

**Universidad Internacional del Ecuador**

**Escuela de Ingeniería Automotriz**



**Elaboración de Manual de Procesos para Ingreso y Salida en  
Maquinaria Pesada en el Mantenimiento Preventivo de la  
Empresa Andipuerto**

**Proyecto de grado para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz**

**Aguayo Aguayo Luis Alfredo**

**Director:**

**Ing. Edgar Gustavo Vera Puebla, Msc**

**Guayaquil-Ecuador**

**OCTUBRE 2020**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR****FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO**

CERTIFICA: Ing. Edgar Gustavo Vera Puebla, MSc.

Que el trabajo titulado “Elaboración de manual de procesos para ingreso y salida en maquinaria pesada en el mantenimiento preventivo de la empresa Andipuerto” realizado por el estudiante: AGUAYO AGUAYO LUIS ALFREDO, ha sido guiado y revisado de manera periódica y cumple con las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

-----

Ing. Edgar Gustavo Vera Puebla, MSc.

Director de Proyecto

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR****FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ****CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, Luis Alfredo Aguayo Aguayo Declaro bajo juramento, la elaboración de este proyecto “Elaboración de manual de procesos para ingreso y salida en maquinaria pesada en el mantenimiento preventivo de la empresa Andipuerto” es de mi autoría y que no ha sido presentado en ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la universidad internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de propiedad intelectual, reglamento y leyes.

-----  
Luis Alfredo Aguayo Aguayo

C.I. 0926639469

## **DEDICATORIA**

De manera muy especial a Dios por guiarme, bendecir mi vida y darme las fuerzas de salir adelante en este momento especial en mi vida. El que me ha dado la valentía y la fuerza, sin su ayuda no hubiese llegado tan lejos.

De igual forma a mis padres, por estar siempre ahí a mi lado en todo momento brindándome su ayuda y consejos y dándome impulso para seguir adelante.

A mi hermano por su grata compañía y yo ser ejemplo para que el siga adelante, y dedico también a mi hermana, aunque ya no estés en vida con nosotros siempre me apoyaste y ahora nos cuidas desde el cielo, a mi novia quien me dedica todo su apoyo, consejo, amor y el tiempo necesario.

## **AGRADECIMIENTO**

En mi gran deseo de agradecimiento a Dios por darme la oportunidad de disfrutar de las personas que me aman y a las que yo amo, gracias, Dios no solo por estar siempre presente en esta importante etapa de mi vida sino en todo momento ofreciendo lo mejor para mí.

A la institución por haberme otorgado de conocimientos, brindado el uso de todos sus materiales y equipos para el desarrollo de nuestro trabajo.

A los facilitadores, (profesores) son quienes ellos ponen su conocimiento para transmitirlo hacia mi hasta llegar a donde me encuentro.

Especial agradecimiento a mi trabajo que me ha permitido realizar mi proyecto de grado en la misma. Por darme la oportunidad de pertenecer al equipo de trabajo y adquirir gran parte de experiencia laboral. Agradezco a los compañeros de trabajo que transmiten conocimientos y sus experiencias para poder desarrollar mi trabajo.

## Índice de contenido

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
Índice de tablas .....	xi
Índice de figuras .....	xii
Resumen .....	xiv
Abstract.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES .....	1
1.1 Definición del problema.....	1
1.1.1 Planteamiento, formulación y sistematización del problema.....	1
1.2 Objetivos de la investigación .....	2
1.2.1 Objetivo general .....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Justificación y delimitación de la investigación.....	3
1.3.1 Justificación teórica.....	3
1.3.2 Justificación metodológica.....	3
1.3.3 Justificación práctica .....	3
1.3.4 Delimitación temporal.....	3
1.3.5 Delimitación geográfica .....	4
1.4.1 Métodos.....	4
1.4.2 Tipo de estudio .....	5
1.5 Hipótesis.....	5

1.5.1 Variables de Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 Manuales de Políticas y Procedimientos .....	7
2.1.1 Clasificación de los manuales .....	8
2.2 Mantenimiento .....	10
2.2.1 Principios básicos del mantenimiento .....	12
2.2.4 Tipos de mantenimiento preventivos .....	16
2.2.4 Pasos para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo.....	17
2.2.4.1 Administración del plan .....	17
2.2.4.2 Inventario de las instalaciones.....	17
2.2.4.3 Identificación del equipo.....	17
2.2.4.4 Registro de las instalaciones .....	18
2.2.4.5 Programa específico de mantenimiento .....	18
2.2.4.6 Especificaciones del trabajo .....	18
2.2.4.7 Programa de mantenimiento.....	19
2.2.4.8 Control del programa .....	19
2.2.4.9 Responsable por el mantenimiento preventivo .....	19
2.3 Procedimientos de mantenimientos.....	20
2.3.1 Inspecciones .....	23
2.3.1.1 Frecuencia de las inspecciones.....	23
2.4 Mantenimiento correctivo .....	27
2.5 Mantenimiento modificativo .....	29
2.6 Vínculo del mantenimiento con la calidad.....	33
2.7 Fundamentación legal .....	37

2.7.1 Ley de compañías.....	37
2.7.2 Código de trabajo .....	39
CAPÍTULO III .....	43
PARÁMETROS Y CONDICIONES EN ANDIPUERTO PARA EL MANTENIMIENTO DE MÁQUINARIAS .....	43
3.1 Organigrama del taller.....	43
3.2 Responsabilidades y funciones del personal del área de mantenimiento .....	44
3.3 Clasificación de las operaciones mecánicas.....	48
3.3.1 Intervalo de operaciones de mantenimiento preventivos .....	50
3.4 Tipos de maquinarias .....	51
3.4.1 Montacargas Caterpillar GP-40 4T .....	52
3.4.2 Camión C30 Kalmar.....	56
3.4.3 JCB JS205 Excavadora .....	60
3.4.4 JCB Telehandler 535-95.....	62
3.4.5 JLG 600S Brazo telescópico .....	65
3.4.6 Montacargas DP100 Caterpillar .....	67
3.4.7 Montacargas V300 Caterpillar .....	70
3.5 Flujo de proceso para el mantenimiento de maquinarias .....	71
3.6 Dimensiones y áreas del taller.....	73
CAPITULO IV .....	75
ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTOS DE MÁQUINARIAS EN ANDIPUERTO.....	75
4.1 Andipuerto S.A.....	75
4.2 Flujo de proceso para mantenimientos en general .....	76

4.2.1 Flujo de procesos de mantenimiento preventivo.....	78
4.2.2 Flujo de procesos de mantenimiento correctivo.....	80
4.2.3 Flujo de procesos de bodega .....	82
4.3 Verificación de seguridad maquinaria.....	83
4.4 Operación de equipo .....	84
4.4.1 Control de calidad .....	84
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES .....	94
Bibliografía.....	95

**Índice de tablas**

Tabla 1 .....	6
Tabla 2 .....	50
Tabla 3 .....	51
Tabla 4 .....	53
Tabla 5 .....	58
Tabla 6 .....	63
Tabla 7 .....	67
Tabla 8 .....	70

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de Andipuerto (Google Maps 2020).....	4
Figura 2. Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento (Borrás, 2015).....	11
Figura 3. Mantenimiento preventivo .....	14
Figura 4. Tipos de mantenimiento preventivo.....	16
Figura 5. Mantenimiento basado en el tiempo. (Borrás, 2015).....	21
Figura 6. Mantenimiento basado en las condiciones (Borrás, 2015).....	22
Figura 7. Inspección del vehículo (Freepik, 2017).....	23
Figura 8. Curva de costos mantenimiento-parada de producción (Borrás, 2015).....	25
Figura 9. Frecuencia óptima de las inspecciones (Borrás, 2015).....	26
Figura 10. Mantenimiento correctivo (Freepik, 2017) .....	27
Figura 11. Frecuencia óptima de las inspecciones .....	28
Figura 12. Mantenimiento correctivo .....	29
Figura 13. Mantenimiento modificado .....	33
Figura 14. Mantenimiento correctivo al vehículo (Pelp, 2015).....	34
Figura 15. Relación entre producción, calidad y mantenimiento. (Borrás, 2015).....	35
Figura 16. Organigrama del personal del área de mantenimiento talleres. ....	43
Figura 17. Funciones y responsabilidades del jefe de taller. ....	45
Figura 18. Funciones y responsabilidades del Coordinador de taller.....	46
Figura 19. Funciones y responsabilidades del asesor de repuestos .....	47
Figura 20. Funciones y responsabilidades de un técnico mecánico. ....	48
Figura 21. Clasificación de las operaciones mecánicas.....	49
Figura 22. Montacargas GP-40 4 toneladas.....	52
Figura 23. Gráfica de dimensiones de Montacarga GP-40.....	54
Figura 24. Puntos de engrase, reemplazo y reposición de fluidos por horas de trabajo.....	56
Figura 25. Cabezal C30 Kalmar .....	57
Figura 26. Localización de partes principales en camión Kalmar C 30.....	59
Figura 27. JCB JS205 Excavadora .....	61
Figura 28. Intervalos de servicio JS 205.....	61
Figura 29. Dimensiones Excavadora JS 205 JBC .....	62
Figura 30. JCB Telehandler 535-95.....	63
Figura 31. Dimensiones JCB Telehandler .....	64

Figura 32. JLG Montacarga Telescópico .....	65
Figura 33. Especificaciones técnicas de brazo telescópico JLG 600S .....	66
Figura 34. CAT Montacargas DP100 10 toneladas.....	68
Figura 35. Dimensiones específicas del Montacargas DP100 Caterpillar.....	69
Figura 36. Montacargas V300 .....	71
Figura 37. Proceso de mantenimiento en base al personal. ....	72
Figura 38 Espacio físico de talleres Andipuerto.....	73
Figura 39 . Delimitación de áreas de talleres Andipuerto .....	74
Figura 40. Captura de video comercial con maquinaria en Andipuerto. ....	75
Figura 41. Nuevo proceso general de mantenimientos en Andipuerto.....	77
Figura 42. Nuevo proceso de mantenimiento preventivo en Andipuerto.....	79
Figura 43 .Nuevo proceso de mantenimiento correctivo en Andipuerto.....	81
Figura 44 . Nuevo proceso de bodega en Andipuerto. ....	82
Figura 45. Hoja check list.....	84
Figura 46 . Verificación de seguridad de maquinaria.....	85
Figura 47. Área de trabajo de Aplicación.....	86
Figura 48. Página de inicio de aplicación.....	87
Figura 49. Creación de App con base de datos de Excel 1 .....	88
Figura 50. Creación de App con base de datos de Excel 2.....	89
Figura 51. Creación de App en Powerapps.....	90
Figura 52. App de listado de maquinaria .....	91
Figura 53. Edición de maquinaria .....	92

## Resumen

Andipuerto S.A es una empresa encargada del manejo de cargas tipo a granel (granos secos) y también de cargas de tipo general, esta se encuentra ubicada dentro del puerto principal de Guayaquil llamado “Puerto Nuevo”, el manejo de todo ese material se lo realiza en base a maquinarias, y como todo equipo o maquinaria requieren de mantenimientos periódicos y reparaciones mecánicas, es decir cuenta con un taller mecánico propio para esto.

La primera establece los conceptos básicos sobre maquinarias pesadas, mantenimientos y términos legales, pues es necesario entenderlos por qué son la base teórica del proyecto.

Después de los conceptos teóricos, se establecen el organigrama del personal del área de talleres, el espacio físico existente en el taller, además de cómo están separados los espacios por último se establece el proceso de mantenimiento en Andipuerto S.A.

Para concretar se desarrolla un nuevo proceso de mantenimiento, en base al personal disponible, es decir se establece protocolos a seguir por rol, además se desarrolla una herramienta de seguimiento a las maquinarias, es decir una aplicación digital que permite conocer y actualizar el estatus actual de las maquinarias.

**Palabras clave:** Maquinaria pesada, procesos de mantenimiento, taller mecánico, aplicación.

## Abstract

Andipuerto SA is a company in charge of handling bulk type loads (dry grains) and also general type loads, this is located within the main port of Guayaquil called "Puerto Nuevo", the handling of all this material is done based on machinery, and like all equipment or machinery require periodic maintenance and mechanical repairs, that is, it has its own mechanical workshop for this.

The first establishes the basic concepts of heavy machinery, maintenance and legal terms, since it is necessary to understand them because they are the theoretical basis of the project.

After the theoretical concepts, the organization chart of the workshop area staff is established, the physical space existing in the workshop, in addition to how the spaces are separated, finally the maintenance process is established at Andipuerto S.A.

To specify, a new maintenance process is developed, based on the available personnel, that is, protocols are established to be followed by role, and a machinery monitoring tool is developed, that is, a digital application that allows to know and update the current status. of the machinery.

**Key words:** Heavy machinery, maintenance processes, mechanical workshop, application.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1 Definición del problema

El problema radica ante la falta de un manual de procesos, para poder realizar los mantenimientos de manera organizada en la empresa Andipuerto, a pesar de que la producción y la obtención de equipos nuevos en la empresa actualmente está incrementando, es necesario un modelo de manual de procesos para el ingreso y salida de los mantenimientos la cual nos ayude a minimizar el tiempo de demora y las paradas innecesarias de los equipos y maquinarias.

Al no emplear un apropiado tipo de mantenimiento que son de suma importancia de trabajo en la maquinaria pesada y equipos, nos lleva a tener numerosa perdida de producción en la empresa por falta de organización en el taller, y al aplicar el buen uso de este manual nos ayuda a dominar los mantenimientos y controlar los daños que se presentan.

#### 1.1.1 Planteamiento, formulación y sistematización del problema

Para organizar adecuadamente una empresa u organización, es necesario conocer todos los procesos que están asociados con esta actividad, y debería ser más fácil de reconocer. Con la ayuda de los procesos, con alta probabilidad, puede descubrir las posibilidades de desarrollar acciones correctivas que nos ayuden a optimizar y estandarizar estos procedimientos.

El problema surge de la necesidad de orientación sobre los procesos para la prevención de maquinaria pesada, lo que ayuda a facilitar el trabajo de recibir y dejar este tipo de vehículo y por lo tanto, puede hacer frente a la necesidad de resolver los problemas más comunes que se presentan.

Hoy en día, los puertos marítimos realizan talleres sobre equipos pesados que no cuentan con un plan de mantenimiento adecuado, lo que nos permite trabajar de manera coordinada las actividades diarias y con la ayuda de esta guía nos permiten resolver problemas y tener paradas innecesarias en equipos pesados.

El desarrollo de este proyecto es una herramienta que nos permitirá obtener mucha más experiencia en esta área, lo que les ayudará en el desarrollo profesional dentro de los parámetros necesarios en el lugar de trabajo.

Este problema está relacionado con el cuarto objetivo del Plan Nacional del Buen Vivir, que es fortalecer la capacidad y el potencial de los ciudadanos, aumentar su eficacia y alentarlos a mejorar continuamente.

El desarrollo de este tipo de prácticas en los estudiantes les permitirá obtener mucha más experiencia en el campo a desempeñarse, lo que les va a ayudar en su formación profesional, dentro de los parámetros exigidos en el mundo laboral. El trabajo es un sustento del proceso de formación que tuvieron los estudiantes dentro del centro de estudio, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Elaborar un manual de mantenimiento preventivo que dirija los procesos de ingreso y salida de la maquinaria pesada en el Andipuerto para ayudar a solventar los problemas a las fallas que existen diariamente en el lugar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Plantear un proceso que permita aplicar el mantenimiento preventivo para el ingreso y posterior salida de maquinaria pesada en el Andipuerto.

Planificar el proceso a realizar para aplicar el mantenimiento requerido, tomando en consideración el tiempo y agilidad del trabajador.

Diseñar un manual de procesos orientado al mantenimiento preventivo del ingreso y egreso de maquinaria pesada en el Andipuerto.

### **1.3 Justificación y delimitación de la investigación**

#### **1.3.1 Justificación teórica**

La base teórica del trabajo se basa en un estudio de los problemas relacionados con el tipo de liderazgo, ya que muchos de los técnicos de Andipuerto no conocen la forma o el proceso de recibir y entregar maquinaria pesada además de los términos relacionados con la mecánica automotriz. Con ellos debemos trabajar para profundizar la investigación.

#### **1.3.2 Justificación metodológica**

Dependiendo de las necesidades, se utilizarán diferentes procedimientos de investigación para que la metodología determine los métodos de investigación, así como las herramientas en las que se recopiló la información.

El método científico es la guía para cada trabajo de investigación que tiene una copia de seguridad de la información que se captura, porque es la ayuda de cualquier proyecto, y esto es muy útil, porque si es necesario, será posible conocer las opiniones de las personas les comprobaron ciertos resultados. El proceso metodológico ayuda a que las pautas de investigación sean adecuadas para obtener la información esperada.

#### **1.3.3 Justificación práctica**

La elaboración del manual está orientada a resolver los principales problemas asociados con el equipo pesado en el terminal portuario, ayudará a evaluar las habilidades de los trabajadores y técnicos, así como a comprender el significado práctico y real de la atención al cliente.

#### **1.3.4 Delimitación temporal**

El trabajo se llevará a cabo de agosto a diciembre de 2018, período que permitirá realizar investigaciones y desarrollar una propuesta.

### 1.3.5 Delimitación geográfica

El proyecto se desarrollará en Guayaquil, provincia de Guayas y se ubicará en la Av. Cacique Tomale y Domingo Comín en la empresa Andipuerto Guayaquil S.A. Como se muestra (Figura 1).

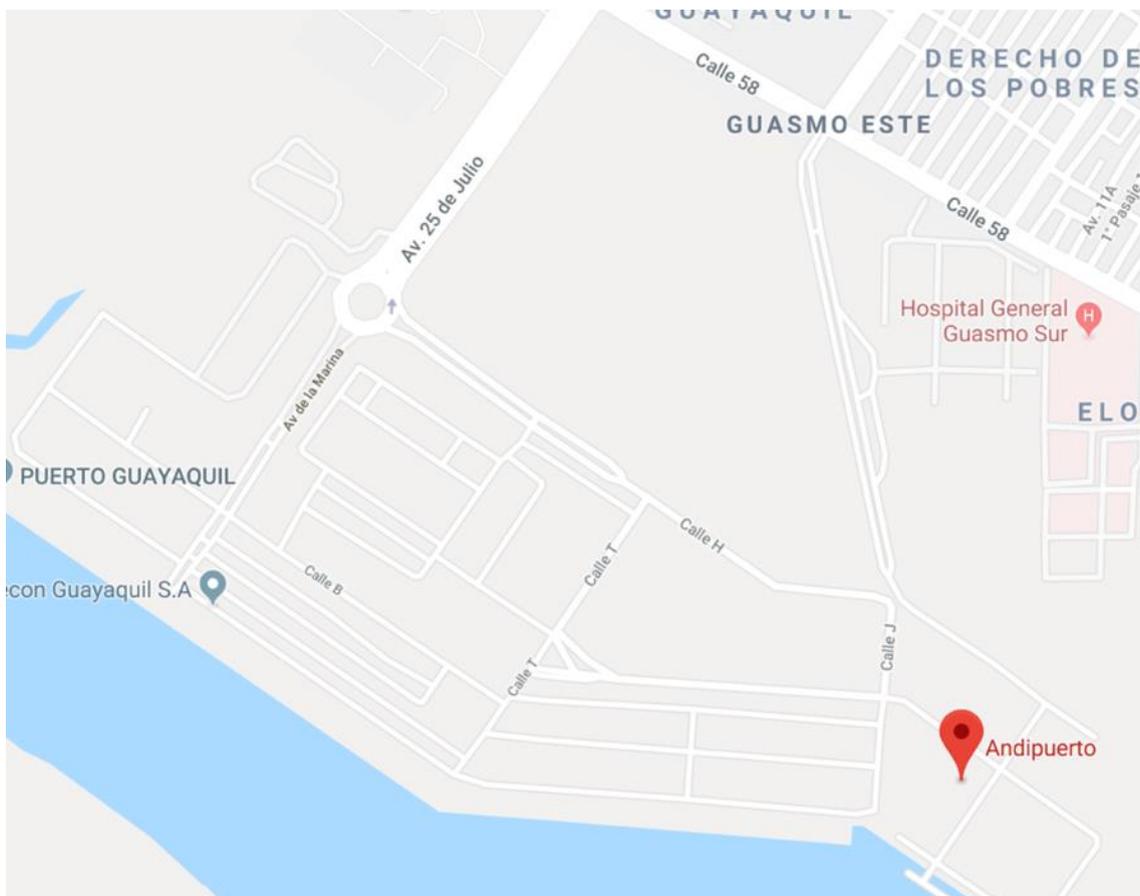


Figura 1. Ubicación geográfica de Andipuerto (Google Maps 2020)

## 1.4 . Metodología de la investigación

### 1.4.1 Métodos

Se considera la aplicación del método de investigación cualitativa, considerando que de esta manera se podrá expresar de manera más apropiada la calidad del producto final y la factibilidad de diseñar e implementar un diseño de un manual de procesos para ingreso y salida de maquinaria pesada para el mantenimiento preventivo en la empresa Andipuerto, en

base a las preferencias del mercado para de tal manera desarrollar una propuesta que se ajuste a las necesidades institucionales. Además, se busca obtener información en base a la opinión de expertos.

En lo que corresponde al método de investigación se determina la aplicación de una investigación de campo, debido a que los datos deberán ser obtenidos de manera directa de la muestra que será estudiada. La investigación de campo permitirá al autor analizar y entender el motivo por el cual se considera necesaria el desarrollo de la propuesta en base a la implementación de un módulo simulador.

#### **1.4.2 Tipo de estudio**

En lo que se refiere al tipo de estudio que será desarrollado, se considera la aplicación de un tipo de investigación de campo, ya que permitirá de mejor manera los procesos de mantenimientos a desarrollar.

### **1.5 Hipótesis**

El diseño de un manual de procesos para ingreso y salida de maquinaria pesada para el mantenimiento preventivo en la empresa Andipuerto, ayudará a tener mejores resultados en los resultados de mantenimiento de maquinaria pesada.

#### **1.5.1 Variables de Hipótesis**

Las variables se definen como una característica, cualidad o propiedad que puede variar con relación a sí mismo o a diferentes objetos a lo largo del tiempo y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.

**Variable independiente:** Desarrollo de manual de procesos para ingreso y salida en maquinaria pesada en el mantenimiento preventivo de la empresa Andipuerto.

**Variable dependiente:** Maquinaria Pesada Para El Mantenimiento Preventivo.

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación.*

<b>VARIABLE</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>
Manual de procesos para el ingreso y salida de maquinaria pesada para el mantenimiento preventivo	Dependiente
Maquinaria pesada para el mantenimiento preventivo	Independiente

Fuente: Propia

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Manuales de Políticas y Procedimientos

Se define como manual a dicho libro guía que contiene lo fundamental de un tema, los manuales son herramientas para incrementar conocimientos y destrezas para trabajar de manera ordenada y precisa.

Así, descubrimos manuales especializados en todos los aspectos ya sea ciencia y tecnología. Cuando realizamos la compra de algún producto, dispositivos electrónicos o maquinaria en general, se facilita un manual de operación con la finalidad de que el operario lo pueda disfrutar, y así lo pueda utilizar de manera rápida, segura y de forma adecuada el uso de su producto.

El manual refleja las pautas para que los empleados se basen en sus actividades. El manual utiliza decisiones sobre la organización, procedimientos, políticas, antecedentes y aspectos técnicos como medio de comunicación.

Las instrucciones en forma de comunicaciones administrativas, pautas, instructivos, regulaciones y documentos oficiales de un documento pueden considerarse parte de los controles internos que dependen del tamaño, la dinámica o el crecimiento de la organización. El manual es una herramienta para ayudarlo a decidir cuándo y cómo espera alcanzar sus expectativas. (Alvarez, 2017)

Un documento que contiene información y / o instrucciones sobre la historia, organización, políticas y procedimientos de la compañía de manera ordenada y sistemática, y se considera necesario para el mejor desempeño del negocio. Una representación formal de toda la información e instrucciones necesarias para operar en un campo específico. Es una guía para dirigir los esfuerzos del personal operativo en la dirección correcta.

### 2.1.1 Clasificación de los manuales

Según Araya (2016) argumenta que: “Los manuales administrativos se pueden clasificar en diferentes formatos, diferentes nombres y otros criterios”, pero se pueden resumir de la siguiente manera:

**Por su contenido.** - La primera clasificación se refiere al contenido y se deriva de la definición del manual dado. Así que se tiene los siguientes manuales:

**Manual de Historia del Organismo.** - Describir todas las trayectorias en el inicio de la organización, la constitución, el esfuerzo, los problemas, los métodos de gestión hasta la fecha, los factores que afectan el crecimiento, los valores institucionales, resumidos.

Este tipo de manual les da a los empleados la motivación para identificarse con la organización y hacer lo mejor para crecer.

**Manual de Organización.** - Describa la estructura de la organización por detalles de objetivos, organigramas por región y función general, perfiles de trabajo, descripciones de trabajo y responsabilidades para cada área. Cada región o departamento debe tener su propia documentación organizativa y, a menudo, se utiliza como una herramienta de orientación para los nuevos empleados.

**Manual de Políticas.** - Describir las pautas que los empleados deben seguir para cumplir con las responsabilidades en las diversas áreas funcionales involucradas en el desarrollo organizacional. Sirve como una guía en el flujo de trabajo asignado para evitar la consulta continua del nivel superior sobre cómo proceder en una situación dada.

**Manual de Procedimientos.** - Describe los procedimientos que un empleado debe realizar para realizar una actividad específica y se considera una gran ayuda para los nuevos empleados. Esto se debe a que proporcionan orientación para guiar cómo los empleados

realizan sus trabajos. El objetivo del Manual de procedimientos es evitar perder tiempo al señalar quién, cómo, cuándo y dónde la persona es responsable de un trabajo en particular.

**Manual de Políticas y Procedimientos.** - Describe las actividades que un empleado debe realizar cuando una organización realiza sus funciones. También describe las responsabilidades y la participación, incluidas las descripciones de tareas y áreas relacionadas, y generalmente incluye información que es muy útil para el desarrollo adecuado de actividades como documentos, formularios, gráficos de equipos o dibujos mecánicos.

**Manual de Adiestramiento o Instructivo.** - Describe los procesos y actividades que deben llevarse a cabo en un trabajo, pero es más detallado que el procedimiento. Hay detalles meticulosos, especialmente para personas con poco o ningún conocimiento del tema.

**Manuales Técnicos.** - Describe cómo realizar actividades operativas en el área funcional. Un manual técnico es una fuente de conocimiento de la fuerza laboral local y está destinado a obtener información general sobre el personal involucrado en el área. Sirve como base para futuras revisiones.

**Por la función específica.** Los siguientes manuales se pueden encontrar en el área de actividad cubierta en este manual.

**Manual de Producción:** Describe las pautas para el control de calidad del desarrollo adecuado, la producción, la distribución y el embalaje de las actividades de fabricación. Proporcionar al personal de producción los conocimientos necesarios para evitar errores. Evite los errores porque es el área operativa más importante que crea los ingresos de su organización.

**Manual de Personal:** Manuales relacionados con todos los aspectos de la fuerza laboral de la organización, como políticas internas, perfiles de selección de personal,

reclutamiento de nuevo personal, capacitación interna y externa, promociones, salarios, tarifas, beneficios y uso del servicio.

**Procesos:** Es una secuencia de actividades para establecer una lógica que coordinan entre si, a partir de un ingreso de uno o diversos elementos o información, da como lugar a una o diversas salidas de materiales o información con un precio añadido. (Maldonado J. A., 2011).

## 2.2 Mantenimiento

El mantenimiento se define como una combinación de acciones mediante las cuales un dispositivo o sistema se mantiene o restablece a un estado en el que puede realizar las funciones asignadas. Este es un factor importante en la calidad del producto y se puede utilizar como una estrategia para lograr una competencia exitosa. Las discrepancias en la operación del equipo de producción conducen a una variabilidad excesiva del producto y, como resultado, a productos defectuosos. Para una producción con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar de acuerdo con las especificaciones que se pueden lograr a través de acciones de mantenimiento oportunas. (Gómez, 2015)

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan en conjunto con un objetivo común. El mantenimiento puede considerarse como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. Se muestra un diagrama de la relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el servicio. La producción generalmente se asocia con la conversión de datos de entrada o de entrada, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades del cliente.

Los principales bienes de producción son productos terminados; la salida secundaria es un fallo de comando. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento, que

el sistema de mantenimiento toma como entrada y agrega experiencia, mano de obra y piezas de repuesto, y también crea un equipo en buenas condiciones que ofrece capacidad de producción.

El principal objetivo general de la producción es maximizar los beneficios de las oportunidades disponibles en el mercado, y el objetivo secundario está relacionado con los aspectos económicos y técnicos del proceso de conversión. El mantenimiento también ayuda a alcanzar estos objetivos al aumentar los beneficios y la satisfacción del cliente. Esto se logra minimizando el tiempo de inactividad de la planta, mejorando la calidad, aumentando la productividad y entregando pedidos a los clientes de manera oportuna.

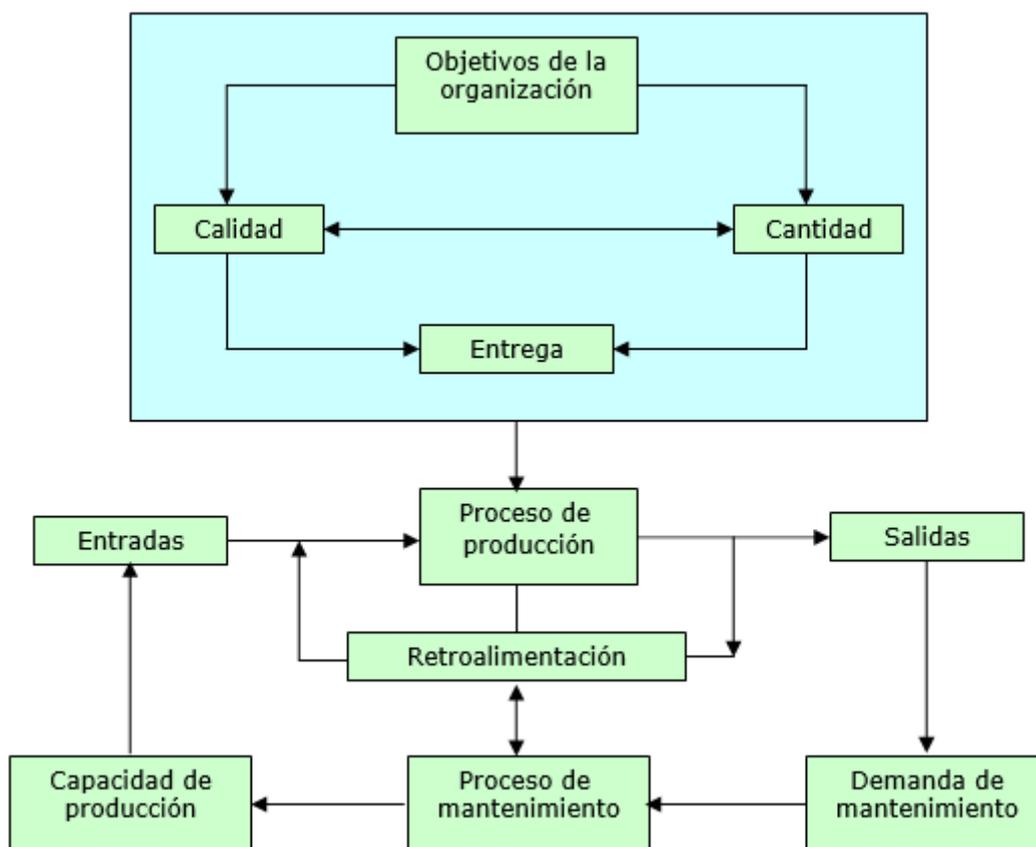


Figura 2. Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento

(Borrás, 2015)

### **2.2.1 Principios básicos del mantenimiento**

El mantenimiento debe ser considerado como un factor económico de la empresa.

- El Mantenimiento debe ser planificado, eliminando la improvisación. Debe existir un exacto programa anual de Mantenimiento, basado en el costo real de reparaciones de cada máquina o instalación de trabajo.
- Debe existir un equipo de Mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas dentro del propio organigrama del servicio.
- Debe existir información técnica completa en relación con los trabajos de mantenimiento de cada máquina o instalación.
- Las actividades y costos de mantenimiento deben traducirse en índices de referencia y comparación; pudiendo de esta forma seguir los pasos de la gestión del Servicio de Mantenimiento en la Industria.
- La “calidad de reparación” no debe estar sujeta a urgencias, salvo consiente decisión de los responsables del Servicio de Mantenimiento.

### **2.2.2 Objetivos del mantenimiento**

Según García (2016) menciona que: “La responsabilidad principal del mantenimiento es ayudar a lograr los objetivos de la empresa u organización que forma parte de él. Para este fin, los objetivos de mantenimientos deben establecerse dentro de los objetivos generales de la empresa”. Los objetivos son los siguientes:

- Aumentar la disponibilidad de maquinaria y equipos necesarios para las actividades de producción.
- Mantener o preservar el "valor" de la planta, recursos y su equipo, minimizando el desgaste.

- Seguir estas metas lo más económicamente posible.
- La acción de mantenimiento para lograr estos objetivos se crea al realizar un cierto número de acciones o funciones que se pueden dividir en dos grupos:

### 2.2.2 Tipos de Mantenimiento

Existen varios tipos de mantenimiento que son una comparación de los logros o beneficios derivados de ellos, la mejor manera de determinar su aplicabilidad. Por lo tanto, la separación de los diferentes tipos de mantenimiento se realiza de manera diferente, pero no para sus propósitos: lograr resultados que reduzcan los costos. (García, 2015)

**Tabla 2**

*Tipos de mantenimiento*

Tipos de mantenimiento	
Mantenimiento Correctivo	Una acción
Mantenimiento Progresivo	Recomendación del fabricante
Mantenimiento Programado	
❖ Periódico	Metodología
❖ Sistemático	
Mantenimiento con Proyecto	Ingeniería de Proyectos
Mantenimiento Preventivo	Una Filosofía
Mantenimiento Predictivo	Una Tecnología
Mantenimiento Productivo	Una Estrategia
Mantenimiento Total	Un Ideal.

Nota: Ingeniería de Mantenimiento. Cap. III. UIS. Bucaramanga.

A continuación, se describen en detalle la prevención, ya que esta es la base teórica sobre la cual se desarrolla la práctica empresarial.

### 2.2.3 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la implementación de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente para la planta y sus activos fijos para identificar las condiciones y condiciones inadecuadas de estos elementos que pueden causar paradas periódicas de la producción o un grave deterioro de la maquinaria, equipo o equipo, y de manera continua lleve a cabo el mantenimiento adecuado de la instalación para evitar tales condiciones, haciendo ajustes o reparaciones, mientras que las fallas potenciales de Real están en una etapa temprana de desarrollo. (Calloni, 2016)

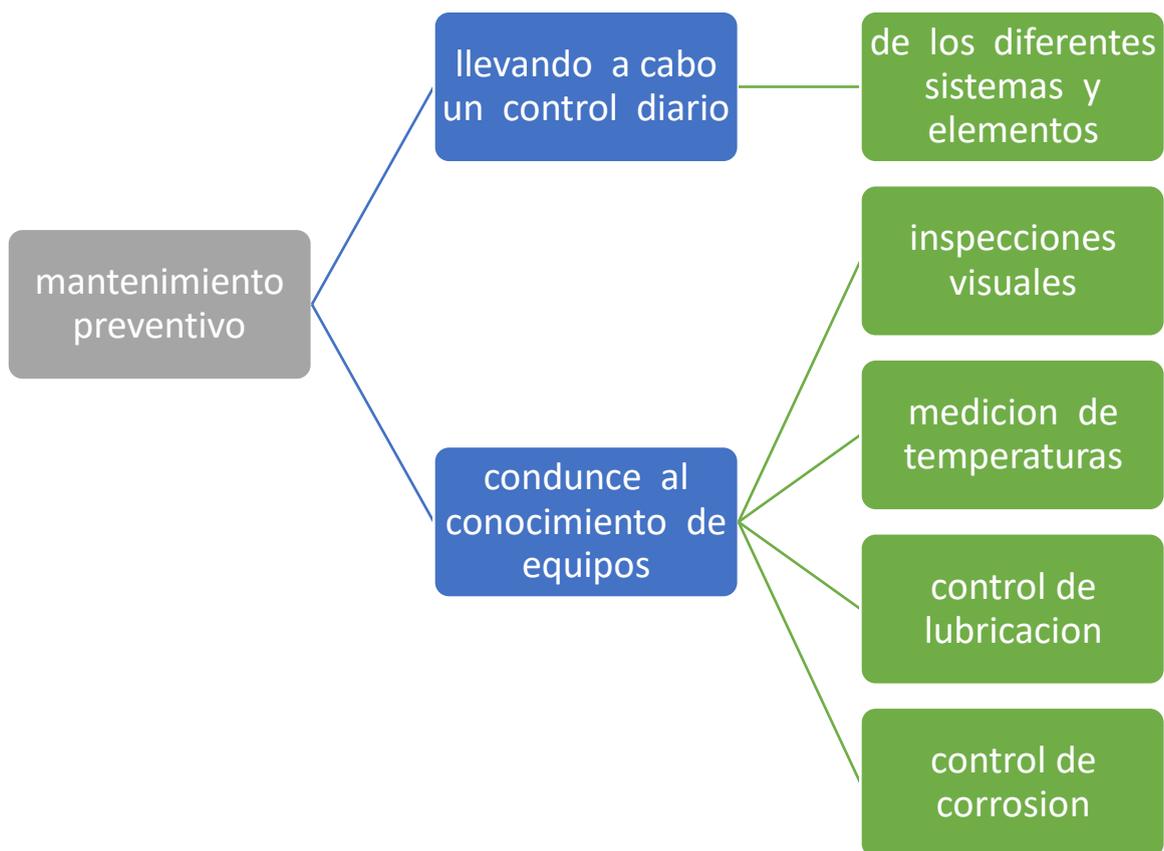


Figura 3. Mantenimiento preventivo

El objetivo del mantenimiento preventivo es maximizar la disponibilidad y confiabilidad del equipo mediante la realización de un mantenimiento programado basado en las verificaciones planificadas y programadas de posibles puntos de falla.

Una buena organización de mantenimiento que utiliza un sistema preventivo tiene los siguientes beneficios:

**Seguridad.** - Los trabajos e instalaciones que están sujetos a trabajos de mantenimiento preventivo en mejores condiciones de seguridad, ya que se conocen mejor sus condiciones físicas y de trabajo u condiciones de funcionamiento.

**Vida útil.** - Un equipo sujeto a mantenimiento preventivo tiene una vida útil mucho más larga que un equipo de mantenimiento correctivo.

**Costo de reparaciones.** - Se puede reducir los costos de reparación si se utiliza el mantenimiento preventivo en lugar.

**Inventarios.** - Las existencias pueden reducirse con un sistema de mantenimiento preventivo, ya que los recursos más consumidos se determinan con mayor precisión y se pueden usar a lo largo del tiempo.

**Carga de trabajo.** - Las cargas de trabajo de mantenimiento preventivo son mucho más uniformes que los sistemas de mantenimiento de corrección, lo que minimiza las situaciones de emergencia.

**Aplicabilidad.** - A medida que las instalaciones se vuelven más complejas y confiables, aumenta la necesidad de mantenimiento preventivo.

Dado el resumen y los costos directos e indirectos a largo plazo, se estima que una combinación sólida de mantenimiento correctivo y preventivo reduce los costos en un 40-50%. Los costos indirectos incluyen la difamación resultante del incumplimiento de los

programas de producción y entrega, primas de accidentes, litigios y tergiversaciones, y desmotivación de la calidad y la productividad. (Jiménez, 2017)

#### 2.2.4 Tipos de mantenimiento preventivo

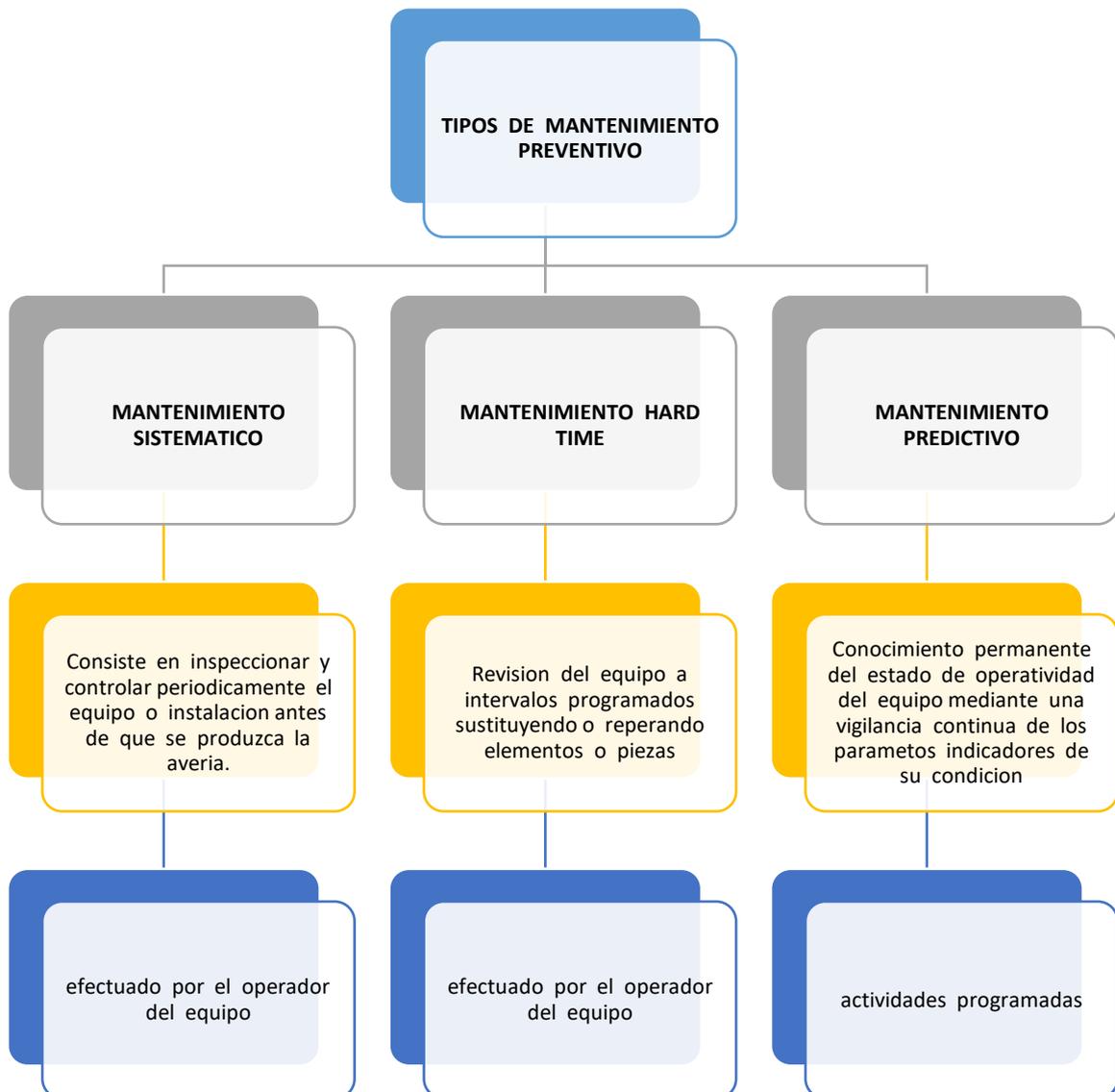


Figura 4. Tipos de mantenimiento preventivo

#### **2.2.4 Pasos para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo.**

Los programas de mantenimiento preventivo deben realizarse en medidas para cumplir con los requisitos individuales. La organización, y las políticas operativas son diferentes, los problemas personales de mantenimiento preventivo no son solo problemas de mantenimiento y no responden al mismo tratamiento. (Richarte, 2016)

Eso no significa que no haya similitud entre los dos sistemas de mantenimiento preventivo. Hay objetivos y principios básicos, no de ingeniería y papeleo. Los documentos o sistemas involucrados son importantes, pero en el caso del tipo incorrecto, pueden costar más de lo que deberían. En general, debe considerar los siguientes pasos para comenzar con el programa de mantenimiento preventivo:

##### **2.2.4.1 Administración del plan**

El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo integral es reunir personas para iniciar y ejecutar el plan. Se designa a una persona como jefe de la fuerza laboral y la disposición de la gerencia para completar con éxito el plan es esencial. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria, la fuerza laboral debe formar un programa. (Hathaway, 2017)

##### **2.2.4.2 Inventario de las instalaciones**

El inventario es una lista de todas las instalaciones, incluidas todas las partes de la maquinaria. La hoja de inventario debe tener todos los equipos marcados con esta identificación, descripción de la instalación, ubicación, tipo y prioridad. (Ruiz D. , 2017).

##### **2.2.4.3 Identificación del equipo**

Es importante desarrollar un sistema en el que cada equipo de la planta esté identificado de manera única. Necesita construir un sistema de código para ayudar con este

proceso de identificación. El código debe indicar la ubicación, el tipo y el número de la máquina. (Maldonado C. , 2017)

#### **2.2.4.4 Registro de las instalaciones**

El registro de una instalación es un archivo (electrónico o en papel) que contiene detalles técnicos del equipo incluido en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros datos suministrados al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo (artículo) contiene el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificación, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexión, cimientos, dimensiones generales, tolerancias, números de referencia , compatibilidad con otros dispositivos, etc. (Ruiz R. , 2017).

#### **2.2.4.5 Programa específico de mantenimiento**

Se debe desarrollar un programa de mantenimiento específico para cada equipo en el programa regular. Este programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento realizadas en la maquinaria. El programa contiene el nombre y el número de identificación del equipo, la ubicación, el número de referencia del programa, una lista detallada de las tareas a realizar (inspección, mantenimiento preventivo, reemplazo), la frecuencia de cada tarea, el tipo de técnico requerido y el mantenimiento. (Anguita, Tejada, & Costa, 2015)

#### **2.2.4.6 Especificaciones del trabajo**

La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada trabajo. La intención es proporcionar detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento. La especificación de la tarea incluirá el número de identificación de la pieza (equipo), el número de referencia del programa de mantenimiento, el número de referencia de la especificación del trabajo, la frecuencia de operación, el tipo de técnico requerido para la operación, la operación, planes de referencia y los siguientes manuales y procedimientos de seguridad. (Herrera, 2016)

#### **2.2.4.7 Programa de mantenimiento**

Un programa de mantenimiento es una lista de tareas de mantenimiento asignadas a un período de tiempo específico. Una vez que se ejecuta el programa de mantenimiento, se debe equilibrar muchas cargas de trabajo y realizar una serie de ajustes para cumplir con los requisitos de producción. (Romero, 2016)

#### **2.2.4.8 Control del programa**

El programa de mantenimiento preventivo debe ejecutarse según lo planeado. El monitoreo cuidadoso es esencial para observar la desviación del programa. (Gonzalez, 2018)

#### **2.2.4.9 Responsable por el mantenimiento preventivo**

En la situación moderna, la introducción constante de equipos de servicio mecánico, maquinaria mejorada y nuevos métodos se agregan constantemente a los trabajos de mantenimiento. La elección de la máquina es principalmente responsabilidad del departamento de producción, pero a menudo se consulta al ingeniero de mantenimiento acerca de las especificaciones que afectan la instalación, la motivación y las necesidades de servicio y mantenimiento. (Guerrero, 2016).

Para minimizar los costos de mantenimiento, se deben aplicar estándares de ingeniería competentes a la selección y eliminación de maquinaria y al desarrollo de herramientas y métodos de mantenimiento efectivos.

En un sector tan grande, el mantenimiento preventivo debe llevarse a cabo bajo la responsabilidad de ingenieros que estén bien informados y manejados. Los ingenieros de mantenimiento preventivo toman tiempo para establecer un programa de mantenimiento y no deben esperar resultados inmediatos, pero tenga en cuenta que progresarán gradualmente durante los próximos meses.

En la etapa preliminar, los ingenieros están completamente ocupados y son responsables porque los ingenieros no pueden atender fácilmente los muchos detalles que

los ingenieros pueden encontrar desde el principio, a menos que puedan delegar de manera conveniente el movimiento de documentos, registros e informes.

Los ingenieros deben considerar el tamaño de la planta, la capacidad del inspector, el mecánico y la marea, la ayuda adecuada de la oficina y el estado actual de la planta y el equipo para el éxito del programa de mantenimiento.

### **2.3 Procedimientos de mantenimientos**

Las operaciones de mantenimiento deben basarse en el tiempo si el mecanismo de falla dominante se basa en el tiempo o es propenso a la fricción, es decir, la probabilidad de falla aumenta gradualmente con el tiempo. Por otro lado, si la probabilidad de falla es constante independientemente del tiempo, y se degrada gradualmente desde el inicio de la falla, el trabajo de mantenimiento puede basarse bajo condiciones. (Guevara, 2016)

Las operaciones basadas en el tiempo se justifican cuando el componente se restablece o reemplaza periódicamente, y el dispositivo está reiniciando para que realice su función. Esto puede variar en complejidad, desde la reparación general de toda la unidad hasta la simple sustitución del filtro.

Las tareas basadas en condiciones justificadas cuando se desconoce el enfoque de prevención de la falla se centran en medir los parámetros que indican una degradación o deterioro del funcionamiento del equipo. Las mediciones e inspecciones en sí pueden programarse de forma regular, pero no pueden programarse para una operación de restauración.

Estas mediciones pueden estar directamente relacionadas con el funcionamiento del dispositivo, como la vibración, la temperatura durante el funcionamiento, la cantidad de corriente requerida, los contaminantes del lubricante o el nivel de ruido, o pueden ser contramedidas contra el funcionamiento del dispositivo. Proporciona información acerca de

las máquinas, como la calidad del producto, las dimensiones, los patrones de desgaste o las configuraciones. (García, Organización y gestión integral de mantenimiento, 2015)

Por ejemplo, al considerar los rodamientos, el porcentaje de fallas es en realidad más pequeño y dura más que el equipo instalado real. La mayoría de los defectos de los rodamientos son causados por un lubricante inadecuado, o una manipulación o ensamblaje incorrectos. El modo de falla principal es la fatiga (envejecimiento) cuando los rodamientos son impulsados, ensamblados, alineados, sellados, lubricados y mantenidos a temperaturas extremas. Por lo tanto, el mantenimiento preventivo no intrusivo es una opción lógica para el monitoreo de rodamientos.

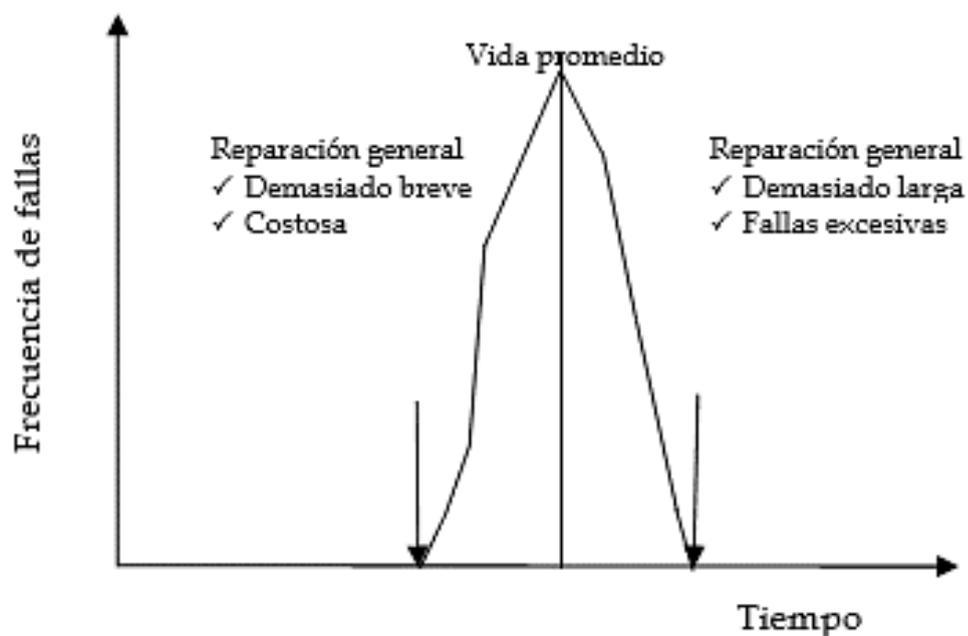


Figura 5. Mantenimiento basado en el tiempo. (Borrás, 2015)

Si la pieza tiene una vida útil promedio identificable, el mantenimiento en una base de tiempo (por ejemplo, una reparación normal) es técnicamente posible. La mayoría de las piezas sobreviven en esa época y sus acciones devuelven el estado de la escultura a la función deseada.

El mantenimiento basado en la condición es técnicamente posible si se puede detectar una condición o una operación degradada, si hay un intervalo de inspección real, y si el intervalo de tiempo desde la inspección hasta la falla funcional es lo suficientemente grande como para permitir una reparación o acción correctiva.

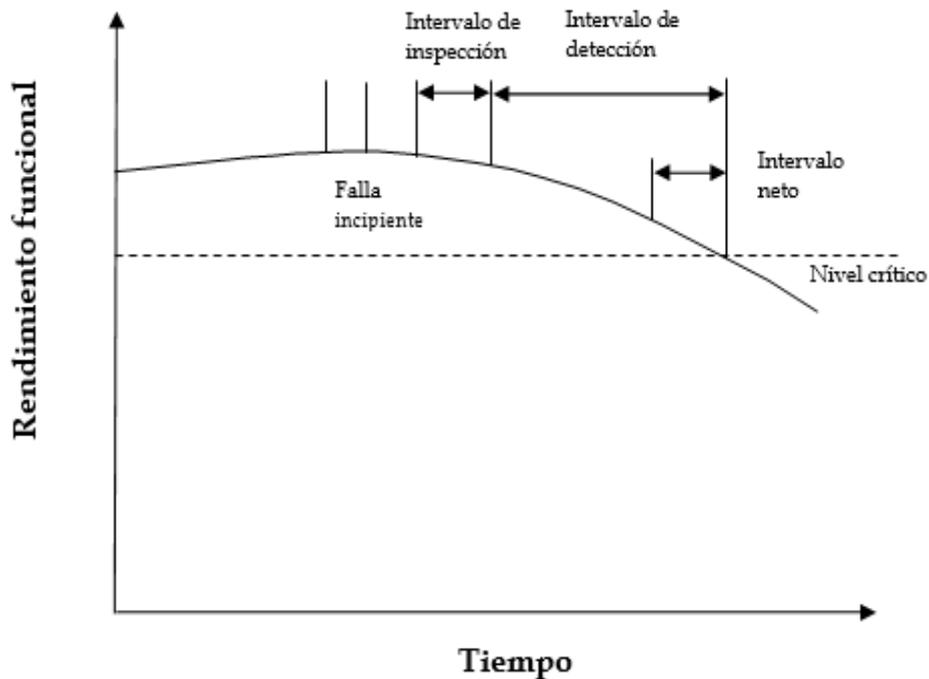


Figura 6. Mantenimiento basado en las condiciones (Borrás, 2015)

Debido a las muchas causas posibles de fallas en los equipos compuestos y sus componentes, se debe desarrollar una serie de tareas de mantenimiento preventivo. Algunos necesitan desarrollar tareas de mantenimiento preventivo basadas en el mismo tiempo y condiciones del equipo e integrarlos en programas de mantenimiento preventivo. Estos programas se agrupan de forma regular (es decir, diaria, semanal o anualmente, por horas de oficina, por ciclo) y se agrupan por transacciones (es decir, mecánicos, electricistas, operadores, técnicos, etc.).

### 2.3.1 Inspecciones

Las inspecciones consisten básicamente en la revisión de un sistema visualmente o mediante el uso de herramientas, el objetivo principal de estas es mediante una evaluación rápida se pueda determinar si algún elemento o sistema de la maquinaria o a inspeccionar requiere alguna operación adicional al mantenimiento, un ejemplo muy simple, es que se necesite realizar algún ajuste en mangueras hidráulicas debido a que se pudo constatar una fuga de aceite, las inspecciones se realizan antes, durante y después del mantenimiento.

Cabe resaltar que las inspecciones programadas usan herramientas y mayor tiempo a que una inspección general, inclusive se rellena un formulario en caso de ser una inspección para control de calidad, tal como se puede observar en la figura 7.



Figura 7. Inspección del vehículo (Freepik, 2017)

#### 2.3.1.1 Frecuencia de las inspecciones

La decisión sobre la frecuencia de la verificación puede tener el mayor impacto en los costos y ahorros del programa de mantenimiento preventivo. El control excesivo es un gasto innecesario e incapacidad para verificar los resultados en caso de paradas de

emergencia adicionales y reemplazo prematuro de piezas y componentes. Se requiere un buen equilibrio para un ahorro óptimo. (Gallego & Folgado, 2016)

El primer paso para establecer y medir el mejor ciclo de frecuencia es un análisis técnico de su equipo desde los siguientes puntos de vista:

**Edad, condiciones y valores.** Los equipos más viejos en malas condiciones necesitan servicios más frecuentes. Si el equipo está listo para ser puesto fuera de servicio o está desactualizado en poco tiempo, será más fácil inspeccionar la base de refuerzo como un todo, y no en todas las partes.

**Severidad del servicio.** Las aplicaciones más estrictas de equipos idénticos requieren ciclos más cortos.

**Requerimiento de seguridad.** Los equipos con un alto potencial de riesgo de accidentes requieren revisiones de alta frecuencia.

**Horas de operación.** En Andipuerto ofrecen ciclos de frecuencia basados en días laborables de ocho horas; otros se basan en el uso. A veces se utilizan dos bases, aplicando en la práctica la que se realiza primero.

**Susceptibilidad de averías.** Si el equipo está sujeto a vibraciones, sobrecargas o abuso, debe estar sumiso a revisiones frecuentes de las condiciones o condiciones de operación.

**Susceptibilidad de desgaste.** ¿Cuál es el impacto de la suciedad, la fricción, la fatiga, el estrés o la corrosión? ¿Cuál es la vida útil esperada?

**Susceptibilidad a perder ajuste.** Si las tolerancias dadas por la empresa son muy precisas, es necesario acortar los ciclos de inspección. También se estima que tanto el mal ajuste como la desalineación afectarán la calidad del producto.

Establecer la frecuencia adecuada de los controles es una cuestión de experiencia. ¿Cómo puede saber si proporciona demasiado mantenimiento o, por el contrario, no es suficiente o si está en el punto correcto? Esto lleva a un análisis de los resultados del programa. Este análisis se puede hacer primero controlando los costos: por un lado, el número y el costo de las inspecciones están disponibles, y, por otro lado, el número y el costo total de las reparaciones y paradas de producción; si no hay reparación, es probable que esté sujeto a un control excesivo, si hay demasiadas reparaciones, el número y la frecuencia de las inspecciones no serán suficientes.

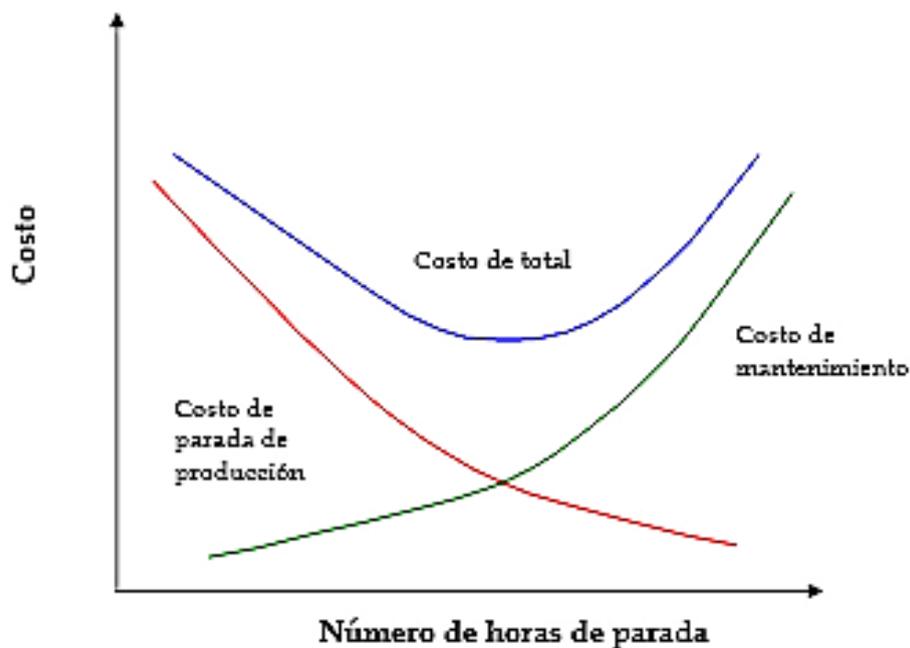


Figura 8. Curva de costos mantenimiento-parada de producción (Borrás, 2015)

La tendencia en las primeras etapas de un programa de mantenimiento preventivo es realizar pruebas excesivas, lo que lleva a un aumento en los costos de inspección de lo necesario. Sin embargo, si la frecuencia de las inspecciones no es lo suficientemente alta, se presentará una gran cantidad de operaciones de emergencia y los costos de detener la producción serán más altos de lo que deberían ser. Esto se puede apreciar mejor si

analizamos la representación gráfica de la relación entre el volumen de servicio y el costo total de las paradas.

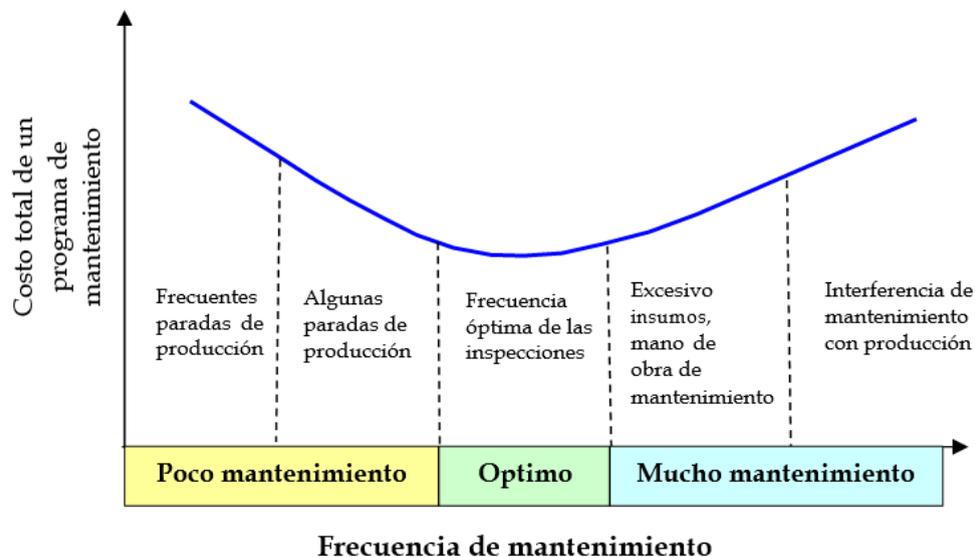


Figura 9. Frecuencia óptima de las inspecciones (Borrás, 2015)

Se puede ver (Figura 9) que el nivel económico óptimo puede consistir en tener un tiempo de inactividad de producción dado al analizar los costos de mantenimiento y mantenimiento. También puede configurar el nivel de mantenimiento para obtener el máximo beneficio económico al establecer la suma, se puede deducir (Figura 6).

Poco o ningún tiempo de inactividad significa que los costos de mantenimiento son altos, las fábricas están sobrecargadas y el mantenimiento no es económico. Los costos de mantenimiento muy bajos indican que hay horas de parada redundantes y, por lo tanto, los altos costos de producción cesan. Finalmente, se puede concluir que un mantenimiento demasiado costoso puede ser costoso, como un mantenimiento pequeño.

Otra forma de evaluar el éxito de los programas de mantenimiento preventivo (frecuencia y frecuencia de las inspecciones) es comparar el mantenimiento programado (rutina y reparación) con el mantenimiento no programado (operación de emergencia). Un gran número de operaciones no planificadas indica que se requiere mantenimiento

preventivo. Esto puede hacer que se inspeccionen menos unidades o que la frecuencia de las inspecciones sea muy baja.

## 2.4 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es una actividad que se lleva a cabo para reparar el daño encontrado durante el mantenimiento preventivo. En general, no se trata de un conjunto de acciones planificadas, ya que se realiza cuando un componente ha sido dañado. Su objetivo es restaurar la confiabilidad del sistema y devolverlo a su estado original. (Figura 10)



Figura 10. Mantenimiento correctivo (Freepik, 2017)

El mantenimiento correctivo también se conoce como mantenimiento de descomposturas y solo tiene lugar cuando alguna máquina no funciona. Si esta estrategia es empleada como la principal habrá un alto impacto de las actividades de mantenimiento no planificadas y de reposición de partes del inventario, tal y como se puede observar en la figura 11.

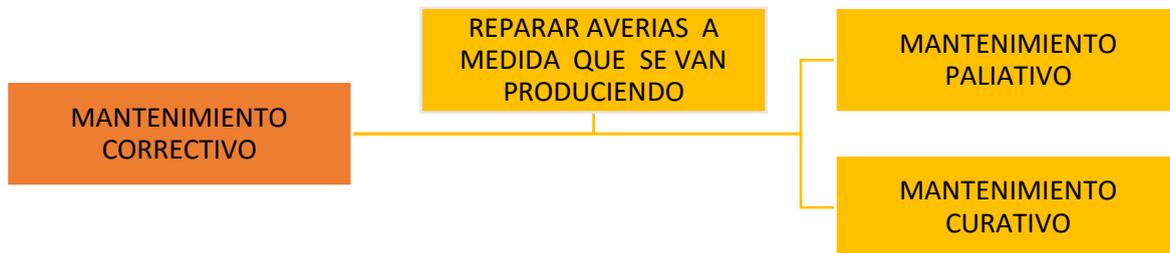


Figura 11. Frecuencia óptima de las inspecciones

- Como se gestionan las reparaciones en la organización, por lo que de una forma u otra es necesario establecer la secuencia de eventos que ocurren desde que alguien detecta un problema hasta el éste queda totalmente resuelto. Esta gestión puede implicar disponer de un sistema de órdenes de trabajo, la gestión de dichas órdenes, el diagnóstico de los fallos, la adquisición de herramientas y materiales, la propia realización de la reparación, las pruebas para comprobar que todo ha quedado correcto y el cierre de la intervención.
- Como se priorizan las intervenciones. En general no se dispone de un técnico en espera de que llegue la próxima orden de trabajo o el próximo aviso. Por ello, hay que establecer un sistema de prioridades que determine en qué orden cada uno de los técnicos debe ir resolviendo los trabajos de reparación pendientes.
- La investigación posterior de las averías. Algunas averías merecen ser investigadas, es decir, conocer la causa raíz que las provocó. En tanto en cuanto no se resuelva esa causa, la avería puede suceder de nuevo una y otra vez. Pincha aquí para conocer más sobre la investigación de averías.

### 2.4.1 Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

Como se puede observar en la figura 12, se tiene las ventajas y desventajas detalladamente de los mantenimientos correctivos en general.

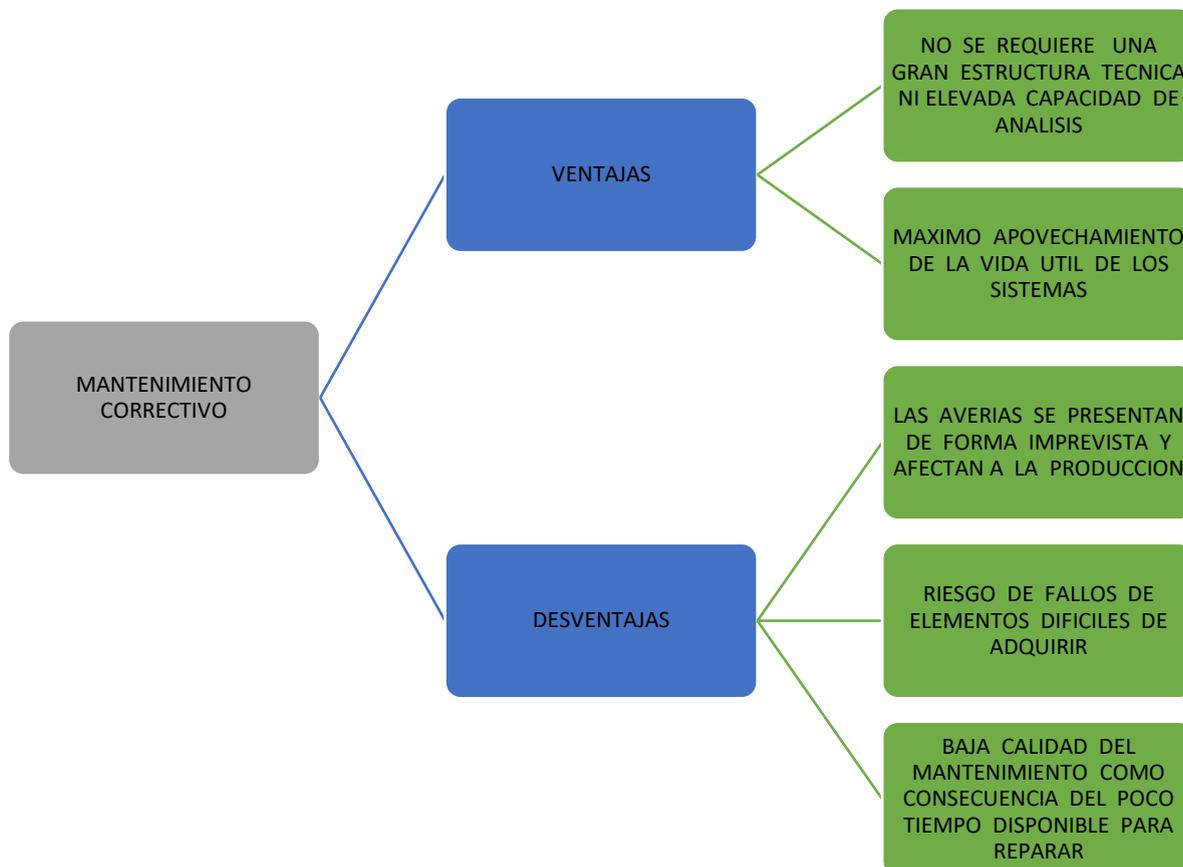


Figura 12.Mantenimiento correctivo

### 2.5 Mantenimiento modificativo

El mantenimiento modificativo consiste pues en modificar la instalación para evitar que se produzcan determinados tipos de fallo. Muchos autores y responsables de mantenimiento no consideran al MTO. modificativo como verdadero mantenimiento, ya que supone ir más allá de "conservar" la instalación, buscando "mejorarla".

Las modificaciones por realizar en una instalación que permiten evitar fallos pueden ser de muy diferentes tipos:

- Sustitución de materiales, equipos o componentes, sin modificar la disposición. Manteniendo el diseño de las piezas, el único cambio que se realiza se produce en la calidad de los materiales que se emplean. Algunos ejemplos de este tipo de actuación son los siguientes: cambios en la composición química del acero con el que está fabricada la pieza, en el tratamiento superficial que recibe esta para mejorar las características de la capa más externa, en el tipo de aceite con el que se lubrican dos piezas metálicas que mantienen entre sí contacto en movimiento relativo, etc.
- Cambios en el diseño de una pieza. La geometría de algunas piezas hace que en determinados puntos acumulen tensiones que facilitan su falla. Un simple cambio en el diseño de estas piezas puede hacer que cumplan su función perfectamente y que su probabilidad de rotura disminuya sensiblemente.
- Modificación de la disposición de las piezas entre sí. En ocasiones es la simple disposición de piezas lo que provoca el fallo. Simplemente cambiando la disposición relativa de las piezas sin modificar su diseño o los materiales de que está compuesto puede ser suficiente para evitar el fallo.
- Cambios en el diseño de una instalación. En ocasiones no es una pieza, sino todo un conjunto el que debe ser rediseñado, para evitar determinados modos de fallo. Es el caso, por ejemplo, de fallas producidas por golpes de ariete: no suele ser una pieza la que es necesario cambiar, sino todo un conjunto, añadiendo elementos (como tuberías flexibles o acumuladores de presión) y modificando trazados.
- En ocasiones el diseño original simplemente no era correcto ya que no consideraba adecuadamente las condiciones de funcionamiento o no había previsto determinados problemas; en otras ocasiones, el diseño original es correcto, pero no se adapta a las condiciones en las que debe funcionar el equipo (temperatura del proceso, condiciones ambientales, etc.). Por último, en ocasiones el diseño original es correcto

y contempla adecuadamente las condiciones del proceso, pero en ocasiones puntuales dichas condiciones cambian (incluso bruscamente), no estando preparado la pieza o el conjunto a esas condiciones puntuales.

- Instalación de elementos o equipos de reserva. Un equipo de reserva no impide que el elemento falle, pero minimiza sus consecuencias. Si el equipo falla y el diseño de la lógica se ha implementado de forma óptima, al pararse por cualquier razón el equipo principal se conectará automáticamente el equipo en reserva, sin que la planta o el proceso noten absolutamente nada.
- Modificación en la lubricación. Los fallos de lubricación están detrás de una gran parte de las averías que se producen en máquinas en las que diversas piezas tienen movimiento relativo entre sí, como las máquinas rotativas. Estos cambios pueden afectar a la selección del lubricante, al circuito de lubricación, a la forma de aplicarlo, a la filtración, a las presiones de circulación, a la temperatura a la que debe estar, al caudal de lubricación, al punto exacto de lubricación, etc.
- Modificación en la refrigeración. Igual que en el caso de la lubricación, los problemas de refrigeración pueden estar presentes en muchos casos de avería. El mantenimiento preventivo se muestra menos eficaz que la modificación de la refrigeración. Estas modificaciones pueden afectar a la temperatura, presión o caudal del fluido refrigerante, a la composición del propio fluido, a la configuración del circuito, etc.
- Modificaciones en los suministros de energía eléctrica, térmica o mecánica. Los equipos requieren en ocasiones de suministros externos, que deben cumplir determinados requisitos. El origen de un fallo se encuentra en muchas ocasiones en estos suministros, que pueden presentar condiciones variables o anormales que no se adaptan a las especificaciones de los equipos o sistemas empleados.

- Estos cambios pueden suponer las variaciones de las tensiones de suministro, el caudal o la presión, la composición química de los fluidos encargados de transportar la energía, la incorporación de elementos de regulación que eviten las variaciones bruscas de determinados parámetros, etc.
- Modificación en la instrumentación. Estas modificaciones pueden incluir la incorporación de nuevos elementos de medida, la situación de éstos, la sustitución de elementos de medida por otros de tecnologías diferentes, etc.
- Modificaciones en el control. En algunas ocasiones la modificación del software de control puede ser la manera más efectiva de evitar un fallo potencial. Estas modificaciones pueden incluir la elevación de valores de alarma o disparo, el ajuste de controladores PID, la implementación de nuevas instrucciones de control que contemplen situaciones no previstas, etc.
- Implantación de sistemas anti-error (Poka-Yoke). Poka-Yoke es una técnica desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años '60, que significa "a prueba de errores". La idea principal que persigue el Poka-Yoke es crear sistemas, máquinas o procesos donde los errores sean imposibles de realizar. Shigeo Shingo era un especialista en procesos de control estadísticos en los años '50, pero se desilusionó cuando se dio cuenta de que así nunca podría reducir hasta cero los defectos en su proceso.
- Un dispositivo Poka-Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. Un ejemplo práctico de Poka-Yoke es la implementación de conectores que solo pueden ser conectados de una determinada manera, por su forma física; o la implementación de lógica programada o cableada que haga que

necesariamente un proceso deba seguir una secuencia determinada, que es la secuencia segura.

### 2.5.1 Tipos de mantenimiento modificado

Como se puede observar en la figura 13, se tiene el mantenimiento modificado con sus diferentes tipos los cuales son de proyecto, de prevención y de reacondicionamiento.

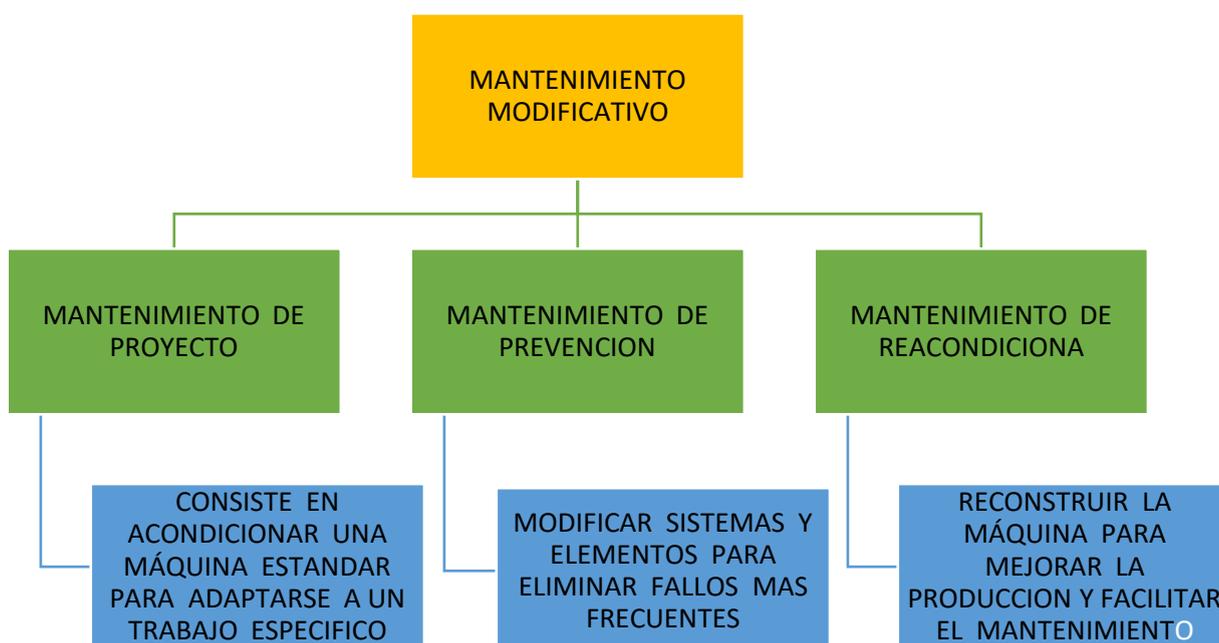


Figura 13. Mantenimiento modificado

### 2.6 Vínculo del mantenimiento con la calidad

El mantenimiento tiene una conexión directa con la calidad. Un equipo bien mantenido produce menos derrochador que un equipo mal estado.

El mantenimiento puede contribuir significativamente a mejorar y mantener productos o servicios de calidad. Por ejemplo, la capacidad de una máquina herramienta en su mejor estado producirá más del 99% de las piezas dentro del rango de tolerancia. La

máquina ha estado en uso por un tiempo y algunos componentes de la máquina se desgastarán y habrá vibraciones y sonidos discordantes. (González, 2015)



Figura 14. *Mantenimiento correctivo al vehículo* (Pelp, 2015)

La distribución de las características de calidad tiene variaciones más grandes y se generan más piezas fuera de la especificación. Además, más fragmentos tienen ciertas características de calidad que están lejos del valor objetivo de estas propiedades. En general, los procesos incontrolables crean productos defectuosos, lo que puede resultar en un aumento de los costos de producción, lo que reduce la rentabilidad y amenaza la supervivencia de una organización.

El mantenimiento preventivo basado en la condición utiliza una estrategia de circuito cerrado, en la que la información se obtiene del equipo y se utiliza para tomar decisiones sobre el mantenimiento planificado. Una decisión de mantenimiento generalmente se basa en el uso de un umbral, que al alcanzar significa que se debe realizar el mantenimiento.

Dicha estrategia garantizará una alta calidad del producto, especialmente si se elige el umbral para que el equipo no se deteriore en la medida en que se generen productos defectuosos o casi defectuosos.

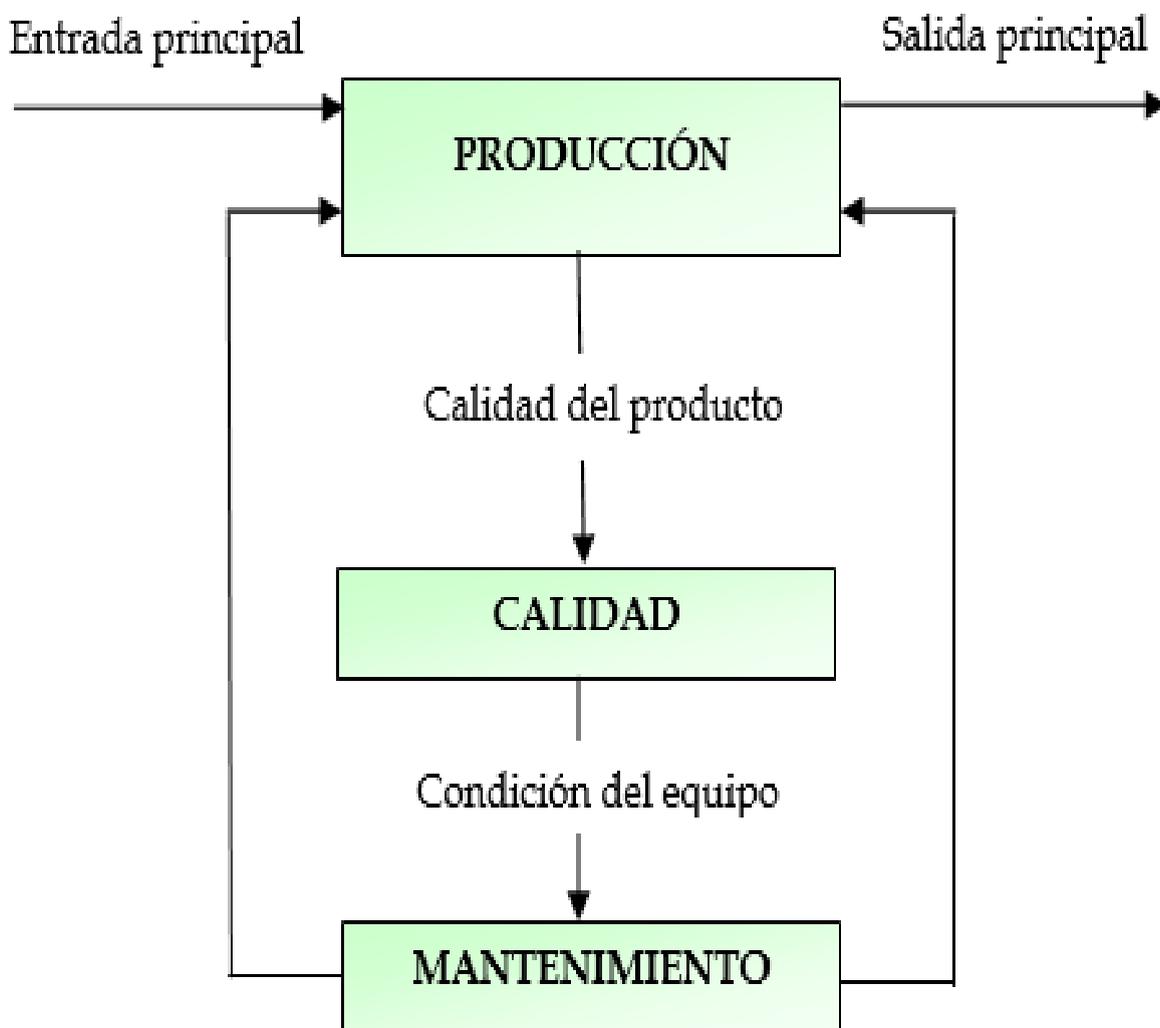


Figura 15. Relación entre producción, calidad y mantenimiento. (Borrás, 2015)

El mantenimiento es un sistema que funciona en paralelo con las funciones de producción y servicio. El principal resultado de la producción es el producto deseado con un cierto nivel de calidad definido por el cliente. Si el proceso de producción continúa, se genera una salida secundaria. Es decir, se crea la demanda de mantenimiento, que es la entrada del proceso de mantenimiento.

El resultado de mantenimiento es un equipo que puede servir. Un equipo bien mantenido aumenta la capacidad de producción y representa una entrada auxiliar a la producción. Por lo tanto, el mantenimiento afecta la producción al aumentar la capacidad de producción y al controlar la calidad y cantidad de operaciones. La figura 15 muestra la relación entre producción, calidad y mantenimiento.

Los informes mensuales sobre el porcentaje de productos repetidos y rechazados pueden ayudar a identificar las máquinas que deben estudiarse para determinar la causa de los problemas de calidad. Cuando se inspecciona la máquina, se toman acciones correctivas para corregir el problema. Esta medida puede modificar la política de mantenimiento actual y la capacitación laboral de ciertas transacciones.

Por eso se habla de calidad total, lo cual resulta en una afirmación lógica; no puede esperarse que una empresa con procedimientos operativos deficientes o con ejecutivos ineptos elabore de manera consistente productos de buena calidad. Por ende, lo que enfatiza esta definición es la interdependencia que debe existir entre todos los elementos que componen la empresa para producir con la más alta calidad.

La calidad debe construirse en cada fase del proceso desde la recepción de los insumos y repuestos hasta el comportamiento del producto en las manos del cliente. La inspección al final de la línea no podrá hacer nada para incrementar la calidad, puesto que ya estará incorporada en el producto; a lo sumo, sólo podrá tomarse nota.

Asimismo, los procesos de verificación son caros, a los que se deben añadir los costos adicionales (Costos de Calidad) que representan el retrabajo o desperdicio de aquellos productos que no cumplen con las especificaciones. Es común que la calidad se plantee como una disyuntiva en relación con el precio “lo quiere bueno y barato”, suele decirse. A la vez se aduce por el contrario que, al elevar la calidad, se disminuirán las utilidades. Conforme

al Control Total y Mejoramiento de la Calidad no existen tales encrucijadas, ya que una mejor calidad lleva inevitablemente a mayor productividad.

Más aún, plantearlas como disyuntiva refleja una visión de corto plazo que se orienta a una rápida obtención de utilidades, a cambio de sacrificar un futuro más sólido. Es frecuente encontrar que en muchas empresas han ejercido por años un riguroso control de calidad fundado en la inspección de ciertas normas preestablecidas, a menudo orientadas con base a lo ofrecido por los competidores, y no en la prevención del error.

Sin embargo, cabría preguntar: ¿establecidas por quién? ¿Se produce lo que en verdad necesita el consumidor o con base en aquello que suponemos quiere? En más ocasiones de lo que pensaríamos, encontraremos que es la voluntad del producto la que impera, sin haber considerado si el consumidor se encuentra satisfecho efectivamente, lo que se traduce en innumerables discusiones entre ambos, donde se esgrimen desde la baja calidad del producto hasta el inadecuado o correcto de su utilización.

## **2.7 Fundamentación legal**

### **2.7.1 Ley de compañías**

Entre los aspectos más importantes a considerar dentro de lo estipulado en la Ley de Compañías tenemos:

- Art. 145.- Para intervenir en la formación de una compañía anónima en calidad de promotor o fundador se requiere de capacidad civil para contratar. Sin embargo, no podrán hacerlo entre cónyuges ni entre padres e hijos no emancipados.
- Según el Art. 145 sobre la capacidad de accionistas: Para intervenir en la formación de una compañía anónima en calidad de promotor (constitución sucesiva) o fundador

(constitución simultánea) se requiere la capacidad civil para contratar. Sin embargo, no podrán hacerlo entre cónyuges ni entre hijos no emancipados.

- Art. 148.- La compañía puede constituirse en un solo acto (constitución simultánea) por convenio entre los que otorguen la escritura; o en forma sucesiva, por suscripción pública de acciones.
- Art. 149.- Serán fundadores, en el caso de constitución simultánea, las personas que suscriban acciones y otorguen la escritura de constitución; serán promotores, en el caso de constitución sucesiva, los iniciadores de la compañía que firmen la escritura de promoción.
- Según el Art. 148 y 149, para la Constitución Simultánea; Las sociedades anónimas se constituyen en un solo acto por convenio entre los que otorguen la escritura y suscriben las acciones, quienes serán los fundadores.
- Art. 160.- La compañía podrá establecerse con el capital autorizado que determine la escritura de constitución. La compañía podrá aceptar suscripciones y emitir acciones hasta el monto de ese capital. Al momento de constituirse la compañía, el capital suscrito y pagado mínimos serán los establecidos por la resolución de carácter general que expida la Superintendencia de Compañías.

Todo aumento de capital autorizado será resuelto por la junta general de accionistas y, luego de cumplidas las formalidades pertinentes, se inscribirá en el registro mercantil correspondiente. Una vez que la escritura pública de aumento de capital autorizado se halle inscrita en el registro mercantil, los aumentos de capital suscrito y pagado hasta completar el capital autorizado no causarán impuestos ni derechos de inscripción, ni requerirán ningún tipo de autorización o trámite por parte de la Superintendencia de Compañías, sin que se

requiera el cumplimiento de las formalidades establecidas en el artículo 33 de esta Ley, hecho que en todo caso deberá ser informado a la Superintendencia de Compañías.

- Según el Art. 160, sobre El Capital Mínimo: El capital suscrito mínimo de la compañía deberá ser de ochocientos dólares de los Estados Unidos de América. El capital deberá suscribirse íntegramente y pagarse en al menos un 25% del valor nominal de cada acción. Dicho capital puede integrarse en numerario o en especies (bienes muebles e inmuebles) e intangibles, siempre que, en cualquier caso, correspondan al género de actividad de la compañía.
- Según el Art. 160 sobre el Capital Mínimo: La sociedad anónima permite establecer un capital autorizado, que no es sino el cupo.

Hasta el cual pueden llegar tanto el capital suscrito como el capital pagado. Ese cupo no podrá exceder del doble del importe del capital suscrito. Lo expresado para el aporte y transferías de dominio de bienes tangibles e intangibles, así como aportes consistentes en inmuebles sometidos al régimen de propiedad horizontal descritos en la constitución de la compañía limitada, es válido para la constitución de la anónima.

- Art. 191.- El derecho de negociar las acciones libremente no admite limitaciones. Según el Art. 191 sobre Las Acciones: Las acciones pueden ser ordinarias o preferidas, según lo establezca el estatuto, se pueden negociar libremente.

### **2.7.2 Código de trabajo**

Entre los aspectos más importantes a considerar dentro de lo estipulado en el Código de Trabajo tenemos:

- Art. 2.- Obligatoriedad del trabajo.- El trabajo es un derecho y un deber social.
- El trabajo es obligatorio, en la forma y con las limitaciones prescritas en la Constitución y las leyes.
- Art. 3.- Libertad de trabajo y contratación.- El trabajador es libre para dedicar su esfuerzo a la labor lícita que a bien tenga.

Ninguna persona podrá ser obligada a realizar trabajos gratuitos, ni remunerados que no sean impuestos por la ley, salvo los casos de urgencia extraordinaria o de necesidad de inmediato auxilio. Fuera de esos casos, nadie estará obligado a trabajar sino mediante un contrato y la remuneración correspondiente.

- Según el Art. 2 y 3, el trabajo es una libertad fundamental, un derecho y un deber social, en los términos establecidos por la ley. El trabajador es libre para dedicar su esfuerzo a la labor lícita que según le convenga.

Los trabajadores deben gozar de igualdad de oportunidades y de trato en el empleo y la ocupación. Por lo tanto, no serán discriminados para acceder al empleo, o una vez empleados. Tampoco podrán ser discriminados por razón de disminuciones físicas, psíquicas o sensoriales, siempre que se hallen en condiciones de aptitud para desempeñar el trabajo o empleo de que se trate.

Los trabajadores y los empleadores tienen derecho a la libre sindicación, la negociación colectiva, la adopción de medidas de conflicto colectivo, incluida la huelga, y al acceso a medios diversos, eficaces y gratuitos para la solución de los conflictos colectivos.

No puede haber trabajo exigido bajo la amenaza de una pena, cualquiera que sea, que no sea impuesto por ley, salvo en los casos de emergencia, urgencia extraordinaria o de necesidad de inmediato auxilio y el que pueda ser considerado como una tarea cívica normal.

Fuera de esos casos, nadie estará obligado a trabajar sino mediante un contrato y la remuneración correspondiente.

- Art. 172.- Causas por las que el empleador puede dar por terminado el contrato.- El empleador podrá dar por terminado el contrato de trabajo, previo visto bueno, en los siguientes casos:
  1. Por faltas repetidas e injustificadas de puntualidad o de asistencia al trabajo o por abandono de éste por un tiempo mayor de tres días consecutivos, sin causa justa y siempre que dichas causales se hayan producido dentro de un período mensual de labor;
  2. Por indisciplina o desobediencia graves a los reglamentos internos legalmente aprobados;
  3. Por falta de probidad o por conducta inmoral del trabajador;
  4. Por injurias graves irrogadas al empleador, su cónyuge o conviviente en unión de hecho, ascendientes o descendientes, o a su representante;
  5. Por ineptitud manifiesta del trabajador, respecto de la ocupación o labor para la cual se comprometió;
  6. Por denuncia injustificada contra el empleador respecto de sus obligaciones en el Seguro Social. Mas, si fuere justificada la denuncia, quedará asegurada la estabilidad del trabajador, por dos años, en trabajos permanentes; y,
  7. Por no acatar las medidas de seguridad, prevención e higiene exigidas por la ley, por sus reglamentos o por la autoridad competente; o por contrariar, sin debida justificación, las prescripciones y dictámenes médicos.

Por ello, el empleador no podrá desahuciar ni despedir intempestivamente al trabajador durante el tiempo que éste padeciere de enfermedad no profesional que lo inhabilite para el trabajo, mientras aquella no exceda de un año y deberá comunicar este particular, por escrito, al empleador y a la inspección del trabajo respectiva dentro de los tres primeros días de la enfermedad. Si no cumpliere esta obligación se presumirá que no existe la enfermedad. Todo trabajador debe ser tratado con la debida consideración, no infiriéndoles maltratos de palabra o de obra.

Las disposiciones del Código de Trabajo son de carácter imperativo, salvo aquellas que por su propio contexto revelen el propósito del legislador de no darles ese carácter, aún cuando pueden ser mejoradas a favor del trabajador por contratos colectivos o individuales de trabajo.

## CAPÍTULO III

### PARÁMETROS Y CONDICIONES EN ANDIPUERTO PARA EL MANTENIMIENTO DE MÁQUINARIAS

#### 3.1 Organigrama del taller

El departamento encargado del área de mantenimiento es el de talleres (Figura 16), el cual cuenta con un total de nueve personas, y tres encargadas del área de repuestos, estas últimas pertenecen a otro departamento, pero trabajan en coordinación directa con el área de talleres.

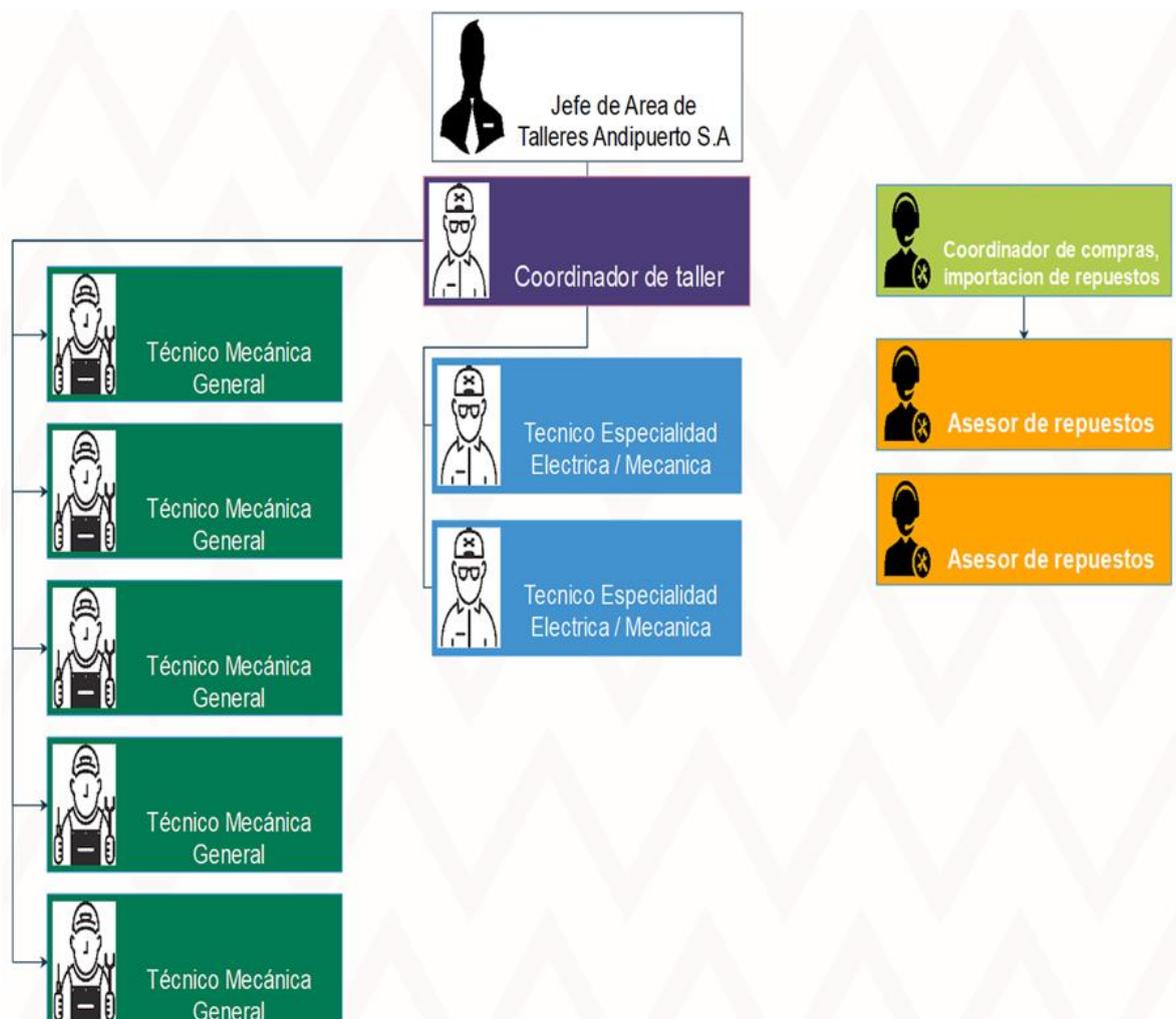


Figura 16. Organigrama del personal del área de mantenimiento talleres.

La persona que encabeza el departamento de mantenimiento es el jefe de taller, a su vez, el coordinador de taller, el cuerpo técnico está conformado por cinco mecánicos para tareas mecánicas generales y dos electromecánicos que son técnicos especialistas, por último se encuentra los asesores de repuestos que son los encargados de despachar insumos y partes necesarias para el mantenimiento, se incluyó el coordinador de compras e importación de repuestos pues trabaja en conjunto con el jefe de taller en base a las necesidad que aparezcan por falta de repuestos o insumos.

### **3.2 Responsabilidades y funciones del personal del área de mantenimiento**

Las funciones y responsabilidades del personal son dos aspectos fundamentales que se deben conocer, las funciones se definen como los actos que realizan dentro de su rol de trabajo, es decir en que parte del proceso de trabajo ellos actúan y las responsabilidades se resumen en los objetivos o metas a cumplir basado en sus funciones.

El jefe de taller (Figura 17), lidera el departamento de mantenimiento que es el área de talleres, sus funciones específicas se basan en operaciones que solo el realiza, pero sus responsabilidades velan por la eficiencia y control de trabajo del personal que está a su disposición, esto quiere decir el cumplimiento de una meta departamental la logra a través de sus subalternos, las responsabilidades generalmente tienen un objetivo global, especialmente si son quienes lideran o encabezan un departamento como lo es la figura del jefe de taller.

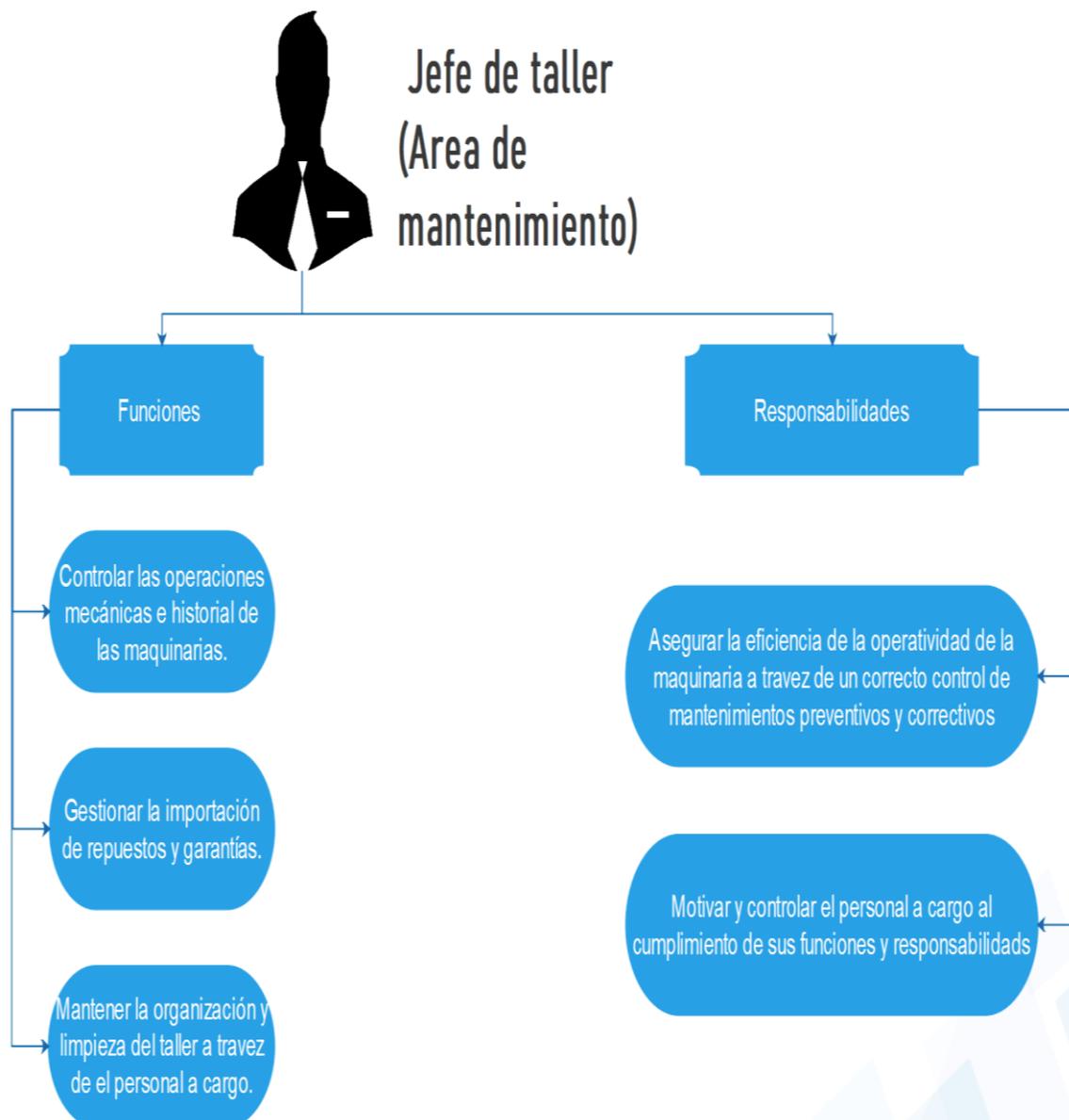


Figura 17. Funciones y responsabilidades del jefe de taller.

El coordinador de taller (Figura 18), cumple un rol de jefe inmediato a diferencia del jefe de taller el cual tiene funciones más administrativas, que no permiten que pueda estar inmerso en una total planificación del trabajo operativo, por eso las funciones de un coordinador de taller, son las designaciones de trabajos a los técnicos, además de controlar el flujo de maquinaria al taller, y del registro de trabajo de las maquinarias.

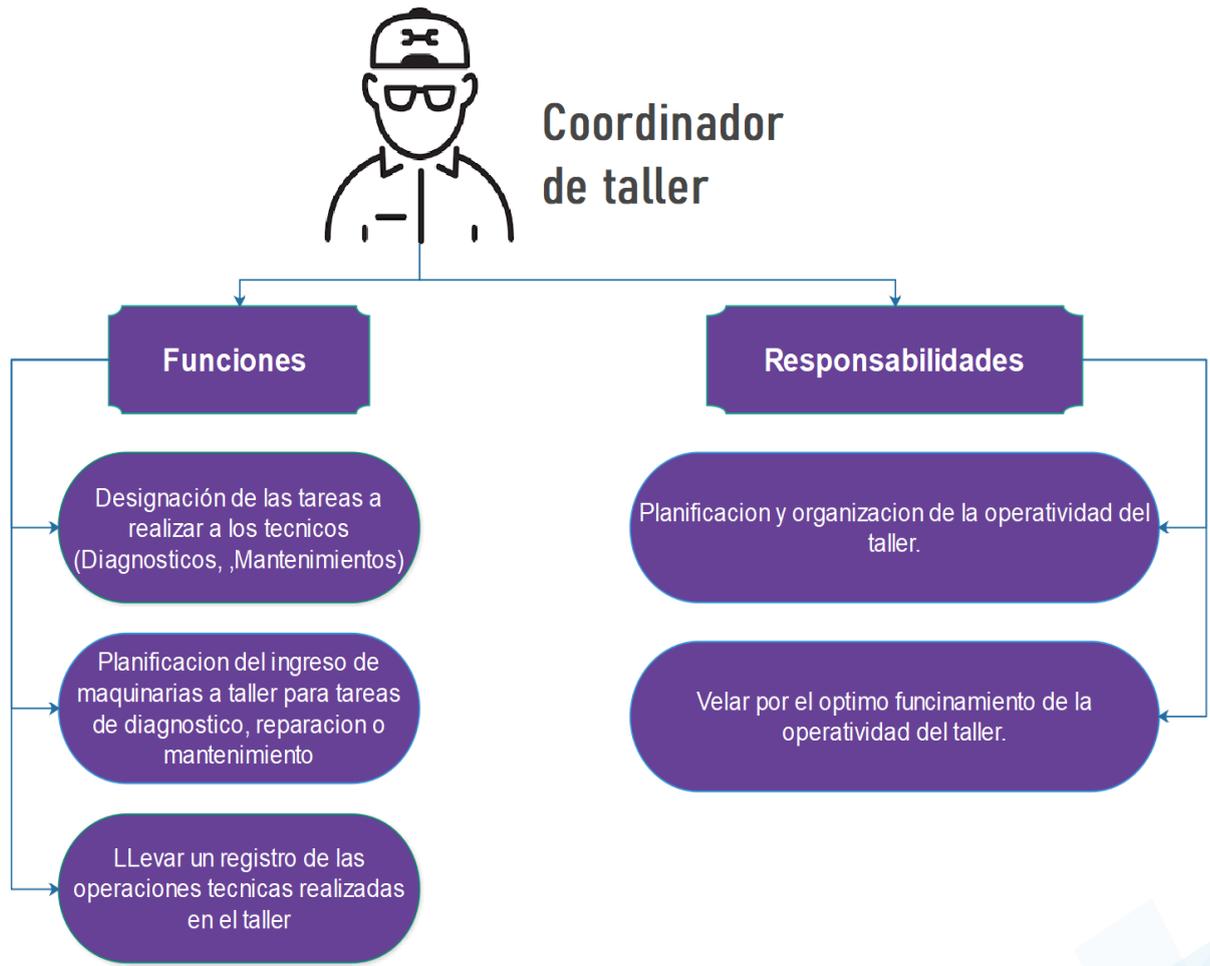


Figura 18. Funciones y responsabilidades del Coordinador de taller

El coordinador de taller (Figura 18) ejerce acciones en base a la operatividad del taller, se destaca principalmente por organizar el trabajo a realizar en las operaciones técnicas de mantenimiento y reparaciones, su objetivo es global pues en base a sus funciones y responsabilidades.



Figura 19. Funciones y responsabilidades del asesor de repuestos

Dentro de todo taller mecánico, existe el departamento de repuestos (Figura 19), se muestra quienes tienen interacción directa con el taller, pues ellos cumplen con sus propios procesos los que interactúan directamente son tres personas, dos asesores de repuestos y una persona adicional que se encarga de la gestión de compras externas de repuestos o la importación en caso de que se requiera.

La persona encargada del trabajo operativo (Figura 20), son los técnicos pues realizan las tareas mecánicas de mantenimientos preventivos y correctivos, para la cantidad de maquinaria existente son siete mecánicos, de los cuales cinco son para las tareas mecánicas generales, y 2 para las especializaciones en electrónica y mecatrónica.

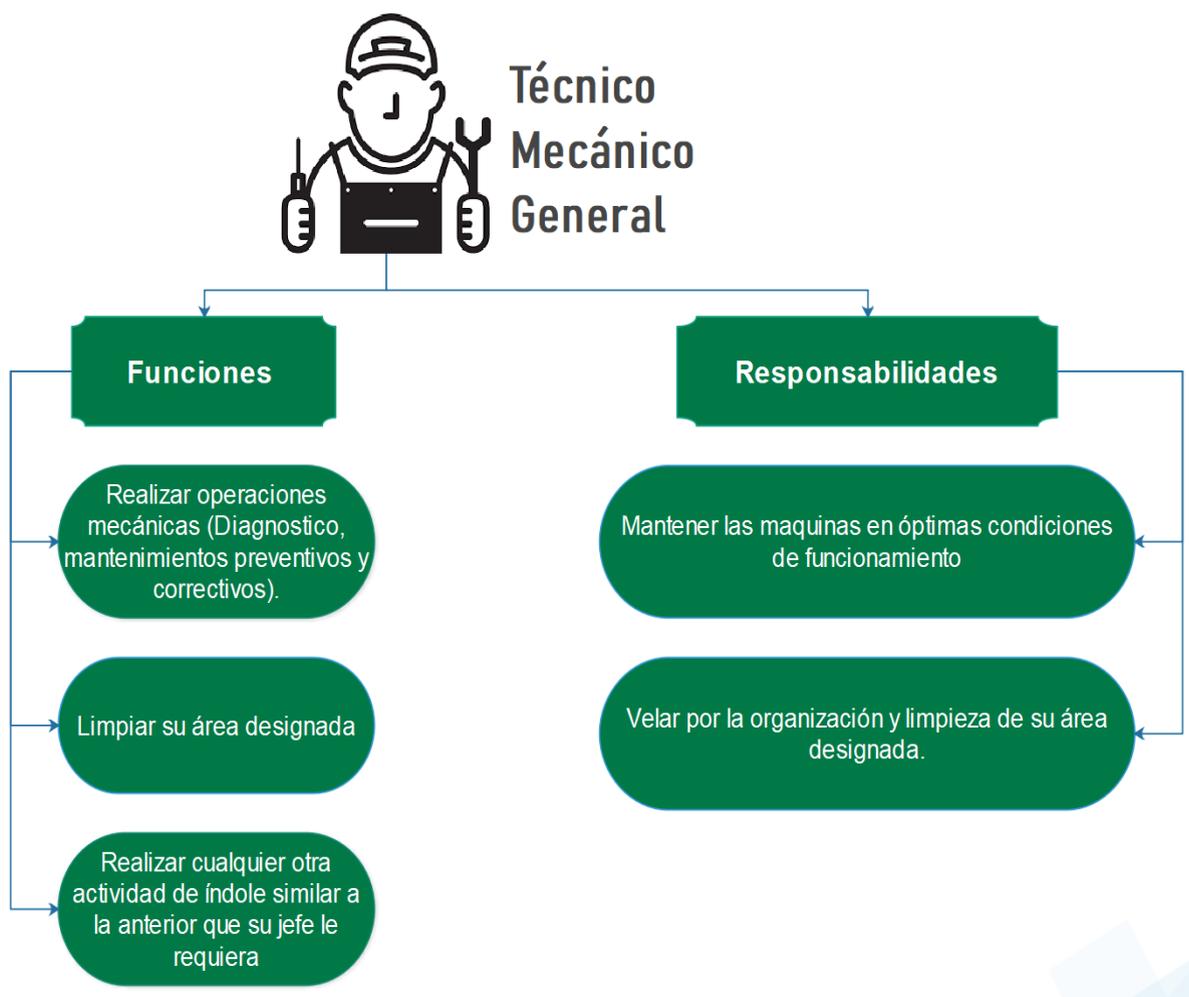


Figura 20. Funciones y responsabilidades de un técnico mecánico.

El técnico tiene la tarea mas critica dentro del flujo de trabajo y procesos de mantenimiento por lo cual sera el área donde mas se detalle los protocolos a seguir, ya que un factor determinante en la operatividad del taller, es que las tareas de mantenimiento preventivo correctamente realizadas minimicen las fallas no previstas y se requiera paralizar máquinarias trabajando para efectuar mantenimientos correctivos o reparaciones.

### 3.3 Clasificación de las operaciones mecánicas

Dentro de un taller mecánico, en este caso, de maquinaria pesada se debe tener claro las operaciones mecánicas a realizar las cuales serán clasificadas desde un punto de vista, es decir qué tipo de mantenimiento se va a realizar.



Figura 21. Clasificación de las operaciones mecánicas

La metodología de operaciones mecánicas (Figura 21), se basa en dos tipos de operaciones, en mantenimientos preventivos y correctivos, los mantenimientos preventivos se basan en todas las acciones mecánicas recomendadas por el fabricante en intervalos de tiempo, en este caso por horas de trabajo, este tipo de operaciones solamente se basa en ajustes, revisiones, reemplazo de repuestos y líquidos (aceites, refrigerantes).

Por otra parte, los mantenimientos correctivos, son los que no están previstos, es decir son daños los cuales se van a reparar en medida de la afectación a la maquinaria, es decir la maquinaria presenta daño, pero esta puede seguir funcionando o en su defecto no puede operar y necesita un mantenimiento correctivo no planificado es decir de emergencia.

### 3.3.1 Intervalo de operaciones de mantenimiento preventivos

En maquinarias pesadas existen intervalos de mantenimientos detallados en dos tipos parámetros para su control, los estipulados en intervalos de tiempo basados en días, semanas o meses, el segundo tipo se basan en tiempo de operación basado en horas de funcionamiento, finalmente se pueden usar ambos tipos, pues existen operaciones que deben ser realizadas con una frecuencia muy baja es decir diaria o cada 8 horas, o de manera muy esporádica, cada 5000 horas o año de funcionamiento.

**Tabla 2.**

Intervalo de operaciones de mantenimiento preventivo

Denominación	Parámetros	Intervalo de inspección y mantenimiento				
		Diaria (8hrs)	Mensual (200hrs)	Trimestral	Semianual	Anual (2400hr)
Motor	Motor en funcionamiento en inspección visual	x				
	Sonido del motor	x				
	Color de los gases del escape	x				
	Limpieza o cambio de los elementos del filtro		x	<b>X</b>		
	Limpieza de las cajas de cambios			x		
	Holgura de las válvulas				x	
	Apriete del perno de la Culata			Motor Gasolina solo la primera vez.		Motor a Diesel
	Presión de compresión del cilindro					x
Ventilación del cigüeñal	Revisar si la válvula y tuberías están bloqueadas o dañadas				x	
Control de velocidad o bomba de inyección	Check la rotación máxima sin carga					x
Sistema de lubricación	Derrames de aceite	x				
	Revisar niveles de aceite y limpieza	x				
	Cambiar el aceite del motor		<b>X</b>			
	Cambiar filtro de aceite		<b>X</b>			
Visto se interpreta por mantenimiento e inspección, el X se interpreta por cambio del componente o elemento.						
* Los asteriscos significan que el cambio de aceite solo se lo realiza por primera vez a las 200 hrs después es cada 50 hrs						

### 3.4 Tipos de maquinarias

Es importante resaltar la cantidad de maquinarias existentes en Andipuerto, pues dependiendo de la cantidad de estas, será la cantidad de flujo de trabajo en el taller, por lo cual se ha dividido en dos tablas.

**Tabla 3**

*Listado de tipo de maquinarias en ANDIPUERTO S.A*

<b>Codificación</b>	<b>Descripción de maquinaria</b>	<b>Cantidad</b>
C30-01	Cabezal Kalmar (Camión)	6
150-01	Montacarga Caterpillar (15 Toneladas de capacidad de carga)	3
P330000-05	Montacarga Caterpillar (15 Toneladas de capacidad de carga)	5
V300-1	Montacarga Caterpillar (13 Toneladas de capacidad de carga)	2
GP-40	Montacarga Caterpillar (4 Toneladas de capacidad de carga)	2
DP25	Montacarga Caterpillar (2 Toneladas de capacidad de carga)	1
DCD250	Montacarga KALMAR (25 Toneladas de capacidad de carga)	1
DP100	Montacarga Caterpillar (13 Toneladas de capacidad de carga)	2
PAYL 938G	Pala cargadora Caterpillar	2
BAÑERA	Bañera Candelejo (35 Toneladas de capacidad)	6
JS205 EXC	Excavadora marca JCB	1
TH 535-95	Montacarga Telescópico marca JCB	1
TRA D5G	Tractor Oruga Caterpillar	3
262C	Mini cargadora Caterpillar 262C	1

Fuente: Andipuerto S.A

Como se puede observar (Tabla 3), aquí se especifica el código y descripción del tipo de maquinaria, en la cual existe un total de 12 tipos de maquinarias, cabe resaltar que no es el número total de máquinas operativas, pues existen a su vez una determinada cantidad de

ellas es decir de un tipo de montacarga pueden existir tres del mismo tipo, esto se lo puede observar en la misma tabla, lo cual da un total de 32 maquinarias en Andipuerto S.A.

### 3.4.1 Montacargas Caterpillar GP-40 4T

Conocer la maquinaria es primordial en factores de seguridad y eficiencia, ya que permite conocer las limitaciones que pueda tener este equipo y por ende evitar acciones que pongan en riesgo la vida del operario y de quienes trabajen alrededor, además de que permite que la máquina o equipo tenga una vida útil productiva e inclusive superior a la normal.

El montacargas Caterpillar GP40 cuenta con características como su perfil bajo de 2.30 metros, combustible de gas LP y neumáticos de aire. Es ideal para maniobrar cargas en espacios reducidos, en el interior de un transporte y estiba múltiple de una manera rápida, segura y eficiente, a un bajo costo.



Figura 22. Montacargas GP-40 4 toneladas

En especificaciones generales tiene una capacidad de carga de 4 toneladas, los tipos de neumáticos son SE 4, el centro de gravedad es de 600 mm, el tipo de transmisión es W,

el peso total de la maquinaria es 5.57 toneladas, la marca de fabricación del motor es General Motor, el rendimiento del motor es de 98 caballos fuerza.

En dimensiones generales el montacargas, tiene una altura de 203 cm, un ancho 197 cm, una altura con elevación de 303 cm, una vista real de este se puede observar (Figura 22).

**Tabla 4.**

*Especificación y dimensiones generales CAT GP-40*

Peso operativo	5570.1 Kg
A. Largo a la cara de la horquilla	307 cm
B. Ancho total	141.5 cm
C. Altura con el mástil abajo	232 cm
D. Distancia entre ejes	200 cm
E. Distancia libre de piso a máquina	15 cm
F. Altura a la parte superior de la protección	225 cm
G. Altura máxima de la horquilla	335 cm
H. Punta del Mástil adelante	6 grado
I. Punta del mástil atrás	10 grado
Radio de giro	273.5 cm
Número de ruedas adelante	2
Número de ruedas atrás	2
Tipo de llanta	Neumatica
Velocidad máxima	20 Km/h
Desplazamiento de motor	4.5 Lt
Medición de Torque	1200 rpm
Modelo	TB45
Número de cilindros	6
Potencia	97 Hp
Revoluciones del motor	2450 rpm
Tipo de combustible	Gas
Torque	207 Lb ft
Capacidad de carga	4000 Kg
Carga central	50 cm
Máxima extensión de la horquilla	118.4 cm
Velocidad de bajada	1.6 m/min
Velocidad de elevación	1.7 m/min

Todas las especificaciones técnicas y dimensiones generales del montacargas lo podemos encontrar (Tabla 4), los servicios o mantenimientos por otra parte se encuentran en

el manual de servicio de dicha maquinaria, los cuales se basan en horas de operación, en montacargas las operaciones de mantenimientos se especifican en cada 250 horas de trabajo, y en otros intervalos operaciones de sustituciones de elementos.

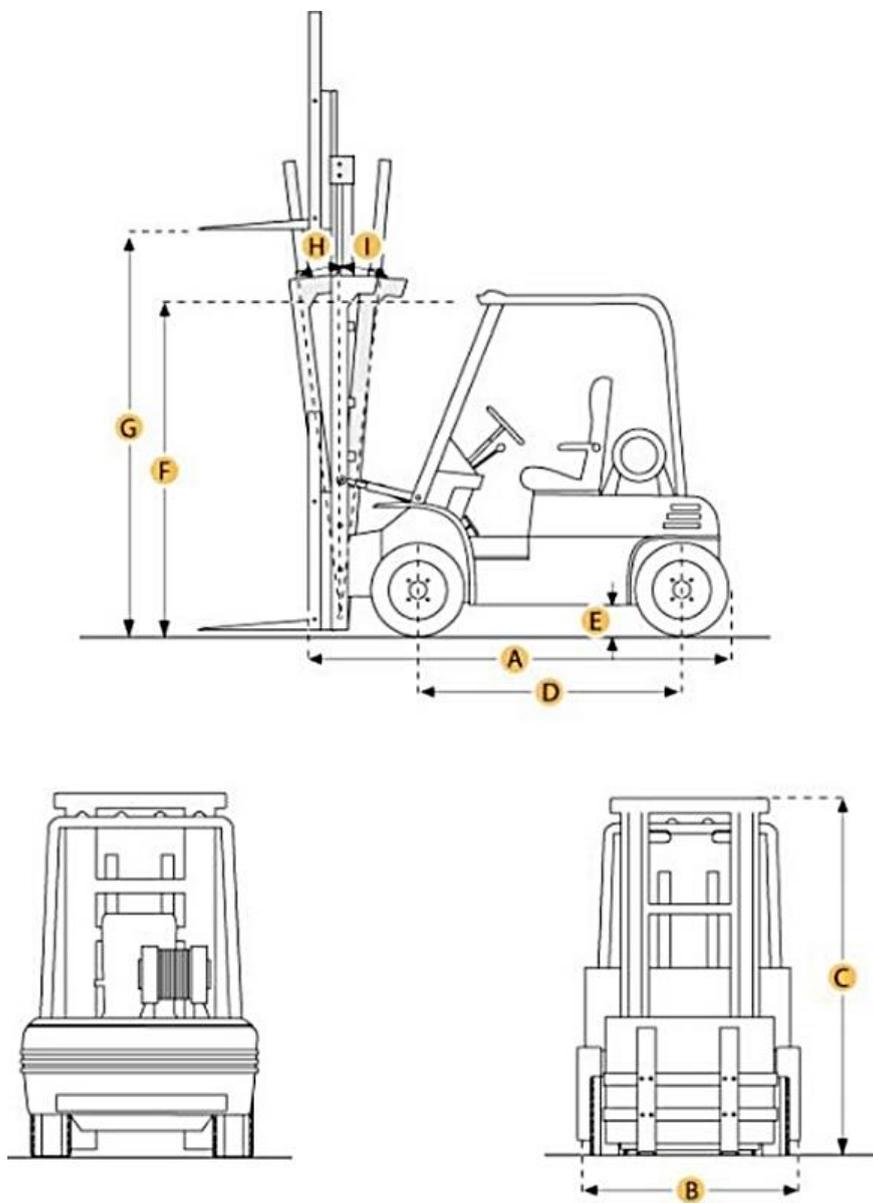


Figura 23. Gráfica de dimensiones de Montacarga GP-40

Es muy importante tener en cuenta que un montacargas nuevo necesita de una moderada operación, es decir deben acomodarse todos los elementos del motor y sistemas antes de usarlo a máxima capacidad, la vida útil de este tipo de equipos como de cualquier

otro está ligado directamente al ambiente de trabajo, el primer mantenimiento debe darse en las primeras 200 horas de uso, cambios de filtros de aire, aceite, cambio de aceite, ajuste de tuercas y pernos.

Como se menciono anteriormente conocer los aspectos técnicos y dimensionales de el montacargas permiten al operario usar el equipo dentro de los margenes de seguridad, ademas de ofrecer una operatividad maxima en cuanto a la funcion a desempeñar.

Una funcion importante son las inspecciones visuales nos permiten detectar fallos a la vista, es recomendable siempre hacerlo a plena luz del día, o en un lugar muy bien iluminado, las fallas más comunes que pueden ser detectadas de esta manera, son derrames de fluidos, de cualquier tipo, refrigerante, hidráulico, aceite motor etc.

Los cambios de aceite están regulados por la tabla de mantenimiento, se debe usar estrictamente el tipo de aceite especificado, no se debe mezclar diferentes grados de aceite, ya que puede generar la formación de grasa en el sistema y por ende generar daños graves.

A la hora de realizar los mantenimientos un punto de engrase muchas veces será de difícil acceso como se puede observar en la figura, por eso es necesario el uso de herramientas especiales, inclusive cuando se cuente con ellas se tendrá que desmontar partes para poder acceder a los puntos de engrase.

Lo primordial es que los mantenimientos se enfocan en las inspecciones, completado, reemplazo y engrasado de partes como se puede observar (Figura 25).

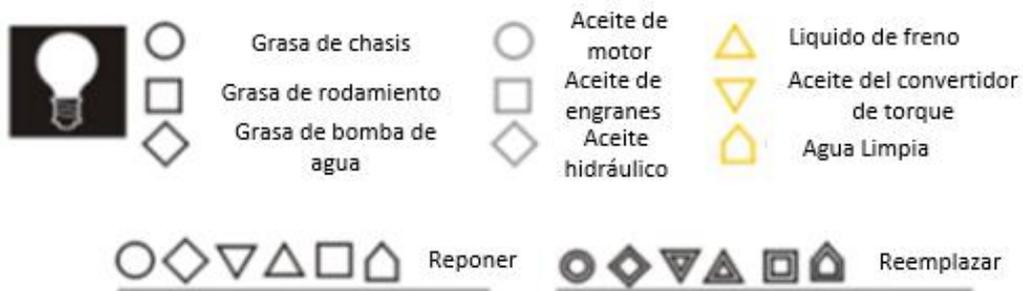
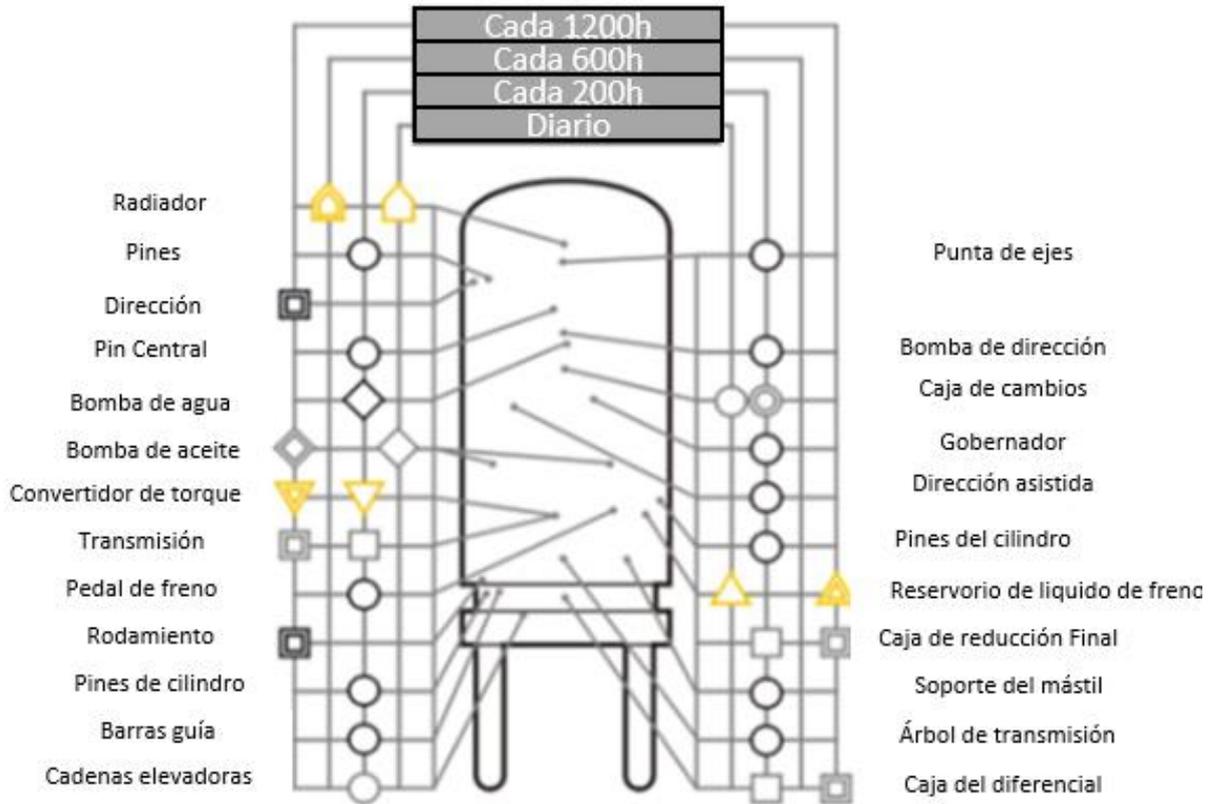


Figura 24. Puntos de engrase, reemplazo y reposición de fluidos por horas de trabajo.

### 3.4.2 Camión C30 Kalmar

El tractor de terminal Ottawa de Kalmar se ha diseñado para adaptarse al usuario y a las tareas. Los tractores Ottawa son vehículos diseñados específicamente para mover

remolques del modo más eficiente. Los controles están dispuestos cómodamente alrededor del asiento del usuario.

El usuario puede entrar en la cabina desde el lateral o a través de la puerta trasera corrediza. Al ser corrediza y poder acoplarse en la posición abierta y cerrada, la puerta trasera nunca es un estorbo. Entre las características del diseño eficiente de la cabina se encuentran agarraderos de gran tamaño, grandes ventanas y un fácil acceso a todos los controles del usuario.



Figura 25. Cabezal C30 Kalmar

Los fabricantes del motor, la transmisión y el eje proporcionan información sobre el mantenimiento y los fluidos y lubricantes específicos que deben utilizarse en sus productos. Cumpla las especificaciones del fabricante de equipos originales para mantener la cobertura de la garantía. Siga las listas de verificación periódicas como se indica. Llene los depósitos según sea necesario empleando los fluidos especificados.

Al rellenar, utilice el mismo fluido que hay en el depósito. Si no conoce el fluido, drene y reemplace según las especificaciones. Utilice sólo el combustible, el refrigerante, los aditivos para el refrigerante y los lubricantes especificados por el fabricante del motor.

La dirección asistida, la elevación del brazo y el mecanismo de elevación de la cabina utilizan fluido hidráulico almacenado en un único tanque montado en el riel. Un vehículo que se utiliza en una aplicación más intensiva puede necesitar intervalos más cortos entre cambios, el filtro del sistema está en el tanque hidráulico.

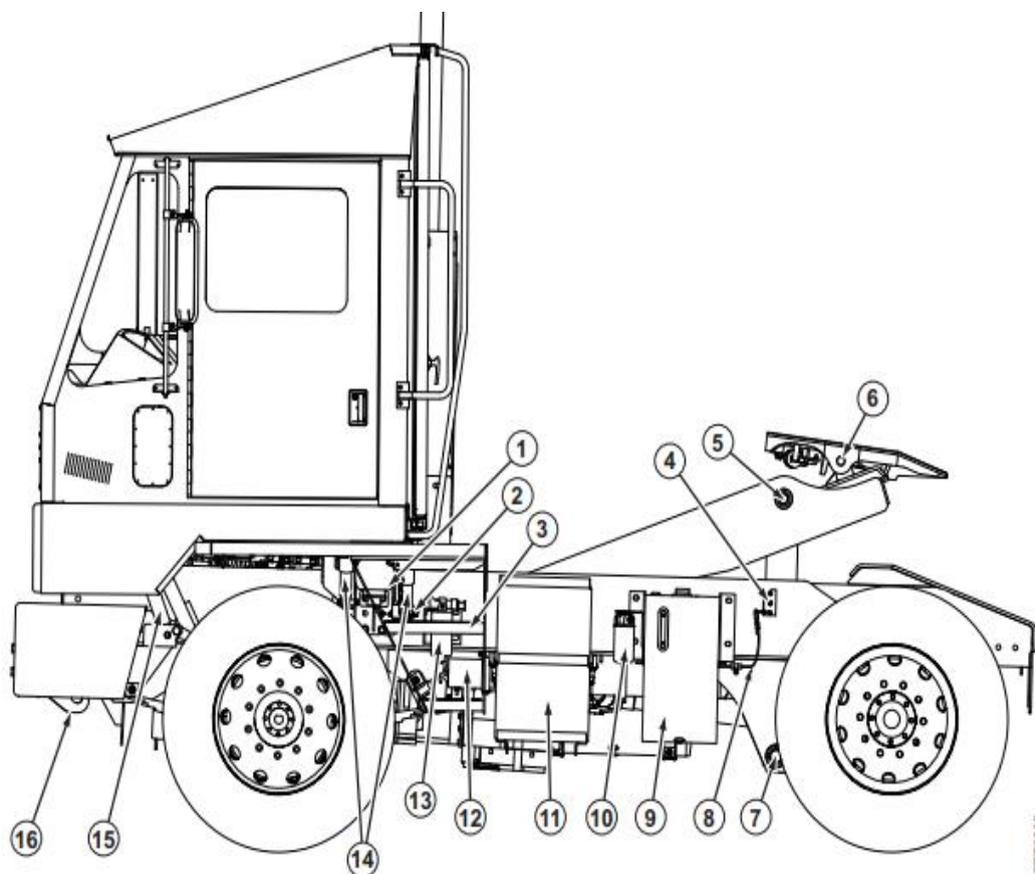
**Tabla 5**

*Especificaciones técnicas de motor y chasis Kalmar C 30*

	<b>Modelo y configuración del chasis</b>		
	<b>Ottawa 4x2</b>	<b>Ottawa 4x2</b>	<b>Ottawa 6x4</b>
Aplicación (certificación)	Todo terreno (Off-Highway)	Certificación DOT/EPA	Certificación DOT/EPA
Motor (estándar)	Cummins QSB6.7	Cummins ISB07	Cummins ISB07
Potencia máxima	160 CV a 2200 rpm (120 kW a 2200 rpm)	200 CV a 2300 rpm (150 kW a 2300 rpm)	200 CV a 2300 rpm (150 kW a 2300 rpm)
Par	540 lb-pie a 1500 rpm (730 Nm a 1500 rpm)	520 lb-pie a 1600 rpm (700 Nm a 1600 rpm)	520 lb-pie a 1600 rpm (700 Nm a 1600 rpm)
Transmisión (estándar)	Allison 3000RDS	Allison 3000RDS	Allison 3000RDS
Velocidades	3 avance, 1 reversa	4 avance, 1 reversa	4 avance, 1 reversa
Eje propulsor	Spicer 1710	Spicer 1710	Spicer 1710
Eje, delantero	Meritor FF961	Meritor FF961	Meritor FF961
Eje(s), trasero	Meritor RS-23-186	Meritor RS-24-160	Meritor RT-40-145

El catálogo de repuestos Kalmar es específico para el vehículo. Consulte este catálogo para conocer los números de repuesto del filtro. Kalmar recomienda grasa API Grado 1, cualquier grasa con base de litio de alta calidad o un aceite base Timken de grado 40 como mínimo para su uso en los ejes.

Instale el mismo lubricante que se instaló originalmente en los ejes. No utilice grasa de litio en los ejes delanteros equipados con sellos para ruedas “MOJADAS”. Los cubos delanteros deben inspeccionarse tras cada 250 horas de funcionamiento.



1. Resorte neumático de suspensión neumática de la cabina
2. Conjunto de válvulas de control de altura
3. Escalera de entrada lateral
4. Interruptor de inclinación de la cabina
5. Soporte superior del cilindro de elevación del brazo
6. Pivote de quinta rueda
7. Soporte inferior del cilindro de elevación del brazo
8. Cordón de inclinación de cabina
9. Tanque de fluido hidráulico
10. Filtro de fluido hidráulico

Figura 26. Localización de partes principales en camión Kalmar C 30

Es posible identificar un vehículo específico consultando la placa de identificación del vehículo. La placa está situada en el interior de la cabina, en la parte superior del chasis de la puerta del conductor en la parte trasera. Esta placa muestra el modelo, el número de serie y la fecha de fabricación de este vehículo.

Toda la información de servicio del camión cabezal Kalmar C30, se encuentra en sus manuales, aquí se muestra de forma resumida los conceptos de partes, mantenimientos y sus intervalos, los cuales son cada 250 horas de operación, también incluye intervalos por kilometrajes, pero estos no son tan usados debido a que la mayoría de los casos es un vehículo de trabajo pesado.

### **3.4.3 JCB JS205 Excavadora**

Dentro de sus especificaciones se encuentra su motor modelo CUMMINS 6BT 5.9C turbo de 4 tiempos, de 6 cilindros en línea, enfriado por agua y con inyección directa, con una potencia neta de 140 CV, un cilindraje de 5,88 litros.

La filtración de aire es con un elemento seco en conjunto con un elemento de seguridad secundario más el pre limpiador de aire, el enfriamiento es de agua mediante radiador de gran capacidad. Sistema de arranque de 24 voltios, el alternador es de características de 24 V, 75 amperios, para trabajo pesado.

La cabina es de construcción de acero embutido con secciones cilíndricas de alta resistencia. Excelente visibilidad en todas las direcciones durante la excavación, la carga y el posicionamiento. Vidrio inferior frontal desmontable y ventana posterior deslizante. Excelente posicionamiento ergonómico de las palancas operativas para reducir la fatiga del operador. Unidad de AC opcional por conductos con calentador para brindar comodidad al operador.



Figura 27. JCB JS205 Excavadora

Los intervalos de mantenimientos como en otra cualquier máquina se encuentran dentro de las horas de trabajo, estos intervalos son cada 250 horas, se resalta que la gran mayoría de maquinarias modernas, como en este caso.

INTERVALOS DE SERVICIO	
Aceite del motor y filtro de aceite	Cada <b>250</b> horas
Aceite hidráulico	Cada <b>5000</b> horas
Filtro de aceite hidráulico	Cada <b>500</b> horas

Figura 28. Intervalos de servicio JS 205

Dimensiones	JS 205 LC
Longitud de la oruga en el suelo (A)	3.660 mm
Longitud total del bastidor (B)	4.460 mm
Ancho de vía (C)	2.390 mm
Ancho sobre orugas (D)	2.990 mm
Longitud de transporte con pluma (E)	9.634 mm
Altura de transporte con pluma (F)	3.122 mm
Altura libre de contrapeso (G)	1.079 mm
Radio de giro trasero (H)	2.825 mm
Ancho de la estructura superior (I)	2.549 mm
Altura sobre la cabina (J)	3.060 mm
Altura bajo el bastidor (K)	435 mm
Altura de las orugas (L)	885 mm

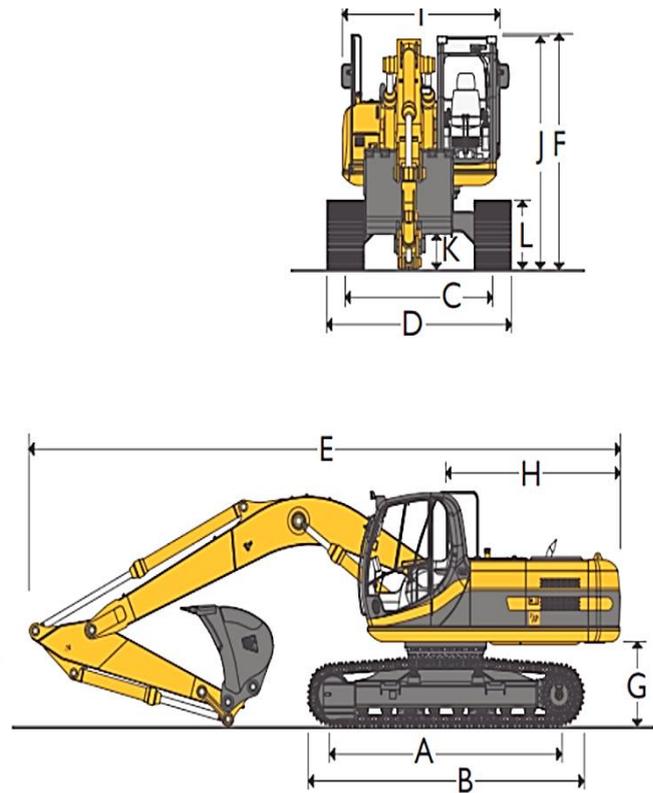


Figura 29. Dimensiones Excavadora JS 205 JCB

### 3.4.4 JCB Telehandler 535-95

La JCB 535-95 (Figura 30 ), es una manipuladora telescópica de 3 fases y tamaño normal con un gran alcance. Incorpora un motor Dieselmáx de gran eficiencia y está montada sobre un chasis diseñado para el soporte de cargas y la estabilidad. El motor con montaje lateral JCB se combina con los ejes y la transmisión JCB para garantizar un rendimiento fiable del grupo de engranajes de componentes probados. Permite cambiar de manera instantánea entre tres modos de manejo sencillo, además de ofrecer un radio de giro estrecho y gran maniobrabilidad.

Todas las revisiones diarias, el engrase y los componentes que reciben servicio, pueden ser accedidos a nivel del suelo. Los filtros en un manipulador telescópico para construcción (aceite del motor, aceite hidráulico y combustible) están localizados centralmente para permitir un mantenimiento rápido y fácil.



Figura 30. JCB Telehandler 535-95

Tabla 6.

*Especificaciones de Motor JCB Telehandler*

Motor	
■ Fabricante	JCB
■ Modelo	444
■ Potencia total	61.5 kW
■ Potencia medida en	2200 RPM.
■ Momento de fuerza máximo	308 Nm
■ Momento de fuerza tomado en	1200 RPM.
■ Número de cilindros	4
■ Cilindrada	4.4 l.
■ Aspiración	aspiración natural

El filtro de aire es fácilmente accesible, y su diseño de doble elemento simplifica la limpieza. Sus intervalos de mantenimiento se basan en la escala de 250 horas de operación.

El filtro de aire es fácilmente accesible, y su diseño de doble elemento simplifica la limpieza. Sus intervalos de mantenimiento se basan en la escala de 250 horas de operación, tal como se puede observar en la figura 31.

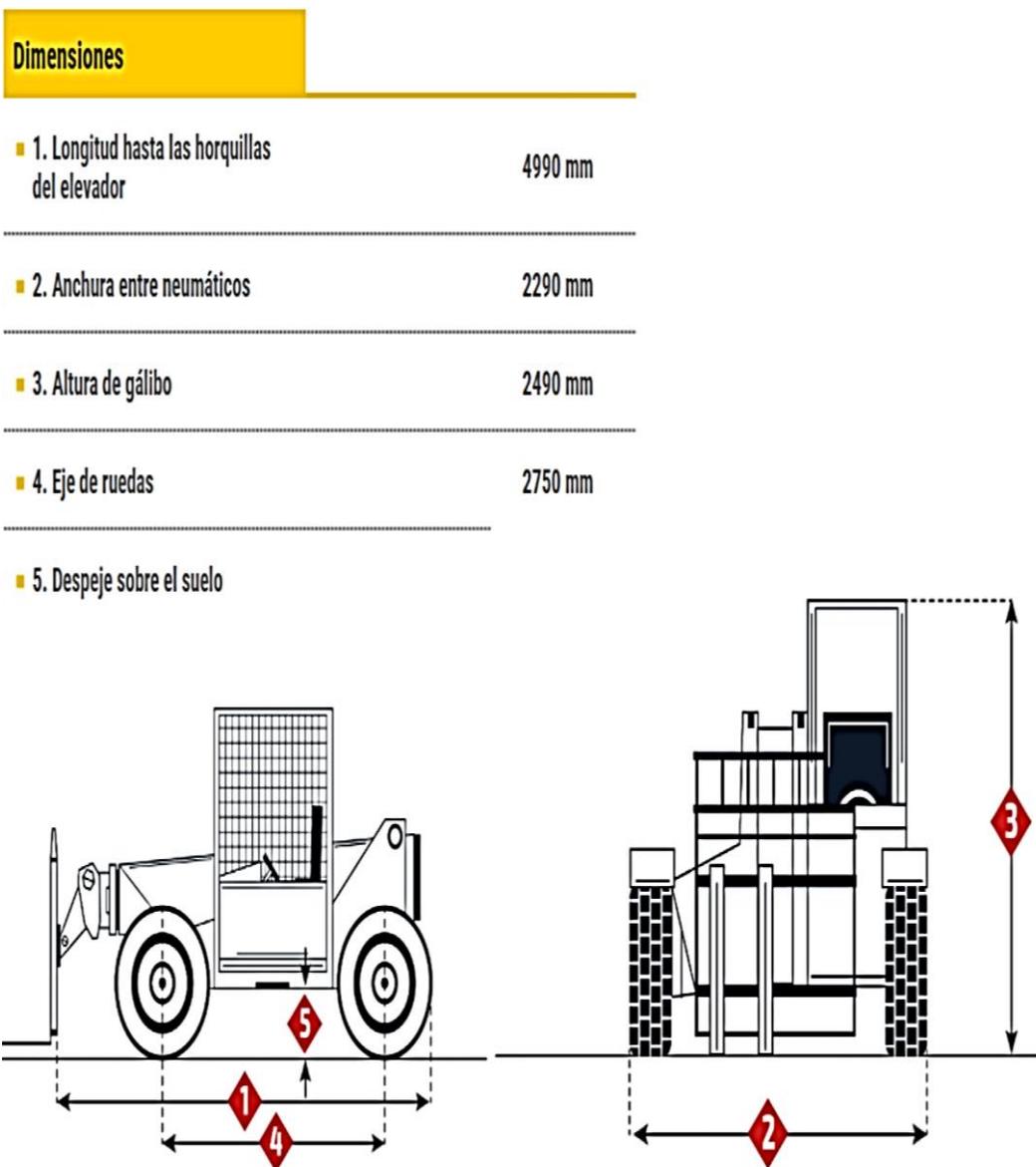


Figura 31. Dimensiones JCB Telehandler

### 3.4.5 JLG 600S Brazo telescópico

La plataforma de brazo telescópico articulado es una grúa que se forma de un brazo capaz de desplegarse y aumentar su longitud. Su capacidad para articular la posición final de la plataforma hace que sean una de las herramientas de trabajo en altura más precisas.

Estas plataformas utilizan la tecnología telescópica para aumentar su alcance de una forma sencilla, además son móviles, por lo que no necesitan de un remolque para llegar a la posición de trabajo, además incluyen todo tipo de sistemas de seguridad para evitar movimientos de la base y otros riesgos. Disponen de una base con dos funciones principales, por una parte, desplazan la maquinaria completa sin necesidad de vehículos auxiliares, por otra, aseguran totalmente la posición en todo tipo de terrenos, garantizando su seguridad, tal y como se observa en la figura 32.



Figura 32. JLG Montacarga Telescópico

Altura de Plataforma	18,36 m
Alcance Horizontal	15,09 m
Giro (continuo)	360°
Capacidad sin restricción	230 kg
Giro de plataforma (hidráulico)	160°
A. Tamaño de plataforma	0,91 m x 1,83 m
B. Anchura total	2,49 m
C. Giro de cola (en posición de trabajo)	1,14 m
D. Altura de almacenaje	2,57 m
E. Longitud total	8,65 m
F. Longitud de almacenaje	8,51 m
G. Distancia entre ejes	2,48 m
H. Distancia al suelo	0,30 m
Peso total <sup>1</sup>	10.800 kg
Presión máxima sobre el suelo	4,70 kg/cm <sup>2</sup>
Carga máxima por rueda	5.354 kg
Velocidad de traslación 4 x 2 x 2	6,8 km/h
Velocidad de traslación 4 x 4 x 2	6,8 km/h
Pendiente superable 4 x 2 x 2	30%
Pendiente superable 4 x 4 x 2	45%
Ruedas	39 x 15-22.5 Rellenas de foam
Oscilación del eje (Opcional)	0,20 m
Radio de giro – interno (Dirección Simple)	2,23 m
Radio de giro – interno (Dirección Doble)	1,40 m
Radio de giro – externo (Dirección Simple)	5,36 m
Radio de giro – externo (Dirección Doble)	2,89 m
Motor diesel Deutz D2011L03	36,4 kW
Capacidad del tanque de combustible	151 L
Tanque de hidráulico	151 L
Alimentación auxiliar	12V DC

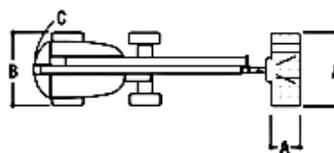
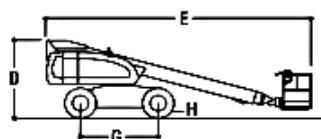
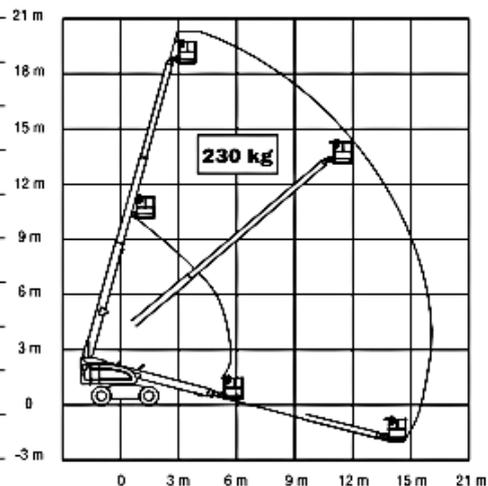


Figura 33. Especificaciones técnicas de brazo telescópico JLG 600S

<sup>1</sup> Ciertas opciones o normativas de cada país pueden aumentar el peso y/o dimensiones.

La cesta es totalmente articulable. Una de las principales ventajas del brazo telescópico articulado es que su posición es muy precisa, haciendo mucho más cómodos los trabajos en altura.

Las plataformas pueden soportar grandes cantidades de peso, resistiendo incluso grandes cargas de material de obra, que pueden rondar hasta los 230 kilos, tal como se puede observar en la figura 33.

### 3.4.6 Montacargas DP100 Caterpillar

La serie de montacargas DP100 de llantas neumáticas proporciona potencia óptima y confiabilidad para enfrentar las aplicaciones de manejo de material más fuertes, cuenta con un poderoso motor de seis cilindros, sus prestaciones son muy adecuadas para las solicitudes que se requieren en la empresa, por ende, es necesario saber sus especificaciones generales que las que se cuenta, las cuales se pueden observar en la tabla 7.

**Tabla 7.**

Especificaciones generales Montacarga DP100 Caterpillar

Carga nominal	<b>10 t</b>	Neumáticos estándar	<b>4x/2SE(L)</b>
Centro de gravedad	<b>1200 mm</b>	Tipo de transmisión	<b>W</b>
Peso	<b>14.77 t</b>	Anchura total	<b>2515 mm</b>
Altura construcción	<b>2915 mm</b>	Radio de viraje	<b>3.99 m</b>
Altura de elevación	<b>4 m</b>	Velocidad con/sin carga	<b>24/29 km/h</b>
Elevar con/sin carga	<b>0.46/0.48 m/s</b>	Bajar con carga	<b>0.46/0.5 m/s</b>
Capac. máx. pend.	<b>38/30 %</b>	Fabr. del motor	<b>Mitsubishi</b>
Modelo de motor	<b>6 D 16</b>	Rendimiento de motor	<b>96.3 kW</b>

Las especificaciones generales pueden ser vistas (Figura 34), no es diferente en cuanto a funciones a cumplir de un montacargas, las principales diferencias son sus dimensiones y capacidad de carga.



Figura 34. CAT Montacargas DP100 10 toneladas

En la figura 35 se observa las especificaciones técnicas de la montacarga DP100 de la marca Caterpillar donde se observa las diferentes dimensiones de la misma para su mejor captación al momento de realizar su el trabajo correspondiente.

Dimensiones			DP100NM		
6	Altura de horquilla máxima (parte superior de la horquilla) <sup>1)</sup>	pulg	mm	121	3,072
7	Altura de horquilla libre <sup>1)</sup>	pulg	mm	2.8	72
8	Horquillas – espesor x largo x ancho <sup>1)</sup>	pulg	mm	2.8x48.0x7.1	72x1,220x 180
9	Espaciamiento de la horquilla – de parte externa a parte externa mínimo / máximo	pulg	mm	18.7 / 79.1	475 / 2,010
10	Inclinación – hacia delante / hacia atrás	grados		15° / 12°	
11	Longitud a la cara de la horquilla	pulg	mm	170	4,310
12	Ancho – con llantas de tracción dobles	pulg	mm	99	2,515
13	Altura – con el mástil descendido <sup>1)</sup>	pulg	mm	121.5	3,087
14	Altura de asiento a SIP	pulg	mm	75.4	1,915
15	Altura – a parte superior de la guarda encima de la cabeza	pulg	mm	119	3,015
16	Altura – con el mástil extendido <sup>1)</sup>	pulg	mm	177	4,486
17	Radio de giro exterior mínimo	pulg	mm	157	4,000
18	Momento de carga constante	pulg	mm	30.3	770
19	Pasillo mínimo – pila de 90° – cero espacio libre sin una carga	pulg	mm	188	4,770

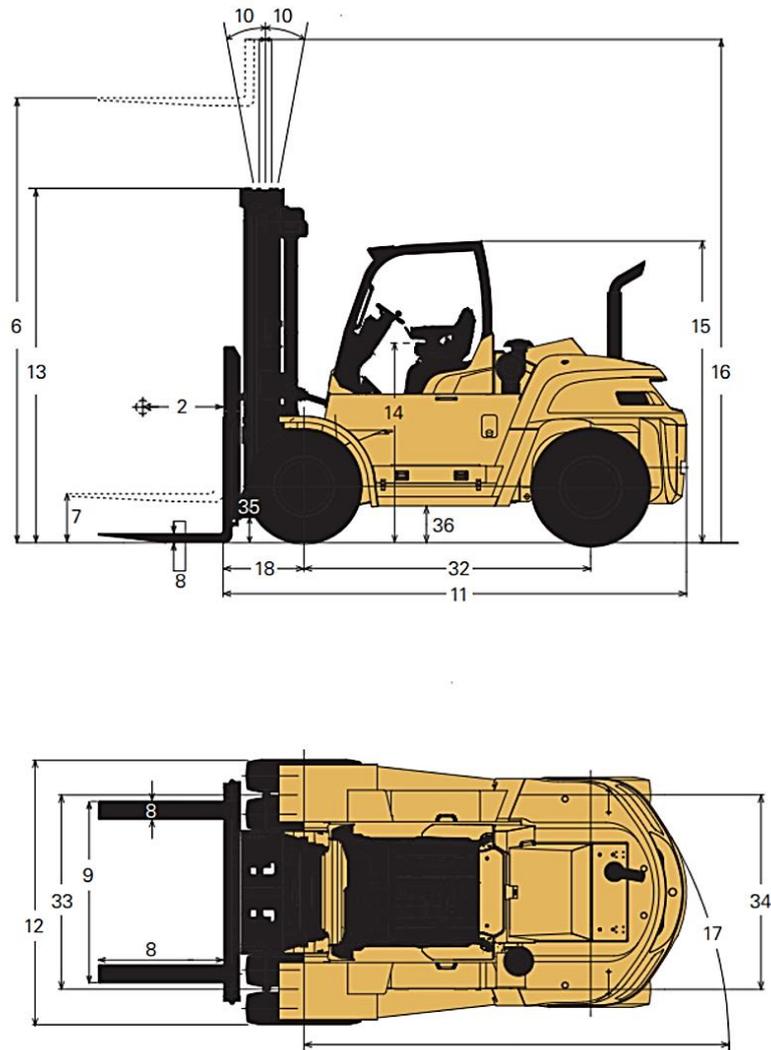


Figura 35. Dimensiones específicas del Montacargas DP100 Caterpillar

### 3.4.7 Montacargas V300 Caterpillar

Este montacargas es uno de los equipos de trabajo más antiguos, no existen registros digitales sobre su mantenimiento, puesto que su fabricación es del año 1994, es de 13 toneladas de capacidad, su mantenimiento no difiere a otros montacargas cuenta con sus puntos de engrase, lubricación y reemplazo de fluidos, la diferencia es que sus intervalos de mantenimientos son cada 200 horas.

**Tabla 8.**  
Dimensiones montacarga V300

Dimensiones	
Peso operativo	5239 Kg
A. Largo a la cara de la horquilla	251 cm
B. Ancho total	118 cm
C. Altura con el mástil abajo	212 cm
D. Distancia entre ejes	157.5 cm
E. Distancia libre de piso a máquina	10 cm
F. Altura a la parte superior de la protección	220.5 cm
G. Altura máxima de la horquilla	305 cm
H. Punta del Mástil adelante	5 grado
I. Punta del mástil atrás	10 grado
Radio de giro	223.5 cm
Número de ruedas adelante	2
Número de ruedas atrás	2
Tipo de llanta	Cushion
Velocidad máxima	19.5 Km/h
Desplazamiento de motor	4.3 Lt
Marca de motor	G.M
Medición de Torque	1200 rpm
Modelo	V6
Potencia	92.5 Hp
Revoluciones del motor	2450 rpm
Tipo de combustible	Gas
Torque	220 Lb ft
Capacidad de carga	3500 Kg
Carga central	50 cm
Máxima extensión de la horquilla	104.14 cm
Velocidad de bajada	29.9 m/min
Velocidad de elevación	34.1 m/min



Figura 36. Montacargas V300

### 3.5 Flujo de proceso para el mantenimiento de maquinarias

Un flujo de procesos determina el actuar de una persona dentro de un área determinada, en este caso el taller de Andipuerto S.A, no cuenta con un proceso estrictamente definido, es decir el proceso o flujo de trabajo se realiza en base a funciones y roles de personal, en el cual se ha ido definiendo de manera evolutiva.

Como se puede apreciar (Figura 37), el inicio de un proceso de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo inicia con el operador, en este caso es quien notifica, que la maquinaria ha cumplido con las horas de trabajo, es decir existe el intervalo de horas necesario para el mantenimiento preventivo en caso de ser algo de rutina, en caso de malfuncionamiento el cual deje inoperativa la máquina es necesario coordinar la reparación, debido a que son maquinarias que trabajan en horarios de casi 24 horas, debido a su función.

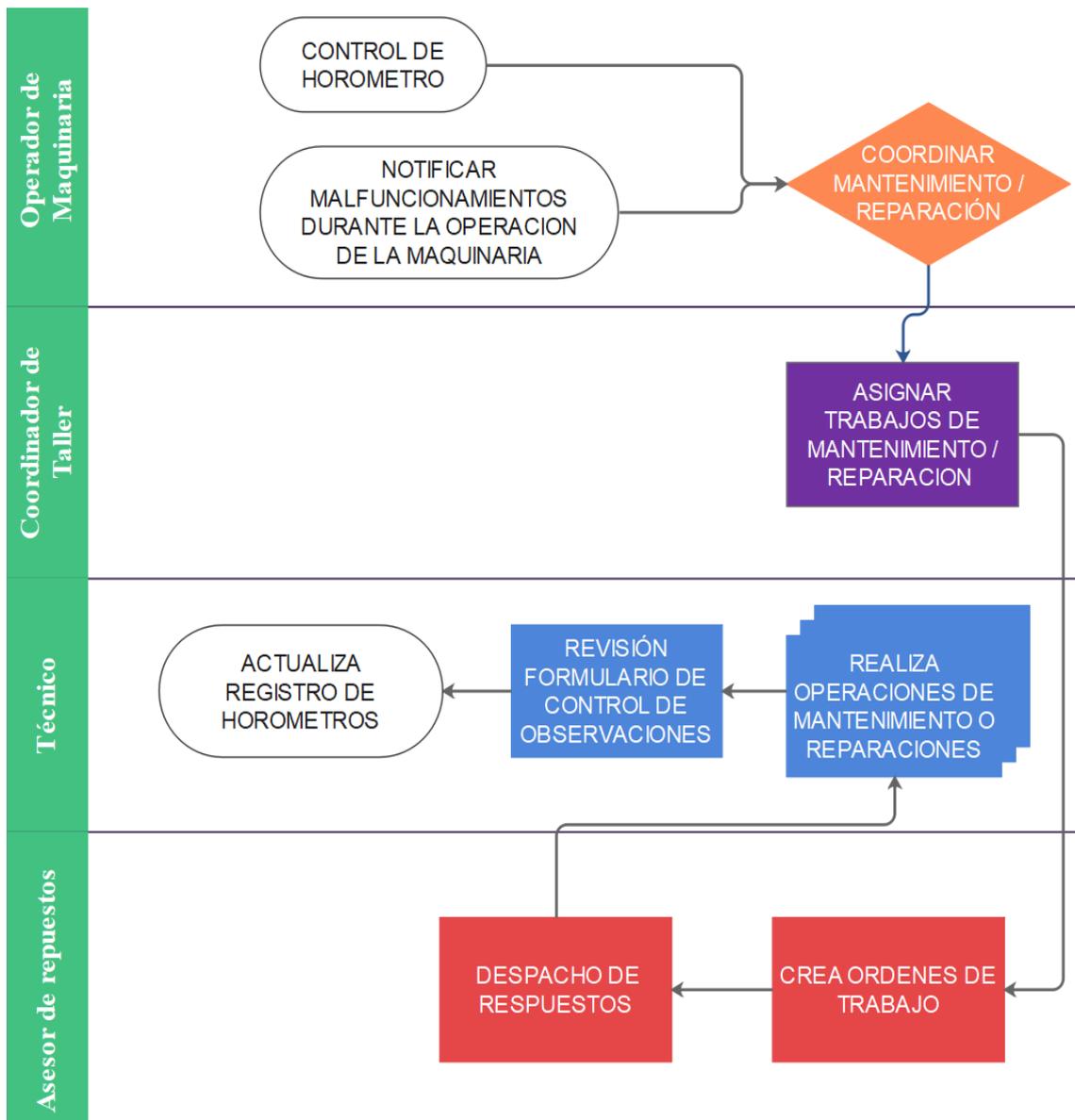


Figura 37. Proceso de mantenimiento en base al personal.

El controlador de taller es quien coordina los mantenimientos y reparaciones, el técnico es quien realiza la operación técnica, además de llenar el formulario de control de maquinaria el proceso finaliza con el técnico.

### 3.6 Dimensiones y áreas del taller

Las dimensiones del área que tiene la empresa Andipuerto de su taller son 14 x26x44x40 m, respectivamente como se puede apreciar en la figura 38, donde esta área está dispuesta para los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo para las diferentes maquinarias que se tienen para brindar el servicio de transporte, carga y descarga de mercadería de contenedores en el puerto.

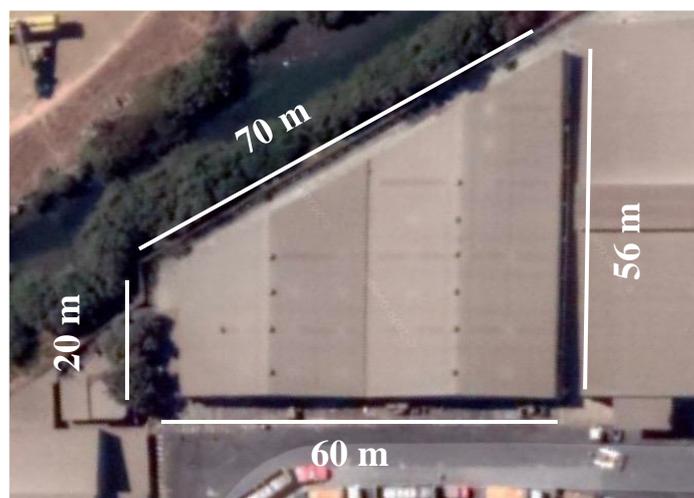


Figura 38 Espacio físico de talleres Andipuerto

Rigiendo se por las medidas establecidas en la figura 38, se estipula que se tiene un área total de 1.800 m<sup>2</sup>. El área de taller consta con varias subáreas, las cuales son: La bodega de repuestos, el centro de acopio, los baños para los técnicos, un cuarto de descanso para los técnicos, una bodega de repuestos para herramientas especiales, una bahía de lavado de piezas automotrices, sector de bahías de trabaja o para darles mantenimiento preventivo y correctivo, y una bahía de mantenimiento especial, todas estas áreas se pueden apreciar en la figura 39, la cual muestra cómo está distribuida.

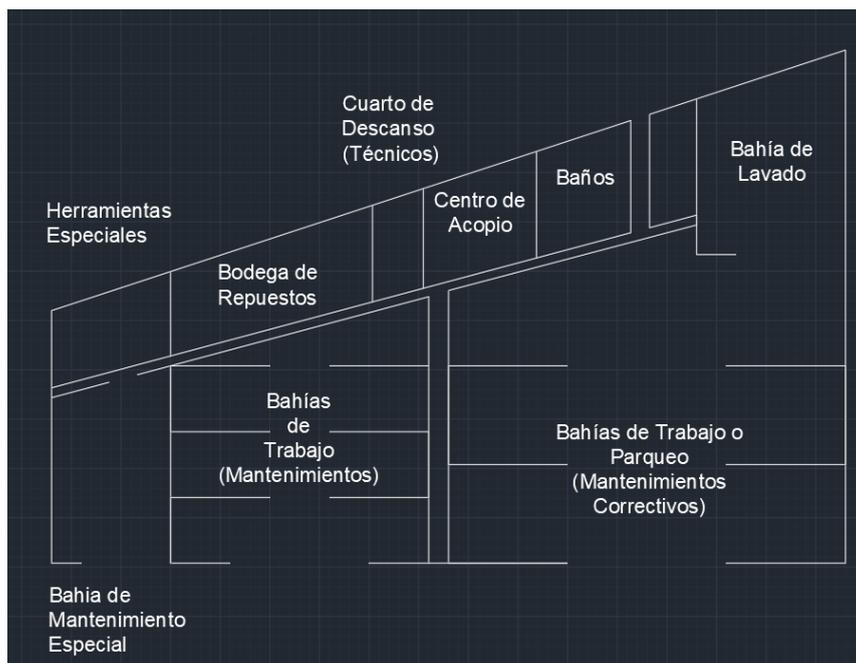


Figura 39 . Delimitación de áreas de talleres Andipuerto

## CAPITULO IV

### ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTOS DE MAQUINARIAS EN ANDIPUERTO

#### 4.1 Andipuerto S.A

La empresa Andipuerto Guayaquil S.A. ganó la licitación emitida por las Autoridades Portuarias de Guayaquil a partir del año 1999 para la concesión de Terminal de gráneles secos y usos múltiples por 25 años con derechos exclusivos para el manejo de carga a granel/grano. La terminal también puede operar carga general, acero y contenedores. La herramienta principal con la que cuenta la empresa son la maquinaria pesada y equipo caminero.



Figura 40. Captura de video comercial con maquinaria en Andipuerto. (Andipuerto Guayaquil S.A., 2015)

Ubicado dentro del puerto principal de Guayaquil, llamado "Puerto Nuevo", cubre un área en el extremo este del puerto, con fácil acceso a la ciudad y conectado a las principales carreteras del país.

Andipuerto Guayaquil S.A. es la terminal de gráneles secos más grande de Ecuador con una capacidad de almacenamiento de 360,000 TM. Ofrece niveles de frente a buques similares en otra terminal.

#### **4.2 Flujo de proceso para mantenimientos en general**

El nuevo proceso para mantenimientos inicia con el operador ingresando la maquinaria a taller, luego de eso se procede a generar una orden de trabajo para que se tenga todo lo necesario estipulado en un documento que es lo que se va a realizar posteriormente, para esto se debe constar con la aplicación para llevar el control correcto de los mantenimientos de la flota, además se requiere solicitar los repuestos, insumos, y otros elementos necesarios para poder realizar el trabajo correctamente, en donde participa el asesor de repuestos.

Finalmente, luego de haber cumplido con lo requerido en la orden de trabajo, se actualiza en el sistema y el coordinador de taller realiza la inspección técnica de la maquinaria para dar el visto bueno, proceder a que la maquinaria se ponga en marcha nuevamente, de esta forma se cumple el ciclo y así se vuelve a repetir, tal y como se puede observar en la figura 41.

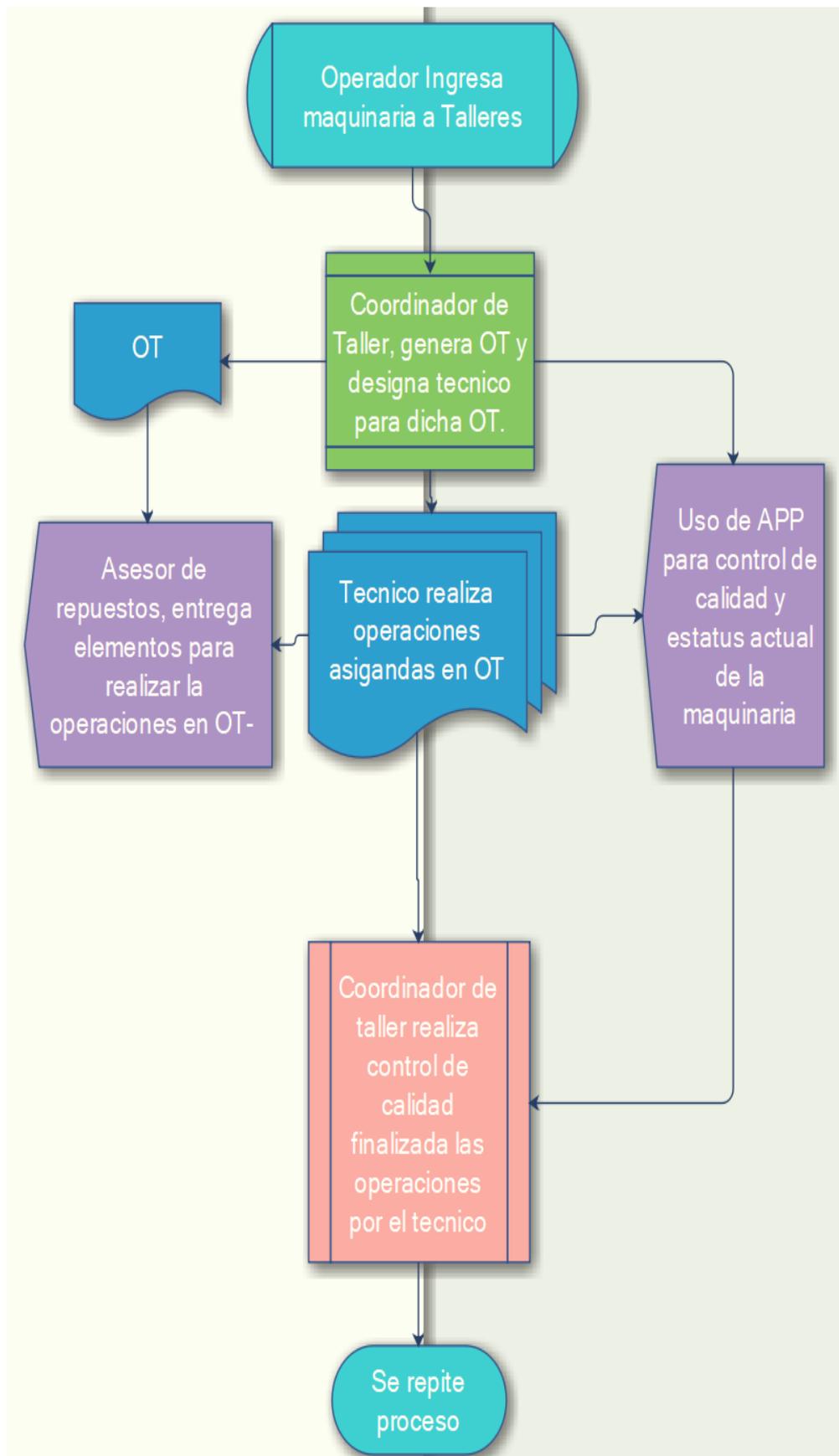


Figura 41. Nuevo proceso general de mantenimientos en Andipuerto.

Existiendo una notificación previa al controlador de taller, el coordinador de taller se encarga de generar la orden de trabajo, ya sea para mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo, posterior a esto asigna la orden de trabajo a un técnico para que realice las operaciones mecánicas necesarias y solicitadas, la implementación de una app de control digital para realizar un check list final.

#### **4.2.1 Flujo de procesos de mantenimiento preventivo**

Para realizar un mantenimiento preventivo lo primero que se debe hacer es revisar la planificación y ver lo programado, ya que este tipo de mantenimiento se lo planifica para poder realizarlo efectivamente, ya que las maquinarias que se le va a realizar dicho mantenimiento no puede detenerse, solo cuando hay horas de descanso, en la cual se aprovecha para realizar el mantenimiento preventivo correspondiente, con esta información obtenida se procede a realizar la orden de trabajo, la cual se le da al técnico encargado para que proceda ir a la bodega y solicite el aceite y filtros que necesitara para realizar el mantenimiento.

El técnico procede a cambiar el aceite y los filtros correspondientes a la maquinaria, después procede a llenar una hoja de bitácora para llevar un registro de los mantenimientos que se realizan y a su vez un control para no forzar a la máquina, ya que estas maquinarias por sus prestaciones trabajan sin parar y los mantenimientos se los lleva por medio de horas trabajadas, por ello luego de llenar la bitácora se procede a ingresar al sistema que el mantenimiento fue realizado para que vuelva a ver el conteo y programe el siguiente de acuerdo a las horas que se establecen en el contrato de alquiler de las maquinarias, tal y como se puede observar en la figura 42.

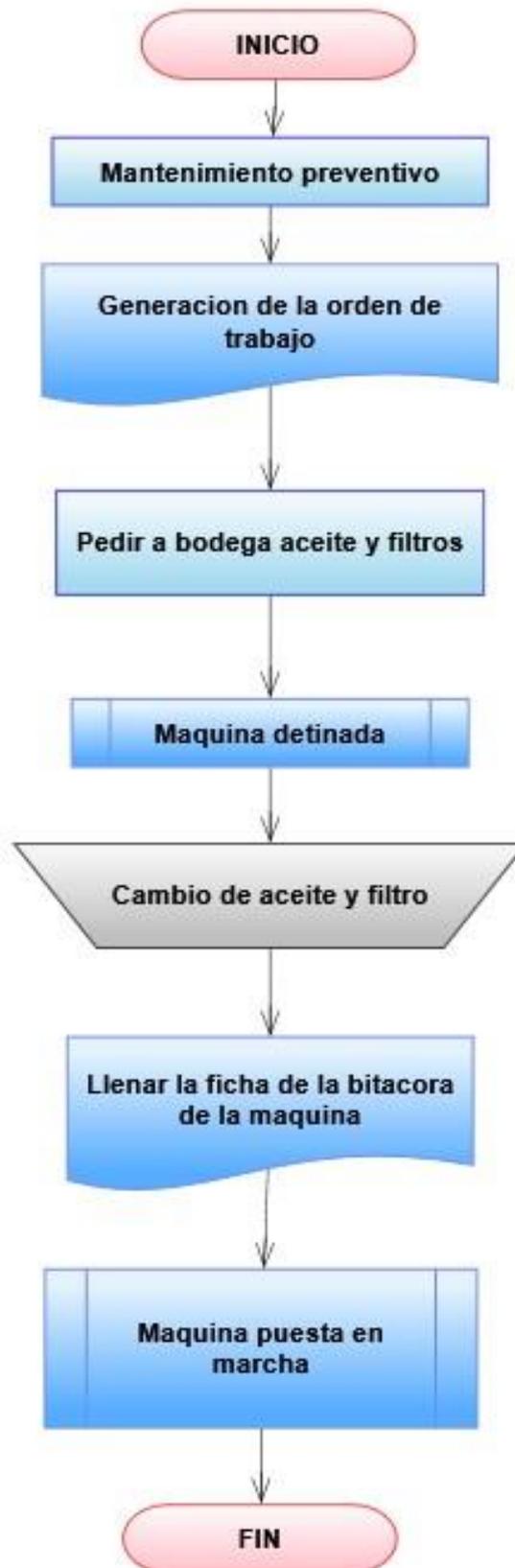


Figura 42. Nuevo proceso de mantenimiento preventivo en Andipuerto.

#### **4.2.2 Flujo de procesos de mantenimiento correctivo**

Cuando se va a realizar un mantenimiento correctivo, en primera instancia se conoce que estos fallos son imprevistos por lo cual no se puede pre ver estos, por ende, en el momento que produce un problema se procede a llamar al técnico para que se acerque al lugar donde la maquinaria tuvo el inconveniente, en este caso el técnico se acerca con herramientas básicas para dar solución inmediata si es que amerita, como por ejemplo, algún ajuste, daño de cañería o manguera que se haya salido o este rota, pero caso contrario se procede a trasladar la maquinaria al taller de Andipuerto.

Estando dentro del taller se genera una orden de trabajo para que el técnico proceda a reparar el fallo, el cual por consiguiente se acerca a la bodega para constatar que se encuentre el repuesto o los repuestos necesarios para realizar dicho mantenimiento correctivo, aquí se encuentra dos casos particulares, en el cual el primero, si es que no hay existencia del repuesto en bodega se procede a realizar un pedido al proveedor, el cual suele ser lo común de las demoras ya que algunos repuestos no se encuentran y hay que importarlos por el tipo de maquinarias que se tiene en adquisición, caso contrario se procede a ejecutar la reparación, donde la maquinaria queda en stand-by hasta que esté totalmente funcionando para poder integrarse nuevamente a sus operaciones habituales, tal y como se puede apreciar en la figura 43.

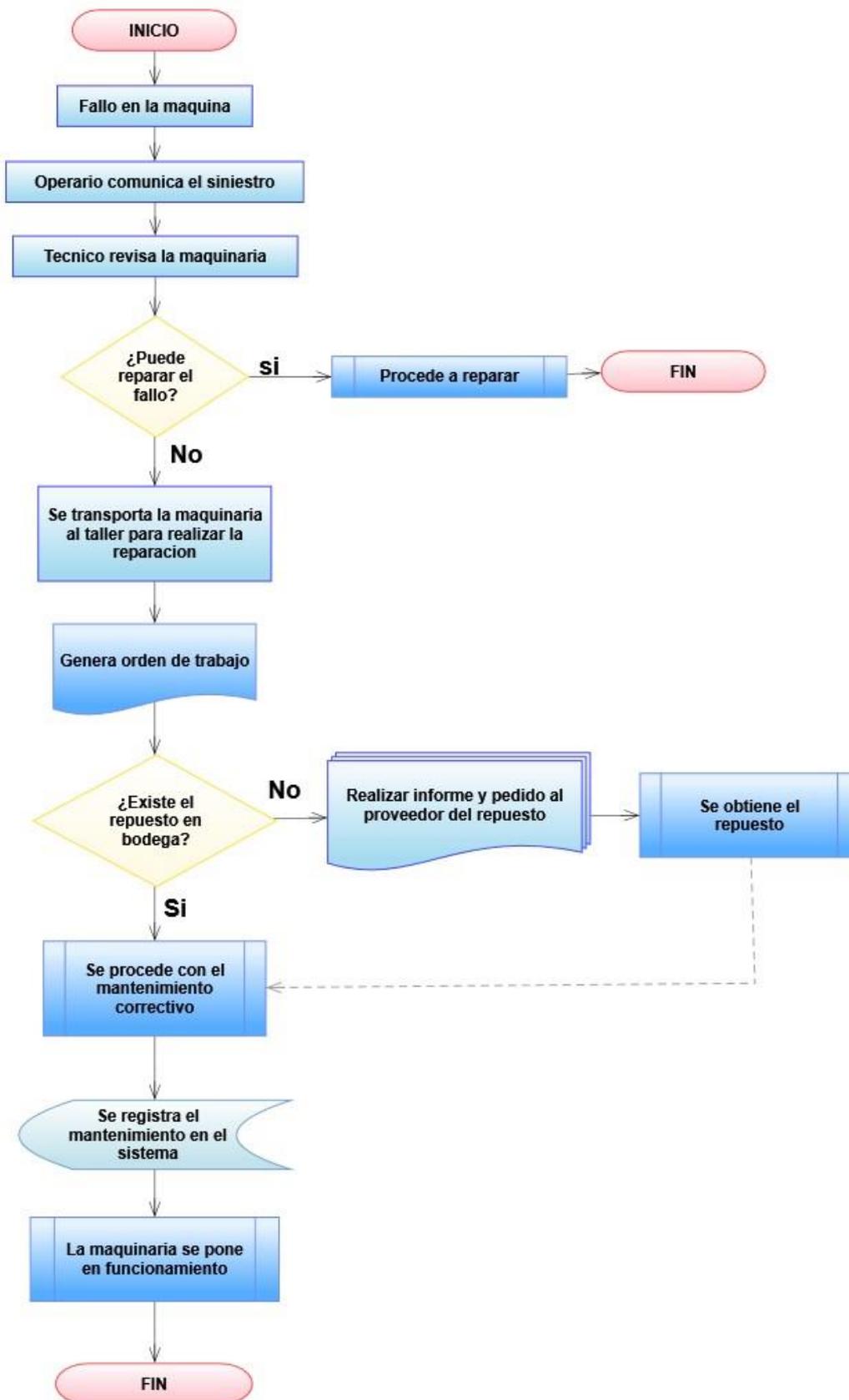


Figura 43 .Nuevo proceso de mantenimiento correctivo en Andipuerto.

### 4.2.3 Flujo de procesos de bodega

Para realizar un requerimiento de repuestos debe cumplirse un proceso el cual se estipula en la figura 44.

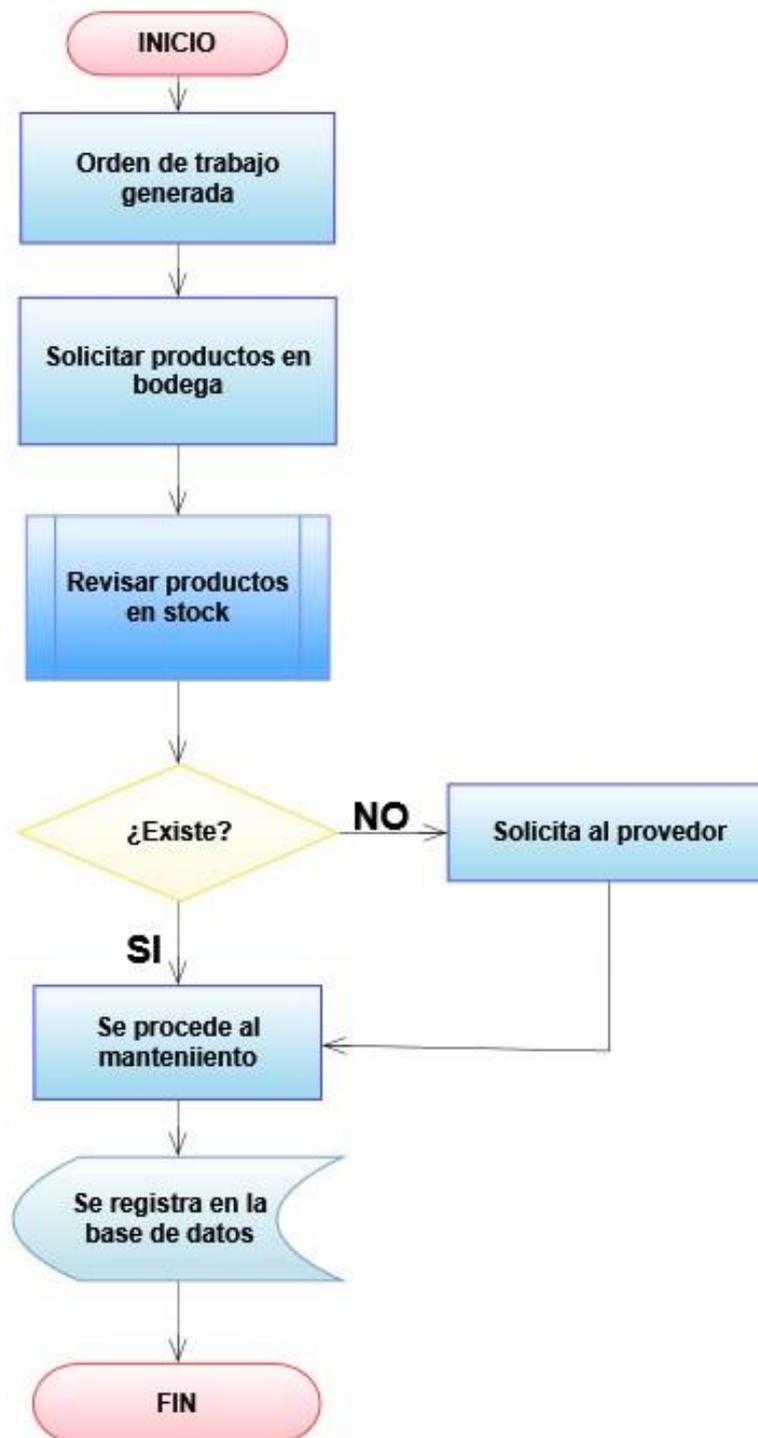


Figura 44 . Nuevo proceso de bodega en Andipuerto.

### 4.3 Verificación de seguridad maquinaria

Es obligación del operador antes de iniciar una jornada de trabajo con maquinaria pesada, realizar un control e inspecciones visuales de los principales sistemas de la maquinaria a operar, además de llenar una lista de verificación y observaciones, cabe resaltar que las siglas corresponden a OK, quiere que decir que dicho elemento o sistema se encuentra en buen estado, “NC”, necesita corrección con lo cual se indica que el elemento o sistema presenta una falla, y por ultimo “NT”, no tiene lo cual varía dependiendo del equipo, un ejemplo como se puede ver en la figura 45.



INSPECCIÓN REALIZADA POR		:							
CARGO		:							
FECHA				HORA:					
PLACA ÚNICA				REVISIÓN TÉCNICA					
<b>CÓDIGO DE ESTADO : B = Bueno R = Regular M = Malo NC = No Cuenta D = Deteriorado F = Falta</b>									
<b>Q = Quebrada T = Trizado</b>									
	SI	NO	ESTADO	cargar con "x" lo que corresponda			SI	NO	ESTADO
<b>LUCES</b>				CINTURONES SEGURIDAD					
LUCES CARROCERIA TRASERA				RELOJES INDICADORES					
LUCES DE FRENOS				LIMPIA PARABRISAS					
LUCES DE PLACA UNICA				NIVELES ACEITE HIDRAULICO					
LUCES DE RETROCESO				CONOS / CUNA DE MADERA					
LUCES DE VIRAJE DELANTERAS				NIVELES AGUA RADIADOR					
LUCES DE VIRAJE TRASERAS				NEUMATICO DELANTERO					
LUCES ESTACIONAMIENTOS DELANTERA				NEUMATICO TRASERO					
LUCES ESTACIONAMIENTOS TRASERAS				CUENTA CON LICENCIA AL DIA					
LUCES FIJAS TRASERAS				CUENTA CON EPP					
LUCES ESTACIONAMIENTOS DELANTERA				PERNO DE RUEDAS					
<b>GENERAL</b>				NIVELES ACEITE MOTOR					
RADIO TRANSMISION				BITACORA					
BOCINA									
TRIANGULO				NEUMATICO TRASERO					
GATA				VIDRIO LATERAL DERECHO					
LLAVE DE RUEDA				VIDRIO LATERAL IZQUIERDO					
BARRA ANTIVUELCO				ESPEJO RETROVISOR IZQUIERDO					
ESLINGAS				ESPEJO RETROVISOR DERECHO					
ESTROBOS									
EXTINTOR PQS 06 KG									
ALARMA DE RETROCESO									
LIMPIEZA EXTERIOR									
ESPEJO RETROVISOR INTI DERECHO									
<b>OBSERVACIONES:</b>									



<b>Identificación del equipo:</b>	<b>Patente:</b>
<b>Marca y/o modelo:</b>	<b>Nº Interno:</b>
<b>Empresa:</b>	<b>Equipo chequeado por:</b>
<b>Conductor/Operador:</b>	

necesita Corrección <b>NT</b> : No Tiene			
DESCRIPCION	OK	NC	NT
Sistema de Luces (bajas, altas, estacionamiento, freno, intermitentes, etc)			
Sistema de Frenos (estacionamiento, servicio, etc)			
Vidrios (parabrisas, laterales, etc)			
Fugas de Aceite (hidráulico, motor, etc)			
Sistema de Dirección			
Llave de Ruedas , Gata, Cuñas, Triangulos.			
Alarma de Retroceso			
Espejos Retrovisores			
Extintores.			
Botiquin.			
Funcionamiento de Accesorios Adicionales (limpia parabrisas, calefacción)			
Cinturones de Seguridad			
Baliza			
Estado de los Neumáticos (delanteros, traseros, repuesto)			
Camiones Tolvas (ganchos del portalón)			

Figura 45. Hoja check list

#### 4.4 Operación de equipo

Como se ha visto anteriormente los parámetros de seguridad, se puede proceder a la correcta operación del montacargas, siempre hay que tener en cuenta las inspecciones y controles diarios que se deben realizar antes de operar dicha maquinaria.

##### 4.4.1 Control de calidad

Las herramientas digitales han permitido que los procesos que antes se realizaban a mano, sean más rápidos, más eficientes y por ende aumenta productividad, la creación de aplicaciones como en este caso, de una aplicación, con la cual podemos recibir el vehículo digitalmente a través del teléfono y por ende proceder a generar una orden de

trabajo de manera mucho más rápida, inclusive con la hoja de recepción el cliente nos aprueba el trabajo y disminuye considerablemente el tiempo de recepción.

Como se puede observar (Figura 46), un proceso de check list con información de la OT o número de identificación de la maquinaria, sería un proceso más sencillo, fácil de realizar.

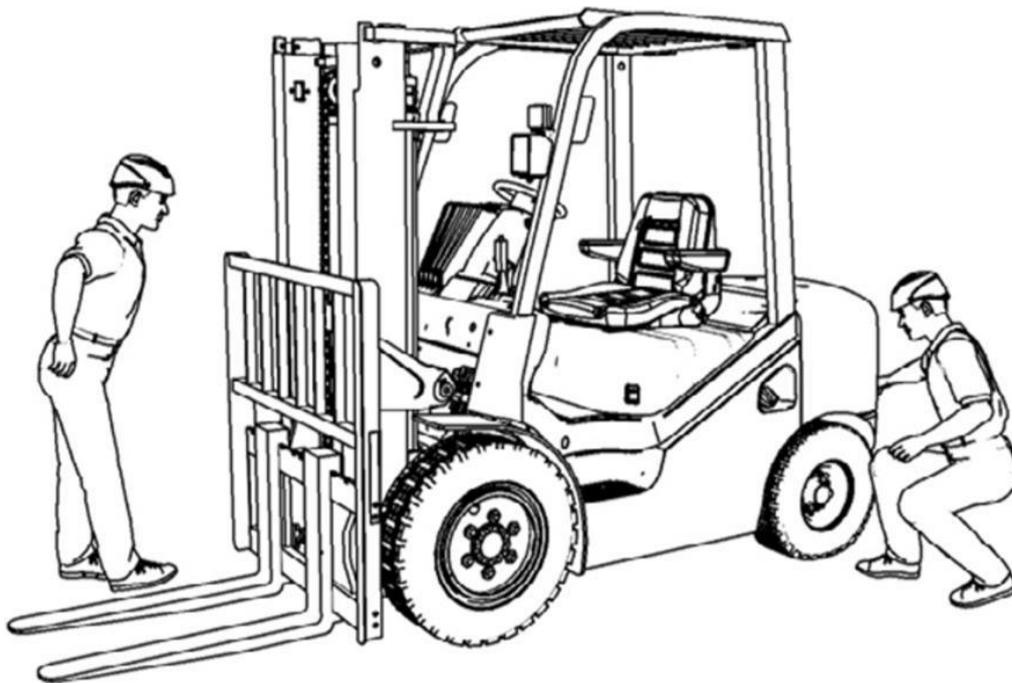


Figura 46 . Verificación de seguridad de maquinaria

#### **4.5 Aplicación móvil de control de maquinaria**

La elección del desarrollo de una aplicación digital fue en Power Apps (Figura 47), básicamente permite un desarrollo práctico y en los temas de estética y funcionamiento permiten ahorrar tiempo debido a que el desarrollo de una aplicación requiere conocimiento básico a diferencia de las aplicaciones convencionales que requieren el aprendizaje de lenguajes de programación y parámetros más complicados.

### 4.5.1. Desarrollo de la aplicación

La elección del desarrollo de una aplicación digital fue en Power Apps (Figura 47), básicamente permite un desarrollo práctico y en los temas de estética y funcionamiento permiten ahorrar tiempo debido a que el desarrollo de una aplicación requiere conocimiento básico a diferencia de las aplicaciones convencionales que requieren el aprendizaje de lenguajes de programación y parámetros más complicados.

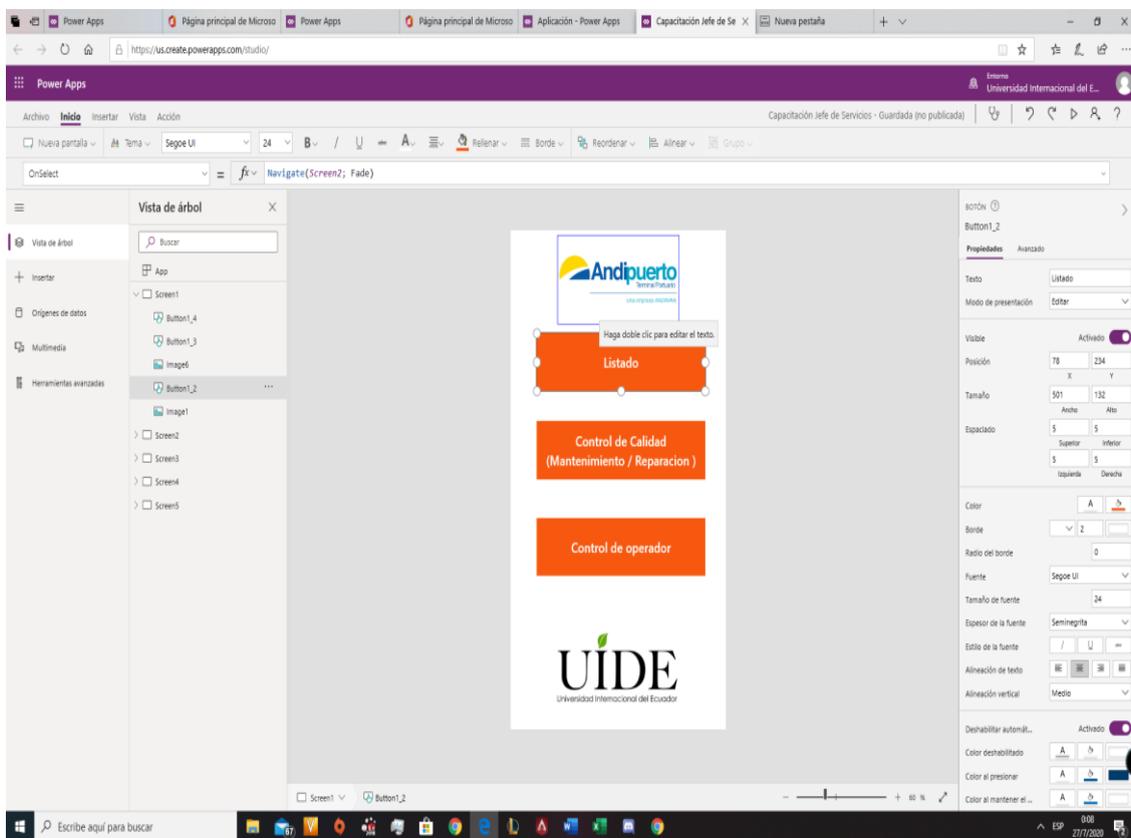


Figura 47. Área de trabajo de Aplicación

El lenguaje de programación es un elemento de conocimiento básico en el desarrollo de aplicaciones, pero requiere de un proceso de aprendizaje se escogió Power Apps como plataforma de desarrollo pues no es necesario un extenso conocimiento códigos o lenguaje de programación para poder desarrollar una aplicación, pues se

simplifica ya que es necesario solo conocer un listado básico de códigos de programación además de conocer el área de trabajo.

Otra ventaja es la metodología de desarrollo pues esta se basa más en un entorno de trabajo visual, no se desarrolla la funcionalidad y la estética de la aplicación de manera independientes, sino que son simultaneas a medida que se desarrolla la aplicación se puede dar los detalles estéticos al mismo tiempo, como se observa en la figura 48.



Figura 48. Página de inicio de aplicación

Los temas estarán dispuestos de forma concreta y en síntesis pues no se desea crear páginas de texto, pues será de la manera más interactiva posible, recordando que es a un cliente que se le está impartiendo la información, la estética de la aplicación es simple y funcional, costa de un fondo blanco, tal y como se puede observar en la figura 49.

Codificación	Descripción de maquinaria	Estado	Operador	Tecnico	Observaciones adicionales
C30-01	Cabezal Kalmar (Camión)	OPERANDO			
C30-02	Cabezal Kalmar (Camión)	OPERANDO			
C30-03	Cabezal Kalmar (Camión)	PARALIZADO			
C30-04	Cabezal Kalmar (Camión)	OPERANDO			
C30-05	Cabezal Kalmar (Camión)	OPERANDO			
C30-06	Cabezal Kalmar (Camión)	MANTENIMIENTO			
150-01	Montacarga Caterpillar (15 T)	OPERANDO			
150-02	Montacarga Caterpillar (15 T)	OPERANDO			
150-03	Montacarga Caterpillar (15 T)	MANTENIMIENTO			
P330000-01	Montacarga Caterpillar (15 T)	OPERANDO			
P330000-02	Montacarga Caterpillar (15 T)	PARALIZADO			
P330000-03	Montacarga Caterpillar (15 T)	OPERANDO			
P330000-04	Montacarga Caterpillar (15 T)	OPERANDO			
P330000-05	Montacarga Caterpillar (15 T)	MANTENIMIENTO			
V300-1	Montacarga Caterpillar (13 T)	OPERANDO			
V300-2	Montacarga Caterpillar (13 T)	PARALIZADO			
GP-40-01	Montacarga Caterpillar (4 T)	OPERANDO			
GP-40-02	Montacarga Caterpillar (4 T)	OPERANDO			
DP25	Montacarga Caterpillar (2 T)	OPERANDO			
DCD250	Montacarga KALMAR (25 T)	OPERANDO			
DP100-01	Montacarga Caterpillar (13 T)	OPERANDO			
DP100-02	Montacarga Caterpillar (13 T)	MANTENIMIENTO			
PAYL 938G-01	Pala cargadora Caterpillar	OPERANDO			
PAYL 938G-02	Pala cargadora Caterpillar	MANTENIMIENTO			
BAÑERA -01	Bañera Candalejo (35 T)	OPERANDO			
BAÑERA -02	Bañera Candalejo (35 T)	OPERANDO			
BAÑERA -03	Bañera Candalejo (35 T)	OPERANDO			
BAÑERA -04	Bañera Candalejo (35 T)	OPERANDO			
BAÑERA -05	Bañera Candalejo (35 T)	OPERANDO			
BAÑERA -06	Bañera Candalejo (35 T)	OPERANDO			
JS205 EXC	Excavadora marca JCB	OPERANDO			
TH 535-95	Montacarga Telescópico marca JCB	OPERANDO			
TRA D5G-01	Tractor Oruga Caterpillar	MANTENIMIENTO			
TRA D5G-02	Tractor Oruga Caterpillar	OPERANDO			
TRA D5G-03	Tractor Oruga Caterpillar	MANTENIMIENTO			
262C	Mini cargadora Caterpillar 262C	MANTENIMIENTO			

Figura 49. Creación de App con base de datos de Excel 1

La creación de aplicaciones se basa en lenguajes de programación, y sus codificaciones, lo cual requiere de conocimiento especializado, hoy en día herramientas digitales como Power Apps permiten desarrollar aplicaciones con un bajo conocimiento en lenguaje de programación, esto no quiere decir que no sea necesario, puesto que la complejidad de la aplicación a crear depende también de lenguaje de programación, solo que

Power Apps permite el uso de comandos desde menús desplegados algo que se puede comparar con un hoja de trabajo de Excel o Word.

Para empezar, se toma una base de datos creada en Excel la cual cuenta con una lista completa de maquinarias, su codificación y descripción, estado dentro de las instalaciones los cuales son 3 operando, paralizado o en mantenimiento, la primera indica que dicha maquinaria se encuentra en uso, la segunda significa que dicha maquinaria esta estacionada y no se encuentra en uso, puede ser por que requiera reparación o tenga algún repuesto en tránsito.

Se resalta que existe 3 casillas adicionales para complementar la información las cuales son el operador, el técnico y finalmente las observaciones adicionales.

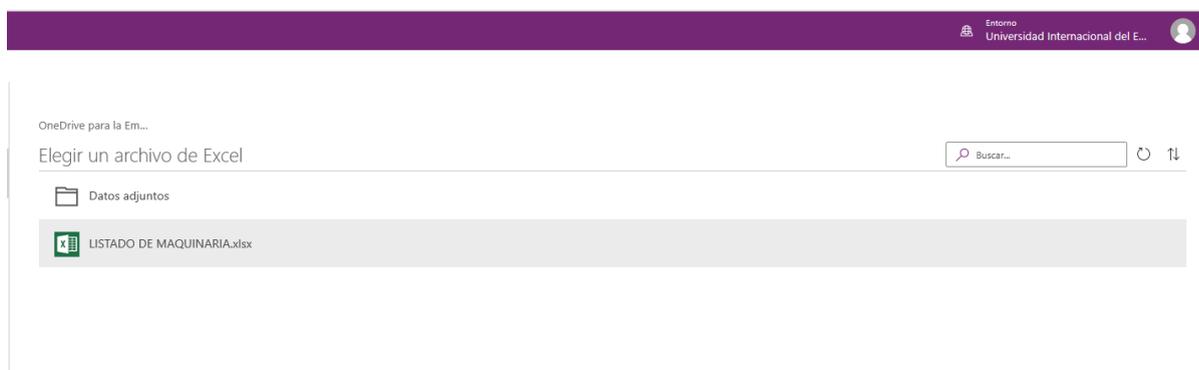


Figura 50. Creación de App con base de datos de Excel 2

En Power Apps se escoge la opción de crear una aplicación con una base de datos existentes (Figura 51), se observa el nombre del archivo el cual posteriormente se transformará en una aplicación base.

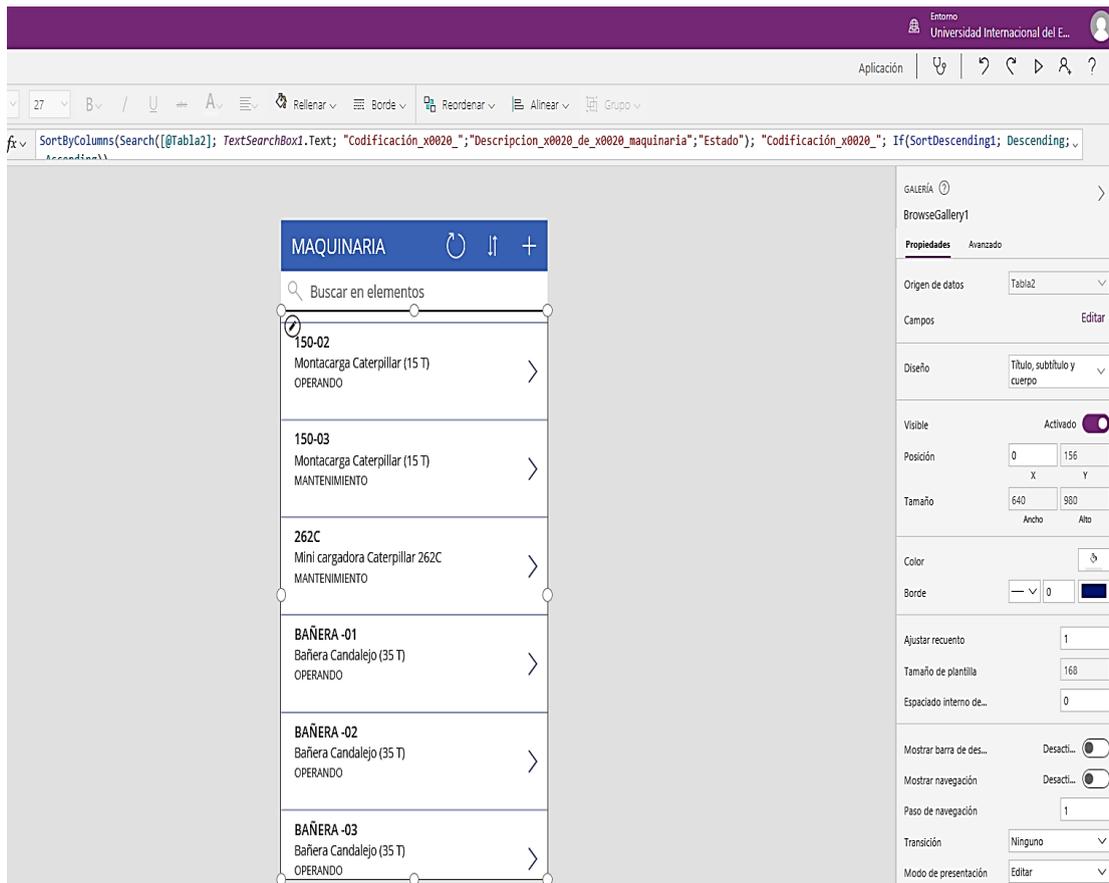


Figura 51. Creación de App en Powerapps

Como se puede observar en la figura 52 se muestran las maquinarias con su codificación y su descripción, el estado, el operador y el técnico, todos estos datos sirven para llevar un registro y a su vez un control de las maquinarias para posteriores mantenimientos.

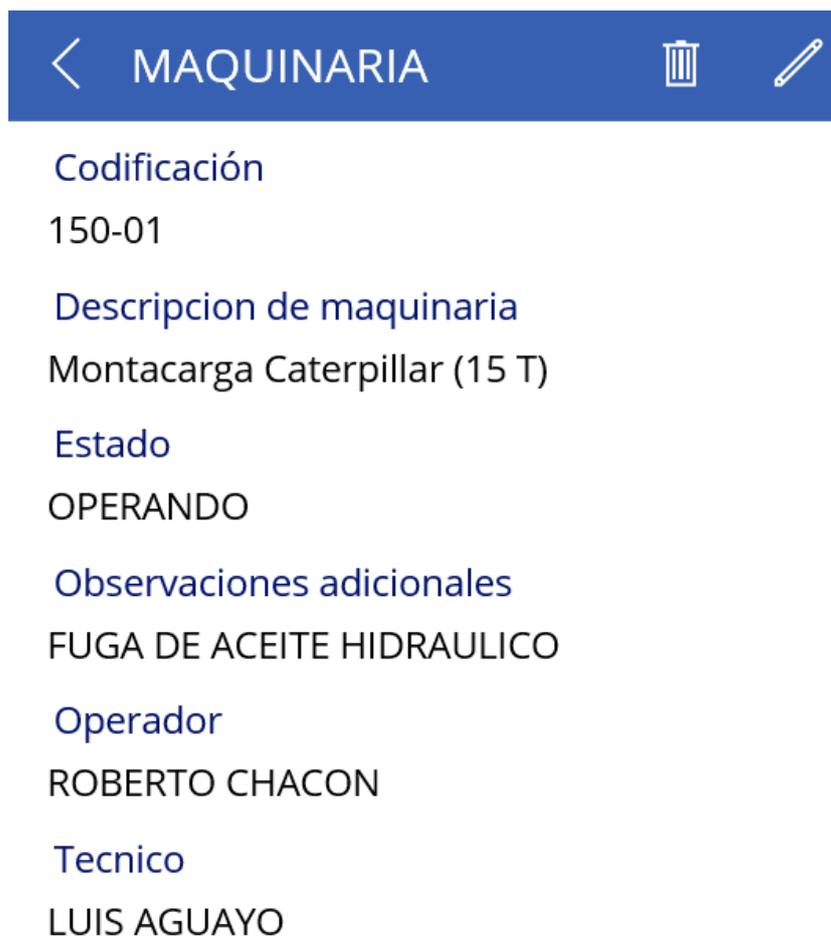


Figura 52. App de listado de maquinaria

Obviamente se tiene la opción de edición de los diferentes rubros que, nombrados con anticipación, por el motivo que el jefe o el administrador necesita llevar el control de los diferentes tipos de mantenimiento, por ende esta aplicación es muy útil para los registros en general, y la gestión de la entrada y salida de maquinaria pesada en la empresa ANDIPUERTO en cuestiones de mantenimientos preventivos y correctivos de acuerdo al caso con que fueron emitidas las ordenes de trabajo por el técnico, tal como se puede observar en la figura 53.

✕ EDICION DE ESTADO ✓

Codificación

150-01

Descripcion de maquinaria

Montacarga Caterpillar (15 T)

Estado

OPERANDO

Observaciones adicionales

FUGA DE ACEITE HIDRAULICO

Operador

ROBERTO CHACON

Tecnico

LUIS AGUAYO

Figura 53. Edición de maquinaria

## CONCLUSIONES

Se planteó una mejora continua en los procesos que, ayudó dentro de la operación del taller mecánico de maquinaria pesada, se mejoraron en base al establecimiento de protocolos de acciones basados en el personal de servicio del taller, al definir acciones fijas delimita la acción del personal y permite una mejor realización del trabajo, además de tener en cuenta el tipo de mantenimiento y operación a realizar, pues las maquinarias entran en mantenimiento en intervalos de cada 250 horas de funcionamiento.

Se estableció mejoras como la definición de roles de trabajo, mediante flujo y protocolos definidos, en conjunto con el uso de herramientas digitales, las cuales permiten un mejor seguimiento de las maquinarias, pues son equipos que están funcionando 24 horas al día, 7 días a la semana, de igual manera el taller funciona en el mismo horario, y tener a la mano información sobre el estatus real de las maquinarias permite visualizar y planificar los trabajos necesarios para su reparación.

La elaboración del plan de gestión fue basada en sus principios básicos de la gestión de calidad total desde el análisis inicial, del proceso del taller, hasta las herramientas de control y seguimiento.

## RECOMENDACIONES

Si se quiere profundizar en factores de calidad tienen que analizarse de manera específica como en factores internos como lo son los procesos técnicos de trabajo (Internamente del taller) en conjunto con los procesos externos como la importación de repuestos o el uso de servicios de terceros pues se logra obtener muchos más factores para un posterior análisis y por ende mejoras a largo plazo.

De igual manera los parámetros de calidad son internos y externos, los externos como los clientes se pueden medir a través de métodos más simples y rápidos, pero los parámetros de medición interna generan más impacto en cuanto a mejora en factores de calidad, pero demandan más tiempo y metodologías más complicadas en caso de disponer de mayores recursos, como el tiempo se pueden generar índices de medición más precisos.

Los planes de gestión de calidad total se basan en metodologías ya preestablecidas, muchas de estas dependiendo de lo que se desee abarcar resultan más complejas y exactas a la hora de analizar resultados y por ende las soluciones tienen mayor impacto, en caso de querer aplicar un plan con metodologías más complejas se requiere un análisis que abarque puntos específicos de los procesos internos del taller y externos en los que involucren a los procesos del taller.

## Bibliografía

Alvarez, M. (2017). *Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos*.

Mexico: Panorama.

Andipuerto Guayaquil S.A. (2015). *Youtube*. Obtenido de

[https://www.youtube.com/watch?v=zh3fUmJLBNQ&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=zh3fUmJLBNQ&feature=emb_title)

Anguita, L., Tejada, ., & Costa, . (2015). *Operaciones de mantenimiento preventivo*.

Madrid: ESIC.

Araya, J. (2016). *Técnicas de Organización Y Métodos*. San José: Universidad Estatal a

Distancia.

Arbós, L. C. (2011). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*. Ediciones

Diaz de Santos.

Borrás, C. (2015). *Ingeniería de Mantenimiento*. Bucaramanga: UIS.

Calloni, J. (2016). *Mantenimiento Preventivo*. ESIC: Madrid.

D'Addario, M. (2015). *Gestión del mantenimiento preventivo - correctivo*. Mexico:

McGrawHill.

Gallego, J., & Folgado, . (2016). *Mantenimiento de sistemas* . Barcelona.

García, S. (2015). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Diaz de

Santos.

García, S. (2015). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Lima.

García, S. (2016). *La contratación del mantenimiento industrial*. Madrid: Diaz de Santos.

- Gómez, F. (2015). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia: Universidad de Murcia.
- González, F. (2015). *Teoría y práctica del mantenimiento*. Barcelona.
- Gonzalez, G. (2018). *¿Cómo eficientar el trabajo, con base en el Mantenimiento Preventivo?* Madrid: GRIN.
- Guerrero, R. (2016). *Mantenimiento preventivo de sistemas domóticos e inmóticos*. Mexico: McGrawHill.
- Guevara, M. (2016). *Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria pesada* . Mexico: McGrawHill.
- Hathaway, L. (2017). *Fundamentos de funcionamiento de maquinaria*. Mexico: MCGrawHill.
- Herrera, I. (2016). *Modelos de mantenimiento preventivo y correctivo*. Mexico: McGrawHill.
- Jiménez, F. (2017). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial*. Malaga: CADI.
- Maldonado, C. (2017). *El mantenimiento preventivo*. Mexico: McGrawHill.
- Maldonado, J. A. (2011). *GESTIÓN DE PROCESOS*.
- Molina, A. (2016). *Mantenimiento preventivo y correctivo*. Lima.
- Navarro, L. (2016). *Gestión integral de mantenimiento*. Marcombo.
- Pelp. (2015). Obtenido de <https://www.pelp.cl/blog/6-consejos-brindar-buen-servicio-taller-mecanico/>

Richarte, J. (2016). *Servicio Técnico 24: Mantenimiento preventivo y salida laboral*.

Mexico: McGrawHill.

Romero, S. (2016). *Mantenimiento preventivo de instalaciones*. Malaga: CADI.

Ruiz, D. (2017). *Mantenimiento preventivo de instalaciones* . Malaga: IC Editorial.

Ruiz, R. (2017). *Mantenimiento preventivo*. Malaga: CadI.

Universidad de las Andes Colombia. (septiembre de 2018). *Procesos de apoyo*. Obtenido

de <https://planeacion.uniandes.edu.co/pdi/procesos-de-apoyo/procesos-de-apoyo>

Viego, N. (2017). *Gestion de mantenimiento en flotas de transporte*. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/321170930\\_Gestion\\_de\\_mantenimiento\\_en\\_flotas\\_de\\_transporte](https://www.researchgate.net/publication/321170930_Gestion_de_mantenimiento_en_flotas_de_transporte)