Limpieza de ranuras
13	ROTOR: Colocación de bobinas
14	ROTOR: Limpieza con hielo seco
15	ROTOR: Aplicación de resina
16	ROTOR: Rectificado
17	ROTOR: Balanceo dinámico
18	Montaje del ROTOR y ESTATOR
19	Pruebas finales
20	Pintura
21	Embalaje y despacho

Fuente: Propia de la investigación

**Paso 2:**

**Realizar la Metodología de Muestreo de Trabajo para investigar las proporciones del tiempo total dedicada por actividad del servicio de reparación de motores.**

Para obtener los tiempos óptimos por actividad considerando un 10% de error y una confiabilidad del 90% se empleó el método de cronometraje y método estadístico.

Estos fueron los pasos a seguir.

- ❖ Se tomaron 5 mediciones de tiempos totales por actividad.
- ❖ Luego se determinó mediante estadística la cantidad de muestras que deben tomarse para considerar un promedio óptimo, tomando en cuenta un margen de error del 5%.
- ❖ Se procedió a tomar la cantidad de lecturas necesarias aplicando la fórmula

$$N' = \left[ \frac{\frac{K}{S} \sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

- ❖ Se obtuvieron los tiempos por actividad con una confiabilidad del 90%. Es así que para el caso de nuestros motores del sector minero se obtuvo la siguiente información que se muestra en la tabla 16: Tiempos por actividad con confiabilidad del 90%.

**Tabla 16 – Tiempos por actividad con confiabilidad del 90%**

		ORDENES DE SERVICIO - TIPO DE MOTOR SECTOR MINERO				
Numeros de ordenes		1,215,251	1,315,045	1,315,162	1,315,163	1,315,168
ACTIVIDADES						
1	Desmontaje	8.00	7.50	9.00	8.80	7.00
2	DIAGNOSTICO	8.00	9.00	10.75	11.25	12.25
<b>ESTATOR</b>						
3	ESTATOR: Retiro de bobinas	31.00	35.00	37.00	32.50	38.00
4	ESTATOR: Limpieza de ranuras	90.00	88.00	93.00	95.00	97.00
5	ESTATOR: Colocación de bobinas	30.00	30.00	23.00	31.00	37.50
6	ESTATOR: Limpieza con hielo seco	16.00	15.00	14.00	14.50	14.70
7	ESTATOR: Colocación cuñas	24.00	22.00	25.00	26.00	30.00
8	ESTATOR: Conexionado	38.00	39.00	38.00	38.00	38.00
9	ESTATOR: Aplicación de resina	12.00	13.60	12.80	11.90	13.00
10	ESTATOR: Montaje de accesoriosdel estator	19.00	18.00	17.00	20.98	20.97
<b>ROTOR</b>						
11	ROTOR: Retiro de bobinas	26.00	30.00	32.00	27.50	33.00
12	ROTOR: Limpieza de ranuras	45.00	43.00	48.00	50.00	52.00
13	ROTOR: Colocación de bobinas	20.00	20.00	13.00	21.00	27.50
14	ROTOR: Limpieza con hielo seco	16.00	16.00	15.60	16.00	18.90
15	ROTOR: Aplicación de resina	8.00	9.00	8.50	8.00	9.00
16	ROTOR: Rectificado	12.00	10.00	11.00	11.50	12.00
17	ROTOR: Balanceo dinámico	8.00	6.00	6.00	7.00	8.00
18	Montaje del ROTOR y ESTATOR	8.00	9.00	7.50	8.00	9.00
19	Pruebas finales	8.00	8.00	7.80	8.00	9.45
20	Pintura	4.50	5.00	5.50	4.50	4.00
21	Embalaje y despacho	8.00	7.00	8.00	9.41	9.61

Fuente: Propia de la investigación

A continuación se procede a obtener el número de mediciones necesarias usando Método Estadístico, se sabe que “Los promedios de las muestras tomadas de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidas con respecto a la medida de la población”.



Tomando como ejemplo nuestra Actividad 1: Desmontaje, para calcular el número de observaciones necesarias se usa la siguiente ecuación:

$$N' = \left[ \frac{\frac{K}{S} \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$\frac{K}{S} = 2 \times \frac{1}{E}$$

DESMONTAJE		
MEDICIONES	HORAS	$\wedge^2$
1	8.00	64.00
2	7.50	56.25
3	9.00	81.00
4	8.80	77.44
5	7.00	49.00
6		
7		
8		
9		
10		
Sumatoria	40.30	327.69

Dónde:

$N'$  = Número de observaciones requeridas

$\frac{K}{S}$  = Factor de confianza – precisión.

$X$  = Tiempos elementales representativos

$E$  = Errores posibles

$n$  = Observaciones iniciales

Para este caso los valores quedan de la siguiente manera:

$n = 5$

$E = 10\%$

**Desarrollo:**

$\sum X = 40.30$

$(\sum X)^2 = (40.30)^2 = 1624.09$

$(\sum X^2) = 327.69$

$$\frac{K}{S} = 2 \times (1/0.10) = 20$$

$$N' = \left[ \frac{20 \sqrt{5(327.69) - (1624.09)}}{40.30} \right]^2$$

**$N' = 3.536$  mediciones = 4 (no hace falta más mediciones, con 4 bastaba)**

De esta misma forma se halló el número de observaciones por las 20 actividades restantes, y se determinó que en 3 actividades se necesita más observaciones las cuales fueron tomadas de la misma forma en el taller.

Las 3 actividades fueron las siguientes:

ACTIVIDAD 2: DIÁGNOSTICO, donde el  $N' = 11$  observaciones

ACTIVIDAD 5: ESTATOR: Colocación de bobinas. donde el  $N' = 10$  observaciones

ACTIVIDAD 13: ROTOR: Colocación de bobinas, donde el  $N' = 21$  observaciones

A continuación se muestra en la tabla 17 los tiempos resultantes por actividad de los cálculos previamente mencionados incluyendo las observaciones faltantes.

**Tabla 17 - Tiempos resultantes por actividad.**

ITEM	Numeros de ordenes	ORDENES DE SERVICIO - TIPO DE MOTOR SECTOR MINERO															Tiempo Optimo		
		1,215,251	1,315,045	1,315,162	1,315,163	1,315,168	Observaciones faltantes												
	ACTIVIDADES	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Obs 11	Obs 12	Obs 13	Obs 14	Obs 15	Obs 16		
1	DESMONTAJE	8.00	7.50	9.00	8.80	7.00													8.06
2	DIAGNOSTICO	8.00	9.00	9.00	11.25	12.25	10.43	9.59	11.81	11.01	9.73	9.45							10.14
<b>ESTATOR</b>																			
3	ESTATOR: Retiro de bobinas	31.00	35.00	37.00	32.50	38.00													34.70
4	ESTATOR: Limpieza de ranuras	90.00	88.00	93.00	95.00	97.00													92.60
5	ESTATOR: Colocación de bobinas	30.00	30.00	23.00	31.00	37.50	29.07	25.08	25.81	30.51	27.13								28.91
6	ESTATOR: Limpieza con hielo seco	16.00	15.00	14.00	14.50	14.70													14.84
7	ESTATOR: Colocación cuñas	24.00	22.00	25.00	26.00	30.00													25.40
8	ESTATOR: Conexionado	38.00	39.00	38.00	38.00	38.00													38.20
9	ESTATOR: Aplicación de resina	12.00	13.60	12.80	11.90	13.00													12.66
10	ESTATOR: Montaje de accesoriosdel estator	19.00	18.00	17.00	20.98	20.97													19.19
<b>ROTOR</b>																			
11	ROTOR: Retiro de bobinas	26.00	30.00	32.00	27.50	33.00													29.70
12	ROTOR: Limpieza de ranuras	45.00	43.00	48.00	50.00	52.00													47.60
13	ROTOR: Colocación de bobinas	20.00	20.00	13.00	21.00	27.50	23.61	24.20	16.22	14.26	14.62	20.27	23.82	25.93	22.55	19.87	20.60		20.47
14	ROTOR: Limpieza con hielo seco	16.00	16.00	15.60	16.00	18.90													16.50
15	ROTOR: Aplicación de resina	8.00	9.00	8.50	8.00	9.00													8.50
16	ROTOR: Rectificado	12.00	10.00	11.00	11.50	12.00													11.30
17	ROTOR: Balanceo dinámico	8.00	6.00	6.00	7.00	8.00													7.00
18	Montaje del ROTOR y ESTATOR	8.00	9.00	7.50	8.00	9.00													8.30
19	Pruebas finales	8.00	8.00	7.80	8.00	9.45													8.25
20	Pintura	4.50	5.00	5.50	4.50	4.00													4.70
21	Embalaje y despacho	8.00	7.00	8.00	9.41	9.61													8.40
																		<b>TOTAL</b>	<b>455.42</b>

Fuente: Propia de la investigación

**Paso 3:****Implementar las Hojas de Ruta conteniendo las actividades y tiempos previamente hallados**

Una vez estandarizado la nomenclatura de las actividades y calculado los tiempos por actividad se establece la hora de ruta.

Esta hoja de ruta es elaborada por los técnicos de cada área de producción (bobinador, mecánico y electricista).

Una vez elaborado la hoja de ruta esta deberá ser impresa en cartulina y deberá ser difundida al personal técnico para su uso.

Su uso se hará por cada motor de corriente continua que se deba reparar, la hoja de ruta se apertura una vez que se comunica el inicio de los trabajos y finaliza cuando se despacha el motor. La hoja de ruta estará ubicada en cada estación de trabajo donde se encuentra el motor. Tal como se muestra en la tabla 18 – Hoja de Ruta para la reparación de motores CC.

**Tabla 18 – Hoja de Ruta para la reparación de motores CC**

HOJA DE RUTA PARA LA REPARACION DE MOTORES CC										
Cliente:				Tipo de motor:		Fecha de inicio				
Numero de Orden de servicio						Fecha de entrega final				
Operación	Equipamiento	Responsable	Descripción de operación	Maquina	Herramienta / Equipo	Tiempo en Horas de la Actividad	Tiempo real	Parámetro requerido	Fecha de finalización	Validación de supervisor
Desmontaje	Motor	Mecánico	Desarmado de rotor, estator y tapas	NA	- Alicates - Llaves - Mordaza	8.06				
Diagnostico						9.6				
<b>Actividades en el Estator</b>										
Retiro de bobinas	Estator	Bobinador	Calentar con fuego	- Oxiacetilénico	- Martillo y cincel -Pie de rey	34.7				
Limpieza de ranuras	Estator	Bobinador	Eliminar partículas sobrantes	- Compresora de aire - Aspiradora - Lijadora	- Alicates	92.6				
Colocación de bobinas	Estator	Bobinador	Bobinas compactas en ranuras	NA	- Martillo baquelita	30.54				

continuación tabla 18: Hoja de Ruta para la reparación de motores CC

Limpieza con hielo seco	Estator	Mecánico	Eliminar partículas contaminantes	- Compresora hielo seco - Compresora de aire	NA	14.84				
Colocación cuñas	Estator	Bobinador	Bobinas herméticamente cerradas	NA	- Martillo baquelita	25.4				
Conexionado	Estator	Electricista	Tensión de corriente de acuerdo a norma	NA	- Cortadora de cables - Multímetro - Ohmímetro	38.20				
Aplicación de resina	Estator	Bobinador	- Resina H200 - Secar a 200 °C	Horno	- Brochas	12.66				
Montaje de accesorios del estator	Estator	Mecánico	Accesorios sujetos según recomendaciones fabricante	NA	- Alicates - Llaves - Mordaza	19.19				
<b>Actividades en el Rotor</b>										
Retiro de bobinas	Rotor	Bobinador	Calentar con fuego	Oxiacetilénico	Martillo y cincel	29.7				
Limpieza de ranuras	Rotor	Bobinador	Eliminar partículas sobrantes	- Compresora de aire - Aspiradora - Lijadora	Alicates	47.6				

continuación tabla 18: Hoja de Ruta para la reparación de motores CC

Colocación de bobinas	Rotor	Bobinador	Bobinas compactas en ranuras	NA	Martillo baquelita	20.97				
Limpieza con hielo seco	Rotor	Mecánico	Eliminar partículas contaminantes	- Compresora hielo seco - Compresora de aire	NA	16.5				
Aplicación de resina	Rotor	Bobinador	- Resina H200 - Secar a 200 °C	Horno	Brochas	8.5				
Rectificado	Rotor	Mecánico	Según medidas del fabricante	Torno	- Micrómetro	11.30				
Balanceo dinámico	Rotor	Mecánico	Según pesos del fabricante	Balanceadora	NA	7				
Montaje de rotor y estator	Estator y Rotor	Mecánico	- Armado de rotor, estator y tapas - Montar rodajes nuevos	NA	- Alicates - Llaves - Mordaza	8.3				
Pruebas finales	Motor	Electricista	- Tensión según norma - Temperatura según norma	NA	- Cortadora de cables - Multímetro - Ohmímetro - Equipo Baker	8.25				
Pintura	Motor	Mecánico	- Pintado uniforme	- Compresora de aire y Pistola	NA	4.7				

A continuación se da una definición de los campos que comprende la hoja de ruta como se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19 - Definición de campos de la hoja de ruta.**

<b>Campo que se debe completar</b>	<b>Descripción del campo</b>
Operación	Campo en que se menciona la actividad a desarrollar
Equipamiento	Campo en el que se especifica la parte del equipamiento que será trabajado por el operario
Responsable	Campo en el que va especificado el técnico especialista que realizará la actividad
Descripción de operación	Campo que describe a un nivel general la actividad a realizar
Máquina	Campo que especifica la máquina a utilizar
Herramienta / Equipo	Campo que especifica la herramienta o equipo que se va utilizar
Tiempo de actividad	Es el tiempo el cual el técnico deberá cumplir y el que especifica en la cotización
Tiempo real	Campo que debe completar el técnico que realizó la actividad
Parámetro requerido	Campo que deberá completar el técnico que realiza la actividad según el modelo y según lo que requiere la norma
Fecha de finalización	Campo con la fecha que deberá completar el técnico y que deberá ser completada cuando se termine la actividad
Validación de supervisor	Visto bueno del supervisor para ser liberado para la siguiente actividad

Fuente: Propia de la investigación



#### **Paso 4:**

#### **Implementar un plan de Supervisión y seguimiento de los trabajos y actividades respectivamente**

El plan de supervisión se realiza por cada actividad descrita en la hoja de ruta, los técnicos no podrán empezar sus actividades si ha sido validado el tiempo usado por el técnico y las especificaciones técnicas descritas en la hoja de ruta. El supervisor validará la liberación para la siguiente actividad por medio de una firma física después de una inspección.

#### Tipos de supervisión y seguimiento

a) Verificación del tiempo utilizado.

En la hoja de ruta estará especificado el tiempo estándar que se debe usar por actividad, este tiempo ha sido usado para el cálculo de horas hombre que ha servido para el costeo de la cotización.

El supervisor debe recorrer la ubicación física de cada motor y revisar la hoja de ruta para comparar el tiempo real usado en la operación versus el tiempo estándar descrito en la hoja de ruta.

b) Verificación de las actividades estándares

El supervisor deberá verificar si se están cumpliendo las actividades descritas en la hoja de ruta y validarla físicamente con una forma para que pueda ser autorizado para el siguiente proceso.

c) Verificación de Parámetros establecidos

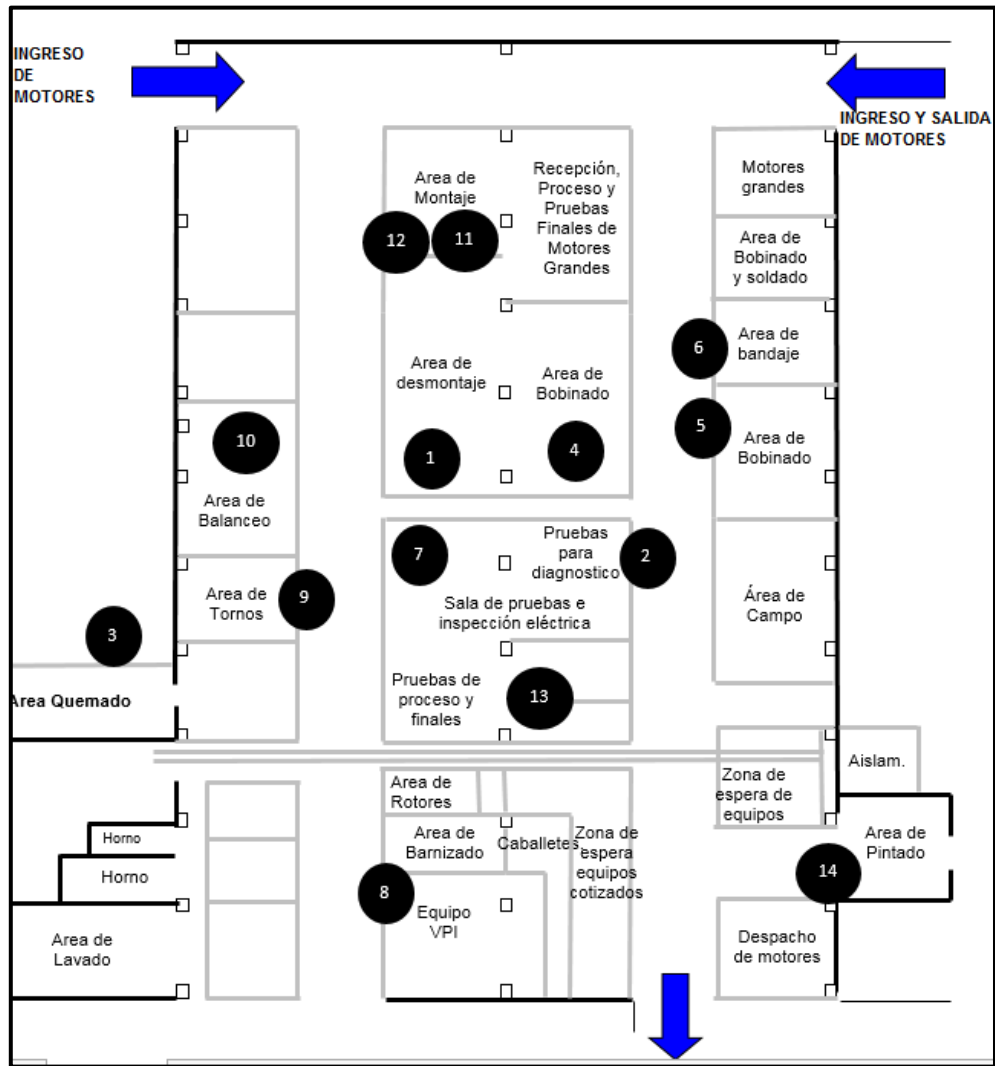
El supervisor deberá verificar si los parámetros establecidos están de acuerdo a norma y estos estarán declarados en la hoja de ruta, el supervisor verificará físicamente con una firma para que pueda ser autorizado para el siguiente proceso.

d) Verificación de la fecha de finalización

El supervisor deberá verificar si las fechas de finalización están de acuerdo con la fecha de entrega final declarada en la cotización.

e) Esta supervisión se realiza basado en el orden descrito en el layout del taller, el cual se muestra en la tabla 20 layout del taller de reparación

Tabla 20 – Layout del taller de reparación



Leyenda:

<b>1</b>	<b>Desmontaje</b>
1.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>2</b>	<b>Diagnostico</b>
2.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>3</b>	<b>Retiro de bobinas</b>
3.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>4</b>	<b>Limpieza de ranuras</b>
4.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>5</b>	<b>Colocación de bobinas</b>
5.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>6</b>	<b>Colocación cuñas</b>
6.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>7</b>	<b>Conexionado</b>
7.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>8</b>	<b>Aplicación de resina</b>
8.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>9</b>	<b>Rectificado</b>
9.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>10</b>	<b>Balanceo dinámico</b>
10.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>11</b>	<b>Montaje de accesorios del estator</b>
11.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>12</b>	<b>Montaje de rotor y estator</b>
12.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>13</b>	<b>Pruebas finales</b>
13.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta
<b>14</b>	<b>Pintura</b>
14.1	Inspección de supervisor con hoja de ruta

Fuente: Propia de la investigación

## CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

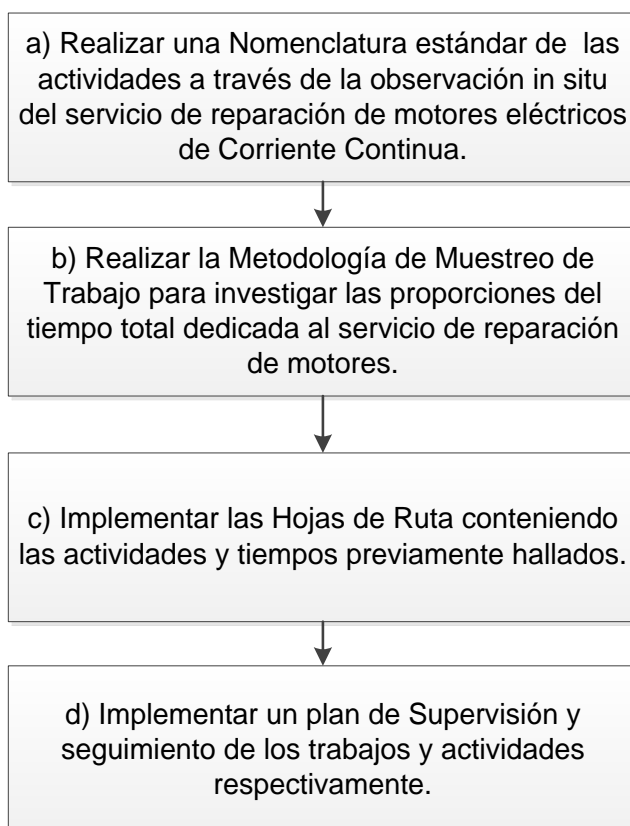
### 5.1. Presentación de resultados

Como resultados hemos llegado a obtener lo siguiente:

- a) **Según nuestra Hipótesis General:** Si se analiza y se propone un modelo de gestión para la ejecución del servicio se agilizará el tiempo de servicio de reparación de motores eléctricos.

#### **Resultado:**

Después de haber hecho un análisis sobre las causas raíces que generan demoras en un servicio de reparación de motor eléctrico se diseñó un modelo que sigue cuatro pasos:



Este modelo permitió agilizar el tiempo de un servicio completo en un 17%.

- b) **Según nuestra Hipótesis Específica 1:** Si se aplican herramientas de mejora de procesos se identificarán las causas raíces de las demoras en los servicios de reparación de motores.

**Resultado:**

Usando de las herramientas de calidad tales como, lluvia de ideas, análisis de Pareto, diagrama fishbone, 5 porqués, matriz de priorización y elaboración de flujogramas se logró determinar que las causas que originaban atrasos en la entrega de servicio de motores eran: La falta de estandarización de actividades y tiempos de las actividades, los operarios desconocen el tiempo límites de las actividades que realizan por lo que el cálculo de la fecha de entrega es inexacto y finalmente no se tiene un plan de seguimiento y control de actividades que garanticen la entrega a tiempo.

- c) **Según nuestra Hipótesis Específica 2:** Si se aplica el Muestreo de Trabajo, se mejora el tiempo de entrega en el servicio de reparación de motores eléctricos.

**Resultado:**

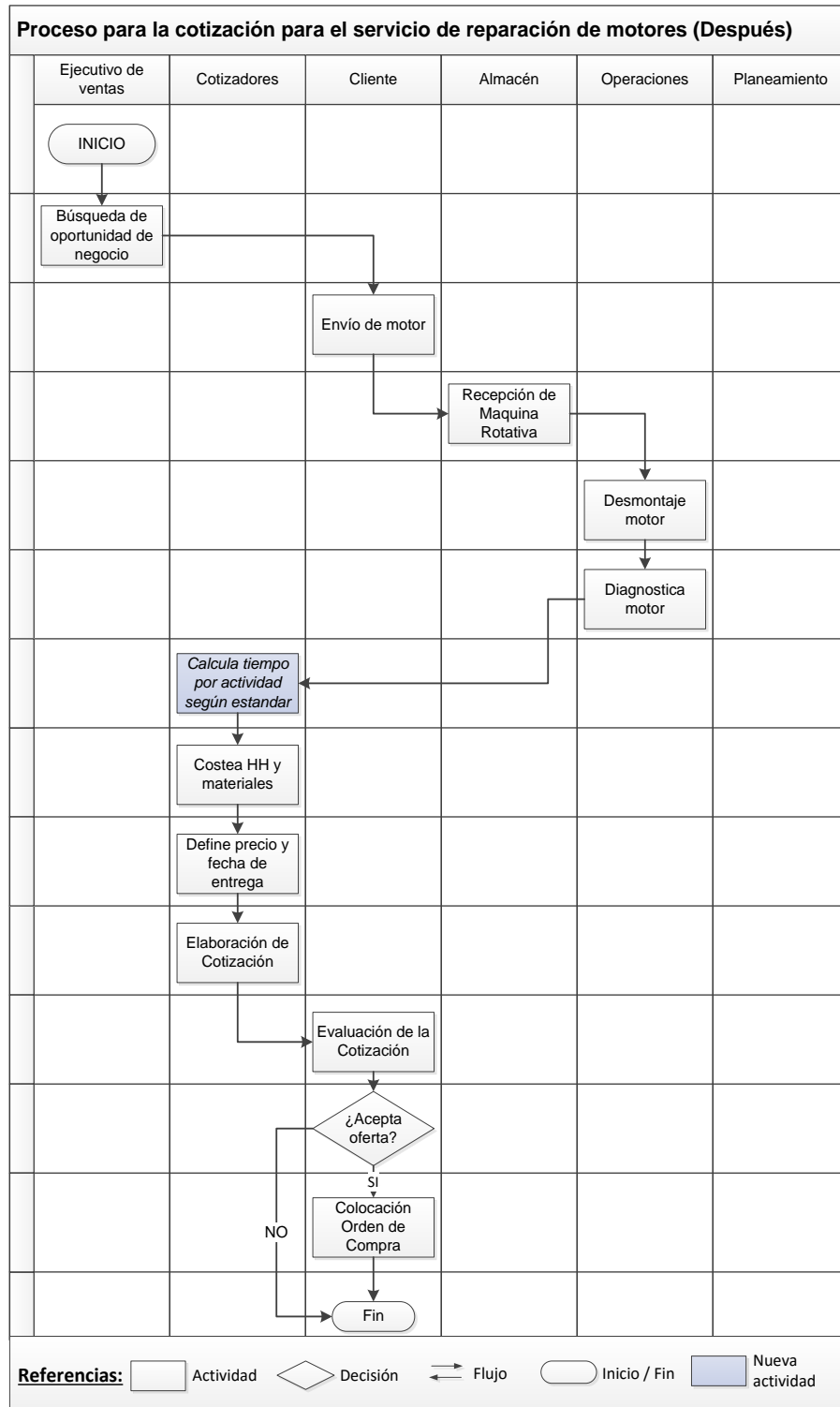
Con el Muestreo de Trabajo se pudo estimar con un 90% de nivel de confianza los tiempos que demora cada actividad del servicio de reparación de motores eléctricos de CC, esto ayudó a estimar los tiempos que demorará el servicio de manera más exacta, así mismo se evidenció como resultado después del a aplicación de la metodología una reducción en el tiempo de ejecución del servicio en un 17%.

- d) **Según nuestra Hipótesis Específica 3:** Si se implementa un sistema de seguimiento de actividades en la ejecución de servicios por medio de hoja de ruta se cumplirá la fecha de entrega pactada al cliente.

**Resultado:**

- a) La Hoja de Ruta sirvió de guía de los tiempos requeridos por actividad y estos fueron respetados por los trabajadores por medio de supervisión y seguimiento del servicio de reparación de Motores Eléctricos. El plan de seguimiento basado en la hoja de ruta permitió mejorar el indicador de OTD en 80% debido a que cada trabajador antes de empezar su actividad supo el tiempo límite por actividad lo que garantiza la entrega a tiempo de un servicio.
- b) Después de implementar la mejora se re definió las actividades dentro de los procesos de cotización para el servicio de reparación de motores, el cual se muestra en la tabla 21: Nuevo Diagrama post mejora “Proceso para la cotización para el servicio de reparación de motores”. Aquí se puede apreciar que el cálculo de tiempo es basado en un estándar, esto asegura la rapidez y exactitud del tiempo que se le promete al cliente.

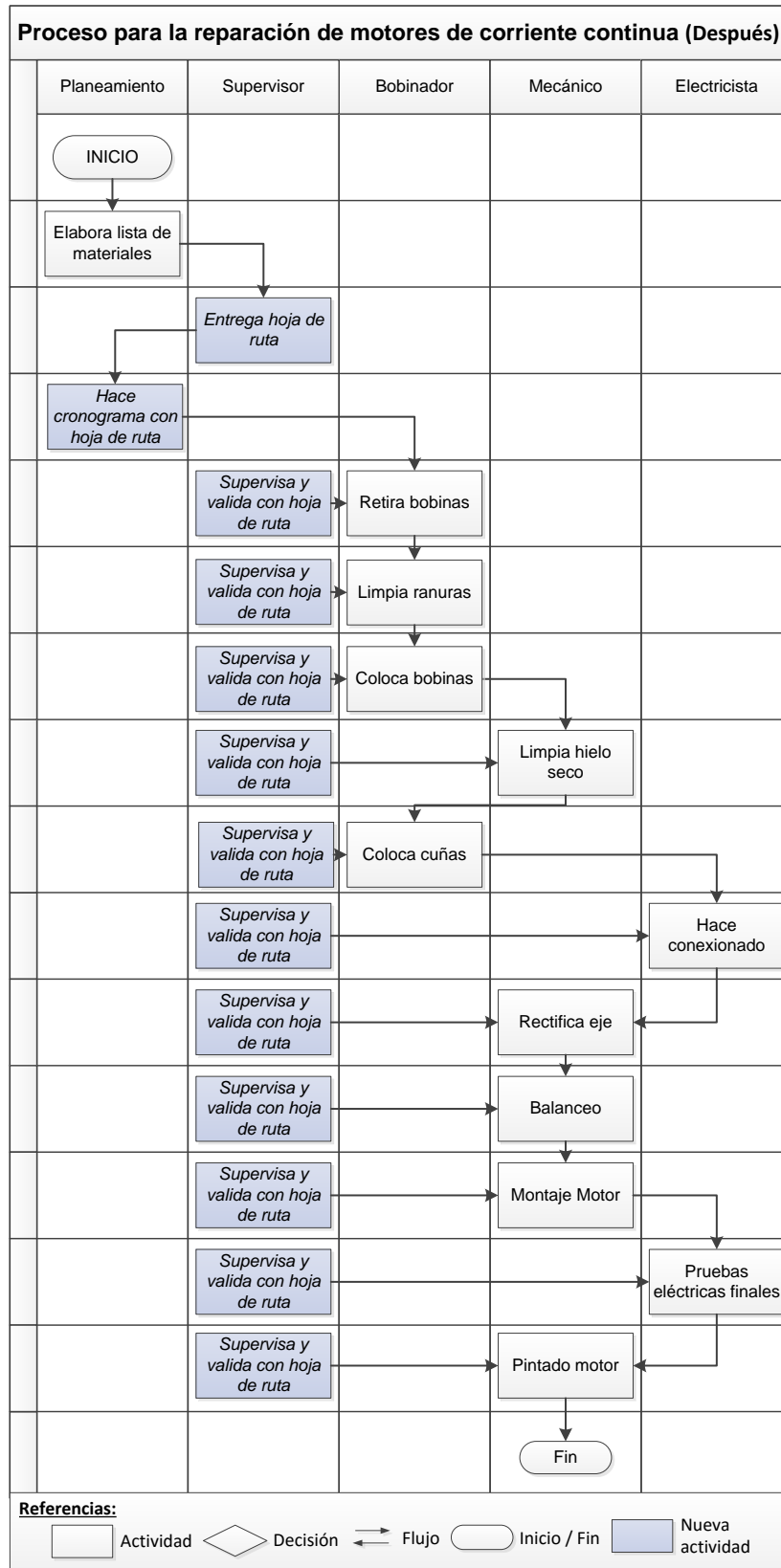
**Tabla 21 – Nuevo Diagrama post mejora “Proceso para la cotización para el servicio de reparación de motores”**



Fuente: Propia de la investigación

El proceso de reparación también cambio, incluyendo la hoja de ruta y el seguimiento del supervisor basado en la hoja de ruta, como se muestra en la tabla 22.

**Tabla 22 – Nuevo Diagrama post mejora “Proceso para la reparación de motores de corriente continua”**



Fuente: Propia de la investigación

- c) Haciendo un versus entre los cambios generados posterior a la mejora se puede identificar los descritos en la tabla 23; Cuadro resumen de resultados:

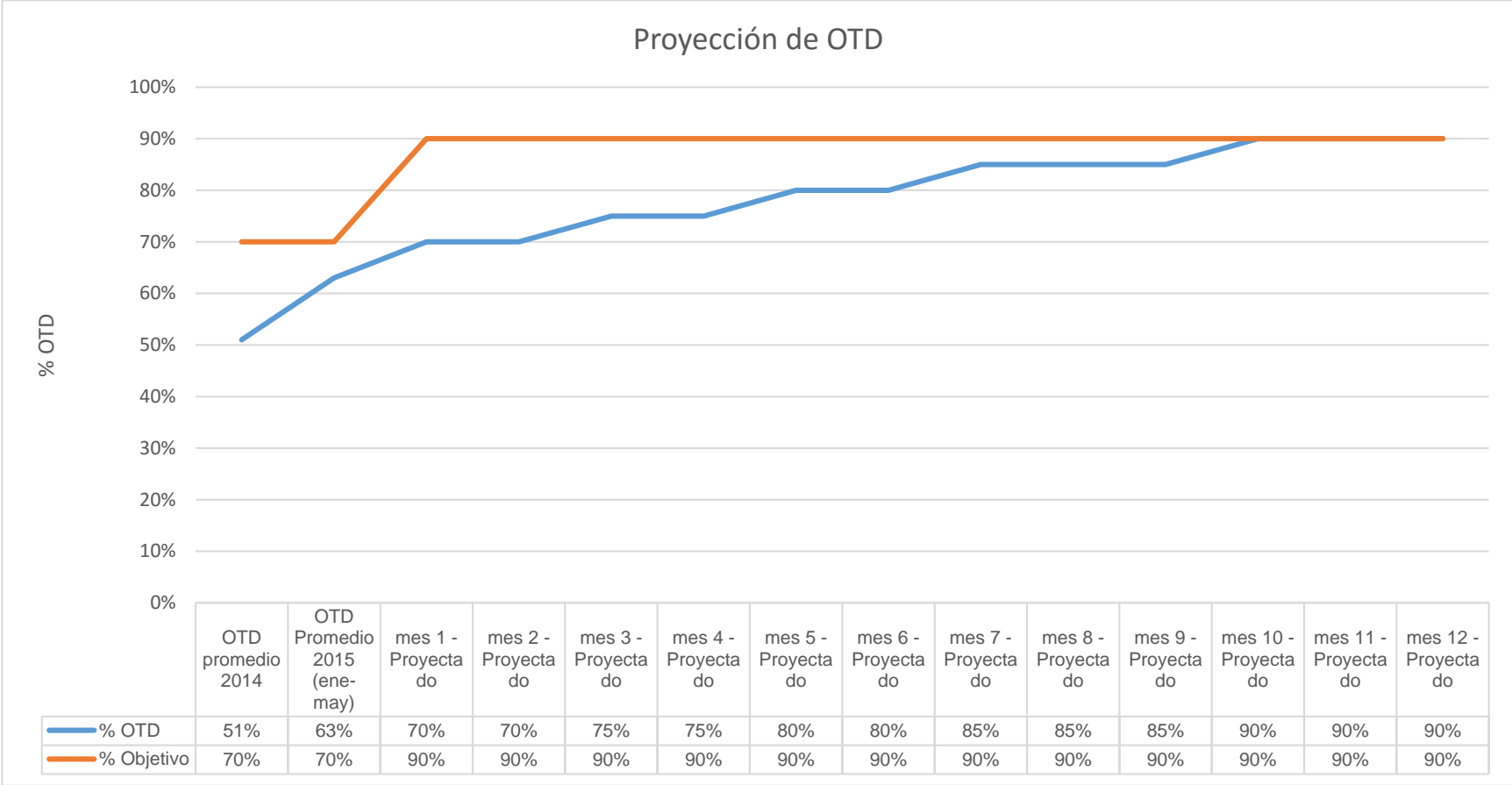
**Tabla 23 – Cuadro resumen de resultados**

N°	Concepto	Descripción	Antes	Después
1	Metodología	Nomenclatura de Actividades	No existía	Se tiene las actividades nombradas y en una base de datos que maneja el Planner.
2	Metodología	Muestreo de Trabajo	Tiempo de reparación completo de un Motor Eléctrico = 550 Horas	Tiempo de reparación completo de un Motor Eléctrico = 455 Horas
3	Metodología	Hoja de Ruta	Por medio de consultas a los técnicos	Por medio del estándar de la Hoja de Ruta
4	Metodología	Plan de Supervisión de las actividades del Servicio de Reparación de Motores	Solo existía una supervisión después de concluido los trabajos	Existe una supervisión por cada actividad tomando como fuente la Hoja de Ruta.
5	Indicador	Objetivo del OTD (Total de servicios entregados a tiempo / Total de servicios entregados)	70% - Nunca se cumplía	90% - Se proyecta cumplir
6	Indicador	(Fecha de entrega pactada) - (Fecha de entrega Real) = 0	<0	>=0
7	Satisfacción	Nivel de Satisfacción de los Clientes	40% de quejas en entrega a tiempo	20% de quejas en entrega a tiempo

Fuente: Propia de la investigación



**Proyección de Impacto de los resultados con el Indicador OTD (Total de servicios entregados a tiempo / Total de servicios entregados)**



**Figura 13 - Diagrama OTD proyectado.**

Fuente: Propia de la investigación

## CONCLUSIONES

1. La aplicación de las herramientas de mejora de procesos permitió focalizar la investigación de los servicios que más demanda el cliente. Por medio de la lluvia de ideas con los responsables se logró realizar el análisis de Pareto lo que permitió atacar el 80% de problemas y se pudo determinar cuatro causas raíces que originan el incumplimiento en el tiempo de entrega de los servicios y estos son:

- No hay un estándar de actividades y tiempos que cumplir
- Operarios desconocen el tiempo de entrega prometido
- Mal cálculo de tiempo de entrega
- Sistema de seguimiento de actividades no es el adecuado

Estas causas raíces identificadas permitieron elaborar e implementar el plan de acción y el plan de implantación que dieron como resultado la aplicación del muestreo de trabajo y la implementación de la hoja de ruta. De esta manera se logró demostrar que las causas raíces identificadas atacan el 80% de los problemas identificados en la demora en los servicios de reparación de motores eléctricos.

2. A través del Muestreo de Trabajo se pudo estimar las proporciones de tiempo que dedican los Trabajadores a cada una de las actividades de un Servicio completo de Reparación de Motor Eléctrico sin permitir tiempos improductivos, fue así que estando en condiciones normales de trabajo y con un nivel de confianza del 90% se obtuvo una reducción en el tiempo total del servicio en un 17%. Esta reducción de tiempo favoreció a nuestro indicador OTD (Total de servicios entregados a tiempo / Total de servicios entregados) como se puede apreciar en la Figura 13.

3. La Hoja de Ruta que se implementó describe las operaciones específicas para la realización de un servicio de motor eléctrico, de esta manera el trabajador tuvo conocimiento de los tiempos límite de cada actividad las mismas que son supervisadas por el Supervisor para garantizar su cumplimiento, de esta forma hemos respetado la fecha pactada de término de servicio en el contrato,

teniendo como resultado cero en nuestro indicador (Fecha de entrega pactada – fecha de entrega real).

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda implementar el nuevo modelo de gestión de manera progresiva a todos los tipos de motores que se atienden en el taller de motores.
2. Implementar planes de contingencia para los casos en los cuales no se cumpla el tiempo calculado en la hoja de ruta.
3. Actualizar los tiempos y actividades de la hoja de ruta anualmente para lograr que los datos sean lo más preciso posible.
4. Implementar controles y seguimientos para identificar las causas en el caso de que el tiempo que indica la Hoja de Ruta sea menor al tiempo real de la actividad.
5. Capacitar constantemente a los Técnicos en cursos específicos de reparación de motores con el fin de agilizar el servicio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Harrington H. (1993). Comprender las características del proceso. En Mejoramiento de los procesos de la empresa (pp. 127-146)(309p) Santafé Bogotá: McGraw Hill (C18473)
2. Brassard, M. (1988). Manual de herramientas básicas para el análisis de datos: guía de bolsillo con las herramientas para el mejoramiento continuo. UESAN (018184)
3. Champy, J. (1995). Casos pertinentes: como resolvimos. En reingeniería en la gerencia: como modificar el trabajo gerencial para rediseñar con éxito (pp. 67-85) (244p). Barcelona: Norma (C22067)
4. Loayza, Pedro Joseph Claudio. (2011). Tesis: Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de un Taller Mecánico de una Empresa Comercializadora de Maquinaria. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/> Lima - Perú
5. Alejandro Palma, Luis Gabriel (2013). Tesis: Mejoramiento de la Productividad de un Taller Mecánico de Reparación de Motores de Combustión Interna utilizando Herramientas de Mejora Continua. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/>. Guayaquil – Ecuador
6. Neira, Alfredo (2008) .Técnicas de medición del trabajo 2da edición. Fundación Confemetal Príncipe de Vergara, 74.28006: *Muestreo de Actividades* (pp 31 – 82) España, Madrid.
7. Krajewski, L. & Ritzman, L.(2000). Administración de Operaciones, Estrategia y Análisis (5a ed.), *Selección de Estrategias* pp 72-73. México, Naucalpan de Juárez.
8. D'Alessio, F. (2012). Administración de las Operaciones Productivas (1ra ed.), *Un enfoque en procesos para la gerencia* PP120-123. México, Naucalpan de Juárez.
9. Koontz, H. & Weihrich, H. (1998). Administración, una perspectiva global (11a ed.), *Planeación* p 204. México, D.F.

## ANEXO 1: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VARIABLE DEPENDIENTE
<b>Principal</b>	<b>General</b>	<b>Principal</b>				
¿De qué manera el análisis y propuesta de un modelo de gestión para la ejecución de servicio, agilizará el tiempo de servicio de reparación de motores eléctricos?	Aplicar un análisis y una propuesta de un modelo de gestión para la ejecución de servicio que agilizará el tiempo de servicio de reparación de motores eléctricos	Si se analiza y se propone un modelo de gestión para la ejecución del servicio se agilizará el tiempo de servicio de reparación de motores eléctricos	Modelo de Gestión		Tiempo de servicio de reparación de motores eléctricos	
<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>				
¿De qué manera el uso de herramientas de mejora de procesos permitirá identificar las causas raíces de las demoras en el servicio de reparación de motores?	Aplicar herramientas de mejora de procesos para identificar las causas raíces de las demoras en el servicio de reparación de motores.	Si se aplican herramientas de mejora de procesos se identificarán las causas raíces de las demoras en los servicios de reparación de motores.	Herramientas de mejora de procesos	Si/No	Demora en el servicio de reparación de motores	Cantidad de causas raíces encontradas
¿De qué manera la aplicación de un Muestreo de Trabajo, mejorará el cálculo de estimación del tiempo de entrega para el servicio de reparación de motores eléctricos?	Aplicar el Muestreo de Trabajo para mejorar el cálculo de estimación de tiempo de entrega en el servicio de reparación de motores eléctricos	Si se aplica el Muestreo de Trabajo, se mejora el tiempo de entrega en el servicio de reparación de motores eléctricos.	Muestreo del Trabajo	Si/No	Tiempo de entrega del servicio	Total de servicios entregados a tiempo / Total de servicios entregados
¿De qué manera la implementación de un sistema de seguimiento de las actividades por medio de hoja de ruta en la ejecución de servicios permitirá cumplir la fecha de entrega pactada al cliente?	Implementar un sistema de seguimiento de las actividades en la ejecución de servicios por medio de hoja de ruta que permita cumplir la fecha de entrega pactada al cliente.	Si se implementa un sistema de seguimiento de actividades en la ejecución de servicios por medio de hoja de ruta se cumplirá la fecha de entrega pactada al cliente.	Hoja de Ruta	Si/No	Fecha de entrega pactada	(Fecha de entrega pactada) - (Fecha de entrega Real) = 0

## ANEXO 2: Imágenes del proceso de Lluvia de ideas



Figura 14 - Reunión de lluvia de ideas para determinar la causa raíz del problema



Figura 15 - Reunión de lluvia de ideas para determinar la causa raíz del problema