



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Gestión de Mantenimiento Correctivo en el Servicio que Presta  
una Empresa de Servicios Electromecánicos, Lima 2021**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

Razzetto Canales, Eduardo Martin (ORCID: 0000-0002-8387-375X)

**ASESORA:**

MSc Ing. Delgado Montes, Mary Laura (ORCID: 0000-0001-9639-657X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi Madre, hubiese querido darte la satisfacción de compartir esta alegría contigo porque fuiste el generador de nuestras vidas, la que impulsaba a todos tus hijos a seguir adelante, por esa persistencia que siempre te caracterizaba, sigues y seguirás presente para todos nosotros en nuestra mente y nuestros corazones y en base a esa persistencia seguimos luchando en la vida, te dedico este trabajo que en buena parte tuviste mucho que ver porque ayudaste a forjarnos en este rubro que hasta hoy tus hijos aún continúan, Gracias Madre.

## **Agradecimiento**

Agradezco a mi familia por apoyarme en todo momento, a mi asesora del trabajo de Suficiencia Profesional, a la Universidad por darme la oportunidad de poder acceder al título profesional de Ingeniería Industrial.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
i. Descripción la Realidad Problemática .....	2
ii. Objetivos Generales.....	6
iii. Objetivos Específicos del Mantenimiento Correctivo .....	6
<b>II.MARCO TEÓRICO</b> .....	7
i. Antecedentes .....	7
ii. Bases Teóricas.....	12
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	23
i. Tipo de Investigación .....	23
ii. Aspectos Éticos.....	24
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	25
i. Planificación .....	25
ii. Programación .....	35
iii. Ejecución .....	45
vi. La supervisión y control .....	51
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	52
<b>VI.RECOMENDACIONES</b> .....	55
<b>REFERENCIAS</b> .....	56
<b>ANEXOS</b> .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Clasificación de las áreas de Proceso de Mantenimiento Correctivo de los Servicios.....	27
<b>Tabla 2:</b> Servicios Recibidos a la semana .....	30
<b>Tabla 3 :</b> Programación de la semana .....	35
<b>Tabla 4:</b> Personal de la empresa .....	36
<b>Tabla 5:</b> Áreas de servicios .....	37
<b>Tabla 6:</b> Posible riesgos o accidentes .....	46
<b>Tabla 7:</b> Equipos de protección.....	47
<b>Tabla 8</b> Resumen de cantidad y tiempo de operaciones .....	49
<b>Tabla 9:</b> Formato de Supervisión y Control .....	51
<b>Tabla 10</b> Cuadro Comparativo del Sistema de Mantenimiento .....	53
<b>Tabla 11:</b> Tabla de Remuneraciones de Operarios .....	53
<b>Tabla 12:</b> Tabla de Comparativa de Tiempos y Costos de Mano de Obra .....	54
<b>Tabla 13:</b> Tabla de Proyeccion de Ahorros .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diagrama Causa y Efecto de Ishikawa.....	3
<b>Figura 2:</b> Termino de Referencia.....	5
<b>Figura 3:</b> Orden de Servicio.....	6
<b>Figura 4:</b> Análisis de Fallas.....	15
<b>Figura 5:</b> Partes de un Motor Eléctrico.....	18
<b>Figura 6:</b> Flujo de coordinaciones institucionales.....	23
<b>Figura 7:</b> Distribución de las áreas (Antes).....	26
<b>Figura 8:</b> Diagrama de Recorrido de Proceso de Mantenimiento Correctivo de los Servicios.....	28
<b>Figura 9:</b> Servicios al mes.....	31
<b>Figura 10:</b> Flujo de procedimiento de los servicios.....	32
<b>Figura 11:</b> Recepción de máquinas eléctricas.....	33
<b>Figura 12:</b> Diagrama de Análisis de Tiempo de Proceso.....	38
<b>Figura 13:</b> Cronograma de Actividades para el proceso de Mantenimiento Correctivo para Motor de 10HP.....	39
<b>Figura 14:</b> Bobinas.....	40
<b>Figura 15:</b> Empapelado de bobinas.....	41
<b>Figura 16:</b> Encintado de bobinas.....	42
<b>Figura 17:</b> Tiempo de cada área de mantenimiento.....	44
<b>Figura 18:</b> Tiempos (antes y después).....	45
<b>Figura 19:</b> Diagrama de operaciones en procesos.....	48
<b>Figura 20:</b> Almacenamiento no estructurado.....	49
<b>Figura 21:</b> Área previa al acondicionamiento para almacen.....	50
<b>Figura 22:</b> Área posterior al acondicionamiento para almacen.....	50

## Resumen

Se ha realizado este trabajo con el propósito de mejorar el proceso de mantenimiento correctivo donde las áreas de trabajo estaban mal distribuidas, provocando demoras en la actividad productiva, dificultando la buena gestión en el servicio, para lograr dichas mejoras se aplicaron cambios donde el planificar, programar, ejecutar, supervisar y controlar han sido los objetivos específicos. El trabajo de investigación se aplicó en la planta de mantenimiento de la empresa Ingeniería de servicios y Reparaciones EIRL. La empresa se dedica al servicio de mantenimiento correctivo de Equipos y Máquinas eléctricas. La metodología utilizada para este trabajo fue la del método descriptivo, el cual está basado en observar las actividades del proceso de mantenimiento, recolectando datos a través de entrevistas y medición de tiempo. Para poder explicar el uso de dicho método, se tomó como ejemplo un caso específico de mantenimiento correctivo para un motor eléctrico. Donde se puede apreciar que el uso de esta metodología como parte de una reestructuración del circuito de mantenimiento, nos da una reducción significativa del tiempo en cada actividad del proceso de mantenimiento. Es por ello que se recomienda una mejor distribución de las áreas productivas, para tener un mejor control y supervisión de esta.

Palabras clave: Mantenimiento, planificar, metodología

## **Abstract**

This work has been carried out with the purpose of improving the corrective maintenance process where the work areas were poorly distributed, causing delays in productive activity, hindering good management in the service, to achieve said improvements, changes were applied where the planning, scheduling, executing, supervising and controlling have been the specific objectives. The research work was applied in the maintenance plant of the company Ingeniería de servicios y Reparaciones EIRL. The company is dedicated to the corrective maintenance service of Electrical Equipment and Machines. The methodology used for this work was the descriptive method, which is based on observing the activities of the maintenance process, collecting data through interviews and time measurement. In order to explain the use of this method, a specific case of corrective maintenance for an electric motor was taken as an example. Where it can be seen that the use of this methodology as part of a restructuring of the maintenance circuit, gives us a significant reduction in time in each activity of the maintenance process. That is why a better distribution of the productive areas is recommended, to have a better control and supervision of this.

Keywords: Maintenance, planning, methodology

## I. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento que realizan las empresas debe considerarse como un sistema, ya que en él está involucrado varias áreas operativas que tienen como objetivo de maximizar las mejoras en los procesos productivos, con la finalidad de que las instalaciones estén acondicionadas y operando según los planes y programas del sistema de la producción, evitando contratiempos, incrementos de costos y otros actos que vayan en contra de la eficiencia, eficacia y rentabilidad operativa de la empresa. Los factores humanos y tecnológicos son piezas claves en todo sistema de mantenimiento, aunado una buena estructura y control administrativo con todo relacionado a esta temática, no hay que olvidar que en el sistema de mantenimiento se debe realizar inversiones en activos fijos (terrenos, construcciones, máquinas, equipos, herramientas e implementos) y los intangibles (diseño, montaje, implementación y control, periodo de pruebas, etc.), los mismos que acarrear costos involucrados que tienen que ser identificados muy detalladamente, con la finalidad que su cuantificación sea real y sujeto a un control permanente, porque éste costo por su naturaleza es fijo y por lo tanto debe ser lo mínimo posible.

En el presente trabajo tocaremos un caso real en la empresa donde se dificulta el desarrollo del proceso de mantenimiento cuando hay demasiada demanda, para lo cual presentaremos una solución de como elaborar técnicas, estrategias y diseño para obtener una buena gestión del mantenimiento industrial.

**Nombre de la Empresa:** INGENIERIA DE SERVICIOS Y REPARACIONES EIRL.

**Descripción de las funciones del autor en la empresa:**

- Responsable en gestionar los requerimientos con los clientes (instituciones estatales y privados) para su evaluación y cotización.
- Responsable de coordinar con las jefaturas de las áreas de las Instituciones o empresas donde se generan el requerimiento para la fecha de ejecución del trabajo (previa orden de trabajo).
- Responsable de planificar, organizar y coordinar los servicios de mantenimiento industrial en planta.
- Responsable en coordinar con los proveedores de Materiales y Servicios.

## **Actividades de la Empresa**

La empresa ofrece servicios de mantenimiento a sistemas electromecánicos (máquinas y equipos eléctricos), así como la instalación de los mismo, dentro del rubro industrial, por ejemplo:

Mantenimiento de motores de inducción, generadores (estator y rotor), máquinas de soldar, electrobombas, transformadores y todo sistema electromecánico.

La actividad que el autor desempeña está dentro de la división de operaciones, área de producción (servicio de mantenimiento correctivo).

**Trabajos en Planta:** Es el área específica donde se desarrolla los trabajos de servicios de mantenimiento correctivo de máquinas y equipos, que ayudan a los procesos de producción en la industria.

### **i. Descripción la Realidad Problemática**

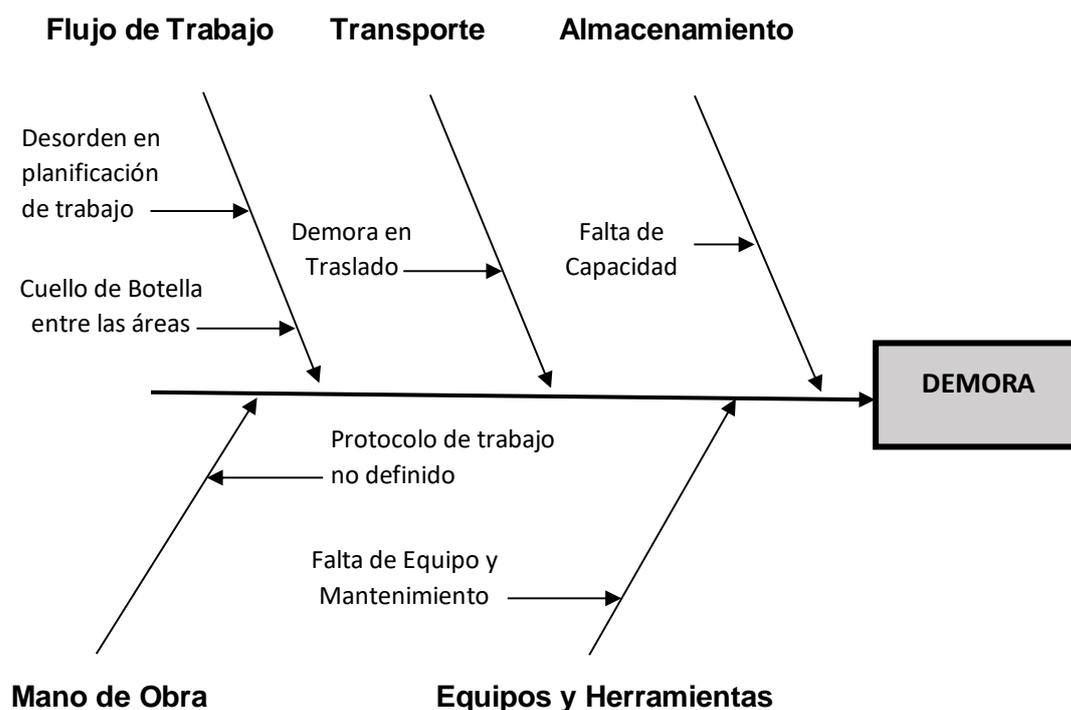
Algunas empresas suelen descuidar sus equipos o herramientas productivas por falta de seguimiento operativo de las mismas o en ciertos casos omiten su mantenimiento para evitar costos inmediatos, generando así fallas repentinas, salvo aquellas empresas que tiene una política de mantenimiento preventivo para evitar su reparación o su mantenimiento correctivo, pues son conscientes que si se descuidan sus equipos productivos, pueden generar costos elevados y otros inconvenientes productivos que genera un decremento en el margen de utilidad. Generalmente la deficiencia en el sistema de mantenimiento puede ocasionar pérdidas de máquinas y equipos, daños de medio ambiente, accidentes y pérdidas de vidas humanas, por eso el estado ha emitido leyes y normas de trabajo que regulan y controlan las actividades que sirven para que las empresas operen normalmente. Es por tal motivo existen empresas que prestan servicios de mantenimiento.

### **El problema de la Empresa**

La demora en el desarrollo del proceso del sistema de mantenimiento desde la recepción del trabajo hasta la entrega de este.

Y esto sucede cuando **aumenta el volumen de requerimientos** que perjudica el funcionamiento óptimo de las operaciones y genera una cierta insatisfacción al cliente en la entrega del trabajo el cual para cumplir con el trabajo mantenimiento a tiempo se tiene que realizar un sobre tiempo para cumplir, creando así un sobre costo de mantenimiento. Por lo tanto, no solamente crea descontento del cliente si no también a la empresa le genera alto consumo de energía por la demora de los servicios, recurrir a terceros para cumplir con los servicios del cliente, que son los sobre costos creados, y por consecuencia el no poder cumplir con los trabajos proyectados con otros clientes.

Por tal razón se encontró varias causas que provocaban dichas demoras en la empresa:



**Figura 1:** Diagrama Causa y Efecto de Ishikawa

Este diagrama fue creado por Kaouru Ishikawa Ingeniero japonés que lo hizo popular en la Universidad de Tokio en 1943.

En este caso se muestra el problema mediante una Grafica de Causa y Efecto que ayudara analizar el Problema.

Causando:

- **Flujo de Trabajo** (La mala planificación del Proceso de mantenimiento y las tardanzas que proviene del factor humano por falta de supervisión y control).
- **Mano de Obra** (El mal uso de Herramientas y Materiales).
- **Transporte** (Demora en el traslado de las maquinas eléctricas).
- **Equipos y Herramientas** (No tener el Equipos y Herramientas apropiado).
- **Almacenamiento** (la falta de capacidad para los servicios terminados).

Provocando:

- **Demora** (En las Entregas de los trabajos) y por consecuencia la insatisfacción del Cliente.

La Empresa de **INGENIERIA DE SERVICIOS Y REPARACIONES EIRL**. Gestiona sus servicios en base a la solicitud requerida por el cliente. Si el cliente es una Institución del Estado el requerimiento empieza por medio de una solicitud de Servicio emitida por la Institución para su cotización la cual es enviada al correo Electrónico de la empresa ya que esta se encuentra inscrita en la OSCE (Organismo Superior de las Contrataciones del Estado), a esta solicitud se adjunta un documento llamado TDR (términos de referencia) este documento expresa las Características que se basa el servicio solicitado.

Este documento permite tener el detalle del requerimiento solicitado donde se explica las especificaciones técnicas del servicio a realizar como también el periodo de ejecución de los trabajos, equipo de protección del personal (EPP), experiencia en lo solicitado, seguros, penalidades; etc. A continuación, se muestra un ejemplo de un TDR (términos de referencia) como ejemplo de un requerimiento de Mantenimiento de Equipos de Aire acondicionado:

## TERMINOS DE REFERENCIA

### 1. DEPENDENCIA QUE REQUIERE EL SERVICIO

Oficina de Logística y Control Patrimonial de la Oficina General de Administración y Finanzas.

### 2. FINALIDAD QUE JUSTIFICA LA CONTRATACION DEL SERVICIO

La Oficina Nacional de Gobierno Interior tiene como misión contribuir a la seguridad jurídica mediante el otorgamiento de garantías inherentes a su competencia, representando al Poder Ejecutivo en el ámbito de su jurisdicción y fortaleciendo la presencia del Estado en todo el territorio nacional, coadyuvando a la gobernabilidad, al seguimiento y ejecución de las Políticas Nacionales, al mantenimiento del orden interno y orden público, y a la paz social, en tal sentido para el desempeño de estas actividades requiere entre otras cosas, contar con una área apropiada para el desempeño de las labores de las áreas usuarias.

### 3. CARACTERISTICAS DEL SERVICIO A REALIZAR

#### REPARACIÓN DE 01 EQUIPO DE AIRE ACONDICIONA MARCA YORK PISO PARED DE 18,000 BTU DECORATIVO

Movimiento de equipos y herramientas.

Reparación de equipo de motor compresor y evaporador .  
Reparación del sistema eléctrico  
Reparación de tarjeta de control .  
Recarga de gas Refrigerante R22.  
Pruebas y puesta en marcha hasta dejarlo operativo

Garantía 12 meses

#### ❖ MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE 30 UNIDADES DE EQUIPO DE AIRE ACONDICIONAN MARCA GL 12,000 BTU TIPO VENTANA

Actividades a realizar :

- Desmontaje de 30 equipos tipo ventana para su mantenimiento
  - Desmontaje de accesorios y sistema móviles
  - Revisión del sistema eléctrico y ajuste de contactos
  - Pulverización de condensadores de alta y baja
  - Verificación de gas y recarga en caso de ser necesario
  - Reparaciones de drenaje acondicionamiento del sistema
  - Se cambiara de 01 equipo la carcaza
  - Pruebas de operatividad y montaje de equipos
- Garantía 12 meses

#### 01 equipo en mal estado tipo ventana de 12 BTU

- Desmontaje de 1 equipos tipo ventana para su reparación
- Desmontaje de accesorios y sistema móviles
- Revisión del sistema eléctrico y ajuste de contactos
- Pulverización de condensadores de alta y baja

**Figura 2:** Termino de Referencia.

**Fuente:** De la Empresa

Luego de recibir los términos de referencia se pacta una visita con el área que requiere el servicio para visualizar en qué condiciones se encuentra, su ubicación y el ambiente donde ejerce su actividad.

Si es una Empresa que lo solicita se coordina con el área encargada de la solicitud, para pactar una fecha de visita para luego evaluar y cotizar. Aceptada la cotización, el cliente (Institución o Empresa) remite la orden de trabajo o servicio que permite el inicio de los trabajos a realizar, a continuación, se muestra un ejemplo de una orden de trabajo para el Mantenimiento de Equipos de Generación Eléctrica:

1. DATOS DEL PROVEEDOR		2. CONDICIONES GENERALES	
Señores: INGENIERIA DE SERVICIOS Y REPARACIONES E.I.R.L. Dirección: JR. ALTMANIA NRO 2221 CCI: 15 81 81 - LIMA/LIMA/LIMA RUC: 20304323125 Teléfono: 3370416 Fax:		Nº Cuadro Adquisitivo: Tipo de Proceso: Nº Contrato: Moneda: SI TIC:	
Concepto: MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE GENERACION ELECTRICA			

**Figura 3:** Orden de Servicio

**Fuente:** De la Empresa

Después de ser remitida la Orden de Trabajo se ejecuta la solicitud de Servicio de Mantenimiento.

## ii. Objetivos Generales

- Implementar una metodología que permita optimizar los procesos de mantenimiento.

## iii. Objetivos Específicos del Mantenimiento Correctivo

- Planificar un sistema de recorrido en los procesos de mantenimiento para optimizar el desarrollo de este.
- Programar el proceso de mantenimiento mediante la definición de actividades, estimaciones de tiempos y distribución de dichas actividades.
- Ejecutar las operaciones que se desarrollan en cada etapa apoyándose en la seguridad personal de los técnicos a cargo del Mantenimiento correctivo.
- Supervisar y Controlar las etapas del mantenimiento mediante un seguimiento en las actividades (fuerza de trabajo, posibles defectos, etc.).

## II.MARCO TEÓRICO

### i. Antecedentes

Reparación, es el termino anteriormente utilizado para hacer referencia a la tarea de componer y dejar en funcionamiento a los equipos y maquinas industriales averiadas parcial o totalmente, sin embargo en la actualidad dicho termino ha ido siendo sustituido por el de mantenimiento en cuanto a la necesidad de volver a tener en total operatividad a dichas maquinarias se refiere, así mismo, a la complejidad de las averías y de las circunstancias que fue generada hoy en día se le conoce como sistemas de mantenimiento, el cual posee la capacidad de prevenir, predecir y corregir las posibles averías o fallas.

(Braun 1998) El mantenimiento produce un bien real que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. La exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa la capacidad de respuesta, implica para esta área retos y oportunidades donde deben valorarse los costos de producción y calidad del producto, servicio, capacidad operacional y capacidad de respuesta. Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó a la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, sobre todo, en los recursos de la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fuese visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata. Sin embargo, las mejoras obtenidas después de un largo período son difícilmente sensibles, a esto se une la filosofía de calidad total y todas las tendencias que trajo consigo la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades que ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento.

Tal como lo menciona (Garcia Plalencia 2011), con la creación de los primeros talleres, al comienzo del siglo XX, se inició la etapa de ejecución de actividades del mantenimiento reparativo y del correctivo.

## **Desarrollo Conceptual del Mantenimiento**

(Salazar López 2019a) Conforme al concepto de mantenimiento fue asociado exclusivamente con el término de reparación, este fue considerado como un mal necesario incapaz de agregar valor a los procesos de la compañía.

Sin embargo, hoy por hoy, cuando el mantenimiento agrupa metodologías de prevención, se considera un factor clave en la competitividad a través del aseguramiento de la confiabilidad.

(García Garrido 2010) define al mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar los equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. Podemos decir que el término mantenimiento hoy en día hace referencia a los procedimientos y técnicas establecidas en base a normas que ayudan a la buena ejecución de tareas con el fin de lograr los objetivos.

## **Calidad del servicio**

La calidad se define según la Real Academia de España como un conjunto de propiedades inherentes que emite juicio de valor. “La calidad no es lo que se pone dentro de un servicio, es lo que el cliente obtiene de él y por lo que está dispuesto a pagar” (Drucker 1990).

Los indicadores de calidad de servicios son utilizados por la gerencia para diagnosticar la apreciación de los usuarios sobre la gestión de Mantenimiento. (Clemenza 2010) como desarrollar e implementar un sistema de mantenimiento. Para lograr una buena calidad de servicio de mantenimiento debemos tomar en cuenta las etapas que nos ayude a realizar una buena gestión.

La gestión del Mantenimiento conforma el conjunto de actividades de diseño, planificación y control que tienen por objeto minimizar los costos asociados al mal funcionamiento de los equipos. (Rodríguez Araujo 2008).

## **Mantenibilidad**

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo en estado de falla sea restablecido a una condición determinada de operación en un periodo de tiempo, utilizando los recursos necesarios. (Rodríguez Araujo 2008) Gestión de mantenimiento).

Por su parte, (Nava 2008) teoría del Mantenimiento. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones. Venezuela). Explica que es la probabilidad que el equipo sea restaurado a sus condiciones normales de funcionabilidad luego de la aparición de la falla, bajo condiciones preestablecidas de mantenimiento.

### **Gestión de Operaciones de Mantenimiento**

(Empresarial 2018) Las operaciones de mantenimiento datan de la Revolución Industrial cuando los procesos comenzaron a exigir un desempeño con lo cual las tareas se volvieron más complejas, requiriendo de una organización y recursos especiales, en aquella época las tareas eran básicamente correctivas.

A raíz de la segunda Guerra Mundial nace el concepto de fiabilidad, lo que implicaba que el objetivo del mantenimiento pasaba de solucionar problema a prevenir su ocurrencia.

### **Razones para las cuales es beneficioso Gestionar las Operaciones de Mantenimiento:**

- Reducir costos generados por falla de equipo que obligan a parar la producción.
- Optimizar el inventario de repuesto cuando se requieran.
- Brindar seguridad al personal de campo en el cumplimiento de sus actividades diarias.
- Rebajar costos de producción, afín de producir productos más competitivos en el mercado.
- Evitar desperdicios de recursos: materia prima, energía y mano de obra.
- Optimizar el consumo de recursos y presupuestos asignados al departamento de mantenimiento.
- Optimizar la utilización de equipos y maquinarias, prolongando su tiempo de vida.
- Cumplir estándares de calidad exigidas por los consumidores y organismos reguladores.
- Garantizar el cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la actividad productiva.

- Mantener un control y supervisión sobre las tareas que ejecuta el departamento de mantenimiento.

En estos últimos años se han presentado varios sistemas o tipos de mantenimiento que permiten la durabilidad de los equipos o maquinas industriales, para que tengan mayor tiempo de funcionamiento sin tener fallas repentinas o inesperadas que produzcan eventuales paradas en el proceso productivo de las empresas. Estos sistemas o tipos de mantenimiento pueden ser preventivos, predictivos, actualizados, etc., dichos mantenimientos se realizan a través de mediciones que permiten llevar un control y supervisión de estos, para evitar llegar a lo reparativo o correctivo de una manera inesperada.

### **Etapas de la Gestión de Mantenimiento**

En una gestión se debe tener definida las tareas que se deben ejecutar para obtener una buena funcionalidad, de manera tal que puedan integrarse entre ellas y poder lograr los objetivos trazados. Para gestionar dichas tareas del servicio de mantenimiento donde se ejecutan diversas actividades, se necesita de varias etapas a realizar. Las tareas en el servicio de mantenimiento son importantes porque luego de identificar el tipo de falla o avería, permite evaluar el periodo de tiempo de cada actividad a realizar donde los procedimientos de dichas actividades están definidos bajo protocolos tanto en seguridad como en el manejo de herramientas de trabajo donde el personal técnico lleva una responsabilidad en el uso de éstas.

(Rodríguez Araujo 2008) Es obvio, que, para un buen desarrollo de una Gestión de Mantenimiento, debemos conocer muy bien las etapas de este, para lograr que este sea efectivo, por ello, daremos a conocer las etapas de la Gestión de Mantenimiento:

**Planificación:** Primeramente, se debe conocer las necesidades reales que presentan los equipos, en base a ello, se crean estrategias organizadas de mantenimiento correctivo o preventivo, cual sea el caso, se debe conocer muy bien la cantidad de equipos afectados para efectuar el análisis de criticidad.

Se debe contar con un apoyo institucional por parte del gerente de la empresa y la misma en su totalidad, para que la planificación sea efectiva, y así generar el programa de mantenimiento óptimo, además de contar con los equipos necesarios, y cada parte debe tener muy claras sus responsabilidades en el mantenimiento.

**Programación:** Esta se tiende a confundir con planificación, pero son distintas una de la otra, debido que la planificación nos da a conocer las actividades que se realizaran, mientras que la programación nos delimita, el tiempo, el equipo de trabajo, y los miembros que realizan el mantenimiento, por ello se recomienda realizar las programaciones, semanales o mensuales.

**Ejecución:** Es la parte más desarrollada del proceso de gestión, se debe acatar que no es recomendable dejar toda la responsabilidad en los especialistas, es decir, depender únicamente de los mismo, es recomendable apoyarse en los manuales, especificaciones de seguridad, entre otros. Estos representan parte importante de esta etapa.

**Supervisión y Control:** Dentro del mismo existen etapas que se pueden medir a través de índices ya existentes (intervención, defectos, fuerza de trabajo), esta determinación nos permitirá determinar la calidad del mantenimiento que se está llevando a cabo.

Estas etapas guardan relación con la metodología KAIZEN las 5S japonesas de shigeo shingo donde (Flores Franco 2015) lo indica con sus beneficios:

- **Seiri** (Clasificación)
- **Seiton** (Orden)
- **Seiso** (Limpieza)
- **Seiketsu** (Estandarizar)
- **Shitsuke** (Disciplina y hábito)

No solo mejora la productividad y rentabilidad de la empresa, sino que ayuda a reducir los accidentes, permite identificar visualmente las herramientas de trabajo, mejora el clima laboral (las condiciones de trabajo, motivación del personal), permite aprovechar mejor los espacios de trabajo, de tal forma que se disminuyen

los movimientos innecesarios, en consecuencia, de los anteriores beneficios también otros aspectos como la calidad, productividad y competitividad de mejoras.

## **ii. Bases Teóricas**

### **Mantenimiento Correctivo**

Es el tipo de mantenimiento que tiene como función el cambiar o corregir elementos averiados o con fallas de las máquinas o equipos para la industria, hoy en día la evolución de los procesos productivos hace que los equipos y las maquinas eléctricas estén dentro de sistemas de mantenimiento más avanzados como los preventivos, predictivos, actualizados, etc., en base a supervisiones y controles que evitan llegar al mantenimiento correctivo que termina ocasionando altos costos y pérdida de tiempo en la producción. En algunas grandes empresas de alta producción se tiene la capacidad de solucionar estos requerimientos por tener dentro de sus instalaciones un área especializada para la revisión de sus máquinas y equipos donde emplean sistemas de mantenimiento que preservan dichos activos en buen estado y así mantener su capacidad productiva y competitiva en el mercado, sin embargo hay otras empresas que tienen la necesidad de solicitar los servicios de mantenimiento correctivo porque no cuentan con dicha área especializada y necesitan dichos servicios de terceros para solucionar complicaciones inesperadas, hay otras empresas que optan por tener equipos o maquinas eléctricas de remplazo para no detener por mucho tiempo la producción mientras se repara una de sus unidades.

Tener como alternativa a terceros con mano de obra calificada en trabajos específicos sirve de mucha ayuda, También existen empresas contratistas que subcontratan proveedores en el rubro de mantenimiento para grandes proyectos ya sea para el sector minero, agroindustrial, pesquero, industrial, etc.

Para (Salazar López 2019b) El Mantenimiento Correctivo es aquel encaminado a reparar una falla que se presente en un momento determinado. Es el modelo más primitivo del mantenimiento o su versión más básica, en el, es el equipo quien determina la parada. Su principal objetivo es de poner en marcha el equipo lo más pronto posible y con el mínimo de costo que permita la situación.

## **Características**

- Alto costo de Mano de Obra, y se precisa de gran disponibilidad de esta.
- Altos costos de Oportunidad (lucro cesante) debido a que los niveles de inventario de los repuestos deberán ser muy altos, de tal manera que puedan permitir efectuar cualquier daño imprevisto.
- Generalmente es desarrollado en pequeñas empresas.
- La práctica enseña que, aunque la filosofía de mantenimiento de la compañía no se basa en la corrección, este tipo de mantenimiento es inevitable, dado que es imposible evitar alguna falla en un momento determinado.

## **Fallas**

Las fallas de acuerdo con su origen pueden ser de tipo humanas o mecánicas, por ello en el ámbito industrial se entiende como fallas a los eventos que son causados por diferentes circunstancias que generan dichas fallas o averías dentro del sistema productivo. Algunas de estas causas pueden ser por motivo de: vibraciones, excesos, medio ambiente, etc.

(PROPYMES 2014) El significado de lo que se conoce como falla, también ha sido cambiado lo largo de los últimos 50 años, pasando desde el elemental “anda o no anda” hasta involucrar a las características de accionamiento del equipo. Así, hoy se considera que un equipo falla cuando su funcionamiento medido en todos los parámetros de control no es especificado. Por lo tanto, se considera que un equipo se encuentra en estado de falla cuando no funciona en forma eficiente o cuando el producto no alcanza la calidad especificada.

## **Análisis de fallas**

(Ing. Salas 2015) Dado que son las fallas que se presentan en todo equipo, las que originan todo un flujo de actividades, ya sea para corregirlas o para evitarla.

Estas fallas ya fueron descritas y son: Definición de falla, falla parcial, falla intermitente, falla completa o instantánea, falla catastrófica o total. Las fallas de los equipos se consideran sucesos aleatorios, es decir, ocurren al azar, ya que es casi imposible que componentes iguales fallen siempre bajo las mismas condiciones de funcionamiento.

## **Tipo de análisis de fallas**

Un buen análisis de las fallas es una de las etapas más importantes en la determinación del programa tendiente a lograr el óptimo del mantenimiento. Hay dos tipos de análisis de fallas:

### **Análisis técnico**

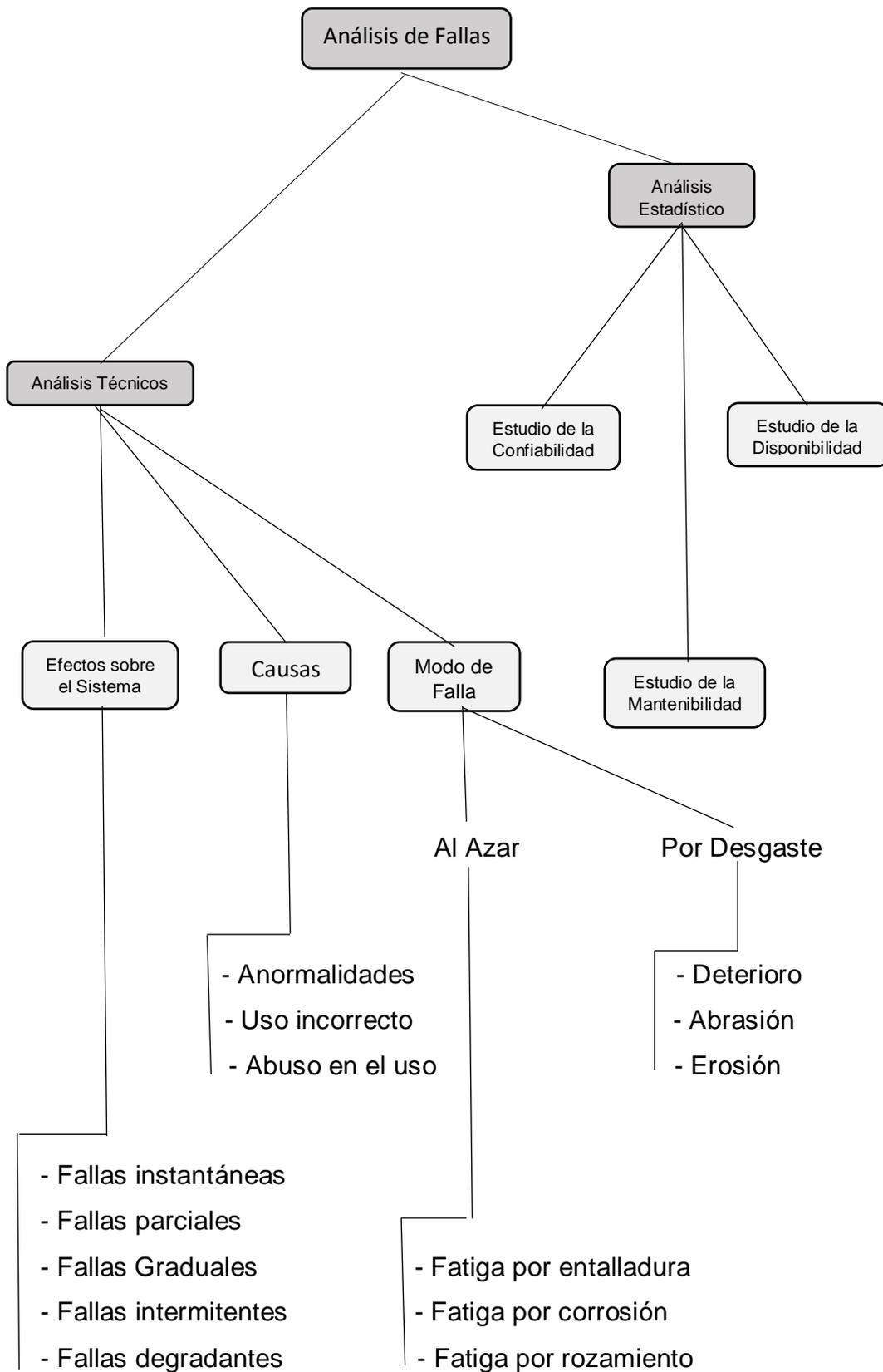
Se determinan la causa y la magnitud de las fallas; es realizado por los grupos de ingeniería.

Quiere decir que las causas más frecuentes en las maquinas o equipos suelen tenerlo en el proceso mismo, donde las fallas o averías pueden ser provocadas, por ejemplo: por humedad se genera corrosión, por exceso de uso o fricción se genera un mayor desgaste, etc. Estas causas son determinadas por la parte técnica ósea el personal técnico-operativo.

### **Análisis estadístico**

Estudia la influencia del factor tiempo en el mecanismo de la falla, sin considerar las causas, a pesar de que existen nuevas técnicas estadísticas que estudian los factores o causas.

En este caso predomina el periodo de tiempo, es decir que cuando se detectan fallas frecuentes en el proceso, se analiza las causas que generan dichas fallas para luego poder deducir y programar su mantenimiento correspondiente, en ciertos casos hay instituciones que no respetan o no les dan la debida importancia a las instrucciones del fabricante en base recomendaciones sobre el funcionamiento de los equipos, por tal motivo las fallas o averías son frecuentes en los procesos.



**Figura 4:** Análisis de Fallas

## **Conceptos Básicos del Mantenimiento**

El mantenimiento como concepto básico es la conservación de las condiciones de un elemento o un conjunto de elementos que están determinados a ejercer una función u operación, en el ámbito industrial se identifican como máquinas, equipos e instalaciones donde el mantener en funcionamiento de estos elementos es el objetivo. El mantenimiento como servicio establece varias funciones donde interviene las siguientes actividades: revisión, desmontaje y montaje, cambios o reemplazos, la reparación misma, prueba; etc.

## **Mantenimiento Integral**

Es la administración y control de todos los tópicos relacionados con el sistema de mantenimiento, teniendo como objetivos cumplir el planeamiento integral de dirección, operación y control de las actividades empresariales.

## **Importancia del mantenimiento**

La reparación de las máquinas implicaba la parada del proceso de producción lo cual generaba grandes pérdidas. Con el fin de evitar estas paradas, los empresarios le dieron una mayor importancia al mantenimiento reestructurando en su organización. A partir de entonces, el mantenimiento se vuelve una herramienta fundamental para las empresas y se convierte en una actividad correctiva, de mayor importancia para elevar la productividad (Tavares 2014).

(Ing. Salas 2015) El sistema de mantenimiento empresarial, paso de ser un mal necesario a un beneficio del cual varias áreas operativas de la empresa están comprometidos e involucrados.

Esto es básicamente, porque se le ha reconocida la verdadera importancia que tiene para una gestión optima, las fallas o problemas de equipo e instalaciones, que puedan afectar alguna de las etapas del sistema de la producción de bienes o servicios que oferta la empresa. La del sistema de mantenimiento empresarial, radica en lo siguiente:

- a.- Previene accidentes de trabajo y aumenta la seguridad de las personas.
- b.- Reduce pérdidas, debidas a las paradas de producción.
- c.- Disminuye la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar.
- d.- Previene daños que pueden resultar irreparables en los equipos o instalaciones.

e.- Permite documentar los procesos de sistema de mantenimiento necesarios para cada máquina.

f.- Prolonga la vida útil de los equipos o bienes.

### **Alcances**

- El alcance principal es la operatividad de la propia empresa.
- El servicio de mantenimiento está dirigido a todo tipo de empresas que cuentan con máquinas, equipos o sistemas electromecánicos que forman parte en las líneas productivas.

Así mismo (Padilla 1995) Nos dice: “No todos los bienes a mantener son del mismo tipo”. Así se puede diferenciar entre:

- **Críticos:** son los que forman parte de producción, cómo la maquinaria.
- **Importantes:** son los que afectan indirectamente al producto.
- **Comunes o sin importancia:** no afectan la producción.

### **Taller Electromecánico**

Son establecimientos que se dedican al mantenimiento o reparaciones de máquinas y equipos industriales.

Para una buena gestión de mantenimiento de un taller Electromecánico debemos tener en cuenta la importancia de la definición de cada procedimiento del servicio a ejecutar, según (Restrepo 2008), está definido como “El conjunto de diligencias que se realizan para desarrollar un proceso o para lograr un producto determinado” y otro que se asume como dirección, como conducción de actividades a fin de generar procesos de cambio”.

### **Sistemas Electromecánicos**

(Alarcon Llano, Carro Chavira y Vasquez Marneau 2013). Para los sistemas electromecánicos (equipos y maquinas eléctricas industriales) envuelven los sistemas que integran los elementos eléctricos y mecánicos sin dejar a un lado los componentes electrónicos, control y automatización. Son sistemas que combinan partes mecánicas, eléctricas y electromagnéticas, por ejemplo: Motores,

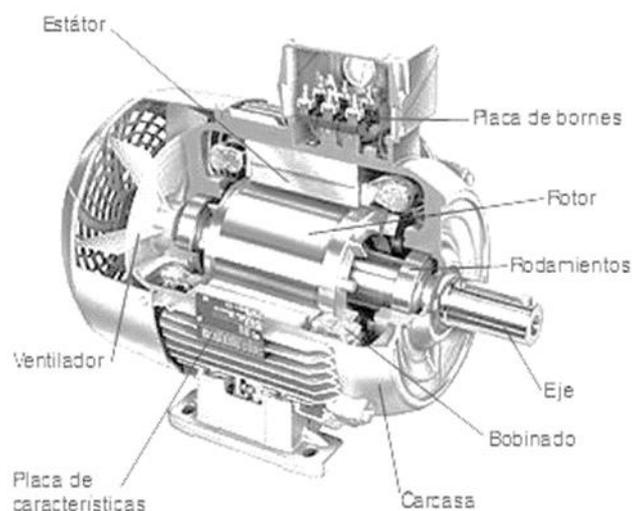
electrobombas, grupo electrógenos, etc. Los diagnósticos que se utiliza están basados en: tacto, olfato, vista, oído y gusto.

(Cabanas 1998) Tradicionalmente las maquinas eléctricas se habían considerado como elementos con muy bajo índice de averías, especialmente si se trataba de motores de inducción de jaula de ardilla, que requerían muy poca atención excepto cuando podían provocar paradas de planta generales. Sin embargo, la tendencia actual es de diseñar máquinas de bajo coste hace que los materiales utilizados trabajen a sus límites de resistencia mecánica y electromagnética.

### **Motores Eléctricos**

Como nos dice (Farina 2018), los motores eléctricos en general llevan a cabo la transformación de la energía eléctrica en mecánica; se los utiliza para impulsar distintos equipos y se conectan, mediante los elementos adecuados y necesarios, a las instalaciones eléctricas (IE).

(Frieser 2020) Los Motores eléctricos son partes importantes para el equipamiento de una empresa. Se usan con fines Industriales, Comerciales, y residenciales, permiten el funcionamiento, de trenes, automóviles, sistema de bombeo entre otros. Sin importar la industria, este tipo de propulsores juegan un papel clave en la productividad, así como su mantenimiento.



**Figura 5:** Partes de un Motor Eléctrico

Los componentes eléctricos como bobina o escobillas necesitan un mantenimiento y mediciones periódicas donde se realice revisión de conexiones, reemplazo de piezas con desgaste. Por lo tanto, dada la importancia en la forma dinámica que ejerce los motores eléctricos en los procesos productivos deben tener un sistema o un protocolo de conservación, donde el mantenimiento toma un papel importante. El principio básico de un motor eléctrico consiste en ser una maquina rotativa compuesta por un estator y un rotor, que, mediante la acción de campos magnéticos generados en sus bobinas, convierte la energía eléctrica en mecánicas. Podemos decir que los motores eléctricos y todo equipo electromecánico tienen su protocolo de conservación el cual genera varios tipos de mantenimiento que dependerá de controles, supervisiones, mediciones, etc. Ya que son las herramientas que garantizan su funcionalidad y durabilidad.

### **Posibles problemas de un motor eléctrico**

En los procesos productivos los equipos y maquinas eléctricas normalmente suelen tener varios inconvenientes como fallas o averías por diferentes causas y en pleno proceso de producción ya sea por falta de supervisión, control o mantenimiento de prevención. Toda empresa o entidad no está exenta a estos posibles inconvenientes que ocasionan paradas de producción, personal y por consecuencia genera altos costos. Especialmente las entidades públicas que requieren los servicios de mantenimiento, ellas utilizan varios sistemas o equipos eléctricos de mayor envergadura como: sistemas de ventilación, sistema de bombeo de agua, sistema de energía eléctrica etc. Cada una de ellas tienen su área específica.

Aquí algunas posibles problemas según (Thomsen 2017):

- 1- El motor arranca, pero no alcanza la velocidad nominal:
  - Tensión insuficiente o caída de tensión excesiva.
  - Fase del estator cortada.
  - Si el motor es de anillos, han quedado resistencias intercaladas.
  - Si el motor es de anillos ruptura del circuito de arranque rotórico.
  - Corto circuito.
- 2- La corriente absorbida en funcionamiento es excesiva:
  - Máquina accionada agarrotada o carga excesiva.

- Si el motor ronca y las intensidades de las 3 fases son desiguales, presenta un corto circuito en el estator.
  - Si el motor es de anillos, presenta un corto circuito en el circuito rotórico.
- 3- El motor se calienta exageradamente:
- Motor sobrecargado.
  - Ventilación incorrecta.
  - Conexión defectuosa.
  - Cortocircuito en el estator.
  - Tensión de red excesiva.
- 4- El motor produce demasiado ruido:
- Vibraciones de ciertas partes.
  - Si el ruido es solo en reposo y no en marcha, tiene un cortocircuito en el rotor.
  - Si el ruido cesa al cortar la corriente, tiene un entrehierro irregular.
  - Barra del rotor rota o desoldada.

Las causas de los problemas en el motor eléctrico encontrados por medio de ciertos indicadores como el olfato o ruido son de tipo eléctrico o mecánico, para luego llevarlo a su respectivo mantenimiento. Hay ciertos instrumentos de medición que son utilizados para de mantenimiento de motores eléctricos que ayudan al trabajo, por ejemplo, en la parte eléctrica miden el aislamiento, potencia, voltaje, continuidad etc., y en la parte mecánica se evalúa los cojinetes, anclajes, ventilación, etc.

### **Electrobombas**

(Frieser 2020) Las electrobombas se utilizan cuando se quiere transportar agua de un lugar a otro. Funcionan con motores eléctricos con tomacorriente fijo o cargador que no requieren de combustible. Dentro de ella encontramos la familia de las bombas centrífugas, periféricas.

Las electrobombas están conformadas por el motor y el sistema impulsor.

El sistema impulsor produce carga o succión y descarga de agua y esta conformadas por un impulsor y sello mecánico (evita la pérdida de fluido en el eje).

## **Máquina de Soldar**

(Frieser 2020) Es una Máquina que utiliza su corriente para formar un arco eléctrico entre el metal y el electrodo creando una fusión para unir piezas. Existe varios tipos de máquinas de soldar, pero la más común y usada es la de arco.

Según Aksoy, este tipo de soldadora es la más utilizada hoy en día en la industria, la máquina expuesta utiliza energía eléctrica en el cual se crea un arco eléctrico entre la pieza a soldar y el electrodo que se utilice. Nos brinda la corriente y voltajes en diferentes etapas del proceso de arco. Al comienzo del proceso el voltaje no tiene carga, esto también conocido como apertura voltaje del circuito. En el momento del contacto del electrodo con el metal de trabajo, se produce un cortocircuito cuya consecuencia es el alza de la corriente repentinamente, luego, la máquina regula el voltaje que sale para mantener una corriente constante, la misma que se requiere para la transferencia del metal. (tal como lo cito Troya 2021).

## **Transformador Eléctrico**

La función principal del transformador es variar la tensión eléctrica, es decir elevar o bajar el voltaje mediante un sistema o circuito eléctrico.

(Frieser 2020) Es una máquina eléctrica estática de corriente alterna que produce una variación de voltaje o la intensidad, sin variar la frecuencia y la potencia.

(Castillo Narvaez, R. D., & Sinchiguano Chiluisa 2013) Los transformadores Consta de dos o más bobinas, colocadas de tal forma que están enlazadas por el mismo flujo magnético. En un transformador de distribución las bobinas se devanan sobre un núcleo común con el fin de incrementar el acoplamiento entre dichas bobinas. Si el núcleo está hecho con material no magnético, se dice que se trata de un transformador con núcleo de aire. Cuando el núcleo está constituido por un material ferromagnético con permeabilidad relativamente alta, se trata de un transformador con núcleo de hierro.

## **Términos técnicos**

Los términos técnicos poco conocidos, se utiliza en el servicio del mantenimiento correctivo de máquinas eléctricas suelen ser: Devanado, Bornera, Megado, Tratamiento Térmico, Micro ohmímetro, Estator, Rotor, Electrodo, Cojinetes.

## **Personal Técnico**

(Figari 2017) El perfil actual del técnico de mantenimiento incluye tareas de gestión que se fueron integrando a sus responsabilidades cotidianas.

Se espera que este trabajador pueda documentar cómo identificó una falla y los pasos que transitó para resolverla, se suma entonces a la pericia técnica que le permitió hacer lo anterior, la necesidad de plasmar esto por escrito con la claridad necesaria para objetivar estos saberes y retroalimentar al sistema.

Cuando las operaciones de mantenimiento son de manera cotidiana o los procesos son estandarizados el propio personal se hace cargo, pero hay ciertas tareas donde son complejas o especializadas que se determina tercerizarlas. La tercerización es el apoyo especializado de toda empresa tanto de servicios como de alta producción, estos servicios son realizados por empresas cuyas operaciones son muy específicas y son de mucha ayuda.

Para (Rodríguez Machado 2012) La tercerización gana importancia en un momento en que las empresas precisan racionalizar sus recursos, redefinir sus operaciones, y funcionar con estructuras más flexibles. Asimismo, ella se presenta como uno de los instrumentos de auxilio a la reestructuración organizacional, y al incremento de la productividad y la competitividad.

## **Prevención de accidentes en base a señalizaciones de Seguridad**

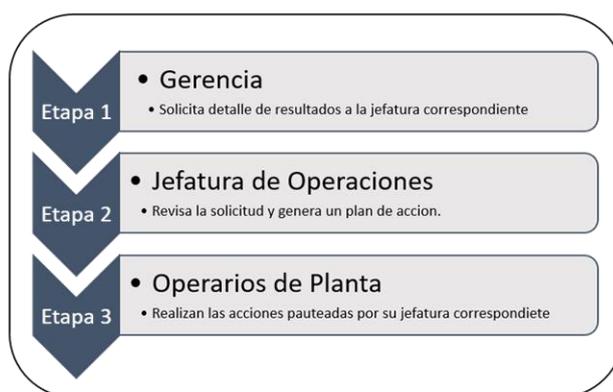
Las señales de seguridad surgen a partir de combinaciones geométricas y de colores, a los cuales se les añade un símbolo o pictograma y se le asigna un significado relacionado a la seguridad, de esta forma se puede comunicar, informar, o prevenir al trabajador de una forma rápida, y simple (Pin Leon 2021).

### III. METODOLOGÍA

#### i. Tipo de Investigación

La Investigación se Realizó en planta (taller) **INGENIERIA DE SERVICIOS Y REPARACIONES EIRL**. Donde se realizan las actividades de servicios de mantenimiento, el periodo efectuado de la investigación fue en febrero del 2019.

El tipo de investigación es descriptiva ya que se adapta mejor a la problemática de la empresa, por tal motivo nos centraremos en la obtención de datos para una eficiente toma de decisiones que ayude al mejoramiento del proceso de mantenimiento. El procedimiento empleado para dicha investigación será la de observación en planta.



**Figura 6:** Flujo de coordinaciones institucionales

Estas tareas se coordinaron entre la gerencia y la jefatura de producción (servicio) luego con los profesionales técnicos del mantenimiento.

Para tal fin se empleó lo siguiente:

- La técnica basada en entrevistas a los técnicos que desarrollan el trabajo de mantenimiento y para recopilación de datos fue por medio de la Observación de las actividades.

- El instrumento utilizado en la investigación fue por medio del cronometro, esta información es recopilada mediante un formato o Fichas (ver en anexo n°1) que sirve para analizar el tiempo de los procesos de mantenimiento, este análisis nos permite saber los tiempos y etapas que se emplea en el servicio de mantenimiento, para luego visualizarlo en un diagrama de análisis de procesos.

Este diagrama nos permite obtener de manera real el tiempo que se emplea en cada operación que se realiza en el Mantenimiento y está representado en minutos. (Ver en anexo n°2).

No podemos recopilar datos para el análisis del proceso sin tener la actividad misma, donde se visualiza por medio de un Diagrama de Operaciones del Servicio de mantenimiento correctivo.

La metodología que se utilizó en la empresa va de acuerdo con las etapas de (Rodríguez Araujo 2008) que nos ayudara a llegar a los objetivos trazados.

## **ii. Aspectos Éticos**

Esta investigación ha sido elaborada con el consentimiento de la empresa, respetando su política o lineamientos establecidos la cual permitió acceder a los datos e informaciones que la investigación lo requiere. Además, respetando las normas y disposiciones de la Universidad Cesar Vallejos el autor adjunta la carta de autorización de la empresa en el capítulo de declaración jurada.

## IV. RESULTADOS

### i. Planificación

Para lograr los objetivos trazados se procedió en realizar tareas que nos ayudó a revertir esas etapas críticas producidas anteriormente en la Empresa.

Primeramente, se determinó el contenido del trabajo en la Empresa para luego desarrollar un plan de trabajo que nos permitió efectuar una secuencia de actividades para establecer mejoras en el proceso de mantenimiento.

Esta nueva planificación fue motivada a raíz de las complicaciones que tenía anteriormente la empresa en sus actividades, donde la necesidad de saber las condiciones de los equipos y herramientas fue importante para efectuar un análisis de criticidad en el proceso.

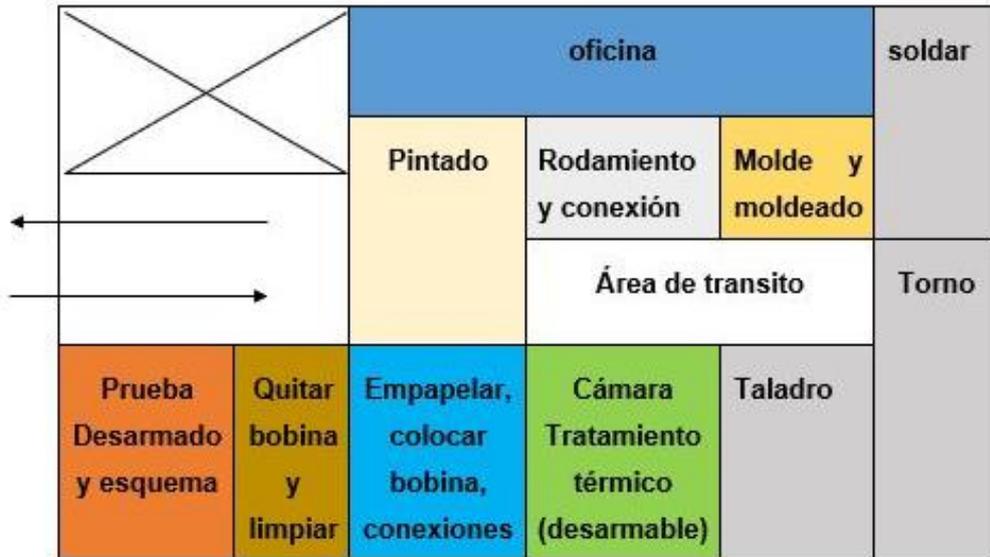
Los Equipos y Maquinas Herramientas son los siguientes:

- Torno simple para la Confeccionar moldes para bobinas y maquinado para confeccionar o rectificar de piezas.
- Máquina de Soldar.
- Taladro Columna.
- Compresora de aire para el limpiado, Pintado y Barnizado de Devanado.
- Horno a Resistencia para el secado de Bobina de 50°C a 70°C.

Los cuales se encontraron en buenas condiciones y manteniéndolos bajo controles periódicos para programar su mantenimiento.

Al identificar las causas reales que ocasionaban demoras en los servicios anteriormente se conoció el estado crítico de algunas etapas del proceso de mantenimiento que a continuación detallamos:

- **Flujo de Trabajo** (La mala planificación del Proceso de mantenimiento y las tardanzas que proviene del factor humano por falta de supervisión y control).
- **Mano de Obra** (El mal uso de Herramientas y Materiales).
- **Transporte** (Demora en el traslado de los servicios en proceso).
- **Equipos y Herramientas** (No tener el Equipo y Herramientas apropiadas).
- **Almacenamiento** (Falta de capacidad de almacenamiento).



**Figura 7:** Distribución de las áreas (Antes)

**Fuente:** Diseñado por el Autor

### Capacitación interna del personal

Como parte de los resultados obtenidos de la metodología descriptiva, se comprobó que uno de los factores que contribuían a la demora de los procesos de mantenimiento, era la falta de capacitación sobre el correcto uso de las máquinas y herramientas, ya que algunos operarios (ayudantes) realizaban las mismas actividades, pero en mayor tiempo, por tanto se procedió a realizar capacitación periódicas al personal de planta, con el fin de mantenerlos actualizados para no provocar demoras en el proceso de mantenimiento.

Para un buen desarrollo del servicio en el proceso se planificó un sistema de recorrido manteniendo la secuencia y la coherencia de las actividades del proceso de mantenimiento dándole así una mayor fluidez en el desarrollo del trabajo, evitando los tiempos improductivos en el proceso, dicho sistema de recorrido se expresa comenzando en la clasificación de las áreas y en los siguientes diagramas:

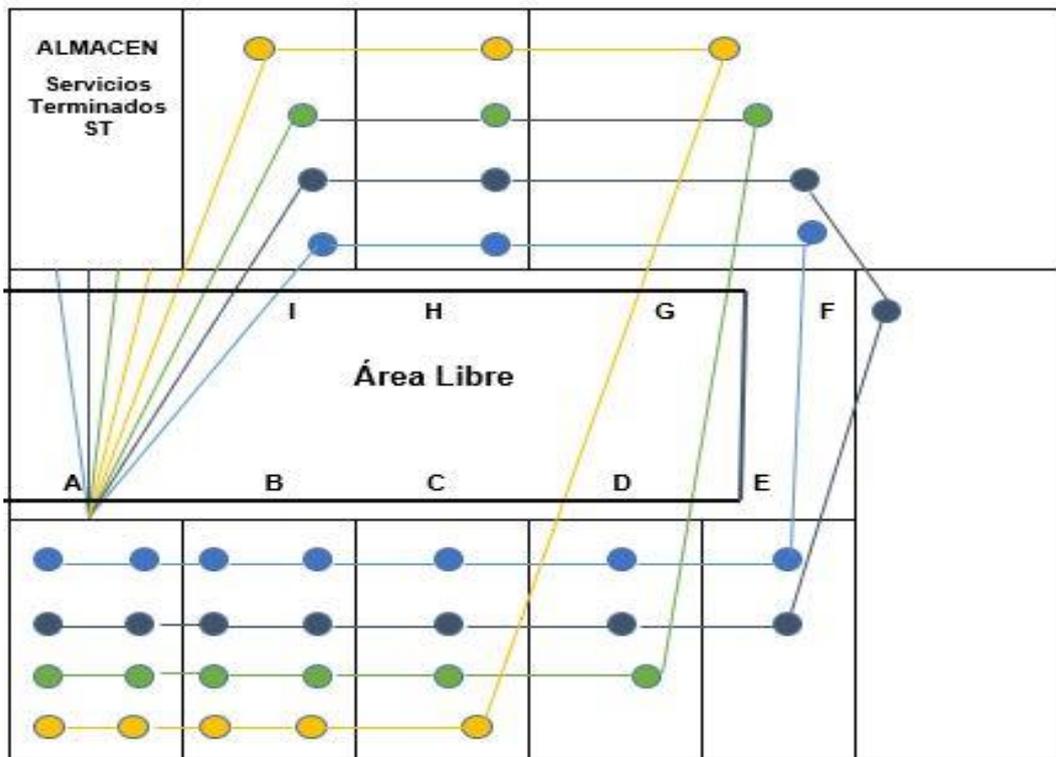
A	1	Tablero de Prueba	E	Cambio de Rodamientos
	2	Desarmar, Evaluar, Diseñar Esquema	F	Área Mecánica
B	1	Quitar Devanado, Limpiar Ranuras	G	Tratamiento térmico barnizar
	2	Empapelar Ranuras	H	Armar y Colocar conexiones
C		Preparar Molde, Moldear Bobina	I	Pintura
D		Colocar Bobina y Proteger conexión	Servicio Terminado (Almacén)	

**Tabla 1:** Clasificación de las áreas de Proceso de Mantenimiento Correctivo de los Servicios

**Fuente:** Diseñado por el Autor.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO		ACTIVIDADES				
		S1	S2	S3	S4	
S1 ●	MOTOR Y GENERADOR	A 1	●	●	●	●
		A 2	●	●	●	●
S2 ●	ELECTROBOMBAS	B 1	●	●	●	●
		B 2	●	●	●	●
S3 ●	MAQUINA DE SOLDAR	C	●	●	●	●
		D	●	●	●	●
S4 ●	TRANSFORMADORES	E	●	●	●	●
		F	●	●	●	●
		G	●	●	●	●
		H	●	●	●	●
		I	●	●	●	●

### DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL SERVICIO



**Figura 8:** Diagrama de Recorrido de Proceso de Mantenimiento Correctivo de los Servicios

**Fuente:** Diseñado por el Autor.

#### **Características Generales de los Servicios de Mantenimiento**

Los Servicios de Mantenimientos realizados en la empresa son trabajos manuales con el apoyo de máquinas herramientas y de procesos secuenciales.

Los Servicios de Mantenimiento correctivo se realizan mayormente para Equipos y/o máquinas Eléctricas que son los siguientes:

- Motores eléctricos.
- Generadores (Grupo Electrónico).
- Electrobombas (Bombas de Agua y Sumergibles).
- Máquina de soldar.
- Transformadores.

Donde la parte Eléctrica se realiza para:

- El Devanado (colocación de bobinas).
- Las Conexiones (donde el funcionamiento del equipo o maquina eléctrica depende de la energía eléctrica).
- Tratamiento Térmico (Secado de Barniz para proteger el devanado por medio de altas temperaturas).

Y la parte Mecánica se realiza para:

- Rectificaciones de Ejes de Rotor de Generadores (si es necesario).
- Rectificaciones de Ejes de Rotor de Motores (si es necesario).
- Confección de Moldes para bobinas para el Devanado.
- Rectificaciones o Fabricaciones de elementos mecánicos (si es necesario).

**Nota:** En ciertos casos Tercerizamos los trabajos, en este caso la Empresa depende de un servicio especial como el Balanceo Dinámico.

### **¿Qué es el Balanceo Dinámico?**

El Balanceo Dinámico es la técnica de distribuir uniformemente la masa de una pieza alrededor de su eje para evitar las vibraciones y se utiliza para piezas de máquinas Rotativas (Rotores de motores o generadores), para este servicio se utiliza Maquinas Especiales para su balanceo.

Este servicio se ejecuta para los rebobinados de rotores de mayor capacidad ya que el devanado realizado es prácticamente Manual.

En el periodo que se realizó investigación se observó que, en base a la capacidad instalada de la empresa, esta soporta la siguiente demanda de servicios de mantenimiento:

La cantidad de servicios recibidos por semana:

<b>Maquinas eléctricas</b>	<b>Semana 1</b>	<b>Semana2</b>	<b>Semana 3</b>	<b>Semana 4</b>
<b>Motores Eléctricos</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>14</b>
<b>Bombas de agua</b>	<b>04</b>	<b>09</b>	<b>06</b>	<b>08</b>
<b>Bombas Sumergibles</b>	<b>03</b>		<b>03</b>	
<b>Generadores</b>		<b>03</b>		<b>04</b>
<b>Máquina de soldar</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>02</b>	<b>02</b>
<b>Transformador</b>	<b>01</b>			<b>02</b>

**Tabla 2:** Servicios Recibidos a la semana

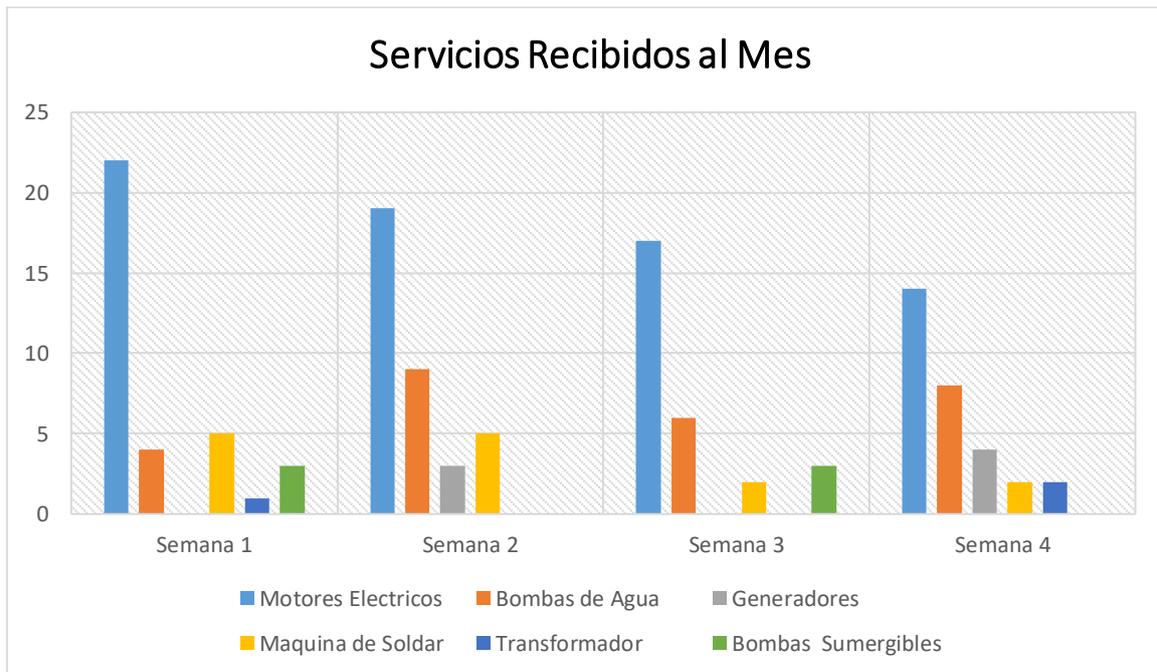
**Fuente:** Diseñado por el Autor.

**Nota 1:** Las Maquinas eléctricas en el cuadro son de distintas capacidades o potencias.

**Nota 2:** Electrobombas (Bombas de agua y bombas sumergibles).

**Nota 3:** Hay casos especiales donde se recibe trabajos de Maquinas eléctricas de mayor Capacidad o envergadura donde el espacio es el factor primordial, así que se implementa un lugar especial para estos tipos de trabajo.

Con este nuevo diseño de recorrido para el proceso de mantenimiento se observó que la empresa puede recibir máximo una demanda de (07) servicios / día aproximadamente (35) servicios a la semana cumpliendo con los tiempos establecidos de mantenimiento.

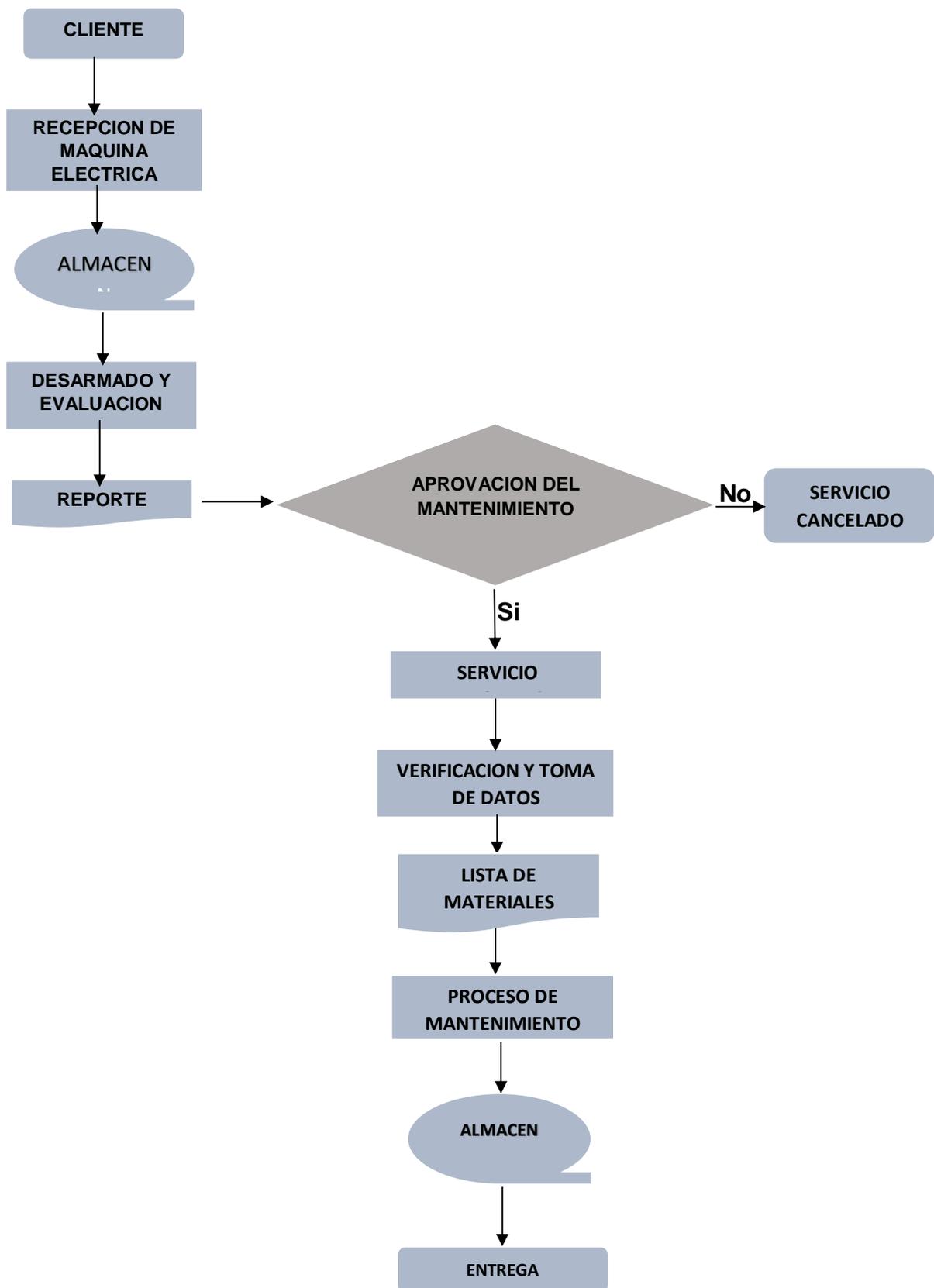


**Figura 9:** Servicios al mes

**Fuente:** Diseñado por el Autor.

### **Procedimientos del servicio de mantenimiento al cliente**

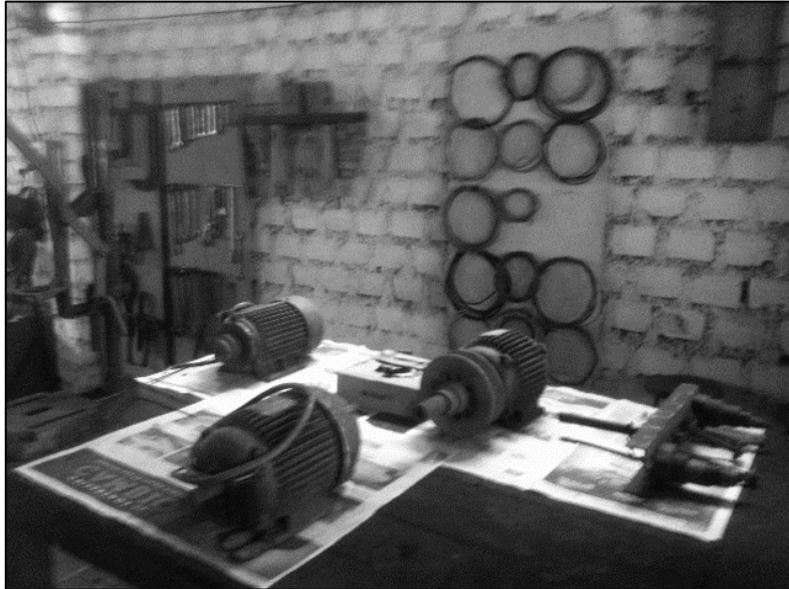
Cuando el Equipo o máquina eléctrica ingresa para su mantenimiento se realiza una serie de procedimientos desde Requerimiento del cliente hasta la entrega del Equipo o Máquina Eléctrica reparada. A continuación, se describe el Procedimiento por medio de un Diagrama de Flujo:



**Figura 10:** Flujo de procedimiento de los servicios

### **Descripción de cada procedimiento:**

**Recepción.** - Recibir la maquina eléctrica o Equipo.



**Figura 11:** Recepción de máquinas eléctricas

**Fuente:** De la Empresa

**Desarmado.** - Es la etapa donde la máquina Eléctrica es desarmada para su evaluación de las fallas.

**Consulta al Cliente.** - Decisión del cliente de si aprueba o no después de la Evaluación.

**Toma de datos.** - Es Momento donde se anota en una ficha de Datos, la fecha de recepción y las características de maquina eléctrica impresa en una placa que lleva la Maquina Eléctrica como la Marca y Capacidad de la maquina (potencia, revoluciones, voltaje, amperaje, etc.).

**Verificación.** - Es la etapa donde se revisa las características internas de la máquina eléctrica, y poder observar la falla, el tipo de conexiones para luego describirla por medio de un esquema de conexiones que nos ayudara para las conexiones del nuevo devanado, el cálculo de materiales a utilizar, el cambio de rodajes, etc. para después realizar el mantenimiento. (Ver en Anexo **figura n°2**).

Luego describir la lista de materiales que se necesitara para el mantenimiento. (Ver en Anexo **figura n°3**).

**Proceso de Mantenimiento.** - Es el proceso donde comienza las etapas del mantenimiento correctivo.

**Prueba, Almacén** (Área de Servicios en Espera y de Servicios Terminados).

**Materiales, Equipos y Maquinas Herramientas utilizados para el proceso de Mantenimiento Correctivo de máquinas eléctricas:**

Materiales para el devanado de motor eléctrico (Estator y Rotor):

- Cintas de Algodón (Para el amarre de cabeza de Bobinas).
- Papel aislante (Para colocar en las ranuras del Estator del Motor).
- Espagueti (cubierta que protege los hilos del alambre que van a las fases).
- Barniz Aislante (Para proteger el devanado o bobinas).
- Alambre Esmaltado.
- Cuña para el compactado de las bobinas.
- Cables para Conexión.
- Estaño (Material para soldar las salidas del Devanado con los cables y terminales de conexión que van a la caja de Borneras.
- Pernos y tuercas para las Borneras.

Elementos para el devanado:

- Molde (madera) para el formado de bobinas.
- Martillo de goma o acrílico para el compactado y ordenado de alambres.
- Formón (especie de cincel que sirve para cortar el alambre quemado).
- Cepillo de acero y Hoja de sierra para limpiar las ranuras del Estator.

Equipos y Maquinas Herramientas utilizadas:

- Torno simple para la Confeccionar moldes para bobinas y maquinado para rectificaciones de piezas del motor eléctrico.
- Taladro columna.
- Esmeril de banco.

- Máquina de Soldar.
- Compresora de aire para el limpiado, Pintado y Barnizado de Devanado.
- Horno a Resistencia para el secado de Bobina de 50°C a 70°C.

### **Poblaciones Relacionadas con la Empresa**

Las Instituciones que requieren los servicios de la empresa son Estatales y Privados por ejemplo el Ministerio de Trabajo, Ministerio de Educación, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, Hospital Bartolomé Herrera, colegios y empresas particulares.

### **ii. Programación**

#### **Logro**

Se hizo un cuadro de los servicios recibidos durante una semana en base a la información del mes:

Maquina Días	Motor	Bomba de Agua	Bomba sumergible	Generador	Máquina de Soldar	Transformador	Semana
Lunes	4	0	1	0	2	0	7
Martes	6	1	0	0	1	0	8
Miércoles	4	2	0	0	1	0	7
Jueves	6		1	0		0	7
Viernes	2	1	1	0	1	1	6
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>35</b>

**Tabla 3 : Programación de la semana**

**Fuente:** De la Empresa

Se calculó un total de 35 servicios a la semana los cuales nos da una cantidad aproximadamente de 7 servicios/día. Esta carga de servicios es asumida con el siguiente personal:

Personal	Función	Cantidad
<b>Oficial técnico</b>	Rebobinador	02
	Desmontador	01
<b>Tornero</b>	Trabajos mecánicos	01
<b>Ayudante</b>	Rebobinado Desmontado Traslados	03

**Tabla 4:** Personal de la empresa

**Fuente:** De la Empresa

En esta etapa se programó seleccionando los trabajos por fecha de recepción priorizando los trabajos de urgencia (si el cliente así lo requiere) luego se deriva a área de Mecánica o Eléctrica, según el origen de la falla.

Área Mecánica:

- Mecanizado de Elementos en Deterioro.
- Balanceo Dinámico (si fuera el caso).
- Recuperación por soldadura.

Área Eléctrica:

- Prueba de Ensayo (megado, para ver el Aislamiento conectividad en los terminales, consumo de energía, tensión, etc.).
- Rebobinado de las Máquinas Eléctricas.

El Servicio de mantenimiento se realiza en dos áreas específicas: eléctrica y mecánica, luego de una evaluación y selección para derivarlas, según la naturaleza de la falla:

Actividad \ Paso		1	2	3	4
Recepción					
Evaluación/Selección					
Derivar a que área va					
<b>M E C A N I C A</b>	Mecanizado de elementos deteriorados				
	Recuperación por soldadura				
	Balanceo dinámico (si fuera el caso)				
	Acondicionamiento				
<b>E L E C T R I C A</b>	Proceso de Mantenimiento Eléctrico:				
	Rebobinado,				
	Conexiones,				
	Armado y Prueba				

**Tabla 5:** Áreas de servicios

**Fuente:** Diseñado por el Autor

Para programar los trabajos de mantenimiento se hizo un cronograma de actividades donde las tareas son específicas dependiendo de la naturaleza del requerimiento, este cronograma de actividades se basa teniendo en cuenta el análisis de tiempo del proceso donde se muestra mediante un diagrama el siguiente caso práctico de mantenimiento correctivo (rebobinado de un Estator de Motor):

**Caso 1:**

**Maquina:** Motor Eléctrico 10 HP, Trifásico de (03) fases, Marca Delcrosa,

**Diagnóstico:** Quemado.

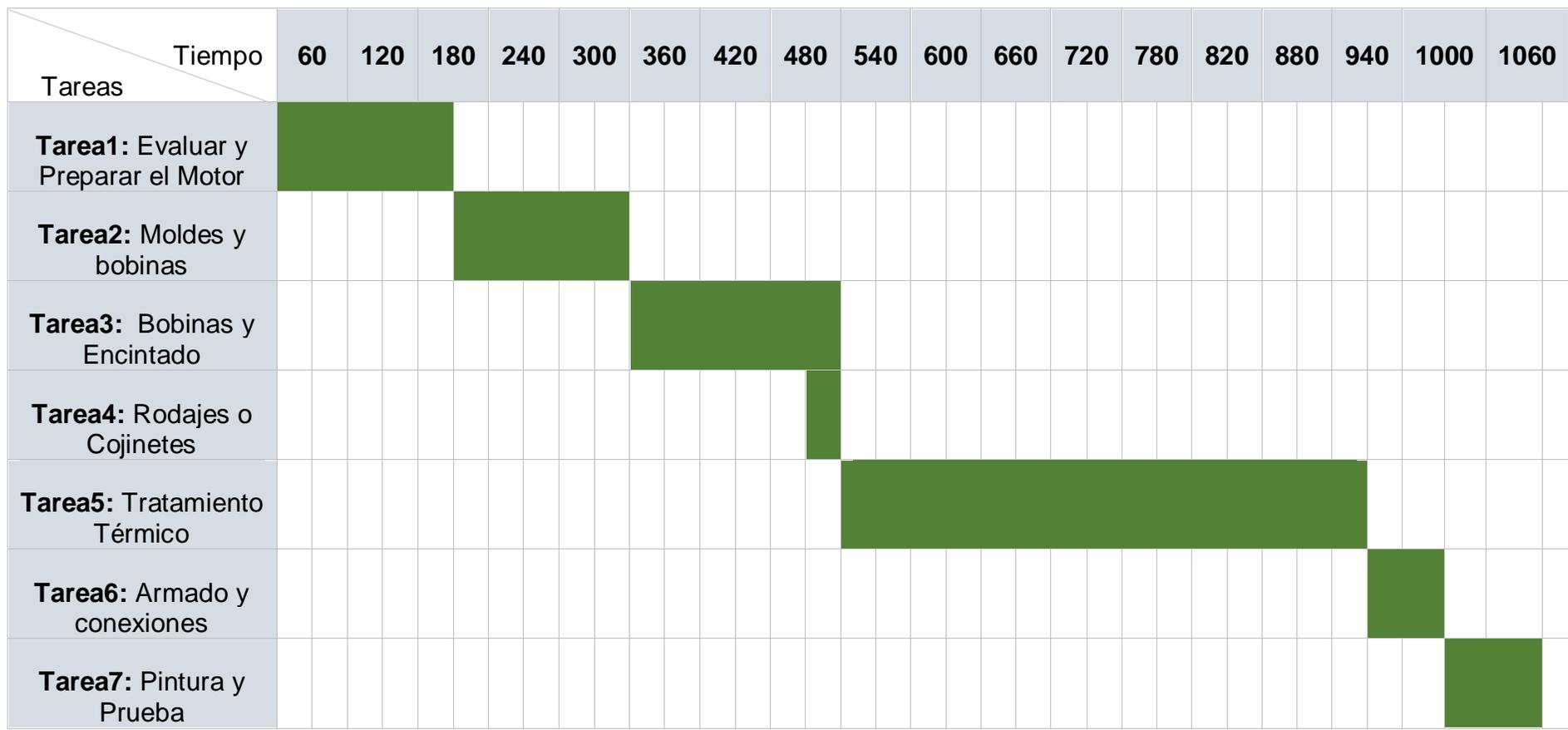
**Motivo:** Sobre Calentamiento.

En este caso se describe todas las actividades realizadas, cada una con sus respectivos tiempos las cuales estarán representadas por medios de símbolos que identifican el proceso:

<b>O</b>	<b>OPERACION</b>
<b>T</b>	<b>TRANSPORTE</b>
<b>I</b>	<b>INSPECCION</b>
<b>A</b>	<b>ALMACEN</b>

GRAFICO	RESUMEN					
	ACTIVIDAD	TIEMPO	EMPRESA			
MOTOR: Delcrosa Capacidad: 10HP 1750rpm	OPERACION	1,020	ENAPU			
	TRANSPORTE					
	INSPECCION	30				
	ALMACEN	-----				
FECHA:	TOTAL (min)	1,050				
	MANTENIMIENTO	CORRECTIVO (X)	PREVENTIVO ( )			
	TIEMPO (Minutos)	SIMBOLOS			DESCRIPCION	
		O	T	I	A	
	15	X				Recepción / Recopilación de Datos
	25	X				Desarmado
	30			X		Evaluar
		X				Esquema de Conexiones
	50	X				Quitar alambre de devanado
	30	X				Limpieza
	90	X				Empapelar Revestimiento de ranura de bobina de Estator/Preparar Molde
	60	X				Moldeado de Bobinas
	90	X				Colocar Bobinas
	90	X				Encintado, Conexiones
	20	X				Rodajes o cojinetes
	415	X				Tratamiento Térmico/Impregnado
	15			X		Megado
	60	X				Armado (Colocar Tapas con Rodajes/ Engrase/ Cambio de Borneras Terminales).
	20	X		X		Prueba/Esfuerzo de Motor
	40	X				Pintura
<b>TOTAL</b>	<b>1,050</b>					Entrega

**Figura 12:** Diagrama de Análisis de Tiempo de Proceso



Tiempo: Minutos, Tarea: Actividades

**Figura 13:** Cronograma de Actividades para el proceso de Mantenimiento Correctivo para Motor de 10HP

## Descripción de las Actividades

### Tarea 1: Evaluar y Preparar el Motor

- Recepción y Recopilación de datos del motor.
- Desarmado del motor.
- Evaluación del estado interno del Motor.
- Diseñar el Esquema de conexiones.
- Quitar el devanado Deteriorado (Bobinas de Alambre) del Estator.
- Limpiado de Ranuras del Estator.

### Tarea 2: Moldes y Bobinas

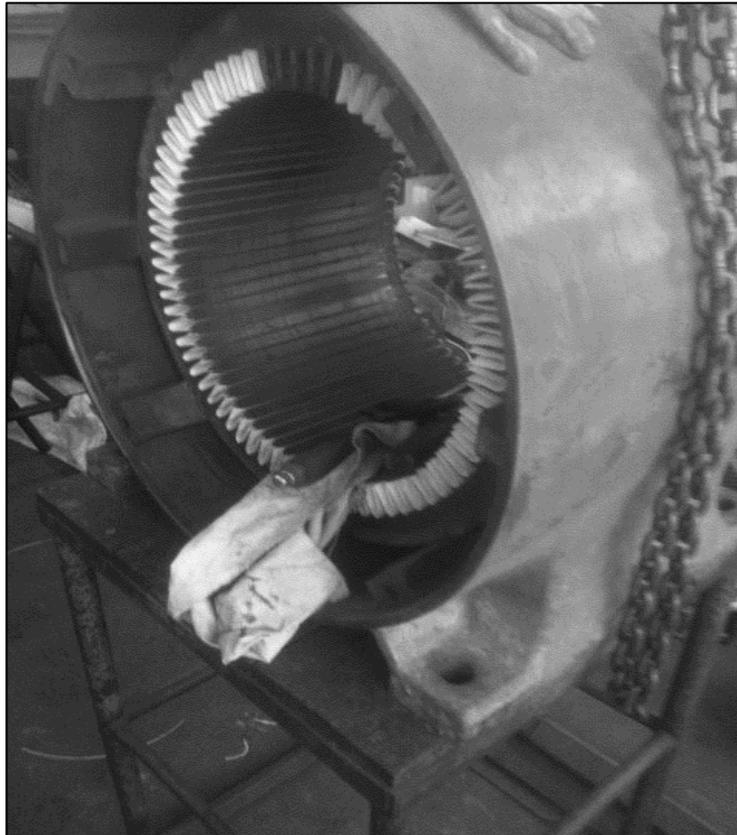
- Preparar Moldes para Bobinas.
- Moldeado de Bobinas



**Figura 14:** Bobinas

**Fuente:** De la Empresa

- Empapelado de ranuras para la colocación de bobina, luego de extraer el alambre y el papel deteriorado, limpiar las ranuras, cortar el nuevo papel para bobinas se coloca dicho papel de forma manual.

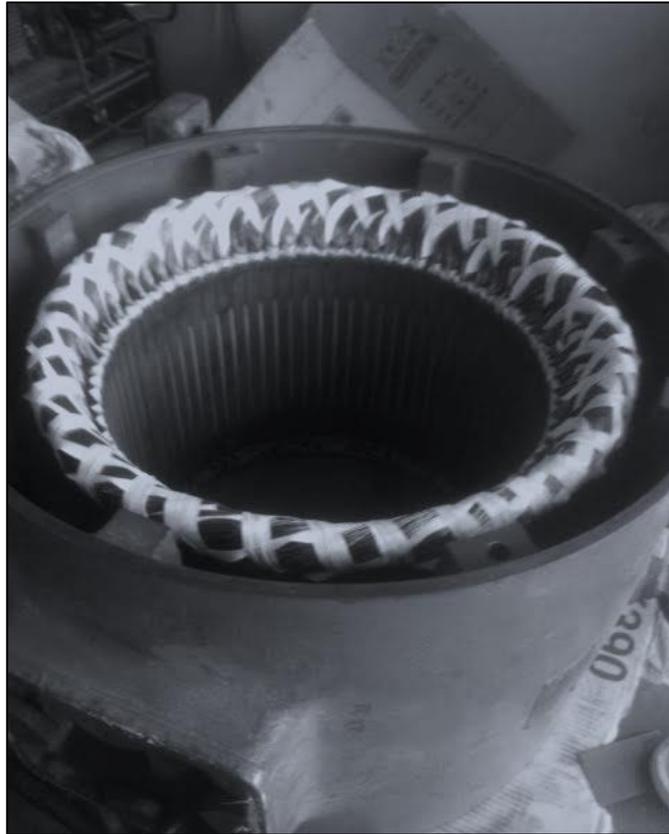


**Figura 15:** Empapelado de bobinas

**Fuente:** De la Empresa

### **Tarea 3:** Bobinas y Encintado

- Colocar las Bobinas en las ranuras del Estator.
- Colocar protección (cubiertas llamadas espaguetis) a las salidas de Conexiones que van a la placa de bornes.
- Encintado de bobinas.



**Figura 16:** Encintado de bobinas

**Fuente:** De la Empresa

**Tarea 4:** Rodamientos (Cojinetes o Rodajes)

- Extraer los Rodajes o Cojinetes anteriores del rotor.
- Cambio y Engrase de Rodajes o Cojinetes nuevos para luego colocarlo al eje del rotor.

**Tarea 5:** Tratamiento térmico

- Tratamiento térmico1: Preparar la cámara térmica (Estufa a Resistencias) y Colocar el estator ya encintado en la cámara térmica para calentar.
- Etapa de Impregnación del Barniz Aislante al nuevo Devanado del Estator.
- Tratamiento termico2: Colocación del Estator del motor a la cámara Térmica (Estufa) por 5 horas (300 minutos) aproximadamente a una temperatura de 50C° a 70C°.

- Luego Extraer el Estator de la Cámara Térmica y dejar enfriar por 2 horas (120 minutos) para luego realizar el limpiado de Barniz en las Ranuras del Estator.
- Megado (Medición de la humedad en el Devanado del Estator por medio de un instrumento llamado Mego metro).

### **Tarea 6: Armado y Conexiones de Motor Trifásico**

#### Armado

- Colocar rodajes a los ejes del rotor para luego colocar el rotor dentro del Estator.
- Colocar las tapas y sus pernos de amarre.
- Colocar el ventilador al eje y luego la tapa del Ventilador.

#### Conexiones

- Colocar las salidas de las conexiones del devanado a la caja de Borneras.
- Soldar con Estaño los terminales nuevos con las salidas de las conexiones del devanado para luego conectarlo a la placa de Bornes.

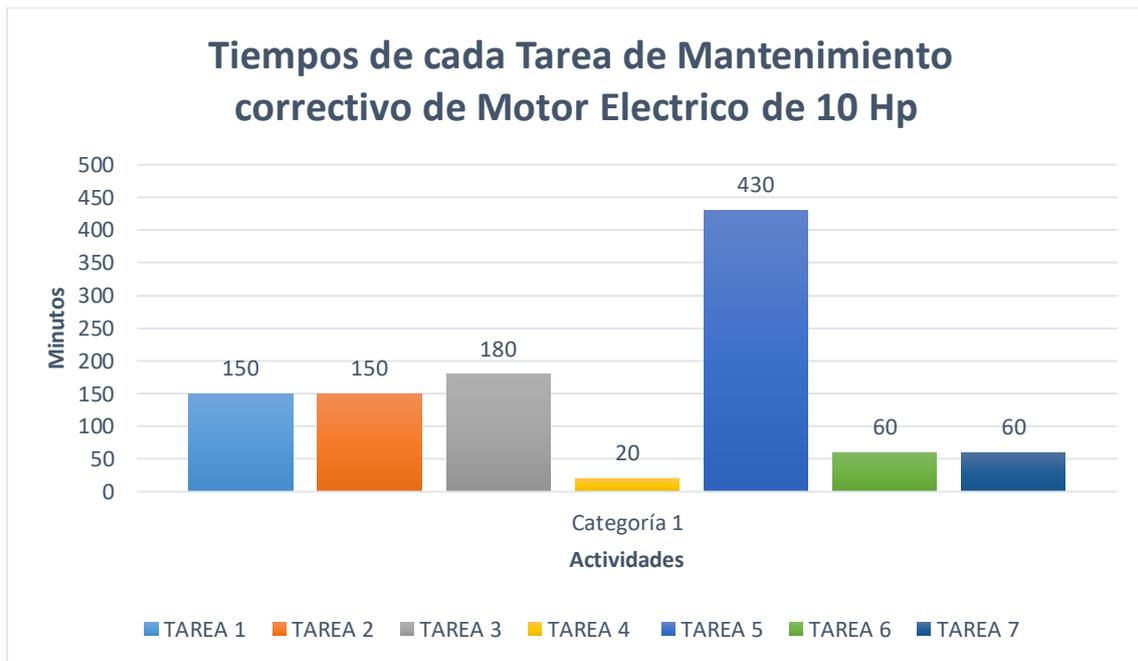
### **Tarea 7: Prueba y Pintura**

#### Prueba del Motor Eléctrico

- El Motor se conecta a un tablero de Prueba donde se medirá el Consumo (Amperaje), la Tensión (Voltaje) en el arranque y trabajando en Vacío (sin carga) y con carga (sometiéndolo a esfuerzo).
- Luego pasa por la Prueba por Fase (por ser un motor Trifásico lleva tres fases) la Medición se efectúa por medio de un instrumento llamado Pinza Perimétrica donde se verificará el rango de consumo óptimo y permitido de cada fase, dependiendo de la capacidad del motor Eléctrico.

#### Pintura (Preparación y Acabado)

- Lijar y Limpiado de Carcasa del Motor.
- Pintar con Pintura Anticorrosiva.
- Pintado de Acabado.



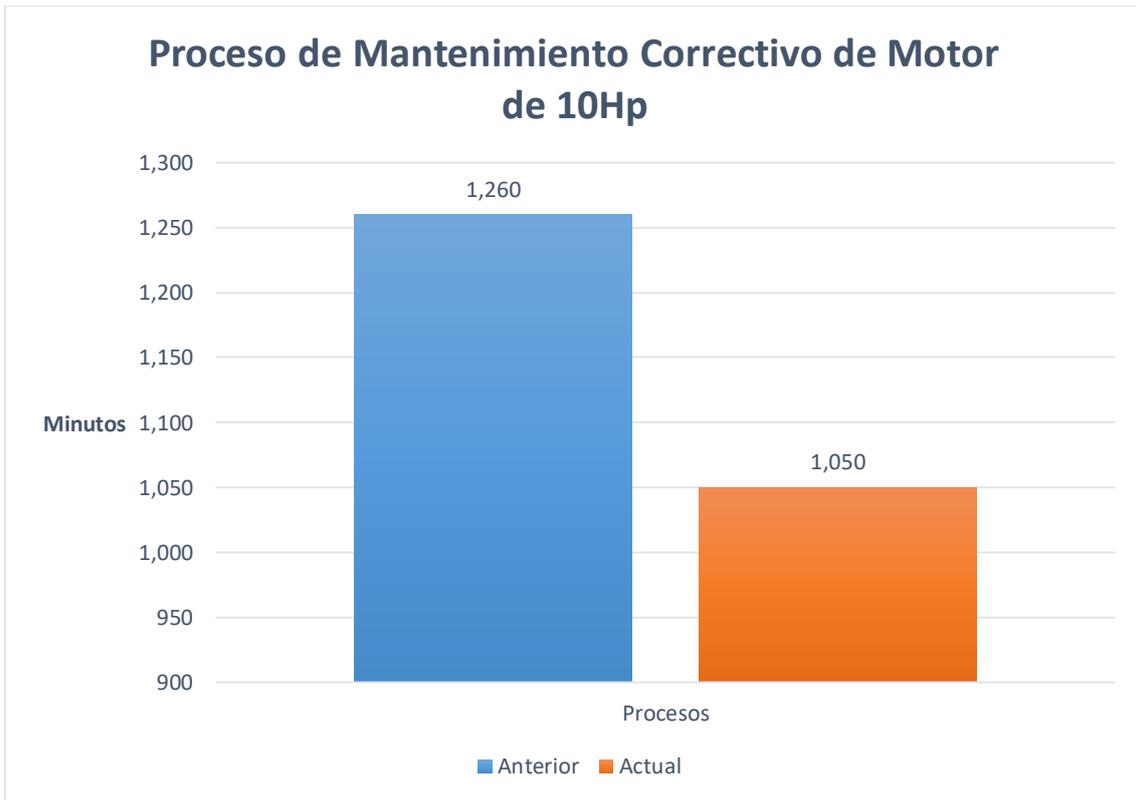
**Figura 17:** Tiempo de cada área de mantenimiento

**Fuente:** Diseñado por el Autor.

**Nota:** Las tareas 3 y 4 se desarrollan en paralelamente. El Tiempo efectuado del Total de Actividades: 1,050 minutos.

Los Servicios que anteriormente se realizaban en la Empresa tenían muchas dificultades como la mala ubicación de los Equipos, el no tener un área específica para almacenar los servicios terminados, el mal uso de los equipos y Herramientas, todo por no tener una buena distribución de las áreas para los procesos de mantenimiento, en el **caso n°1** del mantenimiento correctivo del motor de 10 HP antes llevaba aproximadamente un tiempo proyectado de 21 horas Equivalente a 1,260 minutos.

Con la nueva distribución de las áreas de trabajo, las actividades de servicio de mantenimiento se lograron disminuir el tiempo del proceso de una manera significativa, en el **caso n°1** el tiempo anterior era de 1,260 minutos ahora es de 1,050 minutos, un ahorro de 210 minutos = 3.5 Hrs.



**Figura 18:** Tiempos (antes y después)

**Fuente:** Diseñado por el Autor.

### iii. Ejecución

#### Logros

Las tareas que se realizaron para lograr el buen desarrollo de las actividades no solo dependieron del nuevo sistema de recorrido del proceso de mantenimiento ni las capacidades técnicas del personal sino también el cumplir con las normas de seguridad.

En este rubro de servicios de mantenimiento los factores de riesgos son altos por lo tanto el personal no está exento de sufrir un accidente realizando actividades de trabajo y más aún cuando los factores de riesgos están involucrados los sistemas eléctricos y mecánicos.

Los posibles riesgos y accidentes en las áreas de trabajo:

<b>RIESGOS</b>	<b>ACCIDENTE</b>
<b>ELECTRICO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Choque eléctrico.</li><li>• Corto Circuito</li></ul>
<b>MECANICO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplastamiento.</li><li>• Enganche.</li><li>• Golpe.</li><li>• Arrastre.</li></ul>
<b>TERMICO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quemaduras</li></ul>
<b>QUIMICO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• intoxicación</li></ul>
<b>AUDITIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sordera</li></ul>
<b>VISUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ceguera</li></ul>

**Tabla 6:** Posible riesgos o accidentes

**Fuente:** Diseñado por el Autor

Equipos de Protección utilizados para:

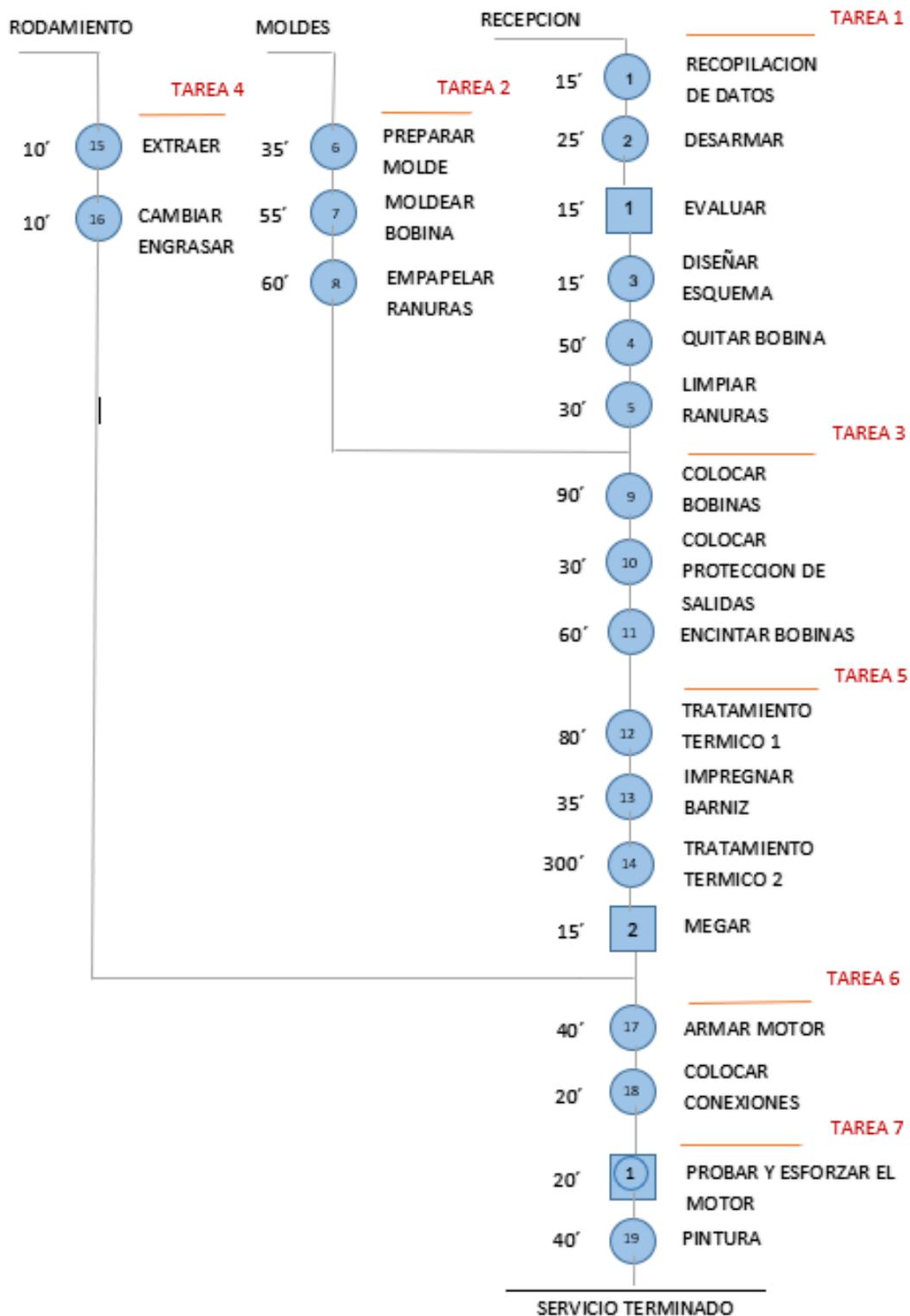
AUDITIVO	RESPIRATORIO	VISUAL	MANOS	OTROS
<b>Protector:</b> Al Ruido.	<b>Barbijo:</b> Contaminación.	<b>Mascara:</b> Soldadura. <b>Lentes:</b> Esmeril.	<b>Guantes:</b> Eléctrico. Mecánico. Térmico.	Overol Calzado. Casco.

**Tabla 7:** Equipos de protección

**Fuente:** de la Empresa

En la ejecución del trabajo de mantenimiento correctivo se logró un avance significativo en la fluidez del proceso, evitando un cuello de botella en las actividades, minimizando los tiempos improductivos y aumentando la rapidez en la ejecución de los servicios, todo esto gracias al nuevo sistema de recorrido de las actividades. Para un mejor detalle de los resultados, ponemos como ejemplo el siguiente diagrama DOP (**Caso N°1 del Motor Eléctrico de 10HP**):

NOMENCLATURA	
	OPERACION
	INSPECCION
	OPERACIÓN COMBINADA



**Figura 19:** Diagrama de operaciones en procesos

**Fuente:** Diseñado por el Autor.

Resumen de las cantidades y tiempos de las Operaciones:

TABLA DE RESUMEN DE OPERACIONES		
ACTIVIDADES	CANTIDAD	TIEMPO (MINUTOS)
OPERACIÓN	19	1000
INSPECCION	02	30
OPERACIÓN CONBINADA	01	20
<b>TOTAL:</b>	<b>22</b>	<b>1050</b>

**Tabla 8:** Resumen de cantidad y tiempo de operaciones

**Fuente:** Diseñado por el Autor

### Servicios Terminados

Anteriormente los servicios terminados se almacenaban en sitios de poco espacio o en las áreas que interrumpían el flujo de trabajo.



**Figura 20:** Almacenamiento no estructurado

**Fuente:** De la Empresa

El área no acondicionada (antes)



**Figura 21:** Área previa al acondicionamiento para almacén

**Fuente:** De la Empresa

Ahora se utiliza solamente un área específica para los servicios terminados para que así tenga coherencia en el circuito de proceso del servicio de mantenimiento

El área acondicionada en la actualidad



**Figura 22:** Área posterior al acondicionamiento para almacén

**Fuente:** De la Empresa.

## vi. La supervisión y control

### Logros

Para tener un buen monitoreo y evaluación se tuvo que realizar un plan de acción, implementar un nuevo recorrido de operaciones que permitiera establecer de una manera ordenada y coherente en las actividades para llegar a obtener una supervisión y control eficiente, donde el recurso humano y la funciones de cada uno de ellos fueron fundamentales para lograr el objetivo.

Los indicadores están basados en: las tareas, periodos de ejecución, recursos requeridos (materiales, herramientas), responsabilidades y observaciones.

Tareas (Actividad)	Fecha de Ejecución		Requerimiento Recursos	Responsable	Observación
	Inicio	Termino			

**Tabla 9:** Formato de Supervisión y Control

**Fuente:** Diseñado por el Autor

## V. CONCLUSIONES

El Mantenimiento Correctivo, aunque tenga el mejor plan para cumplir con las expectativas del cliente siempre buscara mejorar el procedimiento en sus actividades para solucionar las fallas en forma efectiva.

Los Beneficios obtenidos por la implementación de un nuevo circuito de operaciones en el proceso de mantenimiento correctivo son:

- Ejercer una buena **planificación** en el servicio de mantenimiento en función al buen flujo secuencial en el desarrollo de actividades dando como resultado una coherencia y eficiencia en el proceso de mantenimiento.
- En la **programación** de las actividades que ayudó a obtener el tiempo real, eficiente y detallado de las actividades realizadas en el proceso de mantenimiento.
- El buen desarrollo en la **ejecución** de los trabajos que nos permitió optimizar las actividades.
- Mantener la calidad de los servicios de mantenimiento ejecutando una **supervisión y control** secuencial en cada actividad del proceso, siguiendo con todos los procedimientos del servicio para satisfacer los requerimientos de los clientes.

### Aportes

En base a la experiencia del Autor de haber trabajado en el rubro de Servicios de Mantenimiento electro mecánicos más los conocimientos académicos aprendidos motivaron a crear innovaciones y Programaciones que dieron como resultado un proceso coherente y eficiente donde los cambios ayudaron a mejorar el sistema de Servicio de Mantenimiento logrando reducir los tiempos improductivos que ocasionaba las demoras, A continuación daremos a notar la evolución del trabajo por medio del Cuadro comparativo del Sistema de Mantenimiento anterior con el actual:

DESCRIPCION	SISTEMA DE MANTENIMIENTO ANTERIOR	SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL
FLUJO DE TRABAJO	DESORDENADO, SIN LINEA DE PROCESO EFICIENTE	LINEA DE PROCESO COHERENTE Y EFICIENTE
MANO DE OBRA	MAL PROCEDIMIENTO EN EL MANEJO DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES	BUEN USO DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES
TRANSPORTE	TARDANZA EN LOS TRASLADOS DE LOS SERVICIOS EN PROCESO DE MANTENIMIENTO	BUEN CIRCUITO EN LA LINEA DE PROCESO PARA UN BUEN TRASLADO DE LOS SERVICIOS
FALTA DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	DEPENDENCIA DE TERCEROS EN MAQUINAS	ADQUICION DE MAQUINAS Y SE REALIZAN MANTENIMIENTO PERIODICOS DE LOS MISMOS
AREA DE SERVICIOS TERMINADOS (ALMACEN)	FALTA DE AREA ESPECIFICA PARA LOS SERVICIOS TERMINADOS	NUEVA UBICACION DE AREA PARA LOS SERVICIOS TERMINADOS

**Tabla 10:** Cuadro Comparativo del Sistema de Mantenimiento

**Fuente:** Diseñado por el Autor

### Ahorro económico

De acuerdo con los resultados obtenidos en la reducción de tiempos, podemos observar un ahorro significativo en la parte de costos de mano de obra del desarrollo del mantenimiento de motores (caso N°1), tal como se muestra en las siguientes tablas:

Puesto	Remuneración Neta Mensual	Remuneración Neta P/Minuto
Rebobinador	S/.1.800,00	S/.0,13
Desmontador	S/.1.300,00	S/.0,09
Ayudante	S/.950,00	S/.0,07

**Tabla 11:** Tabla de Remuneraciones de Operarios



## VI.RECOMENDACIONES

- La empresa se proponga como meta, mejorar los procesos productivos paralelamente a los avances tecnológicos para tener un mejor control y supervisión con el fin de obtener la eficiencia en el servicio de mantenimiento y satisfacer las expectativas del cliente.
- Se recomienda la implementación inmediata de la metodología descriptiva en los próximos 30 días de la siguiente manera:
  - **Etapa 1 (15 días):** Mapeo general de los procesos de los servicios del área de mantenimiento detallando los tiempos de cada actividad, a través de fichas de datos.
  - **Etapa dos (2 días):** Capacitación a todo el personal operativo que se encuentre dentro del área de mantenimiento, a fin de reducir los accidentes laborales.
  - **Etapa 3 (7 días):** Optimización de espacios de las áreas que componen el proceso productivo de mantenimiento de motores.
  - **Etapa 4 (6 días):** Control y supervisión de los procesos mapeados en el área de mantenimiento.

## REFERENCIAS

- ALARCON LLANO, D., CARRO CHAVIRA, L. y VASQUEZ MARNEAU, A., 2013. Diagnostico y Mantenimiento de Sistemas Eléctrico y Electrónico, Sistemas Mecánicos y Electromecánicos. *Universidad Autonoma de Puebla* [en línea], Disponible en: <https://es.slideshare.net/carrochavira/mantenimiento-a-equipos-elctricos-mecnicos-y-electromecnicos>.
- BRAUN, W., 1998. *Introducción al mantenimiento industrial*. S.I.: México: sistemas integrados de operación y mantenimiento.
- CABANAS, M.F., 1998. *Tecnicas para el mantenimiento diagnostico de maquinas eletricas rotativas* [en línea]. Barcelona: Marcombo. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=X3p4bZfoqgEC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Tradicionalmente+las+maquinas+eléctricas+se+habían+considerado+como+elementos+con+muy+bajo+índice+de+averías,+especialmente+si+se+trataba+de+motores+de+inducción+de+jaula+de+ardilla,>.
- CASTILLO NARVAEZ, R. D., & SINCHIGUANO CHILUISA, R.J., 2013. *Estudio de causas de fallas en transformadores de distribucion de la Empresa Electrica Quito* [en línea]. S.I.: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7085/1/CD-5263.pdf>.
- CLEMENZA, B., 2010. Cómo desarrollar e implantar un sistema de mantenimiento. *Ediciones Astro Data*,
- DRUCKER, P.F., 1990. Teoria emergente de la Fabricacion. *harvard Business Review*, pp. 41.
- EMPRESARIAL, E. de G., 2018. *Integra Market*. 2da. Edici. S.I.: Escuela de Gestión Empresarial.
- FARINA, A.L., 2018. Motores electricos trifasicos: usos, componentes y funcionamiento. Rendimiento de motores electricos. [en línea], pp. 1(71),72. Disponible en: [https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie330\\_farina\\_motores\\_electricos.pdf](https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie330_farina_motores_electricos.pdf).

- FIGARI, C., 2017. Estudio de procesos Socio-Técnicos en los sectores Construcción Electromecánica. *INVESTIGA* [en línea]. S.l.: s.n., Disponible en: [http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2019/09/LaETPinvestiga\\_INET2017.pdf#page=103](http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2019/09/LaETPinvestiga_INET2017.pdf#page=103).
- FLORES FRANCO, N., 2015. *Implementación de 5s en área de corte de una empresa productora de calzado* [en línea]. S.l.: Instituto Politécnico Nacional. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14179/DOCUMENTOPROYECTO-FINAL.pdf?sequence=2&isAllowed=y%0A>.
- FRIESER, A., 2020. Motores Eléctricos: Claves para un Correcto Mantenimiento. *Data Scope*,
- GARCIA GARRIDO, S., 2010. *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones. Madrid: s.n.
- GARCIA PLAENCIA, O., 2011. *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá: s.n.
- ING. SALAS, A., 2015. Clases de la Materia. *UNEFA Mantenimiento General*,
- NAVA, J., 2008. Teoría del mantenimiento. *Universidad de los Andes Consejo de Publicaciones*,
- PADILLA, E., 1995. LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO. *Universidad Rafael Landívar*, pp. 1-14.
- PIN LEON, J.M., 2021. *Implementación de un Manual de Seguridad Industrial y Salud ocupacional para Talleres Electromecánicos de la ciudad de Milagro* [en línea]. S.l.: Universidad Estatal de Milagro. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/5611>.
- PROPYMES, 2014. El Proceso de Deterioro. *Programa: Gestión del Mantenimiento* [en línea], Disponible en: <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/modulo-ii-el-deterioro-de-los-equipos-mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-v1.pdf>.

- RESTREPE, G., 2008. El concepto y alcance de la Gestion Tecnologica. *Ingenieria.udea.edu.co* [en línea], Disponible en:  
[http://ingenieria.udea.edu.co/producciones/guillermo\\_r/concepto.html](http://ingenieria.udea.edu.co/producciones/guillermo_r/concepto.html).
- RODRÍGUEZ ARAUJO, J., 2008. Introducción a la Teoría del mantenimiento. *Gestión de mantenimiento*,
- RODRIGUEZ MACHADO, A., 2012. *Manual de gestion de mantenimiento* [en línea]. S.I.: Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Disponible en:  
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/5574/AntonioRodríguezMachado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- SALAZAR LÓPEZ, B., 2019a. Desarrollo conceptual del Mantenimiento. *Ingeniería Industrial, on line*,
- SALAZAR LÓPEZ, B., 2019b. Mantenimiento Correctivo. *Ingeniería Industrial, on line*,
- TAVARES, L.A., 2014. Administracion Moderna del Mantenimiento. *Novo Polo publicaciones*,
- THOMSEN, S., 2017. Reparación y mantenimiento de motores eléctricos. *Thomsen Soluciones & Servicios* [en línea], Disponible en:  
<http://www.thomsensrl.com/servicio/reparacion-y-mantenimiento-de-motores-html/>.
- TROYA, C., 2021. Optimizacion de Estructuras Metalicas y Soldadura. ,

## **DECLARACIÓN JURADA**

- Declaración jurada de Autorización de la Empresa para la utilización de datos presentados.
- Carta o Documento que certifica el permiso para la realización del trabajo.



**INGENIERIA  
DE SERVICIOS  
Y REPARACIONES**

Lima. 03 de junio de 2021

**PERMISO**

Mediante la presente se otorga permiso al Sr. Eduardo Martin Razzetto Canales identificado con DNI 06179599. a fin proceda a realizar su trabajo de suficiencia Profesional de título: **Gestión de Mantenimiento Correctivo en el Servicio que Presta una Empresa de Servicios Electromecánicos, Lima 2021.**

Se Expide el presente a solicitud del interesado para los fines que se estime conveniente.

Atentamente

**INGENIERIA DE SERVICIOS  
Y REPARACIONES**

Alejandro R. Razzetto C.  
Representante Legal  
Celular 999060873

---

OFICINA PLANTA: Jr. Alemania N° 2221 Urb. San Rafael - Lima 1  
E-Mail: inser.ltada@gmail.com - Telefax: 337 0416 - Cel.: 967 737 073



**INGENIERIA  
DE SERVICIOS  
Y REPARACIONES**

Lima, 03 de junio de 2021

**CARTA DE AUTORIZACION**

Por medio de la presente la Empresa **INGENIERIA DE SERVICIOS Y REPARACIONES EIRL.** Autoriza al Sr. Eduardo Martin Razzetto Canales identificado con DNI 06179599, utilizar los datos e informaciones de la empresa para que pueda realizar su trabajo de investigación.

Se Expide el presente a Solicitud del interesado para los fines que se estime conveniente.

Atentamente  
  
**INGENIERIA DE SERVICIOS  
Y REPARACIONES**  
Alejandro R. Razzetto C.  
Representante Legal  
Celular: 999060873

---

OFICINA PLANTA: Jr. Alemania N° 2221 Urb. San Rafael - Lima 1  
E-Mail: inser.ltada@gmail.com - Telefax: 337 0416 - Cel.: 967 737 073

## ANEXOS

### Anexo N°1

#### Ficha de Medición de Tiempos por Actividad

Fecha			
Área			
Tipo de Tarea			
Descripción de Actividad	Tiempo de Ejecución	Responsable	Observación
	(minutos)		

**Anexo N°2**

**DIAGRAMA DE ANALISIS DE TIEMPO DEL PROCESO**

<b>O</b>	<b>OPERACION</b>
<b>T</b>	<b>TRANSPORTE</b>
<b>I</b>	<b>INSPECCION</b>
<b>A</b>	<b>ALMACEN</b>

<b>GRAFICO</b>	<b>RESUMEN</b>					
<b>Motor:</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>EMPRESA</b>			
<b>Capacidad:</b>	OPERACION					
	TRANSPORTE					
	INSPECCION					
	ALMACEN					
<b>Fecha:</b>	<b>TOTAL (min)</b>					
	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>Correctivo (X)</b>	<b>Preventivo ( )</b>			
	<b>TIEMPO (Minutos)</b>	<b>SIMBOLOS</b>				<b>DESCRIPCION</b>
		<b>O</b>	<b>T</b>	<b>I</b>	<b>A</b>	
<b>TOTAL</b>						



