

**UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA JOSÉ SIMEÓN CAÑAS
UNIVERSIDAD DON BOSCO**



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO A
EQUIPOS EN ALMACENES DE VENTAS DE REPUESTOS Y
TALLERES AUTOMOTRICES CON EL FIN DE REDUCIR LOS
COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO.”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREPARADO PARA LA FACULTAD DE
POSTGRADOS UCA**

Y

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS UDB

**PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

POR

JORGE LUIS RECINOS CLAROS

RONALD PEDRO ENRIQUE SANTOS FUENTES

OCTUBRE 2018

ANTIGUO CUSCATLÁN, EL SALVADOR, C.A.

Rectores

Andreu Oliva de la Esperanza, S.J.
Mario Rafael Olmos Argueta, SDB.

Secretarias Generales

Silvia Elinor Azucena de Fernández
Yesenia Xiomara Martínez Oviedo

Decana de Postgrados Uca

Nelly Arely Chévez Reynosa

Decano de Postgrado UDB

Herbert Humberto Belloso Funes

Directores de la Maestría en Gerencia de Mantenimiento Industrial

José Luis Martínez UDB
Laura Orellana UCA

Director de Tesis

Eduardo López UCA

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios y a nuestros padres que nos dieron su apoyo para culminar nuestra preparación como maestros.

Al Ing. Eduardo López por guiar con sus conocimientos la culminación del presente Proyecto.

De la misma manera a la Ing. Laura Orellana y al Ing. José Martínez Directores de la Maestría en Gerencia Industrial que nos brindaron su apoyo para la elaboración de este proyecto.

DEDICATORIA

Primero quiero dedicar este esfuerzo a Dios por la oportunidad de poder finalizar este importante proceso de formación académica en mi vida y agradecer cada una de las bendiciones que de él recibí.

Dedicar y Agradecer a mi querido padre, Jorge Adrián Recinos quien siempre ha sido un ejemplo de disciplina, perseverancia, esfuerzo, paciencia y honradez. Siempre me encamino a conquistar mis metas, a buscarlas y a darlo todo.

Dedicar y Agradecer a mi amada madre, Luz Guadalupe Claros de Recinos que siempre me inculco el amor al conocimiento y preparación profesional.

Dedico esta tesis a mis hermanas, tíos y demás familiares que de una u otra manera me apoyaron en todo momento, también dedicarles este logro a los amigos y maestros con los cuales día a día compartimos alegrías y tristezas a lo largo de este camino.

Jorge Recinos

DEDICATORIA

Le agradezco a Dios por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

Esta tesis está dedicada a mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

A mi esposa Natalia por estar siempre en cada momento apoyándome, siendo la mayor motivación en mi vida encaminada al éxito, fue el ingrediente perfecto para poder lograr alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en la vida. Te agradezco por toda tu ayuda no solo para el desarrollo de mi tesis, sino también para mi vida; eres mi inspiración y mi motivación.

A mi hermana por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles. A mi sobrina Belén quien ha sido y es una motivación, inspiración y felicidad.

Ronald Santos

INDICE GENERAL

Contenido

INDICE DE FIGURAS	1
INDICE DE TABLAS	2
GLOSARIO PALABRAS CLAVES	3
SIGLAS	4
ABREVIATURAS	4
GENERALIDADES	5
1.1. Introducción.....	6
1.2. Pregunta de investigación.....	7
1.3. Objetivo general	7
1.4. Objetivos específicos	7
1.5. Antecedentes.....	8
MARCO DE REFERENCIA	10
2.1. Mantenimiento Industrial.....	11
2.2. Funciones del Mantenimiento.....	14
2.3. Tipos de Mantenimiento	15
2.3.1. Mantenimiento correctivo	16
2.3.2. Mantenimiento Preventivo	17
2.3.3. Mantenimiento Predictivo:	19
2.3.4. Mantenimiento Productivo Total:	21
2.4. Sistemas de Mantenimiento	21
2.5. TPM (Mantenimiento Productivo Total)	22
2.5.1. Historia del TPM	22
2.5.2. Definición de TPM.....	23
2.5.3. Características del TPM	23
2.5.4. Objetivos del TPM	23
2.5.5. Beneficios del TPM	24
2.5.6. Pilares del TPM	25
2.5.7. Las cinco eses	26
2.5.8. Etapas de Implantación del TPM.....	29
2.6. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).....	29
2.6.1. Definición de RCM	29

2.6.2.	Ventajas	31
2.6.3.	Desventajas	32
2.7.	Tipos de mantenimiento y sus principales tareas	32
2.7.1.	Mantenimiento Correctivo	32
2.7.2.	Mantenimiento Preventivo	32
2.7.3.	Mantenimiento Predictivo	33
2.7.4.	Mantenimiento Productivo.....	33
2.7.5.	Mantenimiento Productivo Total.....	33
2.8.	Mantenimiento Sub-contratado (outsourcing).....	34
2.8.1.	Disminución de costes	35
2.8.2.	Conversión de costos fijos en variables.....	35
2.8.3.	Flexibilizar los recursos de mantenimiento.....	35
2.8.4.	Centrar esfuerzos en el Core-business.....	36
2.8.5.	Falta de conocimientos y medios técnicos.....	36
2.8.6.	Mejora de resultados.....	36
2.9.	Tipos de contrato de mantenimiento Outsourcing.....	36
2.10.	Modelos de Mantenimiento.....	38
2.10.1.	Selección del Modelo de Mantenimiento	38
2.10.2.	Descripción modelos de mantenimiento.....	39
METODOLOGÍA.....		44
3.1	Análisis de tipo de Mantenimiento	45
3.1.1	Diagrama de clasificación tipo de equipo.....	45
3.1.2	Diagrama de decisión tipo de mantenimiento en base a criticidad.....	47
3.2	Metodología	48
3.3	Implementación análisis para almacén de repuestos.....	48
Áreas Almacén		48
3.3.1	Levantamiento de listado de equipos en almacén de repuestos.....	49
3.3.2	Codificación y clasificación de equipos en almacén de repuestos.	51
3.3.3	Clasificación de asignación de mantenimiento equipos de almacén	53
3.3.4	Funcionalidad de taller multiservicio revisión 360.....	57
3.3.5	Codificación y clasificación de equipos en taller multiservicio.	58
Áreas de Taller.....		58
Levantamiento de listado de equipos.....		59
3.3.6	Codificación y clasificación de equipos en taller multiservicio.	60
3.4	Distribución en planta de sala de venta y taller.....	67

3.5	Clasificación de equipos según criticidad.....	67
3.6	Plan general de mantenimiento para almacén y taller multiservicios.....	70
	PRESENTACIÓN ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	75
4.1	Presentación análisis e interpretación de resultados.	76
4.2	Revisión de escenarios evaluados	79
4.2.1.	Revisión de costo overall vs adquisición de equipo nuevo.....	86
4.3	Lineamientos recomendados para la gestión del mantenimiento de la empresa	89
4.3.1	Organigrama propuesto departamento de mantenimiento.....	90
4.3.2.	Perfiles del departamento de mantenimiento	90
4.3.3.	Necesidades capacitación a personal operativo	91
4.4	Formatos y procedimientos para la planificación de mantenimientos preventivos y correctivos.....	92
4.5	Evaluación del mantenimiento interno y de terceros.....	102
4.6	Cronograma de implementación de los modelos para evaluación de tiempos.	105
	Relevancia de la investigación	107
	CONCLUSIONES.	108
	RECOMENDACIONES:	109
	REFERENCIAS.	110
	SITIOS WEB	111
	ANEXOS	112
	INFORME FOTOGRAFICO.....	112
	PLANO DISTRIBUCION EN PLANTA	115
	PROTOCOLOS PARA GESTION DEL MANTENIMIENTO	118

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pilares fundamentales del TPM (Brenes, 2010)	25
Figura 2 Cinco Eses.....	27
Figura 3 Etapas implementación del TPM (Biblioteca Udep, 2010).....	29
Figura 4 Base conceptual del RCM.....	31
Figura 5 Razones para la externalización de servicios de mantenimiento (Garrido, 2009)	34
Figura 6 Diagrama de decisión modelos de mantenimiento	47
Figura 7 Caracteres para codificación de equipos	52
Figura 8 Distribución en planta de taller y almacén.....	67
Figura 9 Gráfico de costos de mantenimiento subcontratado para taller y almacén.....	81
Figura 10 Gráfico de resultados comparación costos asignados en mantenimiento	85
Figura 11 Organigrama para el departamento de mantenimiento	90
Figura 12 Protocolo para mantenimiento correctivo	93
Figura 13 Protocolo para mantenimiento preventivo	95
Figura 14 Protocolo para solicitud de mantenimiento correctivo	97
Figura 15 Protocolo para identificación de empresas externas	99
Figura 16 Protocolo para bitácora de equipos.....	101
Figura 17 Formulario para toma de tiempos en desarrollo de tareas Mantenimiento.....	106

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de equipos por criticidad.....	45
Tabla 2. Listado de equipos en almacén de repuestos.....	51
Tabla 3. Listado de codificación de áreas almacén.....	52
Tabla 4. Listado de codificación de equipos almacén.....	53
Tabla 5 Clasificación de Equipos OP/MTTO en almacén.....	56
Tabla 6 Categorías de revisión 360 para los vehículos.....	58
Tabla 7 Listado de equipos en taller de multiservicios.....	60
Tabla 8 Listado de codificación de áreas de taller multiservicios.....	60
Tabla 9 Listado de codificación de equipos taller multiservicios.....	61
Tabla 10 Listado de equipos en taller multiservicios.....	66
Tabla 11 Resultados de la criticidad de equipos de taller multiservicios.....	68
Tabla 12 Resultados de la criticidad de equipos de almacén.....	69
Tabla 13 Plan de mantenimiento según frecuencia diaria.....	72
Tabla 14 Plan de mantenimiento según frecuencia semanal.....	72
Tabla 15 Plan de mantenimiento según frecuencia mensual.....	73
Tabla 16 Plan de mantenimiento según frecuencia trimestral.....	73
Tabla 17 Plan de mantenimiento según frecuencia semestral.....	74
Tabla 18 Plan de mantenimiento según frecuencia anual.....	74
Tabla 19 Resumen de criticidad de equipos, modelo de mantenimiento y tipo de asignación para el taller multiservicio.....	77
Tabla 20 Resumen de criticidad de equipos, modelo de mantenimiento y tipo de asignación para el almacén.....	79
Tabla 21 Costos promedios de mantenimientos sub-contratados del año 2016 y 2017 para equipos de taller.....	80
Tabla 22 Costos promedios de mantenimientos sub-contratados del año 2016 y 2017 para equipos de almacén.....	81
Tabla 23 Precios de materiales requeridos para mantenimiento.....	82
Tabla 24 Precios de herramientas requeridas para mantenimiento.....	82
Tabla 25 Resultados CASO 1.....	83
Tabla 26 Resultados CASO 2.....	85
Tabla 27 Resumen de Resultados.....	85
Tabla 28 Resumen de Resultados.....	86
Tabla 29 Resumen de Resultados.....	88
Tabla 28 Perfiles departamento de mantenimiento.....	91
Tabla 29 Desarrollo de temas de capacitación a personal operativo.....	91
Tabla 28 Instructivo de llenado protocolo de orden de servicio de mantenimiento correctivo... ..	94
Tabla 29 Instructivo de llenado protocolo de orden de servicio de mantenimiento preventivo.. ..	96
Tabla 30 Instructivo de llenado protocolo solicitud de mantenimiento correctivo.....	98
Tabla 31 Instructivo de llenado protocolo para identificación de empresas externas.....	100
Tabla 32 Instructivo de llenado protocolo de bitácora de equipos.....	102
Tabla 33 Protocolo para registro de indicadores para la gestión del mantenimiento.....	104
Tabla 34 Proceso de desarrollo y revisión de toma de tiempos a actividades de mantenimiento.....	106

GLOSARIO PALABRAS CLAVES

Mantenimiento: Cualquier actividad – como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones— necesaria para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

Mantenimiento Productivo Total (TPM): es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.

Mantenimiento Autónomo: es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM por parte del comité de implantación.

Mantenimiento Predictivo: es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle.

Mantenimiento Preventivo: es aquel que se realiza de manera anticipado con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas.

Sub-contratación (Outsourcing): es el proceso económico empresarial en el que una sociedad mercantil transfiere los recursos y las responsabilidades referentes al cumplimiento de ciertas tareas a una sociedad externa.

Cinco Eses (5S): provee los conocimientos necesarios para la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras siguiendo la filosofía de la mejora continua.

Revisión 360: es un procedimiento de revisión que permite verificar de manera sencilla y rápida, el estado general del vehículo.

SIGLAS

TPM: Mantenimiento Productivo Total

RCM: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

GMAO: Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador

CAD: Diseño asistido por computadora

CAM: Fabricación Asistida por Computadora.

TQM: Total Quality Management

JIPM: Japan Institute of Plant Maintenance

EGP: Eficiencia Global de Producción

ABREVIATURAS

MTTO: Mantenimiento. Se asignarán la siguiente abreviatura aquellos equipos que requieren de un servicio externo especializado para su mantenibilidad.

OP: Operador. Se asignarán la siguiente abreviatura aquellos equipos que no requieren mantenimiento especializado, únicamente con la intervención de su operador y del cumplimiento de tareas de mantenimiento preventivas.

CAPITULO

1

GENERALIDADES

1.1. Introducción

En la actualidad existe una gran cantidad de tendencias y herramientas para la gestión del mantenimiento, en la medida en que se identifican qué equipos son los que necesitan mayor atención y las tareas claves para su correcto funcionamiento, la gestión se vuelve más simple.

El servicio al cliente y la buena atención en los distintos negocios dedicados al rubro de ventas u otro servicio similar, constantemente demanda mucha inversión en el manejo de los clientes, es así que se entra en un ambiente con alta operatividad y dinámica, por lo que entre mayor repuesta y mejor atención a pedidos y despachos, la venta va mejor.

El tiempo es clave en este rubro, por lo que el gestor de ventas debe estar enfocado en tener todas las herramientas en buen estado, entre estos podemos mencionar: monitor, teclado, impresor de cotizaciones, mouse etc. Así mismo, debe tomar en cuenta los equipos claves que mantienen la operatividad del almacén entre ellos, se pueden mencionar la planta de emergencia y los servidores para los cuales se les debe brindar los mantenimientos adecuados.

Es por eso que en este rubro, donde los equipos son claves para el servicio, es muy importante identificar las tareas de mantenimiento necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos. Por lo que, incluir a los gestores de ventas y demás colaboradores en dichas tareas de mantenimiento pueden generar grandes ahorros de dinero y tiempo.

En el presente trabajo se evaluará el plan de mantenimiento apropiado a implementar en un centro de multiservicio automotriz, esto se logra a partir del levantamiento espacial del listado de equipos, tareas necesarias en cada uno de ellos y aplicando la clasificación de criticidad según su función.

1.2. Pregunta de investigación

A partir de la clasificación de una metodología apropiada de mantenimiento ¿Es el mantenimiento subcontratado (Outsourcing) o el mantenimiento Interno la opción más económica y eficiente para regir el plan de mantenimiento de los equipos de un centro de multiservicio automotriz?

1.3. Objetivo general

Elaborar un plan de mantenimiento para un centro de multiservicio automotriz dedicados a la venta de repuestos y talleres automotrices con el fin de evaluar la reducción de costos para tareas de mantenimiento.

1.4. Objetivos específicos

- Levantar las asignaciones de tareas de mantenimiento a equipos, en donde sus operadores sean los encargados de su mantenimiento.
- Realizar una distribución espacial de la ubicación de los equipos dentro del multiservicio.
- Clasificar los equipos existentes según el tipo de mantenimiento requerido (MTTO, OP)
- Realizar el plan de mantenimiento total, detallando su frecuencia, actividades, recursos y responsables.
- Investigar los costos de los mantenimientos subcontratados para los diferentes equipos de taller y almacén.
- Realizar comparaciones económicas de las tareas de mantenimiento entre una subcontratación y un departamento interno de mantenimiento.
- Elaborar una hoja de cálculo que facilite la evaluación económica de las estrategias de mantenimiento por subcontratación o departamento interno de mantenimiento.

1.5. Antecedentes

La investigación tiene como apoyo el conocimiento del rubro de negocio de “IMPRESSA S.A. de C.V.” y al taller automotriz “IMPRESSA TALLERES S.A. de C.V.” Ambos conforman lo que se podría denominar un Centro de Multiservicio Automotriz.

En los años cincuenta, Impresa Repuestos empieza con la importación de partes de vehículos, manejando un promedio de 70 líneas de artículos; posteriormente ve la oportunidad de abrir nuevos centros de servicios; dado que son importadores directos de repuestos y que pueden ofrecer precios competitivos. Hoy en día, cuentan con siete centros de servicios en todo el país, ofreciendo servicios tales como: cambio de aceite, alineado, balanceo, cambio de pastillas de frenos, cambio de amortiguadores, entre otros.

Se puede mencionar; que a nivel nacional hay más de 700 talleres entre formales e informales y hay ciertas zonas específicas en las cuáles se pueden encontrar hasta 4 en la misma cuadra.

El sector automotriz es uno de los más lucrativos, ya que existe una gran demanda de vehículos para transportar personas o bienes, ya sean propios o del servicio público. Para que estos funcionen adecuadamente, se deben de programar los mantenimientos correspondientes y es aquí donde se desarrolla la importancia del servicio al cliente, pues la oferta de establecimientos que ofrecen mantenimiento a los automóviles es mucha y los clientes se vuelven más exigentes en la búsqueda de un mejor servicio, calidad y excelente atención al cliente.

Los vehículos son, sin lugar a dudas, uno de los elementos más necesarios para la economía de un país, ya que facilita el transporte de personal, y de bienes materiales, entre otros. Sin embargo, es imposible obviar que todos los vehículos presentan fallas, requieren reparaciones y mantenimientos para su correcta operatividad.

El servicio de mantenimiento de vehículos puede llegar a ser muy costoso y los clientes de hoy en día no buscan únicamente un producto o un servicio, si no que una combinación entre ambas y en empresas que se dedican al mantenimiento de vehículos, es un aspecto muy relevante el cual puede marcar la diferencia entre la competencia.

Muchas de estas empresas, que se dedican a este tipo de negocio no le dan la suficiente importancia al servicio al cliente y es por esto que no logran subsistir lo suficiente, ya que este tipo de rubro, lo que realmente vende es un servicio y por esto es que se deben buscar elementos que generen valor agregado, ganando así la confianza de los clientes.

Hay varias fórmulas de atraer clientes nuevos, entre ellas las promociones, publicidad, ventas personales e incluso por la ubicación de la empresa; pero realmente solo hay una forma de mantenerlos y esta es con un excelente servicio con buena calidad.

Nada puede garantizar a las empresas que sus clientes estarán con ellos siempre, pero una manera de tenerlos satisfechos y no darles oportunidad a que busquen a la competencia, es un buen servicio que genere un valor agregado que no posea la competencia.

Impresa Repuestos a optado como la mejor opción para obtener la mejor atención y servicio al cliente, es poseer un Centro de Multiservicio Automotriz, en él se puede encontrar la venta de repuestos, la instalación mecánica, reparación de vehículos y seguimiento personalizado para los futuros mantenimientos.

CAPITULO

2

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Mantenimiento Industrial

La necesidad de la industria competitiva actual de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos de producción, así como de obtener de ellos la máxima disponibilidad, ha originado una significativa evolución del mantenimiento industrial en las últimas décadas, pasando de métodos puramente estáticos (a la espera de la avería) a métodos dinámicos (seguimiento funcional y control multiparamétrico) con la finalidad de predecir las averías en una etapa incipiente e incluso llegar a determinar la causa del problema y, por tanto, procurar erradicarla.

Según afirma J.P. Souris [1992], el instrumento de producción debe responder a un objetivo fundamental: “*disponibilidad con una calidad de servicio óptima*”. Las modernas técnicas de verificación del estado de los equipos e instalaciones contribuyen de manera notable al logro de este objetivo, permitiendo además, mediante la adecuada selección de filosofías y métodos de mantenimiento, una disminución de los costes productivos.

El concepto de mantenimiento puede definirse de muy distintas formas, atendiendo al enfoque que se le dé en cada caso. Incluso resulta insuficiente, hoy en día, pretender una definición basada simplemente en términos económicos. Resulta obvio que el punto de partida del mantenimiento es mantener el correcto estado funcional de los equipos e instalaciones, sin embargo, las consecuencias que el desarrollo de este principio elemental puede tener sobrepasan ampliamente el objetivo inicial.

La mejora de las condiciones funcionales de los equipos incide directamente en la seguridad de las instalaciones y, por tanto, en la disminución de los riesgos laborales. Por otra parte, un funcionamiento óptimo de la maquinaria redundante en una disminución de los niveles de vibración y de ruido, lo que contribuye a mejorar las condiciones del ambiente de trabajo. Además, obtener el máximo aprovechamiento de la vida útil de cualquier instalación, así como de cualquiera de los elementos de la misma, puede también considerarse como una aportación, nada desdeñable, a un desarrollo industrial sostenible, y consecuentemente con una repercusión positiva en la mejora del medio ambiente, por cuanto el aprovechamiento óptimo de los recursos, conduce –en términos globales– a una disminución del consumo energético, y a una reducción del volumen de desechos industriales.

La importancia cada vez mayor que los costes de mantenimiento tienen dentro de los presupuestos de explotación de las instalaciones industriales, así como la influencia de una adecuada política, ha hecho que este aspecto haya adquirido una gran relevancia dentro de la organización de la empresa. Seleccionar la técnica adecuada a cada caso, y la correcta combinación de las diferentes filosofías de mantenimiento, con un mínimo coste global, no es una tarea simple.

La cantidad de máquinas y equipos implicados en un plan de mantenimiento, así como el método que debe utilizarse con cada uno, puede ir desde las más elementales tareas de entrenamiento hasta el Mantenimiento Productivo Total (TPM) de la instalación. En la elección final suele adoptarse una solución de compromiso entre diferentes factores. Unos, cuyo coste puede ser conocido o al menos estimado, como son: equipos e instrumentación de mantenimiento, personal especializado, modificaciones en la instalación, etc.; y otro grupo de factores cuyo coste es difícil de determinar con exactitud, a saber: averías imprevistas, indisponibilidad de equipos, costes de no calidad, baja mantenibilidad, etc. De este modo, el mantenimiento ha pasado de ser considerado como una actividad necesaria pero improductiva, a formar parte integrante del sistema de producción, desde el momento en el que es capaz de mantener la capacidad productiva. En definitiva, puede admitirse que el mantenimiento produce disponibilidad. A título orientativo puede indicarse que, según estimaciones de la Asociación Española de Mantenimiento [Maza,1986], los gastos de mantenimiento en algunos sectores industriales españoles pueden llegar a representar hasta el 30% del valor añadido.

El espectacular desarrollo y abaratamiento generalizado de los componentes electrónicos, ha propiciado la aparición en el mercado de toda una gama de instrumentos de medida, colectores de datos, computadoras y redes de comunicación, analizadores de señal, sofisticados equipos de medida y control, etc., con una gran versatilidad y con la suficiente diversidad de opciones y precios, que los hacen asequibles a cualquier instalación industrial. Esto ha contribuido, sin lugar a dudas, a la consolidación de las técnicas de mantenimiento predictivo en máquinas y equipos dinámicos, como el tipo de mantenimiento que mejor asegura su conservación en un correcto estado de funcionamiento, con mayores garantías de seguridad de la planta.

La tendencia actual que más interés suscita en el mantenimiento predictivo, que apunta hacia el uso de equipos de vigilancia permanente o de monitorización, en los que el análisis de los datos se puede efectuar por medio de sistemas autónomos que mejoran el nivel de supervisión de la

máquina y disminuyen los costes del personal de toma y análisis de datos de los sistemas de medida discontinuos.

La consecuencia inmediata de esto es que, de la rutina periódica de las revisiones, caracterizadas en líneas generales por un bajo nivel de automatización, se va pasando gradualmente a la monitorización permanente de los equipos. Esto tiene dos implicaciones importantes: por un lado, exige un mayor conocimiento de la máquina, de los fallos posibles y de sus causas, si se quiere hacer un aprovechamiento rentable de la instrumentación y por otro lado, aporta un notable grado de automatización al diagnóstico y control subsiguiente de la instalación.

Hoy en día, nadie pone en duda las ventajas de la informatización de la gestión en cualquier actividad. Los beneficios que proporciona son del todo evidentes, y su implantación está tan extendida que el ordenador se ha convertido, en muchos casos, en una herramienta de trabajo imprescindible, hasta el punto de que un fallo de los sistemas de computación podría conducir a un verdadero colapso de la actividad en cuestión. Cuanto mayor es la cantidad de información a manejar y más rápida es la afluencia de datos, tanto más necesario se hace el uso de los equipos informáticos. Por otra parte, esta urgente necesidad ha impulsado el desarrollo de potentes computadoras junto con un amplio incremento del software disponible, con capacidades para manejar de forma eficiente grandes cantidades de datos.

Contrasta pues que, frente a esta explotación de las aplicaciones informáticas en el campo de la gestión, determinados aspectos de la actividad industrial sigan realizándose de forma casi artesanal, o en el mejor de los casos con un pequeño grado de automatización. Es fácil constatar que cuanto menor es la sistematización de una tarea, menor es su grado de automatización. Aquellas operaciones sujetas a ciclos fijos, o bien aquellas que responden a un proceso predeterminado, son susceptibles de ser implementadas en equipos de control, mediante los algoritmos adecuados. El sistema siempre responde de la misma forma ante situaciones idénticas. Con la creciente automatización industrial se hace, pues, necesario el uso de computadoras que controlen los procesos de forma coordinada con el resto de las actividades implicadas en la producción, adecuando las actuaciones de todo el sistema a unos criterios previamente establecidos.

La utilización de programas de informática industrial aplicados a labores de gestión del mantenimiento (GMAO), procesos de control automático, así como secuencias de operaciones integradas en procesos CAD/CAM y CIM, se extienden cada vez con mayor profusión. Por el

contrario, aquellas tareas que implican responsabilidades de decisión, aquellas en las que no se dispone de toda la información acerca del proceso o bien aquellas que conllevan un cierto grado de incertidumbre de la información disponible, plantean especiales dificultades para su implantación. Las razones de esto derivan, fundamentalmente, del tipo de información que manejan y de su tratamiento informático. Mientras que en el primer caso las variables que se manejan son datos, cuyo flujo está sujeto a relaciones y acciones preestablecidas mediante algoritmos concretos, en el segundo caso la información de partida está compuesta de datos interrelacionados con hechos, sometidos generalmente a relaciones coyunturales en las que la experiencia juega un papel muy importante, se manejan, en definitiva, conocimientos sujetos a relaciones no deterministas.

El desarrollo, y por tanto el uso, de programas que manejan conocimientos, entrando en el terreno de la Inteligencia Artificial, está muy poco extendido dentro del campo del mantenimiento industrial.

Cuando la transferencia de conocimiento desde el experto computador esté totalmente resuelta, las tareas de mantenimiento podrán estar plenamente integradas en un sistema centralizado de gestión y control. El técnico dispondrá en cualquier instante de toda la información que necesite, mejorando notablemente las tareas de supervisión y control, lo que le facilitará la toma de decisiones con una disminución objetiva de los riesgos.

2.2. Funciones del Mantenimiento

En términos muy generales, puede afirmarse que las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.

La concreción de esta definición tan amplia dependerá de diversos factores entre los que puede mencionarse el tipo de industria, así como su tamaño, la política de la empresa, las características de la producción, en incluso su emplazamiento. Aun así, las tareas encomendadas al departamento encargado del mantenimiento pueden diferir entre distintas empresas, atendiendo a la estructura organizativa de las mismas, con lo que las funciones del mantenimiento, en cada una de ellas, no serán obviamente las mismas.

Por tanto, dependiendo de estos factores citados, el campo de acción de las actividades de un departamento de ingeniería del mantenimiento puede incluir las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control del estado de los equipos, así como de su disponibilidad.
- Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas.
- En función de los datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos de almacén necesarios.
- Intervenir en los proyectos de modificación del diseño de equipos e instalaciones.
- Llevar a cabo aquellas tareas que implican la modificación o reparación de los equipos o instalaciones.
- Instalación de nuevo equipo.
- Asesorar a los mandos de producción
- Velar por el correcto suministro y distribución de energía
- Realizar el seguimiento de los costes de mantenimiento.
- Preservación de locales, incluyendo la protección contra incendios.
- Gestión de almacenes.
- Tareas de vigilancia.
- Gestión de residuos y desechos.
- Establecimiento y administración del servicio de limpieza.
- Proveer el adecuado equipamiento al personal de la instalación.

Cualesquiera que sean las responsabilidades asignadas al servicio de mantenimiento, es fundamental para el buen funcionamiento de la empresa que éstas estén perfectamente definidas y sus límites de acción y autoridad claramente establecidos. Esto implica evitar que determinadas actuaciones queden mal definidas, en lo que suele llamarse “terreno de nadie”, o por el contrario, que exista superposición de responsabilidades, lo que podría ocasionar conflictos de autoridad.

2.3. Tipos de Mantenimiento

Aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento, atendiendo a las posibles funciones que le atribuyen a éste, así como a la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamientos,

que en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que depende de muy diversos factores. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Productivo Total

Ninguno de los tipos anteriores se utiliza de forma exclusiva, sino que, en aras de la rentabilidad de la explotación, se impone practicar una adecuada combinación de los tipos anteriores, realizando lo que se llama mantenimiento planificado. Esto consiste, en definitiva, en efectuar una correcta selección de las plantas o de los equipos a los que se va a aplicar cada uno de los tipos de mantenimiento anteriores.

2.3.1. Mantenimiento correctivo

En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento “a rotura”, sólo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

A pesar de que por su definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias, y en muchas ocasiones esto está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en los que existe un bajo coste de los componentes afectados, y donde los equipos son de naturaleza auxiliar y no directamente relacionados con la producción.

En otros casos, cuando el fallo de los equipos no supone la interrupción de la producción, ni siquiera afecta a la capacidad productiva de forma instantánea, las reparaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicio de ésta. En estos casos, el coste derivado de la aparición de un fallo imprevisto en el equipo es, sin lugar a dudas, inferior a la inversión necesaria para poner en práctica otro tipo de mantenimiento más complejo.

En este sentido conviene indicar que, incluso en aquellas instalaciones industriales que disponen de sofisticados planes de mantenimiento, existe generalmente un porcentaje de equipos en los que se realiza exclusivamente este tipo de mantenimiento.

Esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas. En el mejor de los casos, puede conjugarse con un entretenimiento básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente) y con una cierta previsión de los elementos de repuesto, especialmente aquellos que sistemáticamente deben ser sustituidos. Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados, entre los que pueden citarse:

- Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastornos en la producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo, por reposición de equipo o cambio de tarea, hasta la parada de la producción, en tanto no se repare o sustituya el equipo averiado.
- Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.
- Las averías son siempre –en mayor o menor medida- inoportunas, por lo que la reparación de los equipos averiados puede llevar más tiempo del previsto, ya sea por ausencia del personal necesario para su reparación, o ya sea por la falta de los repuestos necesarios.
- Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro, lo que obviamente puede tener consecuencias muy negativas para la seguridad del personal o de las instalaciones.

2.3.2. Mantenimiento Preventivo

Como ya se ha indicado, la finalidad última del mantenimiento industrial es asegurar la disponibilidad de los equipos e instalaciones industriales, para obtener un rendimiento óptimo sobre la inversión total, ya sea de los sistemas de producción, como de los equipos y recursos humanos destinados al mantenimiento de los mismos.

El mantenimiento preventivo supone un paso importante para este fin, ya que pretende disminuir o evitar –en cierta medida- la *reparación* mediante una *rutina* de inspecciones periódicas y la *renovación* de los elementos deteriorados, lo que se conoce como “las tres erres del mantenimiento”. Si la segunda y la tercera no se realizan, la primera es inevitable.

En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la máquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. Otros elementos son sustituidos sistemáticamente en cada inspección, tomando como referencia el número de operaciones realizadas o un determinado período de tiempo de funcionamiento.

El éxito de este tipo de mantenimiento depende de la correcta elección del período de inspección. Un período demasiado largo conlleva el peligro de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas, en tanto que un período demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo. El equilibrio se encuentra como solución de compromiso entre los costes procedentes de las inspecciones y los derivados de las averías imprevistas. Si bien los primeros pueden ser suficientemente cuantificados, la evaluación de los segundos no es tarea fácil, por lo que la determinación del punto de equilibrio aludido es difícil y suele ajustarse en función de la propia experiencia.

El grave inconveniente que presenta la aplicación exclusiva de este tipo de mantenimiento es el coste de las inspecciones debido al desmontaje y la revisión de una máquina que está funcionando correctamente o la sustitución de elementos (lubricante, rodamientos, etc.) que no se encuentran en mal estado, o la decisión subjetiva de reemplazo de partes. Por otra parte, sea cual sea el período de inspección fijado, no se elimina por completo la posibilidad de una avería imprevista, si bien cuanto menor sea dicho período será en mayor grado la reducción de este peligro. Por lo tanto, el período de inspección se fija, en cualquier caso, asumiendo –en alguna medida– la posibilidad de la aparición de averías imprevistas durante el intervalo comprendido entre dos inspecciones consecutivas.

Un tipo de mantenimiento que también puede considerarse preventivo es aquel, sin llegar al desmontaje de los equipos, se ocupa de forma periódica de realizar las tareas propias de lo que se suele llamar entretenimiento de los equipos, es decir, engrase y cambio de lubricantes, limpieza, sustitución periódica de ciertos elementos vitales del equipo, etc. Aunque a todos los efectos se trata de un mantenimiento preventivo, se le suele denominar *mantenimiento rutinario*, con el fin de distinguirlo del anterior.

2.3.3. Mantenimiento Predictivo:

El mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento según *estado* o según *condición*, surge como respuesta a la necesidad de reducir los costes de los métodos tradicionales – correctivo y preventivo- de mantenimiento. La idea básica de esta filosofía de mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos. De esta manera es posible, por un lado, reemplazar los elementos cuando realmente no se encuentren en buenas condiciones operativas, suprimiendo las paradas por inspección innecesarias y, por otro lado, evitar las averías imprevistas, mediante la detección de cualquier anomalía funcional y el seguimiento de su posible evolución. La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en dos pilares fundamentales:

- La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- La vigilancia continua de los equipos.

La mayoría de los componentes de las máquinas avisan de alguna manera de su fallo antes de que éste ocurra. Por lo tanto, si mediante el seguimiento de los parámetros funcionales adecuados es posible detectar prematuramente el fallo de algún componente de la máquina, se podrá asegurar el correcto funcionamiento de la misma, observar su evolución y predecir la vida residual de sus componentes. El conjunto de técnicas que se ocupan del seguimiento y examen de estos parámetros característicos de la máquina se conoce como *Técnicas de Verificación Mecánica*.

Entre las ventajas más importantes que reporta este tipo de mantenimiento, pueden citarse las siguientes:

- Detectar e identificar precozmente los defectos que pudieran aparecer, sin necesidad de parar y desmontar la máquina.
- Observar aquellos defectos que sólo se manifiestan sobre la máquina en funcionamiento.
- Seguir la evolución del defecto hasta que se estime que es peligroso.
- Elaborar un historial del funcionamiento de la máquina, a través de la evolución de sus parámetros funcionales y su relación con cualquier evento significativo: parada, revisión, lubricación, reemplazo de algún elemento, cambio en las condiciones de funcionamiento, defectos detectados, etc.
- Programar la parada, para la corrección del defecto detectado, haciéndola coincidir con un tiempo muerto o una parada rutinaria del proceso de producción.

- Programar el suministro de repuestos y la mano de obra.
- Reducir el tiempo de reparación, ya que previamente se ha identificado el origen de la avería y los elementos afectados por la misma.
- Aislar las causas de los posibles fallos repetitivos, y procurar su erradicación.
- Proporcionar criterios para una selección satisfactoria de las mejores condiciones de operación de la máquina.
- Aumentar la seguridad de funcionamiento de la máquina, y en general de toda la instalación.

Sin embargo, una cosa es lo que predica la filosofía del mantenimiento predictivo, y otra lo que realmente se puede esperar de su puesta en práctica. Las dificultades para su desarrollo pleno provienen de los mismos principios en los que basa, a saber:

En primer lugar, no existe ningún parámetro funcional, ni siquiera una combinación de ellos, que sea capaz de reflejar exactamente el estado de una máquina, indicando de forma inmediata, mediante la aparición de signos identificadores, la presencia de un defecto incipiente, y además para todos los defectos posibles.

En segundo lugar, no es viable una monitorización (o vigilancia continua) de todos los parámetros funcionales significativos para todos los equipos de una instalación. En la realidad el número de parámetros analizados en el programa de mantenimiento debe limitarse, así como la proporción de máquinas implicadas. Además, el término vigilancia continua se flexibiliza hasta convertirlo en vigilancia periódica, reservando la monitorización sólo para aquellos equipos críticos en el proceso.

Como consecuencia de las limitaciones anteriores pueden presentarse los siguientes inconvenientes:

- Que el defecto se produzca en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.
- Que un defecto no sea detectado con la medición y análisis de los parámetros incluidos en el programa.
- Que, aun siendo detectado un defecto, éste no sea diagnosticado correctamente o en toda su gravedad.

- Que, aun habiéndose realizado un diagnóstico correcto, no sea posible programar la parada de la máquina en el momento oportuno, y sea preciso asumir el riesgo de fallo.

2.3.4. Mantenimiento Productivo Total:

Aunque esta denominación (Total Productive Maintenance, TPM) surge y se desarrolla en Japón con un enfoque cercano al análisis de calidad de la producción y de estudios de rendimiento, lo cierto es que su difusión ha ido alterando la idea original hasta el punto que no existe una definición universal precisa para este tipo de mantenimiento, tampoco existe, incluso, demasiado acuerdo sobre la designación más apropiada que debe tener. En cualquier caso, con el Mantenimiento Productivo Total (MPT) se intenta recoger y aplicar las tendencias más recientes en cuanto a la planificación participativa integral de todas las tareas de mantenimiento, incluyendo las técnicas utilizadas y su gestión, la administración del mantenimiento, el control de los distintos índices asociados al funcionamiento de los equipos y al conjunto de las instalaciones (fiabilidad, disponibilidad, y mantenibilidad), la calidad de la producción y, finalmente, su repercusión en la economía de la empresa. Por tanto, esta filosofía de mantenimiento implica a todos los estamentos y niveles de la producción, con una estructura de planificación jerárquica que, partiendo de los objetivos últimos de la explotación, vaya desglosándose en tareas concretas hasta llegar al operador y a las actuaciones específicas sobre cada máquina y componente de las instalaciones.

Mediante el MPT se intenta, pues, abarcar una visión más amplia del mantenimiento, que recoja todos aquellos aspectos que inciden de alguna manera en la utilización de los equipos e instalaciones, y por tanto en la capacidad de producción.

2.4. Sistemas de Mantenimiento

Actualmente, los dos sistemas que están dando resultados para el logro de un rápido proceso de optimización industrial son el TPM (Mantenimiento Productivo Total), que busca el mejoramiento continuo de la productividad industrial con la participación de todos y el RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad), que optimiza la implementación del mantenimiento preventivo, basado en la determinación de la confiabilidad de los equipos.

2.5. TPM (Mantenimiento Productivo Total)

2.5.1. Historia del TPM

El TPM es una filosofía de trabajo cuyo objetivo es incrementar notablemente la productividad, reducir pérdidas y crear una cultura de mejora continua, haciendo partícipes a todos los trabajadores de los logros conseguidos.

El concepto de TPM y sus orígenes se dieron en Japón, posterior a la finalización de la segunda guerra mundial.

En esta época (1946-1952) los japoneses estaban enfocados en la reconstrucción de su país. Como parte de este enorme proyecto buscaron a expertos en control estadístico como lo fue Walter Andrew Stewart, él fue invitado en 1950 a impartir charlas sobre calidad y control estadístico de procesos.

Como experto en estadística, Deming enseñó a los japoneses como podían controlar, mediante análisis estadísticos, la calidad de sus productos durante la fabricación, estos análisis permitían entender lo que las máquinas dicen, ya que la calidad exigida fluctúa en función de variaciones en el proceso de producción.

Al combinarse los procesos estadísticos se creó una cultura denominada “Total Quality Management (TQM)” y con el tiempo, hacia la década de los setenta y fruto de la recesión por la crisis del petróleo y la alta competitividad industrial entre Estados Unidos y Japón, evolucionó hasta lo que actualmente conocemos como TPM.

La expresión más actual de TPM generalmente se asocia al plan productivo que se usaba en Nippondenso, una fábrica de elementos eléctricos automotrices, a finales de los sesenta. Pero es Seiichi Nakajima, un empleado del “Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)”, quien define los conceptos de TPM tal y como se conoce hoy, al confirmar su implementación completa y resultados óptimos en fábricas japonesas durante las décadas de los setenta y ochenta. (Que aprendemos hoy, 2012)

2.5.2. Definición de TPM

Es un sistema que permite mantener y mejorar las condiciones de producción de forma estable y eficiente, a través de la activa participación de todos los miembros de la compañía.

Modificar la cultura de la compañía para formar una sociedad entre ingeniería, mantenimiento y producción, basados en el mejoramiento de la eficiencia de la maquinaria, de la calidad, del producto, y por lo tanto reduciendo pérdidas, mientras se continúa perfeccionando el trabajo en equipo entre empleados, directivos y grupos individuales de trabajo.

(Williamson, 2000)

2.5.3. Características del TPM

- Gerencia y trabajador unidos, como nueva forma de administrar
- Mejorar las condiciones de producción para mayor productividad
- Uso eficiente de la maquina
- Participación de todos, en pequeños grupos, para mejorar la eficiencia de la producción
- Fomentar trabajo en equipo
- Fomenta análisis fallas recurrentes
- Fomenta actitud causa-efecto
- Fomenta el trabajo autónomo
- Fomenta la actitud de mejoramiento continuo
- Operadores y técnicos operando mantenimiento eficiente de la maquina

2.5.4. Objetivos del TPM

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del “conocimiento” industrial.

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallas, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada. Cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario puede ser minimizado y en consecuencia la productividad se incrementa.

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral del trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí; todo esto con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato (Biblioteca Udep, 2010)

2.5.5. Beneficios del TPM

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Beneficios con respecto a la organización

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Redes de comunicación eficaces.

Beneficios con respecto a la seguridad

- Mejora las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entendimiento del porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Elimina radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

Beneficios con respecto a la productividad

- Elimina pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.

- Menor coste financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crea capacidades competitivas desde la fábrica.

(Biblioteca Udep, 2010)

2.5.6. Pilares del TPM

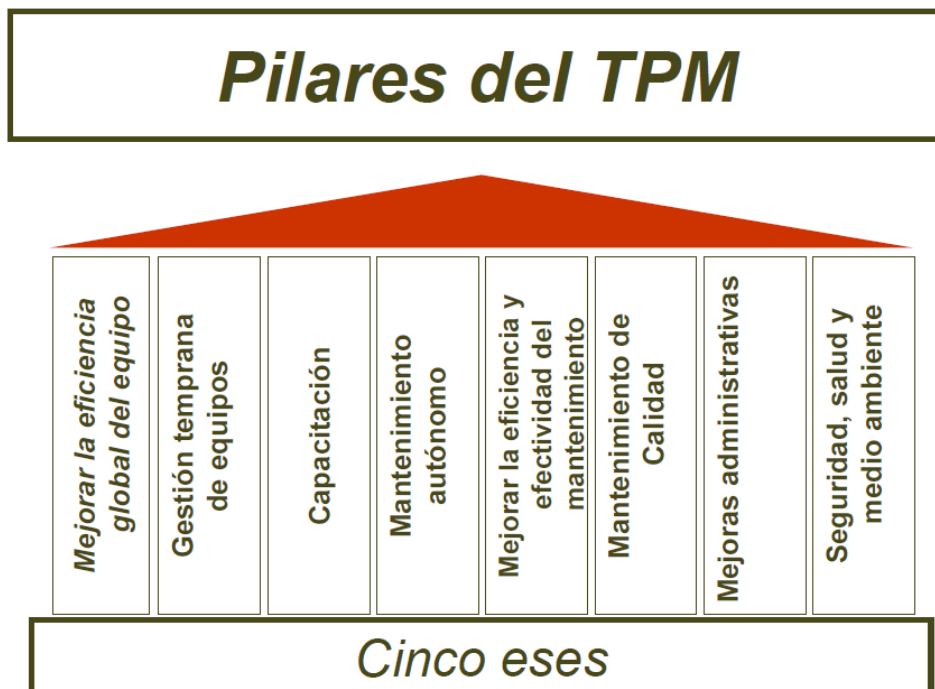


Figura 1 Pilares fundamentales del TPM (Brenes, 2010)

- **Mejorar la Eficiencia Global del Equipo:** Normalmente “eficiencia del equipo” se refiere sólo a la disponibilidad o tiempo disponible. El cuál es el porcentaje del tiempo que el equipo está bueno y operando.
Pero la Eficiencia Global de Producción (EGP) o verdadera del equipo, también depende de su desempeño y de sus niveles de calidad.
- **Mantenimiento autónomo:** Involucra directamente a los operarios en el mantenimiento de su maquinaria. Cuando se cambia el enfoque, al de mejoramiento del EGP, se ve que los operarios desempeñan un papel muy importante en el mantenimiento. Ellos están familiarizados con el comportamiento y las condiciones del equipo y es fácil que detecten los problemas antes de que se afecte la eficiencia del equipo.

- **Mejorar la Eficiencia y Efectividad del Mantenimiento:** En la mayoría de las organizaciones se usan técnicas de mantenimiento preventivo, predictivo, planeación y programación del mantenimiento, y sistemas computarizados para la administración del mantenimiento. TPM no reemplaza estas prácticas. Se estructura en base a lo que ya está funcionando y ejecutando. Además, todas estas actividades se enfocan hacia la meta de mejorar la EGP y capacitar a todo el personal que trabaja con los equipos.
- Realizar estas capacitaciones requiere de dos amplias categorías de capacitación:
 - ✓ Una educación general sobre los conceptos y filosofía del TPM
 - ✓ Un entrenamiento técnico, necesario para satisfacer las responsabilidades del trabajo.
- **Mantenimiento de la calidad:** Establecimiento de un programa de cero defectos. Implica mantener las condiciones óptimas de funcionalidad de la maquinaria
- **Mejoras administrativas:** Conocido como TPM Office, busca incrementar la eficiencia burocrática. Las áreas de apoyo logístico para operación y mantenimiento deben ser adecuadas para evitar pérdidas.
- **Seguridad, salud y medio ambiente:** A tono con las expectativas actuales. Por medio de la aplicación del kaizen se garantiza la minimización de accidentes. Se procura que todo el personal sea capaz de prevenir y evitar riesgos.

2.5.7. Las cinco eses

El objetivo supremo de las 5S es el logro de un cambio cultural en se logre:

- La mejora del puesto de trabajo
- Disciplina
- Eliminación de desperdicio
- Kaizen (mejora continua)



Figura 2 Cinco Eses

Seiri Organizar

- Menos desperdicios
- Menos riesgos de accidentes
- Menos dificultades de localización
- Menos dificultades de preservación
- Ocupación adecuada de espacios
- Ambiente de trabajo agradable

Una manera de practicarlo sería identificando las cosas que parecen innecesarias, pegar una tarjeta de identificación de desecho, pidiendo una explicación del dueño responsable, al finalizar el periodo establecido, revise la respuesta del dueño para su disposición adecuada.

Seiton Orden

- Todo debe tener su nombre y lugar identificado
- Se debe etiquetar los objetos de forma sistemática
- Se debe ubicar los objetos de frecuente uso cerca de su dueño o equipo

Seiso limpieza

La suciedad, los residuos y los materiales extraños constituyen la causa de:

- Defectos
- Des-calibraciones
- Operaciones en vacío

- Paradas temporales
- Diversos problemas en el ambiente de trabajo.

Seiketsu estandarizar

- Eliminar las causas
- Establecer y formalizar un estándar.
- Estabilizar la situación
- Acumular conocimiento y experiencia.
- Hacer el estándar visible a todos.
- Mantener y mejorar el estándar.

Shitsuke disciplina

- Lavarse las manos siempre que se requiera.
- Comer y fumar donde se permite.
- Mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado.
- Usar ropa y zapatos limpios.
- Seguir las reglas de seguridad.

(Brenes, 2010)

2.5.8. Etapas de Implantación del TPM

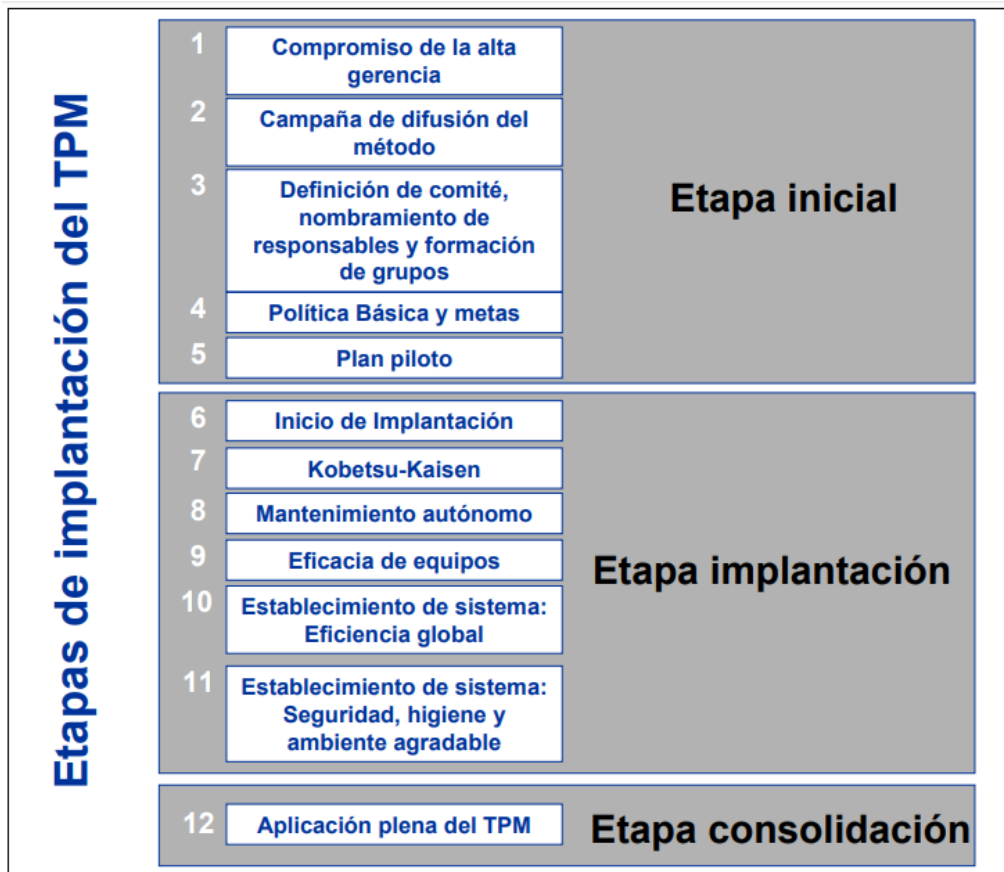


Figura 3 Etapas implementación del TPM (Biblioteca Udep, 2010)

2.6. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

2.6.1. Definición de RCM

Proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) se desarrolló durante un período de 30 años. Uno de los acontecimientos principales de su desarrollo fue un reporte comisionado por el departamento de Defensa de los Estados Unidos para United Airlines y preparado por Stanley Nowlan y Howard Heap en 1978. El reporte brindó una descripción integral del desarrollo y la aplicación del RCM, en la industria de la aviación civil y sentó las bases de la mayoría del trabajo hecho en este campo fuera de la industria aeronáutica en los últimos 20 años.

En una realidad cambiante con tendencia a la globalización, los gerentes de todo el mundo están buscando un nuevo acercamiento al mantenimiento con el objeto de evitar arranques fallidos y

trabas que provienen de estos cambios. “Buscan en cambio una estructura estratégica que sintetice los nuevos desarrollos en un modelo coherente, para luego evaluarlo y aplicar el que mejor satisfaga sus necesidades y las de la compañía”. Si es aplicado correctamente, el RCM transforma y conecta las relaciones existentes entre los activos físicos, sus usuarios, operadores y mantenedores. De igual manera, permite que nuevos bienes o activos sean integrados con gran efectividad, precisión y rapidez al contexto operacional en análisis.

El objetivo principal de RCM está reducir el costo de mantenimiento, para enfocarse en las funciones más importantes de los sistemas, y evitando o quitando acciones de mantenimiento que no es estrictamente necesarias.

El proceso formula siete preguntas acerca del activo que se intenta analizar:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer sus funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre la falla?
- ¿De qué manera importa cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir/prevenir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

Resultados de un análisis RCM

Un análisis detallado RCM da tres resultados tangibles:

- Planes de mantenimiento a ser realizados por el departamento de mantenimiento.
- Procedimientos de operación revisados, para los operadores
- Una lista de cambios que deben hacerse al diseño del activo físico, o a la manera en que es operado para lidiar con situaciones en las que no puede proporcionar el funcionamiento deseado en su configuración actual.

Dos resultados menos tangibles son que los participantes del proceso aprenden mucho acerca de cómo funciona el activo físico, y que ellos tienden a funcionar mejor como miembros de un equipo.

BASE CONCEPTUAL DEL RCM

Análisis de las actividades mantenimiento, a partir de las causas y de los efectos de las fallas que se quiere evitar.



Figura 4 Base conceptual del RCM

2.6.2. Ventajas

- **Mayor seguridad e integridad ambiental:**
 - El RCM reduce o elimina los riesgos identificables concernientes a seguridad de los activos y el medio ambiente, incorporándolos a la toma de decisiones de mantenimiento.
- **Mayor funcionamiento operacional:**
 - El RCM permite asociar las estrategias de mantenimiento más adecuadas para cada activo y también las acciones derivadas en caso que no se pueda aplicar el mantenimiento.
- **Mayor costo-eficacia del mantenimiento:**
 - El RCM centra su atención en las acciones de mantenimiento de mayor impacto en el desempeño de la planta lo que asegura que toda inversión se realice en áreas donde se obtengan los mejores resultados.
- **Mayor vida útil de componentes costosos:**

- Reducción de los costos de mantenimiento por unidad producida.
- **Mayor motivación del personal y trabajo en equipo:**
El proceso de implementación del RCM requiere del involucramiento e interacción del personal de las distintas áreas que conforman a la empresa, incrementando el sentido de pertenencia y fomentando el trabajo en equipo.

2.6.3. Desventajas

- Debido a la complejidad del proceso de implementación, se requiere de personal con el conocimiento necesario para la aplicación de la metodología y el desarrollo de procedimientos.
- Los resultados generalmente son a mediano y largo plazo lo cual puede ser un motivo de descontento por parte de las jefaturas que exigen, en su mayoría, resultados inmediatos.
- Los paradigmas antiguos de mantenimiento son difíciles de cambiar en el personal cuya mentalidad se enfoca en un mantenimiento tradicional, siendo insensibles al cambio.

2.7. Tipos de mantenimiento y sus principales tareas

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

2.7.1. Mantenimiento Correctivo

- El énfasis del mantenimiento es en las reparaciones
- Predomina el concepto de arréglole
- Incremento constante de falla
- Falla costosa al perderse producción
- “Si el mantenimiento significa arreglar daños, siempre habrá daños que arreglar”

2.7.2. Mantenimiento Preventivo

- Inspección periódica para detectar condiciones de operación que puedan ocasionar: averías, paros de producción, pérdidas y defectos.
- Induce la cultura de prevención.
- Crea un sistema organizado de administración y gestión.

2.7.3. Mantenimiento Predictivo

- La disponibilidad de la maquina no se afecta.
- Dado a partir de un diagnóstico, realizado con la utilización y análisis sistemático. de datos, obtenidos con equipos.
- Se analiza tendencias y se predice la falla.
- Si el indicador de desgaste lo indica, se interviene la máquina.

2.7.4. Mantenimiento Productivo

El papel del mantenimiento no es simplemente para que el equipo siga en producción, sino para mejorar su operación.

Esto significa aumentar su velocidad de operación o su capacidad de producción, reduciendo la ocurrencia de atascamientos o paradas, acortando el tiempo de puesta a punto del equipo, simplificando las graduaciones y aumentando la calidad.

Implica hacer más eficiente la práctica del mantenimiento:

- Planeación y programación precisas
- Acceso fácil a la información de la maquinaria.
- Buen sistema de inventarios de repuestos,
- Rediseño del equipo, para hacer el mantenimiento más rápido y fácil o la adquisición de los equipos que requieran menos mantenimiento.

2.7.5. Mantenimiento Productivo Total

Toda persona cuyo trabajo tenga relación con un equipo, debe estar involucrada en su mantenimiento y administración.

Esto incluye una amplia gama de personas, pero siempre se contará con los técnicos de mantenimiento y los operarios que trabajan en el equipo.

Estas personas son el alma del grupo natural de trabajo que comparte la responsabilidad de la eficiencia de equipo.

“Así pues, el TPM nace como consecuencia de la implantación de distintas etapas: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento productivo, en una evolución fundamentada en la filosofía de la mejora continua (kaizen), donde cada fase se ha caracterizado por un enfoque propio que finalmente ha servido de base para la introducción y desarrollo de la siguiente etapa.” (Cuatrecasas, 2010)

2.8. Mantenimiento Sub-contratado (outsourcing)

Durante los últimos 20 años el mantenimiento ha sido una actividad con una tendencia creciente a la contratación externa, esto es, a la externalización. Es lo que se denomina outsourcing de mantenimiento. Los datos que ofrece la Asociación Española del Mantenimiento en su informe de 2005 indican que casi el 50% de la actividad de mantenimiento en la industria europea está en manos de empresas especializadas, aunque también refleja que desde entonces, ese porcentaje no tiene una tendencia clara al aumento (Garrido, 2009)

Siendo el mantenimiento uno de los aspectos clave para conseguir los objetivos de producción y de beneficio que busca cualquier empresa, parece riesgoso poner dicha tarea en manos ajenas. Por eso es importante estudiar por qué las compañías deciden poner una parte estratégica de su actividad en manos de otros. Cuando una empresa contrata con otra el mantenimiento de su planta, ya sea una pequeña parte de tareas muy específicas o el conjunto de actividades de mantenimiento, lo hace por una alguna de las seis razones que se detallan a continuación:



Figura 5 Razones para la externalización de servicios de mantenimiento (Garrido, 2009)

2.8.1. Disminución de costes

Muchas empresas han disminuido sus costes de mantenimiento externalizando todo o una parte del mantenimiento mediante la contratación del servicio con empresas especializadas. Muchas de ellas han encontrado una rebaja importante en los costes de mano de obra, basándose en que habitualmente el personal de la empresa contratista, sobre todo si se trata de empresas de mantenimiento generalistas, es más barato que el personal propio, y que en muchos casos se paga por hora efectiva trabajada.

Esta disminución de costes se vuelve significativa si se cuenta con un contratista que no solo aporte mejores costes en mano de obra, sino que además se enfoca en prevenir futuros mantenimientos correctivos y fallas, aumentar la disponibilidad del equipo y demás.

En ocasiones la reducción de costes en la contratación del servicio puede implicar: colaboradores menos capacitados ya que no olvidemos que la empresa de servicios busca percibir una utilidad, de manera que al asegurarnos que el contratista gana dinero y el cobro está dentro de lo razonable se asegura obtener un buen servicio.

2.8.2. Conversión de costos fijos en variables

Para muchas empresas, resulta una práctica bondadosa el huir a un pago de planilla fija ya sea que su producción es variable producto del mercado al que sirve, razón por la cual está practica le ofrece cierta flexibilidad, además que exonera a la empresa de alguna eventualidad o accidente que ocurra durante la intervención externa recae sobre el contratista.

2.8.3. Flexibilizar los recursos de mantenimiento

La actividad de mantenimiento requiere, en muchas ocasiones, realizar trabajos en horarios amplios (turno de 24 horas para la operación, noches, fines de semana y periodos vacacionales para determinadas tareas de mantenimiento) y también requiere de aumentos y disminuciones de plantilla, dependiendo de los trabajos a realizar. Con una plantilla propia esta flexibilidad es baja, genera constantes fricciones en las relaciones laborales. Los contratos de mantenimiento trasladan estos problemas fuera de la empresa cliente, que ve así reducida su conflictividad laboral.

2.8.4. Centrar esfuerzos en el Core-business

Muchas empresas, con el sector automoción y el sector energético a la cabeza, toman la decisión de externalizar todo aquello que rodea a la parte central del negocio, es decir, la producción. Consideran que es externalizable todo aquello que no es estratégico para el negocio, de esta manera se pueden concertar las energías en el núcleo de competencias del mismo. Así, desde hace años muchas empresas subcontratan los servicios administrativos, de vigilancia o de limpieza.

2.8.5. Falta de conocimientos y medios técnicos

En ocasiones las empresas no cuentan con los medios técnicos y el conocimiento para realizar las tareas de mantenimiento, por lo que la externalización les resuelve dicha debilidad en cuanto a la respuesta en el área de mantenimiento.

2.8.6. Mejora de resultados

El mundo empresarial posee un sinfín de rubros distintos, el proceso de externalización la mantiene enfocada en sus funciones de gestión de administración enfocadas a la operación y a la producción por lo que no solo podría presentar un ahorro, sino también la disminución de la parte operativa adicional que implica las tareas de mantenibilidad de los equipos. Por lo que todo el equipo se mantiene enfocado en el core-business.

2.9. Tipos de contrato de mantenimiento Outsourcing

A grandes rasgos, existen tres tipos de contrato de mantenimiento:

a) Tiempo y materiales. El contratista cobra por el tiempo de trabajo, más los materiales que utiliza. El cliente no adquiere ningún compromiso estable con el contratista: sólo paga cuando requiere de sus servicios. Es el tipo de contrato ideal cuando lo único que se busca es flexibilizar la plantilla de mantenimiento

La ventaja de este tipo de contrato es que no hay compromisos, por lo que si no se solicitan los servicios, no se origina ningún gasto.

La desventaja es indudable: los intereses del contratista son completamente opuestos a los intereses del cliente. Cuantas más averías y problemas tengan la planta, más factura el contratista. Éste no tiene ninguna motivación para proponer mejoras, para hacer reparaciones fiables, para plantear el objetivo cero averías, pues acabarían con su facturación.

b) Contratos a precio cerrado. Por un precio determinado y fijo se incluyen una serie de trabajos, unas veces bien determinados y otras veces sin determinar con exactitud. Es el caso de contratos en el que se incluye el mantenimiento preventivo de un sistema o de una instalación junto con todo el correctivo que pueda surgir.

La ventaja de este tipo de contratos es que se conoce previamente el importe a pagar, por lo que el cliente transforma un gasto variable y desconocido en un coste fijo, perfectamente determinado.

La desventaja es que el contratista sólo mira su interés: no se preocupa por el coste de la pérdida de producción (no afecta a su facturación), y hace reparaciones fiables para un periodo corto de tiempo. Está muy interesado en disminuir sus costes, pero no en aumentar la capacidad de producción o el rendimiento de las instalaciones.

c) Contratos de facturación variable en función de los resultados. También denominados win-to-win, son contratos que tratan de ligar los resultados de contratista y cliente, de manera que si el cliente pierde dinero, el contratista también, y si por el contrario el cliente gana dinero, el contratista también lo hace. El contratista puede aumentar sus beneficios aumentando la disponibilidad y el rendimiento de las instalaciones, e incluso, puede aumentar sus beneficios aumentando sus gastos (invirtiendo en mejoras, haciendo reparaciones más fiables, contratando a personal altamente cualificado, etc)

La ventaja indudable de este tipo de contrato es que los intereses del contratista y del cliente coinciden, y lo que afecta a uno (para bien o para mal) afecta al otro.

El principal inconveniente es que, aparentemente, son más caros. La cantidad que paga el cliente por este tipo de servicio es en apariencia mayor (la facturación es más alta) lo que puede hacer pensar que ‘cuestan’ más. No es del todo correcto, pues también se recibe un beneficio mayor. El otro gran inconveniente es que el cliente pierde el know-how de la planta, pierde formación e

información sobre los problemas de la planta y su solución, pues se centra en los resultados y no en cómo se obtienen.

El mantenimiento contratado es una forma indudable de mejora, aunque sólo si se realiza de la forma apropiada. El cliente puede estar buscando abaratar costes, mejorar resultados, mejorar el estado técnico de su planta y encontrarse con todo lo contrario: incrementar sus costes de mantenimiento y tener una planta con una disponibilidad y fiabilidad menores.

Sólo si se prepara un contrato de mantenimiento que responda a los objetivos buscados, sólo si se selecciona al contratista adecuado, sólo si se planifica bien el proceso de ‘aterrizaje’ del contratista y si la supervisión es la adecuada, la externalización del mantenimiento puede conducir a una mejora de resultados.

2.10. Modelos de Mantenimiento

2.10.1. Selección del Modelo de Mantenimiento

Es necesario analizar el modelo adecuado de mantenimiento dependiendo de la criticidad de los equipos.

Esta división de Tipos de Mantenimiento presenta el inconveniente de cada equipo necesita una mezcla de cada uno de esos tipos, de manera que no se puede pensar en aplicar uno solo de ellos a un equipo en particular.

Así, en un motor determinado ocupar su lubricación (mantenimiento preventivo periódico), si lo requiere, se deberán medir sus vibraciones o sus temperaturas (mantenimiento predictivo), quizás en una puesta a punto anual (puesta a cero) y se repararan las averías que vayan surgiendo (mantenimiento correctivo). La mezcla más idónea de todos estos tipos de mantenimiento dictará estrictas razones ligadas al coste de las pérdidas de producción en una parada de ese equipo, al coste de reparación, al impacto ambiental, a la seguridad y a la calidad del producto o servicio, entre otras.

¿Cuál es el mantenimiento que debo aplicar a cada uno de los equipos que componen una instalación en concreto?

Para dar respuesta a esta pregunta, es conveniente definir el concepto de Modelo de Mantenimiento. Un Modelo de Mantenimiento es una mezcla de los anteriores tipos de mantenimiento en unas proporciones determinadas, y que responde adecuadamente a las necesidades de un equipo concreto. Se puede pensar que cada equipo necesitará una mezcla distinta de los diferentes tipos de mantenimiento, una mezcla determinada de tareas, de manera que los modelos de mantenimiento posibles serán tantos como equipos puedan existir. Pero esto no es del todo correcto. Pueden identificarse claramente 4 de estas mezclas, complementadas con otros dos tipos de tareas adicionales, según se verá más adelante.

2.10.2. Descripción modelos de mantenimiento

Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluye varios de los tipos anteriores de mantenimiento, en la proporción que se indica. Además, todos ellos incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación. Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable. Incluso en el modelo más sencillo (Modelo Correctivo), en el que prácticamente abandonamos el equipo a su suerte y no nos ocupamos de él hasta que no se produce una avería, es conveniente observarlo al menos una vez al mes, y lubricarlo con productos adecuados a sus características. Las inspecciones visuales prácticamente no cuestan dinero (estas inspecciones pueden estar incluidas en otras actividades; por lo que se podrá observar otros equipos cercanos y no significará que se tenga que destinar recursos expresamente para esa función). Esta inspección permitirá detectar averías de manera precoz, y su resolución generalmente será más barata cuanto antes detectemos el problema. La lubricación petroquímica siempre es rentable. Aunque sí representa un coste (lubricante y la mano de obra de aplicarlo), en general es tan bajo que está sobradamente justificado, ya que una avería por una falta de lubricación implicará siempre un gasto mayor que la aplicación del lubricante correspondiente.

Hecha esta puntualización, podemos definir ya los diversos modelos de mantenimiento posibles.

A. Modelo Correctivo

Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos

B. Modelo Condicional

Incluye las actividades del modelo anterior y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas se descubren alguna anomalía, se debe de programar una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no se actuara sobre el equipo.

Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja.

C. Modelo Sistemático

Este modelo incluye un conjunto de tareas que se deben de realizar sin importar cuál es la condición del equipo. Además, se realizaran algunas mediciones y pruebas para decidir si es necesario ejecutar otras tareas de mayor envergadura; y por último, se deberán de resolver las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja. Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

Un ejemplo de equipo sujeto a este modelo de mantenimiento es un reactor discontinuo, en el que las materias que deben reaccionar se introducen de una sola vez, tiene lugar la reacción, y posteriormente se extrae el producto de la reacción, antes de realizar una nueva carga. Independientemente de que este reactor esté duplicado o no, cuando está en operación debe ser fiable, por lo que se justifica realizar una serie de tareas con independencia de que hayan presentado algún síntoma de fallo.

Otros ejemplos:

- El tren de aterrizaje de un avión
- El motor de un avión

D. Modelo de Mantenimiento de Alta Disponibilidad

Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que permita conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años). Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tiene porqué ser exactamente iguales año tras año.

Como quiera que en este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es cero averías, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la Puesta a Cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

Algunos ejemplos de este modelo de mantenimiento pueden ser los siguientes:

- Turbinas de producción de energía eléctrica
- Hornos de elevada temperatura, en los que una intervención supone enfriar y volver a calentar el horno, con el consiguiente gasto energético y con las pérdidas de producción que trae asociado
- Equipos rotativos que trabajan de forma continua
- Depósitos reactores o tanques de reacción no duplicados, que sean la base de la producción y que deban mantenerse en funcionamiento el máximo número de horas posible.

Otras consideraciones

En el diseño del Plan de Mantenimiento, deben tenerse en cuenta dos consideraciones muy importantes que afectan a algunos equipos en particular. En primer lugar, algunos equipos están sometidos a normativas legales que regulan su mantenimiento, obligando a que se realicen en ellos determinadas actividades con una periodicidad establecida.

En segundo lugar, algunas de las actividades de mantenimiento no se pueden realizar con el equipo habitual de mantenimiento (sea propio o contratado) pues se requiere de conocimientos y/o medios específicos que solo están en manos del fabricante, distribuidor o de un especialista en el equipo.

Estos dos aspectos deben ser valorados cuando tratamos de determinar el modelo de mantenimiento que debemos aplicar a un equipo.

a. Mantenimiento Legal

Algunos equipos están sometidos a normativas o a regulaciones por parte de la Administración. Sobre todo, son equipos que entrañan riesgos para las personas o para el entorno. La Administración exige la realización de una serie de tareas, pruebas e inspecciones, e incluso algunas de ellas deben ser realizadas por empresas debidamente autorizadas para llevarlas a cabo. Estas tareas deben necesariamente incorporarse al Plan de Mantenimiento del equipo, sea cual sea el modelo que se decida aplicarle.

Algunos de los equipos sometidos a este tipo de mantenimiento son los siguientes:

- Equipos y aparatos a presión
- Instalaciones de Alta y Media Tensión
- Torres de Refrigeración
- Determinados medios de elevación, de cargas o de personas
- Vehículos
- Instalaciones contraincendios
- Tanques de almacenamiento de determinados productos químicos

b. Mantenimiento subcontratado a un especialista

Al hablar de un especialista, es un individuo o empresa especializada en brindar el servicio de mantenimiento de un equipo concreto. El especialista puede ser el fabricante del equipo, el servicio técnico del importador, o una empresa que se ha especializado en un tipo concreto de intervenciones. Se debe recurrir al especialista cuando:

- No tenemos conocimientos suficientes
- No tenemos los medios necesarios
- El equipo cuenta con condiciones de Garantía

Si se dan estas circunstancias, algunas o todas las tareas de mantenimiento se deberá de subcontratar a empresas especializadas.

El mantenimiento subcontratado a un especialista es en general la alternativa más cara, pues la empresa que lo ofrece es consciente de que no compite. Los precios no son precios de mercado, sino precios de monopolio. Debe tratar de evitarse en la medida de lo posible, por el encarecimiento y por la dependencia externa que supone. La forma más razonable de evitarlo consiste en desarrollar un Plan de Formación que incluya entrenamiento específico en aquellos equipos de los que no se poseen conocimientos suficientes, adquiriendo además los medios técnicos necesarios.

CAPITULO

3

METODOLOGÍA

3.1 Análisis de tipo de Mantenimiento

Si bien es cierto no existe ninguna fórmula mágica para el tipo de mantenimiento a desarrollar en una instalación, en ocasiones el mantenimiento basta con un mantenimiento por inspección, mantenimiento preventivo o en ocasiones es necesario implementar técnicas más avanzadas como practicas predictivas y análisis de criticidad de los equipos hasta la implementación de TPM y otras metodologías.

3.1.1 Diagrama de clasificación tipo de equipo

Con el objetivo de poder decidir de forma coherente que tipo de acción de Mantenimiento se ejecutará, se establece el siguiente diagrama de Decisión, a fin de facilitar los enfoques a ejecutar.

Primero se deben clasificar los tipos de equipo, según la tabla siguiente:

TIPO DE EQUIPO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCION	CALIDAD	MANTENIMIENTO
A CRITICO	Puede originar accidente muy grave	Su parada afecta al plan de producción	Es clave para la calidad del producto	Alto costo de reparación en caso de avería
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales)		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes
	Ha producido accidentes en el pasado		Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales)	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (Anuales)	Afecta a la producción, pero es recuperable (No llega a afectar a clientes o al plan de producción)	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Presenta un costo medio en mantenimiento.
	Puede ocasionar accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en producción	No afecta a la calidad	Bajo costo de mantenimiento

Tabla 1. Clasificación de equipos por criticidad

Con la tabla de estados críticos de las máquinas y los modelos de mantenimiento a realizar, se tiene una gran información para los equipos listados, por medio de la cual se escogerá el modelo de mantenimiento a seguir.

Si el equipo se encuentra en la categoría A o crítico, el modelo a seguir será uno de los tres con mantenimiento programado, si el equipo se encuentra en la categoría B o importante, se deben estudiar más aún las consecuencias de su fallo, peor si el equipo es prescindible, se sabrá de antemano que el modelo a seguir es el correctivo.

Al analizar el estudio que se debe seguir a los fallos de un equipo si está ubicado en la categoría de importante, lo más importante es el costo que supone una parada más en precio de la posible reparación, si esta reparación implica recursos económicos altos o no se podría pensar en un modelo programado, de cualquier forma, se debe estudiar el tipo de fallo sobre el equipo importante para llegar a tener un análisis más cuidadoso de cuál será el modelo a seguir.

El siguiente cuadro sinóptico ayudara en encontrar el modelo de mantenimiento adecuado dependiendo de muchas posibilidades que se suceden al interior de una empresa.

3.1.2 Diagrama de decisión tipo de mantenimiento en base a criticidad.

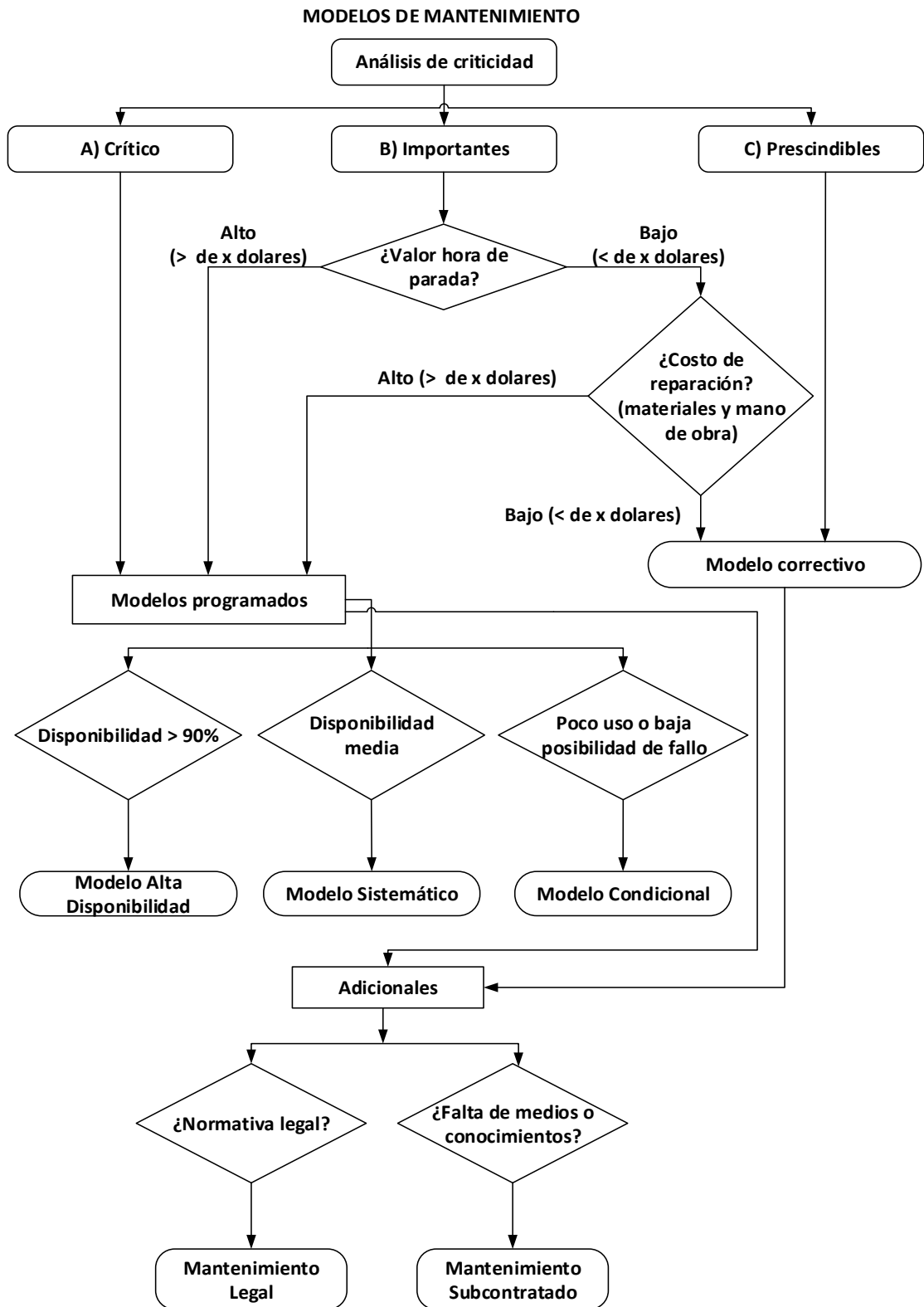


Figura 6 Diagrama de decisión modelos de mantenimiento

3.2 Metodología

El trabajo previo antes de realizar un plan de mantenimiento es muy alto y muy importante, ya que se deben estudiar cada uno de los equipos que se encuentran en el almacén y taller con total detalle, optando por cuales tareas son importantes, costos por tareas y cuáles no.

Después de realizado esta distinción o análisis, se obtendrá una información valiosísima que servirá en cualquier momento, como son:

- Clasificación según su criticidad de cada uno de los equipos.
- Clasificación del tipo de mantenimiento que requiere el equipo ya sea por operarios o subcontratados.
- Levantamiento total de las tareas y actividades de mantenimiento a realizar.
- Plan de mantenimiento total para la instalación de Centro de multiservicio automotriz, además su cronograma.

3.3 Implementación análisis para almacén de repuestos

Áreas Almacén

En el interior del almacén se encuentran comprendidas distintas grandes áreas de trabajo:

Área de Bodega: Esta área comprende todo la estantería y mercadería en stock de repuestos, área de recepción y despacho de mercadería, en ella se desempeñan y los encargados de su administración y gestión son los auxiliares de bodega.

Área de Caja: Esta área comprende el punto de cobro y emisión de facturas, anulaciones, devoluciones, almacenamiento de copias de facturas, almacenamiento y manejo de créditos.

Área de Sala de ventas: Esta área comprende las áreas comunes en el mostrador de ventas, en ella se desempeñan los ejecutivos de ventas, en donde los clientes son atendidos y son tomados los pedidos para su posterior facturación en caja.

Áreas comunes y servicios generales: Comprende las áreas de uso común, así los baños, el área de espera de clientes, comedor, pasillos, etc. Esta área es gestionada y administrada por el conserje del almacén.

Área de Gerencia: Comprende la oficina y la mueblería del gerente del almacén, en donde se da la gestión, seguimiento, control y administración de todos los procesos del almacén.

3.3.1 Levantamiento de listado de equipos en almacén de repuestos.

Elaborar una lista ordenada de los equipos presentes en un almacén, puede ser una de las grandes tareas por realizar, ya que son los activos del almacén y resulta engorroso realizar un inventario de los mismos, ya que en una simple lista donde aparezcan no es útil, se debe realizar una lista en forma de árbol en la cual se indique la relación que existe con cada dependencia.

Dentro de esta lista, se deben considerar todos y cada uno de los equipos que existen al interior y exterior de la empresa, tanto de mantenimiento propio de la empresa como de mantenimiento subcontratado, en la cual se evidencia de forma clara el área a la cual corresponda, sitio o lugar de ubicación, forma de trabajo, área de trabajo, competencias de preparación del operario que va a laborar en la máquina.

Dentro de cada uno de los almacenes en estudio se encuentran diversos equipos, se delimitarán aquellos relacionados con la operación, posteriormente se delimitarán las tareas a dichos equipos y si su mantenibilidad puede realizarse por el operador.

Luego de recorrer un almacén y revisar cada una de sus áreas, se concreta el siguiente listado de equipos relacionados con la operatividad.

Al realizar el levantamiento de cada uno de los equipos; se debe de anotar como mínimo: breve descripción del equipo, modelo, marca y se le asigna un código, este ayudara a la posteriormente asignación de actividades para su mantenibilidad.

Dentro del almacén se poseen:

INVENTARIO DE EQUIPOS ALMACÉN			
LISTADO DE EQUIPOS ALMACEN	MARCA	MODELO	CANTIDAD
CPU LENOVO THINK CENTRE M73 TINY DESKTOP 10AY-008US	LENOVO	M73 TINY DESKTOP 10AY-008US	1
MONITOR LENOVO THINK VISION E1922 18.5"	LENOVO	THINK VISION E1922 18.5"	1

INVENTARIO DE EQUIPOS ALMACÉN			
MONITOR SAMSUNG S22F350FHL 21.5"	SAMSUNG	S22F350FHL 21.5"	1
TECLADO LENOVO 4X30E51034	LENOVO	4X30E51034	1
MOUSE LENOVO 06P4069	LENOVO	06P4069	1
IMPRESOR LEXMARK 2580N	LEXMARK	2580N	2
IMPRESOR MULTIFUNCIÓN HP LASER JET PRO M1213NF	HP	LASER JET PRO M1213NF	1
GABINETE NEW LINK + MODULO DE RECEPCIÓN INTERNET	NEWLINK	NEWLINK	1
VENTILADOR AXIAL DE TECHO ICF	ICF	ICF	4
EQUIPO DE A/C PARKER ASN1233J	PARKER	ASN1233J	1
REFRIGERADOR FRIGIDAIRE FRT133YELW	FRIGIDAIRE	FRT133YELW	1
PLANTA TELEFONICA PANASONIC KX-T7730	PANASONIC	KX-T7730	1
PURIFICADOR DE AGUA STERILIGHT SC1-DWS	STERILIGHT	SC1-DWS	1
CALCULADORA DE IMPRESIÓN CANON MP41DHIII	CANON	MP41DHIII	1
EQUIPO DE SONIDO PANASONIC SA-AKX80	PANASONIC	SA-AKX80	1
MICROONDAS PARKER MWO281GS	PARKER	MWO281GS	1
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EVAPORATIVO PORTATIL WB600581	EVAPORATIVO	WB600581	1
INYECTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN WBB177830	CONTINENTAL	WBB177830	2
EXTRACTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN BBB177830	CONTINENTAL	BBB177830	2
SISTEMA DE CAMARAS MONITOREO/CONTROL Y MODULO DS-7216HVI-ST	HIKVISION	MODULO DS-7216HVI-ST	1
DISPENSADOR DE AGUA HELADA FRIGIDAIRE FQF153MBIW	FRIGIDAIRE	FQF153MBIW	1
SISTEMA DE CORTINAS ENROLLABLES PUERTA PRINCIPAL	ENROLLABLES	S/M	2

INVENTARIO DE EQUIPOS ALMACÉN			
SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y MODULO CLVR04Z	COFEN	CLVR04Z	1
BOMBA DE LLENADO DE SISTERNA FORAS PM60	FORAS	PM60	1
PLANTA DE ENERGIA 3 BATERIAS + INVERSOR	PLANTA	S/M	1

Tabla 2. Listado de equipos en almacén de repuestos.

3.3.2 Codificación y clasificación de equipos en almacén de repuestos.

Al realizar la identificación de cada equipo después de hacer la lista correspondiente, facilitando su localización, su referencia de órdenes de trabajo, en planos, permitiendo la elaboración de históricos de fallos en trabajos efectuados a las máquinas, los cuales permiten realizar indicadores de gestión en áreas, equipos, sistemas, elementos, etc. Permite un control de costos, basándose en dos posibles tipos de identificación.

- Sistemas de identificación no significativos: Se colocan números sin ninguna información adicional solo un código correlativo a cada equipo.
- Sistemas de identificación significativos: estos códigos aportan información.

En el primero se tiene una simplicidad y brevedad del código, con apenas 4 números es posible codificar toda la planta, sin necesidad de colocar número de planta, familia a la que pertenece, lo cual constituye una ventaja, la desventaja es la incapacidad para poder ubicar una máquina a partir de código, aquí es necesario tener una memoria prodigiosa para poder ubicar el equipo.

En un código significativo, se tiene información de relevancia, además de aportar la planta, el área, el equipo, familia a la que pertenece, se puede colocar toda la información que se requiera, el problema es que entre más información se requiera, más aumenta el código, y se dificulta su codificación ya que se tienen que tener previstos ciertos números que a la postre no se estaban determinados y se dificulta la forma como deben apreciarse.

Información útil que debe tener el código

Para poder simplificar un poco la escritura de los códigos significativos, son necesarias estrategias que aporten un gran significado en la ubicación inicialmente de los equipos y tipo de equipos:

- Almacén al que pertenece
- Área a la que pertenece dentro de la planta
- Tipo de Equipo

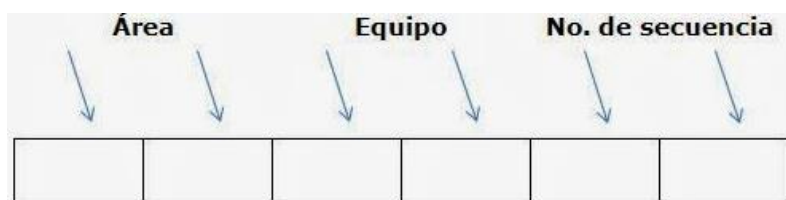


Figura 7 Caracteres para codificación de equipos

Codificación de Áreas:

ÁREA	CODIFICACIÓN
Ventas	VEN
Bodega	BOD
Cajas	CAJ
Áreas Comunes y Servicios Generales	COM
Gerencia	GER

Tabla 3. Listado de codificación de áreas almacén

Codificación de Equipos:

EQUIPO	CODIFICACIÓN
Aire Acondicionado	AAC
Bombas	BOM
Cámaras	CAM
Computadora	CPU
Contómetro	CON
Cortinas Metálicas	CME
Equipo de Sonido	ESO
Extractor de Aire	EAI
Impresor	IMP
Inyector de Aire	IAI
Microondas	MIC
Monitor	MON
Oasis	OAS
Planta de Emergencia	PEM
Planta Telefónica	PTE
Purificador de Agua	PAG
Ratón	RAT

EQUIPO	CODIFICACIÓN
Refrigerador	REF
Servidor de Internet	SIN
Sistema Contra Incendio	SCI
Teclado	TEC
Ventilador	VEN

Tabla 4. Listado de codificación de equipos almacén

Ejemplo:

VEN-CPU-001

Se entenderá que es la computadora N°1, ubicada en la sala de ventas.

3.3.3 Clasificación de asignación de mantenimiento equipos de almacén

Adicionalmente, a los equipos se le asignara las tareas necesarias periódicamente para su mantenibilidad, se le asignara el recurso que puede suplir dicha tarea, también los materiales o herramientas necesarias.

También a cada uno de ellos los clasificaremos en dos grandes grupos: MTTO y OP siendo cada uno de ellos de la siguiente manera:

Clasificación MTTO: aquellos equipos que requieren de un servicio externo para su mantenibilidad.

Clasificación OP: aquellos equipos, que basta con la intervención de su operador y del cumplimiento de tareas de mantenimiento preventivas para su mantenibilidad.

Se desarrollará a continuación la revisión, análisis y clasificación de cada uno de ellos.

Código	Equipo	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
VEN-CPU-001	CPU LENOVO THINK CENTRE M73 TINY DESKTOP 10AY-008US	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad.	Diario	Brocha Whype	OP

Código	Equipo	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
VEN-MON-001	MONITOR LENOVO THINK VISION E1922 18.5"	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad.	Diario	Brocha Whyppe	OP
CAJ-MON-001	MONITOR SAMSUNG S22F350FHL 21.5"	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad.	Diario	Brocha Whyppe	OP
VEN-TEC-001	TECLADO LENOVO 4X30E51034	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad.	Diario	Brocha Whyppe	OP
VEN-RAT-001	MOUSE LENOVO 06P4069	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad.	Diario	Brocha	OP
VEN-IMP-001	IMPRESOR LEXMARK 2580N	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad. Aplicación de penetrante en rieles y superficies móviles	Diario	Brocha Whyppe WD40	OP
VEN-IMP-002	IMPRESOR MULTIFUNCIÓN HP LASER JET PRO M1213NF	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad.	Diario	Brocha Whyppe	OP
COM-SIN-001	GABINETE NEW LINK + MODULO DE RECEPCIÓN INTERNET	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad. Revisión de voltajes y velocidad de servidores	3 meses	Brocha Whyppe Módulo de revisión conectividad Pc	MTTO
COM-VEN-001	VENTILADOR AXIAL DE TECHO ICF	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas	mensual	Brocha Whyppe Limpiador de Superficies	OP
COM-AAC-001	EQUIPO DE A/C PARKER ASN1233J	Limpieza de filtro Limpieza de serpentín Medición de Presión de Refrigerante Revisión de conexiones Eléctricas	3 meses	Brocha Manómetro de Presión Refrigerante Multímetro Líquido Desinfectante	MTTO
COM-REF-001	REFRIGERADOR FRIGIDAIRE FRT133YELW	Limpieza de superficies interiores y exteriores	6 meses	Brocha Whyppe	OP

Código	Equipo	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
		Revisión de conexiones eléctricas		Limpiador de Superficies	
COM-PTE-001	PLANTA TELEFONICA PANASONIC KX-T7730	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad. Revisión de voltajes y funcionalidad de extensiones telefónicas	Diario	Brocha Whyppe Módulo de revisión conectividad Pc	MTTO
COM-PAG-001	PURIFICADOR DE AGUA STERILIGHT SC1-DWS	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Cambio de filtros Revisión de luz ultravioleta	Diario	Brocha Whyppe Limpiador de Superficies Llaves Juego de filtros	MTTO
VEN-CON-001	CALCULADORA DE IMPRESIÓN CANON MP41DHIII	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas	Diario	Brocha Whyppe	OP
VEN-ESO-001	EQUIPO DE SONIDO PANASONIC SA-AKX80	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas	Diario	Brocha Whyppe	OP
COM-MIC-001	MICROONDAS PARKER MWO281GS	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas	Diario	Brocha Whyppe Limpiador de superficies	OP
GER-AAC-001	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EVAPORATIVO PORTATIL WB600581	Limpieza de filtro Limpieza de serpentín Revisión de Fajas Revisión de conexiones Eléctricas	3 meses	Brocha Multímetro Líquido Desinfectant e Llaves Juego de fajas	MTTO
COM-IAI-001	INYECTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN WBB177830	Revisión/limpiezas Revisión rodamientos Revisión de Fajas Revisión de conexiones Eléctricas	6 meses	Brocha Multímetro Líquido Desinfectant e Llaves Juego de fajas Engrasadora Aceite	MTTO
COM-EAI-001	EXTRACTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN BBB177830	Revisión/limpiezas Revisión rodamientos Revisión de Fajas Revisión de conexiones Eléctricas	6 meses	Brocha Multímetro Líquido Desinfectant e	MTTO

Código	Equipo	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
				Llaves Juego de fajas Engrasadora Aceite	
COM-CAM-001	SISTEMA DE CAMARAS MONITOREO/CONTROL Y MODULO DS-7216HVI-ST	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad. Revisión de voltajes y velocidad de servidores	3 meses	Brocha Whyppe Módulo de revisión conectividad Pc	MTTO
COM-OAS-001	DISPENSADOR DE AGUA HELADA FRIGIDAIRE FQF153MBIW	Limpieza de superficies interiores y exteriores Revisión de conexiones eléctricas	mensual	Brocha Whyppe Limpiador de Superficies	OP
COM-CME-001	SISTEMA DE CORTINAS ENROLLABLES PUERTA PRINCIPAL	Limpieza de superficies Calibración de Rodamientos Engrase de rodamientos y rieles Sustitución de Laminas o estructuras en mal estado	3 meses	Brocha Whyppe Limpiador de Superficies Pulidora Taladro Grasa Engrasadora	MTTO
BOD-SCI-001	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y MODULO CLVR04Z	Limpieza de superficies Revisión de conexiones eléctricas Revisión de Puertos de conectividad. Disparos de Sensores Prueba de manetas alarma Prueba sectores y tablero de control.	3 meses	Brocha Whyppe Módulo de revisión conectividad Pc Cable	MTTO
BOD-BOM-001	BOMBA DE LLENADO DE SISTERNA FORAS PM60	Limpieza de superficies interiores y exteriores Revisión de conexiones eléctricas	mensual	Brocha Whyppe Limpiador de Superficies	OP
BOD-PEM-001	PLANTA DE ENERGIA 3 BATERIAS + INVERSOR	Limpieza de superficies interiores y exteriores Revisión de conexiones eléctricas	6 meses	Brocha Whyppe Limpiador de Superficies	OP

Tabla 5 Clasificación de Equipos OP/MTTO en almacén.

3.3.4 Funcionalidad de taller multiservicio revisión 360.

Como complemento al negocio de un multiservicio se tiene el área de taller, es importante saber diagnosticar, delimitar las piezas que en un vehículo de un cliente requieren cambio inmediato, otros que requieren cambio en próximo mantenimiento u otras en perfecto estado.

Es a partir de una revisión 360 del vehículo del cliente en donde se puede determinar cada una de las categorías a abordar en el servicio, se pueden clasificar de la siguiente manera: llantas, nivel de fluidos, sistema eléctrico, suspensión, alineación y balanceo, frenos delanteros, dirección, rodamiento, aire acondicionado, frenos traseros, carrocería y chasis, motor/inyección, embrague/transmisión.

A continuación, se muestra el check-list a utilizar en el listado de revisión 360:

ESTADO OK	
PROXIMO MITO	
CAMBIO/MITO INMEDIATO	

LLANTAS:		ALINEACIÓN Y BALANCEO		AIRE ACONDICIONADO	
Delantera Izquierda		Alineación		Filtro de Cabina	
Delantera Derecha		Perno de Ajuste		MITO General	
Trasera Izquierda		Balanceo		Compresor AC	
Trasera Derecha		Rotación		Evaporador/Condensador	

NIVEL DE FLUIDOS:		FRENOS DELANTEROS		FRENOS TRASEROS	
Refrigerante		Pastillas de Freno		Fricciones	
Aceite de Motor		Discos de Freno		Discos de Freno	
Líquido de Freno		Bombas de Ruedas		Bombas de Ruedas	
Aceite Hidráulico		Tambores de Frenos		Tambores de Frenos	
Líquido Limpia Parabrisa		Limpieza/Ajuste		Limpieza/Ajuste	

SISTEMA ELECTRICO:		DIRECCIÓN:		CARROCERIA Y CHASIS	
Motor de Arranque		Terminales		Lavado de Chasis	
Alternador		Brazos de Cremallera		Esprayado	
Regimen de Carga		Cremallera		Lavado de Motor	
Luces		Caja/Bomba Hidraulica		Engrase	
Terminales de Batería		Bujes Columna Dirección		Pasteado	
Batería		Cruz Cardanica de Columna		Pulido Carrocería/Focos	

SUSPENSIÓN:					RODAMIENTO:					MOTOR / INYECCION				
Amortig. Y Soportes Del		■	■	■	Balineras Bufa delantera RH		■	■	■	Turbo		■	■	■
Amortig. Y Soportes Trs		■	■	■	Balineras Bufa delantera LH		■	■	■	Bomba		■	■	■
Torre Y/O Bujes		■	■	■	Balineras Bufa Trasera RH		■	■	■	Bujías		■	■	■
Bujes de Tijera Sup e Inf		■	■	■	Balineras Bufa Trasera LH		■	■	■	Empaque Tapa Valvula		■	■	■
Esferas Superiores		■	■	■	Polvera Punta Flecha INT RH		■	■	■	Banda de Tiempo		■	■	■
Esferas Inferiores		■	■	■	Polvera Punta Flecha INT LH		■	■	■	Correas		■	■	■
Bujes Barra Estabilizadora		■	■	■	Polvera Punta Flecha EXT RH		■	■	■	Filtro de Aire		■	■	■
Bujes Barra de Control		■	■	■	Polvera Punta Flecha EXT LH		■	■	■	Filtro de Combustible		■	■	■
Terminales Barra Estabilizadora		■	■	■	Balineras Punta Flecha DEL RH		■	■	■	Filtro de Aceite		■	■	■
Barras de Torsión		■	■	■	Balineras Punta Flecha DEL LH		■	■	■	Calentadores		■	■	■
		■	■	■	Balineras Punta Flecha TRS RH		■	■	■	Termostato		■	■	■
		■	■	■	Balineras Punta Flecha TRS LH		■	■	■	Afinado Mayor		■	■	■
		■	■	■						Revisión Compresión motor		■	■	■
EMBRAGUE/TRANSMISION														
Plato de Embrague		■	■	■										
Disco de Embrague		■	■	■										
Balineras de Collarin		■	■	■										
OTROS:														

Tabla 6 Categorías de revisión 360 para los vehículos.

3.3.5 Codificación y clasificación de equipos en taller multiservicio.

Áreas de Taller

En el interior del taller se encuentran comprendidas distintas grandes áreas de trabajo:

Área de Alineado: Esta área comprende los equipos de alineados mecánicos o electrónicos, donde luego de finalizar una reparación es necesario verificar que el vehículo haya quedado en perfecta alineación.

Área de Cambio de Aceite: Esta área comprende los elevadores y los sistemas de recolección de aceite que es donde se deposita el aceite quemado de los vehículos.

Área de Reparaciones: Esta área comprende donde se puede brindar servicios básicos a los vehículos, por ejemplo, cambio de luces, escaneado básico, cargado de baterías entre otras reparaciones mínimas.

Área de Recepción: Esta área comprende la estación donde se recibe al cliente y se realiza el presupuesto al cliente.

Áreas comunes y servicios generales: Comprende las áreas de uso común, así los baños, el área de espera de clientes, comedor, pasillos, etc. Esta área es gestionada y administrada por el conserje del almacén.

Área de Gerencia: Comprende la oficina y la mueblería del gerente del almacén, en donde se da la gestión, seguimiento, control y administración de todos los procesos del almacén.

Levantamiento de listado de equipos

Dentro de cada uno de los talleres en estudio se encuentran diversos equipos, se delimitarán aquellos relacionados con la operación, posteriormente se delimitarán las tareas a dichos equipos y si su mantenibilidad puede realizarse por el operador.

Luego de recorrer un taller tipo y revisar cada una de sus áreas, se concreta el siguiente listado de equipos relacionados con la operatividad.

Cada uno de los equipos se levanta su modelo, marca y se le asigna un código tipo, este ayudara a la posteriormente asignación de actividades para su mantenibilidad.

Dentro del taller se poseen:

EQUIPOS DE TALLER MULTISERVICIO			
LISTADO DE EQUIPOS DE TALLER	MARCA	MODELO	CANTIDAD
ELEVADOR DE 2 POSTES CERRADO	BIG RED JACKS	QJY230DY 3.5T	2
ELEVADOR DE 4 POSTES	BIG RED JACKS	QJY4040-ZL 4t	1
ELEVADOR DE MEDIA ALTURA	BIG RED JACKS	QJY30 3T	2
ALINEADORA DE 4 RUEDAS 3D	BIG RED JACKS	TREK206	1
BALANCEADOR DE LLANTA GRANDE	BIG RED JACKS	TRE-1200	1
BALANCEADOR DE LLANTA PEQUEÑA	BIG RED JACKS	TRE-828	1
CARGADOR DE BATERIAS	CENTURY	K3151-1	2
CARGADOR DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	LAUNCH	MRF-3000	3
GATO HIDRAULICO DE TRANSMISION/COLUMNA	BIG RED JACKS	TEL05006 0.5T	2
PRENSA PARA TALLER	BIG RED JACKS	TY20002	1
CARRETES RETRÁCTILES	S/M	S/M	5
COMPRESORES	BIG RED JACKS	TRAE100ZA 100L, 3HP	1
EQUIPO DE AUTÓGENA (OXICORTE)	S/M	S/M	2

EQUIPOS DE TALLER MULTISERVICIO			
LISTADO DE EQUIPOS DE TALLER	MARCA	MODELO	CANTIDAD
EXTRACTORES	S/M	S/M	2
LAVADOR DE PARTES	BIG RED JACKS	TRG4001-20	2
AERO LUBRICADOR DE PARTES	BIG RED JACKS	TRG2095	2
BURROS DE EMBAQUES	BIG RED JACKS	T46001C 6T	4
BANCO PARA MOTORES	BIG RED JACKS	T26801	1
DESMONTADOR DE LLANTA	BIG RED JACKS	TRE-236	1
JACK HIDRAULICO DE PISO	BIG RED JACKS	T830013 3 Ton	3
PLUMA PARA MOTORES	BIG RED JACKS	T32002	1
RECOLECTORA DE ACEITE QUEMADO	BIG RED JACKS	TRG2090	2

Tabla 7 Listado de equipos en taller de multiservicios

3.3.6 Codificación y clasificación de equipos en taller multiservicio.

A cada uno de los equipos se le asignara las tareas necesarias periódicamente para su mantenibilidad, se le asignara el recurso que puede suplir dicha tarea, también los materiales o herramientas necesarias.

A cada uno de ellos los clasificaremos en dos grandes grupos: MTTO y OP siendo cada uno de ellos de la siguiente manera:

Clasificación MTTO: aquellos equipos que requieren de un servicio externo para su mantenibilidad.

Clasificación OP: aquellos equipos, que basta con la intervención de su operador y del cumplimiento de tareas de mantenimiento preventivas para su mantenibilidad.

Se desarrollará a continuación la revisión, análisis y clasificación de cada uno de ellos.

Codificación de Áreas:

Para la simplificación y segmentación del área de taller se dividirá en tres grandes regiones:






ÁREA	CODIFICACIÓN
Zona de reparaciones mayores	ZMA
Zona de reparaciones menores	ZME
Zona de alineación	ZAL

Tabla 8 Listado de codificación de áreas de taller multiservicios

Codificación de Equipos:






EQUIPO	CODIFICACIÓN
Elevador	ELE
Alineadora	ALI
Balanceador	BAL
Cargador de Baterías	CBA
Cargador Aire Acondicionado	CAA
Gato Hidráulico	GHI
Prensa	PRE
Carretes	CAR
Compresor	COM
Oxicorte	OXI
Extractor	EXT
Lavador de Partes	LPA
Aero Lubricador	ALU
Burros de Embanques	BUR
Banco para Motores	BMO
Desmontador de Llantas	DES
Jack Hidráulico	JHI
Pluma para Motores	PLU
Recolectora de Aceite	RAC
Esmeril	ESM

Tabla 9 Listado de codificación de equipos taller multiservicios

Equipo – Código	Imagen	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
ELEVADOR DE 2 POSTES CERRADO ZMA-ELE-001		<ul style="list-style-type: none"> -Limpieza e inspección de fugas. -Revisión de los cables de elevación. -Revisión de Seguros. -Revisión de tacos de apoyo. -Lubricación de cables, cadenas y bulones. -Anclajes del suelo correctamente apretados. -Lubricación de husillos y tuercas de trabajo. -Revisión de conexiones eléctricas. -Calibración de todos los componentes móviles, revisión de manetas y componentes eléctricos. 	Diario Diario Diario Diario Mensual Mensual Mensual Mensual Anual	Lubricantes Whyppe Llaves	MTTO
ELEVADOR DE 4 POSTES ZAL-ELE-002					
ELEVADOR DE MEDIA ALTURA ZME-ELE-003					
ALINEADOR DE DIRECCIÓN MECÁNICO ZAL-ALI-002		<ul style="list-style-type: none"> -Comprobar la alineación de los soportes. -Ajuste del equipo completa. 	Anual	Lubricantes Whyppe Llaves Calibradores	MTTO
ALINEADOR DE 4 RUEDAS 3D ZAL-ALI-001		<ul style="list-style-type: none"> -Limpiar periódicamente las lentes de los captadores. -Limpiar periódicamente la consola de polvo y suciedad. -Tapar la consola cuando no está en uso. -Limpiar y lubricar los ejes de las garras de sujeción. -Mantener los cables de conexión en perfecto estado. -Calibración de Componentes 	Semanal Anual	Limpiacristales Paños limpios	MTTO

Equipo – Código	Imagen	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
BALANCEADOR DE LLANTA GRANDE ZMA-BAL-001 BALANCEADOR DE LLANTA PEQUEÑA ZMA-BAL-002		<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de conexiones eléctricas e inspección de fugas. -Comprobar la correa del motor. -Verificar el correcto estado de la tuerca de anclaje rápido. -Realizar autoajuste de la máquina. 	Diario 6 meses	Llaves Repuestos	MTTO
CARGADOR DE BATERÍAS ZME-CBA-001		<ul style="list-style-type: none"> -Verificación de tensiones en vacío y en carga para los diferentes niveles: 6V, 12V y 24V. -Verificar la intensidad de la corriente. 	Anual	Llaves Tester	MTTO
CARGADOR DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO ZME-CAA-001		<ul style="list-style-type: none"> -Verificar periódicamente, cada 10 o 15 operaciones, que los niveles de aceite del compresor y de la bomba de vacío sean los correctos. -Sustituir aceite cada 20 horas de funcionamiento o 6 meses. -Limpiar el filtro de alimentación del refrigerante. 	6 meses.	Manómetros Llaves	MTTO
GATO HIDRAULICO DE TRANSMISION/COLUMNA ZMA-GHI-001		<ul style="list-style-type: none"> -Comprobación del vástago del pistón, verificando fugas. -Verificar las partes móviles. 	Mensual	Visual	OP

Equipo – Código	Imagen	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
PRENSA PARA TALLER ZMA-PRE-001		-Limpieza del vástago. -Comprobación de aceite -Verificar fugas. -Revisar Manómetros	Diario Semanal	Lubricantes Whyppe Brocha	OP
CARRETES RETRÁCTILES CON MANGUERAS ZMA-CAR-001		-Verificar fugas -Verificar los engranes	Mensual	Lubricantes Whyppe	OP
COMPRESORES ZMA-COM-001		-Revisión de nivel de aceite. -Revisión de filtro de aspiración. -Purgar la válvula de drenado del calderín -Revisión de conexiones eléctricas. -Revisión de poleas y revisión de banas. -Cambio de Filtro de Aire -Cambio de aceite	Diario Diario Diario Mensual Mensual Mensual 50h Anual 1000h	Llaves Tester Lubricantes Whyppe	MITO
EQUIPO DE AUTÓGENA (OXICORTE) ZMA-OXI-001		-Revisión de mangueras -Revisión de manómetros y presiones -Revisión y Limpieza de boquilla. -Revisión de acoples. -Revisión y engrase de ruedas de estructura de transporte.	Diario Diario Diario Mensual	Llaves Lubricantes Grasas Cepillo de alambre	OP
LAVADOR DE PARTES ZMA-EXT-001		-Revisión de conexiones -Recolección de residuos -Revisión de conexiones eléctricas.	Diario Diario Diario	Llaves Whyppe	OP

Equipo – Código	Imagen	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
AERO LUBRICADOR DE PARTES ALM-LPA-001		-Revisión de conexiones y revisión de fugas. -Limpieza y drenaje de residuos en tanque.	Diario Diario	Llaves Whyppe	OP
BURROS DE EMBAQUES ZMA-BUR-001		-Revisión de superficies y pasadores, engrase de los mismos.	Mensual	Grasa Llaves Whyppe	OP
BANCO PARA MOTORES ZMA-BMO-001		-Revisión de superficies y pasadores, engrase de los mismos.	Mensual	Grasa Llaves Whyppe	OP
DESMONTADOR DE LLANTA ZMA-DES-001		-Limpieza -Revisión de partes y conexiones eléctricas. -Cambio de aceite al filtro regulador. -Calibración de componentes móviles	Diario Mensual 6 Meses Anual	Grasa Aceite Llaves Whyppe	MTTO
JACK HIDRAULICO DE PISO ZMA-JHI-001		-Comprobación del vástago del pistón, verificando fugas. -Verificar las partes móviles.	Mensual	Visual	OP
PLUMA PARA MOTORES ZMA-JHI-001		-Comprobación del vástago del pistón, verificando fugas. -Verificar las partes móviles.	Mensual	Visual	OP


Equipo – Código	Imagen	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Recursos	Clasificación
RECOLECTORA DE ACEITE QUEMADO ALM-RAC-001		-Revisión de conexiones y revisión de fugas. -Limpieza y drenaje de residuos en tanque.	Diario Diario	Llaves Whyppe	OP

Tabla 10 Listado de equipos en taller multiservicios

3.4 Distribución en planta de sala de venta y taller

En el siguiente esquema se representa la distribución espacial que tiene el multiservicio, así su área de taller y sala de venta de repuestos, se puede observar ubicados la numeración de los equipos.

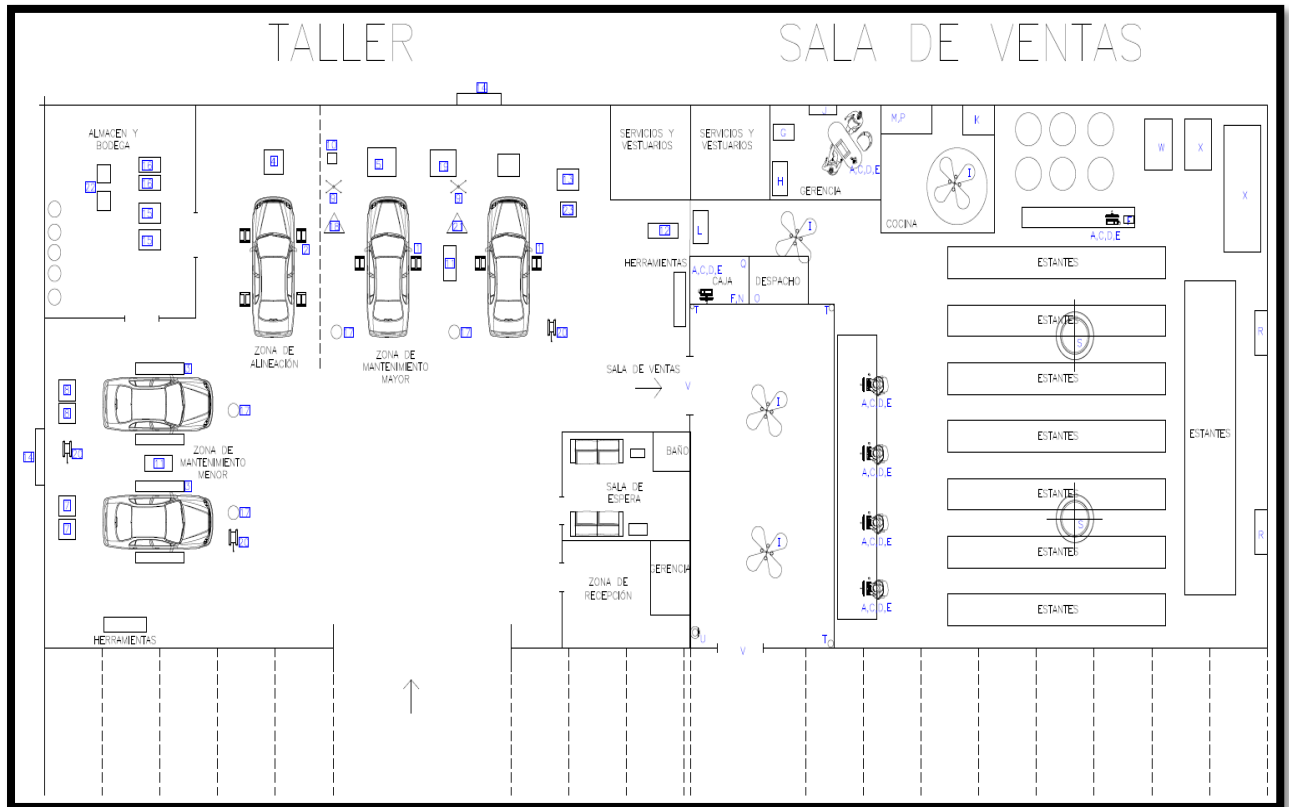


Figura 8 Distribución en planta de taller y almacén.

3.5 Clasificación de equipos según criticidad

En el apartado 3 se abordaron todas las actividades de mantenimientos a realizar a los equipos, luego ellos se clasifican en dos categorías, aquellos que pueden funcionar perfectamente con pequeñas intervenciones de rutinas por sus operarios OP y los equipos que necesitan algún tipo de intervención exterior o de mayor complejidad MTO.

Cada uno de los equipos se somete a las siguientes tablas de decisión para la clasificación de su criticidad y la selección del tipo de mantenimiento apropiado.

En el cuadro mostrado a continuación de muestra la toma de decisión sobre la clasificación de la criticidad del equipo y el mantenimiento correcto a aplicar, todo esto en el área de taller.

EQUIPOS DE TALLER				SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE						PRODUCCION			CALIDAD				MANTENIMIENTO					CRITICIDAD	MODELO DE MANTENIMIENTO
ITEM	LISTADO DE EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD	Puede originar Accidentes muy Graves	Revisiones Mensuales	Historico de Accidentes	Revisiones Anuales	Possibilidades Remotas de Accidentes Graves	Poca Influencia en Seguridad	Alta Afectación Producción	Media Afectación Producción	Poca Afectación Producción	Clave para calidad producto	Causa alto porcentaje de rechazo	Afecta la calidad pero no es problemático	Afecta la calidad?	Alto costo reparación de avería	Averías Frecuentes	Consumo importante de recursos de manteni	Costo Medio en Mantenimiento	Bajo Costo de Mantenimiento		
1	ELEVADOR DE 2 POSTES CERRADO	ZMA-ELE-001	2	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO PROGRAMADO
2	ELEVADOR DE 4 POSTES	ZAL-ELE-002	1	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO PROGRAMADO
3	ELEVADOR DE MEDIA ALTURA	ZME-ELE-003	2	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO PROGRAMADO
4	ALINEADORA DE 4 RUEDAS 3D	ZAL-ALI-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO PROGRAMADO
5	BALANCEADOR DE LLANTA GRANDE	ZMA-BAL-001	1	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO
6	BALANCEADOR DE LLANTA PEQUEÑA	ZMA-BAL-002	1	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO
7	CARGADOR DE BATERIAS	ZME-CBA-001	2	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
8	CARGADOR DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	ZME-CAA-001	3	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
9	GATO HIDRAULICO DE TRANSMISION	ZMA-GHI-001	2	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
10	PRENSA PARA TALLER	ZMA-PRE-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
11	CARRETES RETRACTILES	ZMA-CAR-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
12	COMPRESORES	ZMA-COM-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO ALTA DISPONIBILIDAD
13	OXICORTE	ZMA-OXI-001	2	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	CRITICO	MODELO PROGRAMADO
14	EXTRACTORES	ZMA-EXT-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
15	LAVADOR DE PARTES	ALM-LPA-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO
16	AERO LUBRICADOR DE PARTES	ALM-ALU-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO
17	BURROS DE EMBANQUES	ZMA-BUR-001	4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
18	BANCO PARA MOTORES	ZMA-BMO-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
19	DESMONTADOR DE LLANTA	ZMA-DES-001	1	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO PROGRAMADO
20	JACK HIDRAULICO DE PISO	ZMA-JHI-001	3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
21	PLUMA PARA MOTORES	ZMA-PLU-001	1	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO PROGRAMADO
22	RECOLECTORA DE ACEITE QUEMADO	ALM-RAC-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
23	ESMERIL DE BANCO	ZMA-ESM-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO

Tabla 11 Resultados de la criticidad de equipos de taller multiservicios.

Se realiza la misma revisión anterior para cada uno de los equipos en el almacén de venta de repuestos.

ITEM	EQUIPOS DE ALMACÉN			SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE						PRODUCCION			CALIDAD				MANTENIMIENTO					CRITICIDAD	MODELO DE MANTENIMIENTO
	LISTADO DE EQUIPOS DE ALMACÉN	CODIGO	CANTIDAD	Puede originar Accidentes muy Graves	Revisiones Mensuales	Historico de Accidentes	Revisiones Anuales	Posibilidad Remotas de Accidentes Graves	Poca Influencia en Seguridad	Alta Afectación Producción	Media Afectación Producción	Poca Afectación Producción	Clave para calidad producto	Causa alto porcentaje de rechazo	Afecta la calidad pero no es problemático	Afecta la calidad?	Alto costo reparación de avería	Averías Frecuentes	Consumo e parte importante de recursos de manteni	Costo Medio en Mantenimiento	Bajo Costo de Mantenimiento		
A	CPU LENOVO THINK CENTRE M73 TINY DESKTOP 10AY-008US	VEN-CPU-001	7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
B	MONITOR LENOVO THINK VISION E1922 18.5"	VEN-MON-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
C	MONITOR SAMSUNG S22F350FHL 21.5"	CAJ-MON-001	7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
D	TECLADO LENOVO 4X30E51034	VEN-TEC-001	7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
E	MOUSE LENOVO 06P4069	VEN-RAT-001	7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
F	IMPRESOR LEXMARK 2580N	VEN-IMP-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	IMPORTANTE	MODELO SISTEMATICO
G	IMPRESOR MULTIFUNCIÓN HP LASER JET PRO M1213NF	VEN-IMP-002	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
H	GABINETE NEW LINK + MODULO DE RECEPCIÓN INTERNET	COM-SIN-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	IMPORTANTE	MODELO PROGRAMADO
I	VENTILADOR AXIAL DE TECHO ICF	COM-VEN-001	4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
J	EQUIPO DE A/C PARKER ASN1233J	COM-AAC-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
K	REFRIGERADOR FRIGIDAIRE FRT183YELV	COM-REF-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
L	PLANTA TELEFONICA PANASONIC KX-T7730	COM-PTE-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO
M	PURIFICADOR DE AGUA STERILIGHT SCI-	COM-PAG-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
N	CALCULADORA DE IMPRESIÓN CANON	VEN-CON-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
O	EQUIPO DE SONIDO PANASONIC SA-AKX80	VEN-ESC-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
P	MICROONDAS PARKER MW0281GS	COM-MIC-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
Q	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EVAPORATIVO PORTATIL WB600581	GER-AAC-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
R	INYECTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN	COM-IAI-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO
S	EXTRACTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN	COM-EAI-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO
T	SISTEMA DE CAMARAS MONITOREO/CONTROL Y MODULO DS-	COM-CAM-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
U	DISPENSADOR DE AGUA HELADA FRIGIDAIRE FGF153MBIV	COM-OAS-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
V	SISTEMA DE CORTINAS ENROLLABLES PUERTA PRINCIPAL	COM-CME-001	2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
W	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y MODULO	BOD-SCI-001	1	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO PROGRAMADO
X	BOMBA DE LLENADO DE CISTERNA FORAS	BOD-BOM-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO
Y	PLANTA DE ENERGIA 3 BATERIAS +	BOD-PEM-001	1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	CRITICO	MODELO PROGRAMADO

Tabla 12 Resultados de la criticidad de equipos de almacén.

3.6 Plan general de mantenimiento para almacén y taller multiservicios

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
1	ZMA-ELE-001	2	Limpieza e inspección de fugas.	DIARIO
1	ZMA-ELE-001	2	Revisión de los cables de elevación.	DIARIO
1	ZMA-ELE-001	2	Revisión de Seguros.	DIARIO
1	ZMA-ELE-001	2	Revisión de tacos de apoyo	DIARIO
2	ZAL-ELE-002	1	Limpieza e inspección de fugas.	DIARIO
2	ZAL-ELE-002	1	Revisión de los cables de elevación.	DIARIO
2	ZAL-ELE-002	1	Revisión de Seguros.	DIARIO
2	ZAL-ELE-002	1	Revisión de tacos de apoyo	DIARIO
3	ZME-ELE-003	2	Limpieza e inspección de fugas.	DIARIO
3	ZME-ELE-003	2	Revisión de los cables de elevación.	DIARIO
3	ZME-ELE-003	2	Revisión de Seguros.	DIARIO
3	ZME-ELE-003	2	Revisión de tacos de apoyo	DIARIO
5	ZMA-BAL-001	1	Revisión de conexiones eléctricas e inspección de fugas	DIARIO
5	ZMA-BAL-001	1	Comprobar la correa del motor	DIARIO
5	ZMA-BAL-001	1	Verificar el correcto estado de la tuerca de anclaje rápido	DIARIO
6	ZMA-BAL-002	1	Revisión de conexiones eléctricas e inspección de fugas	DIARIO
6	ZMA-BAL-002	1	Comprobar la correa del motor	DIARIO
6	ZMA-BAL-002	1	Verificar el correcto estado de la tuerca de anclaje rápido	DIARIO
10	ZMA-PRE-001	1	Verificar Fugas	DIARIO
12	ZMA-COM-001	1	Revisión de nivel de aceite	DIARIO
12	ZMA-COM-001	1	Revisión de filtro de aspiración	DIARIO
12	ZMA-COM-001	1	Purgar la válvula de drenado del calderín	DIARIO
12	ZMA-COM-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
13	ZMA-OXI-001	2	Revisión de mangueras	DIARIO
13	ZMA-OXI-001	2	Revisión de manómetros y presiones	DIARIO
13	ZMA-OXI-001	2	Revisión y Limpieza de boquilla	DIARIO
13	ZMA-OXI-001	2	Revisión de acoples	DIARIO
15	ALM-LPA-001	2	Revisión de conexiones	DIARIO
15	ALM-LPA-001	2	Recolección de residuos	DIARIO
15	ALM-LPA-001	2	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
16	ALM-ALU-001	2	Revisión de conexiones y revisión de fugas	DIARIO
16	ALM-ALU-001	2	Limpieza y dreno de residuos en tanque	DIARIO
19	ZMA-DES-001	1	Limpieza	DIARIO
22	ALM-RAC-001	2	Revisión de conexiones y revisión de fugas	DIARIO
22	ALM-RAC-001	2	Limpieza y dreno de residuos en tanque	DIARIO
23	ZMA-ESM-001	2	Limpieza y revisión conexiones eléctricas	DIARIO

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
A	VEN-CPU-001	7	Limpieza de superficies	DIARIO
A	VEN-CPU-001	7	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
A	VEN-CPU-001	7	Revisión de Puertos de conectividad	DIARIO
B	VEN-MON-001	1	Limpieza de superficies	DIARIO
B	VEN-MON-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
B	VEN-MON-001	1	Revisión de Puertos de conectividad	DIARIO
C	CAJ-MON-001	7	Limpieza de superficies	DIARIO
C	CAJ-MON-001	7	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
C	CAJ-MON-001	7	Revisión de Puertos de conectividad	DIARIO
D	VEN-TEC-001	7	Limpieza de superficies	DIARIO
D	VEN-TEC-001	7	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
D	VEN-TEC-001	7	Revisión de Puertos de conectividad	DIARIO
E	VEN-RAT-001	7	Limpieza de superficies	DIARIO
E	VEN-RAT-001	7	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
E	VEN-RAT-001	7	Revisión de Puertos de conectividad	DIARIO
F	VEN-IMP-001	2	Limpieza de superficies	DIARIO
F	VEN-IMP-001	2	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
F	VEN-IMP-001	2	Revisión de Puertos de conectividad	DIARIO
F	VEN-IMP-001	2	Aplicación de penetrante en rieles y superficies móviles	DIARIO
G	VEN-IMP-002	1	Limpieza de superficies	DIARIO
G	VEN-IMP-002	1	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
G	VEN-IMP-002	1	Revisión de Puertos de conectividad	DIARIO
L	COM-PTE-001	1	Limpieza de superficies	DIARIO
L	COM-PTE-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
L	COM-PTE-001	1	Revisión de Puertos de conectividad.	DIARIO
L	COM-PTE-001	1	Revisión de voltajes y funcionalidad de extensiones telefónicas	DIARIO
M	COM-PAG-001	1	Limpieza de superficies	DIARIO
M	COM-PAG-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
M	COM-PAG-001	1	Revisión de luz ultravioleta	DIARIO
N	VEN-CON-001	1	Limpieza de superficies	DIARIO
N	VEN-CON-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
O	VEN-ESO-001	1	Limpieza de superficies	DIARIO
O	VEN-ESO-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO
P	COM-MIC-001	1	Limpieza de superficies	DIARIO

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
P	COM-MIC-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	DIARIO

Tabla 13 Plan de mantenimiento según frecuencia diaria.

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
4	ZAL-ALI-001	1	Limpiar periódicamente las lentes de los captadores.	SEMANAL
4	ZAL-ALI-001	1	Limpiar periódicamente la consola de polvo y suciedad.	SEMANAL
4	ZAL-ALI-001	1	Limpiar y lubricar los ejes de las garras de sujeción	SEMANAL
4	ZAL-ALI-001	1	Mantener los cables de conexión en perfecto estado	SEMANAL
10	ZMA-PRE-001	1	Revisar Manómetros	SEMANAL

Tabla 14 Plan de mantenimiento según frecuencia semanal

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
1	ZMA-ELE-001	2	Lubricación de cables, cadenas y bulones	MENSUAL
1	ZMA-ELE-001	2	Anclajes del suelo correctamente apretados	MENSUAL
1	ZMA-ELE-001	2	Lubricación de husillos y tuercas de trabajo	MENSUAL
1	ZMA-ELE-001	2	Revisión de conexiones eléctricas	MENSUAL
2	ZAL-ELE-002	1	Lubricación de cables, cadenas y bulones	MENSUAL
2	ZAL-ELE-002	1	Anclajes del suelo correctamente apretados	MENSUAL
2	ZAL-ELE-002	1	Lubricación de husillos y tuercas de trabajo	MENSUAL
2	ZAL-ELE-002	1	Revisión de conexiones eléctricas	MENSUAL
3	ZME-ELE-003	2	Lubricación de cables, cadenas y bulones	MENSUAL
3	ZME-ELE-003	2	Anclajes del suelo correctamente apretados	MENSUAL
3	ZME-ELE-003	2	Lubricación de husillos y tuercas de trabajo	MENSUAL
3	ZME-ELE-003	2	Revisión de conexiones eléctricas	MENSUAL
9	ZMA-GHI-001	2	Comprobación del vástago del pistón, verificando fugas	MENSUAL
9	ZMA-GHI-001	2	Verificar las partes móviles	MENSUAL
11	ZMA-CAR-001	2	Verificar Fugas	MENSUAL
11	ZMA-CAR-001	2	Verificar enrolladores	MENSUAL
12	ZMA-COM-001	1	Revisión de poleas y revisión de banas	MENSUAL
13	ZMA-OXI-001	2	Revisión y engrase de ruedas de estructura de transporte	MENSUAL
17	ZMA-BUR-001	4	Revisión de superficies y pasadores, engrase de los mismos	MENSUAL
18	ZMA-BMO-001	1	Revisión de superficies y pasadores, engrase de los mismos	MENSUAL
19	ZMA-DES-001	1	Revisión de partes y conexiones eléctricas	MENSUAL
20	ZMA-JHI-001	3	Comprobación del vástago del pistón, verificando fugas	MENSUAL
20	ZMA-JHI-001	3	Verificar las partes móviles	MENSUAL
21	ZMA-PLU-001	1	Comprobación del vástago del pistón, verificando fugas	MENSUAL
21	ZMA-PLU-001	1	Verificar las partes móviles	MENSUAL
I	COM-VEN-001	4	Limpieza de superficies	MENSUAL
I	COM-VEN-001	4	Revisión de conexiones eléctricas	MENSUAL
M	COM-PAG-001	1	Limpieza Filtros	MENSUAL
U	COM-OAS-001	1	Limpieza de superficies interiores y exteriores	MENSUAL

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
U	COM-OAS-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	MENSUAL
X	BOD-BOM-001	1	Limpieza de superficies interiores y exteriores	MENSUAL
X	BOD-BOM-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	MENSUAL

Tabla 15 Plan de mantenimiento según frecuencia mensual.

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
H	COM-SIN-001	1	Limpieza de superficies	TRIMESTRAL
H	COM-SIN-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	TRIMESTRAL
H	COM-SIN-001	1	Revisión de Puertos de conectividad	TRIMESTRAL
H	COM-SIN-001	1	Revisión de voltajes y velocidad de servidores	TRIMESTRAL
J	COM-AAC-001	1	Limpieza de filtro	TRIMESTRAL
J	COM-AAC-001	1	Limpieza de serpentín	TRIMESTRAL
J	COM-AAC-001	1	Medición de Presión de Refrigerante	TRIMESTRAL
J	COM-AAC-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	TRIMESTRAL
Q	GER-AAC-001	1	Limpieza de filtro	TRIMESTRAL
Q	GER-AAC-001	1	Limpieza de serpentín	TRIMESTRAL
Q	GER-AAC-001	1	Revisión de Fajas	TRIMESTRAL
Q	GER-AAC-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	TRIMESTRAL
T	COM-CAM-001	1	Limpieza de superficies	TRIMESTRAL
T	COM-CAM-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	TRIMESTRAL
T	COM-CAM-001	1	Revisión de Puertos de conectividad.	TRIMESTRAL
T	COM-CAM-001	1	Revisión de voltajes y velocidad de servidores	TRIMESTRAL
V	COM-CME-001	2	Calibración de Rodamientos	TRIMESTRAL
V	COM-CME-001	2	Engrase de rodamientos y rieles	TRIMESTRAL
V	COM-CME-001	2	Sustitución de Laminas o estructuras en mal estado	TRIMESTRAL
W	BOD-SCI-001	1	Limpieza de superficies	TRIMESTRAL
W	BOD-SCI-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	TRIMESTRAL
W	BOD-SCI-001	1	Revisión de Puertos de conectividad.	TRIMESTRAL
W	BOD-SCI-001	1	Disparos de Sensores	TRIMESTRAL
W	BOD-SCI-001	1	Prueba de manetas alarma	TRIMESTRAL
W	BOD-SCI-001	1	Prueba sectores y tablero de control.	TRIMESTRAL

Tabla 16 Plan de mantenimiento según frecuencia trimestral

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
5	ZMA-BAL-001	1	Realizar autoajuste de la máquina	SEMESTRAL
6	ZMA-BAL-002	1	Realizar autoajuste de la máquina	SEMESTRAL
8	ZME-CAA-001	3	Sustituir aceite	SEMESTRAL
8	ZME-CAA-001	3	Limpiar el filtro de alimentación del refrigerante	SEMESTRAL
14	ZMA-EXT-001	2	Revisión/limpiezas	SEMESTRAL
19	ZMA-DES-001	1	Cambio de aceite al filtro regulador	SEMESTRAL
K	COM-REF-001	1	Limpieza de superficies interiores y exteriores	SEMESTRAL
K	COM-REF-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	SEMESTRAL
R	COM-IAI-001	2	Revisión/limpiezas	SEMESTRAL
R	COM-IAI-001	2	Revisión rodamientos	SEMESTRAL
R	COM-IAI-001	2	Revisión de Fajas	SEMESTRAL
R	COM-IAI-001	2	Revisión de conexiones eléctricas	SEMESTRAL

S	COM-EAI-001	2	Revisión/limpiezas	SEMESTRAL
S	COM-EAI-001	2	Revisión rodamientos	SEMESTRAL
S	COM-EAI-001	2	Revisión de Fajas	SEMESTRAL
S	COM-EAI-001	2	Revisión de conexiones eléctricas	SEMESTRAL
Y	BOD-PEM-001	1	Limpieza de superficies interiores y exteriores	SEMESTRAL
Y	BOD-PEM-001	1	Revisión de conexiones eléctricas	SEMESTRAL

Tabla 17 Plan de mantenimiento según frecuencia semestral.

ITEM	CODIGO	CANTIDAD	TAREA	FRECUENCIA
1	ZMA-ELE-001	2	Calibración de todos los componentes móviles	ANUAL
2	ZAL-ELE-002	1	Calibración de todos los componentes móviles	ANUAL
3	ZME-ELE-003	2	Calibración de todos los componentes móviles	ANUAL
4	ZAL-ALI-001	1	Calibración de todos los componentes móviles	ANUAL
7	ZME-CBA-001	2	Verificación de tensiones en vacío y en carga para los diferentes niveles: 6V, 12V y 24V	ANUAL
7	ZME-CBA-001	2	Verificar la intensidad de la corriente	ANUAL
12	ZMA-COM-001	1	Cambio de Filtro de Aire	ANUAL
12	ZMA-COM-001	1	Cambio de aceite y filtro	ANUAL

Tabla 18 Plan de mantenimiento según frecuencia anual.

CAPITULO

4

PRESENTACIÓN ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN
DE RESULTADOS.

4.1 Presentación análisis e interpretación de resultados.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la hoja de cálculo, luego de evaluar en el capítulo N° 3 la criticidad para cada uno de los equipos dentro de las instalaciones del multiservicio, tipo de clasificación de mantenimiento a aplicar según el tipo de tarea y el modelo de mantenimiento recomendado.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS / MODELOS DE MANTENIMIENTO /TIPO DE MANTENIMIENTO EQUIPOS DE TALLER						
ITEM	LISTADO DE EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD	CRITICIDAD	MODELO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO
1	ELEVADOR DE 2 POSTES CERRADO	ZMA-ELE-001	2	CRITICO	MODELO SISTEMATICO	MTTO
2	ELEVADOR DE 4 POSTES	ZAL-ELE-002	1	CRITICO	MODELO SISTEMATICO	MTTO
3	ELEVADOR DE MEDIA ALTURA	ZME-ELE-003	2	CRITICO	MODELO SISTEMATICO	MTTO
4	ALINEADORA DE 4 RUEDAS 3D	ZAL-ALI-001	1	CRITICO	MODELO SISTEMATICO	MTTO
5	BALANCEADOR DE LLANTA GRANDE	ZMA-BAL-001	1	IMPORTANT E	MODELO CORRECTIVO	MTTO
6	BALANCEADOR DE LLANTA PEQUEÑA	ZMA-BAL-002	1	IMPORTANT E	MODELO CORRECTIVO	MTTO
7	CARGADOR DE BATERIAS	ZME-CBA-001	2	PRESCINDIB LE	MODELO CORRECTIVO	MTTO
8	CARGADOR DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONA DO	ZME-CAA-001	3	PRESCINDIB LE	MODELO CORRECTIVO	MTTO
9	GATO HIDRAULICO DE TRANSMISION	ZMA-GHI-001	2	PRESCINDIB LE	MODELO CORRECTIVO	OP
10	PRENSA PARA TALLER	ZMA-PRE-001	1	PRESCINDIB LE	MODELO CORRECTIVO	OP
11	CARRETES RETRÁCTILES	ZMA-CAR-001	2	PRESCINDIB LE	MODELO CORRECTIVO	OP
12	COMPRESORES	ZMA-COM-001	1	CRITICO	MODELO ALTA DISPONIBILIDAD	MTTO
13	OXICORTE	ZMA-OXI-001	2	CRITICO	MODELO SISTEMATICO	OP
14	EXTRACTORES	ZMA-EXT-001	2	PRESCINDIB LE	MODELO CORRECTIVO	OP
15	LAVADOR DE PARTES	ALM-LPA-001	2	IMPORTANT E	MODELO CORRECTIVO	OP
16	AERO LUBRICADOR DE PARTES	ALM-ALU-001	2	IMPORTANT E	MODELO CORRECTIVO	OP

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS / MODELOS DE MANTENIMIENTO /TIPO DE MANTENIMIENTO						
EQUIPOS DE TALLER						
ITEM	LISTADO DE EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD	CRITICIDAD	MODELO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO
17	BURROS DE EMBANQUES	ZMA-BUR-001	4	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
18	BANCO PARA MOTORES	ZMA-BMO-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
19	DESMONTADOR DE LLANTA	ZMA-DES-001	1	CRITICO	MODELO SISTEMATICO	MITO
20	JACK HIDRAULICO DE PISO	ZMA-JHI-001	3	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
21	PLUMA PARA MOTORES	ZMA-PLU-001	1	CRITICO	MODELO SISTEMATICO	OP
22	RECOLECTORA DE ACEITE QUEMADO	ALM-RAC-001	2	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
23	ESMERIL DE BANCO	ZMA-ESM-001	2	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP

Tabla 19 Resumen de criticidad de equipos, modelo de mantenimiento y tipo de asignación para el taller multiservicio.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS / MODELOS DE MANTENIMIENTO /TIPO DE MANTENIMIENTO						
EQUIPOS DE ALMACEN						
ITEM	LISTADO DE EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD	CRITICIDAD	MODELO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO
A	CPU LENOVO THINK CENTRE M73 TINY DESKTOP 10AY-008US	VEN-CPU-001	7	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
B	MONITOR LENOVO THINK VISION E1922 18.5"	VEN-MON-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
C	MONITOR SAMSUNG S22F350FHL 21.5"	CAJ-MON-001	7	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
D	TECLADO LENOVO 4X30E51034	VEN-TEC-001	7	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
E	MOUSE LENOVO 06P4069	VEN-RAT-001	7	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
F	IMPRESOR LEXMARK 2580N	VEN-IMP-001	2	IMPORTANTE	MODELO SISTEMATICO	OP
G	IMPRESOR MULTIFUNCIÓN HP LASER JET PRO M1213NF	VEN-IMP-002	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
H	GABINETE NEW LINK + MODULO DE RECEPCIÓN INTERNET	COM-SIN-001	1	IMPORTANTE	MODELO SISTEMATICO	OP

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS / MODELOS DE MANTENIMIENTO /TIPO DE MANTENIMIENTO						
EQUIPOS DE ALMACEN						
ITEM	LISTADO DE EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD	CRITICIDAD	MODELO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO
I	VENTILADOR AXIAL DE TECHO ICF	COM-VEN-001	4	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
J	EQUIPO DE A/C PARKER ASN1233J	COM-AAC-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	MTTO
K	REFRIGERADOR FRIGIDAIRE FRT133YELW	COM-REF-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
L	PLANTA TELEFONICA PANASONIC KX-T7730	COM-PTE-001	1	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO	OP
M	PURIFICADOR DE AGUA STERILIGHT SC1-DWS	COM-PAG-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
N	CALCULADORA DE IMPRESIÓN CANON MP41DHIII	VEN-CON-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
O	EQUIPO DE SONIDO PANASONIC SA-AKX80	VEN-ESO-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
P	MICROONDAS PARKER MWO281GS	COM-MIC-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
Q	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EVAPORATIVO PORTATIL WB600581	GER-AAC-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
R	INYECTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN WBB177830	COM-IAI-001	2	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO	OP
S	EXTRACTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN BBB177830	COM-EAI-001	2	IMPORTANTE	MODELO CORRECTIVO	OP
T	SISTEMA DE CAMARAS MONITOREO/CONTROL Y MODULO DS-7216HVI-ST	COM-CAM-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
U	DISPENSADOR DE AGUA HELADA FRIGIDAIRE FQF153MBIW	COM-OAS-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS / MODELOS DE MANTENIMIENTO / TIPO DE MANTENIMIENTO						
EQUIPOS DE ALMACEN						
ITEM	LISTADO DE EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD	CRITICIDAD	MODELO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO
V	SISTEMA DE CORTINAS ENROLLABLES PUERTA PRINCIPAL	COM-CME-001	2	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
W	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y MODULO CLVR04Z	BOD-SCI-001	1	CRÍTICO	MODELO SISTEMÁTICO	OP
X	BOMBA DE LLENADO DE CISTERNA FORAS PM60	BOD-BOM-001	1	PRESCINDIBLE	MODELO CORRECTIVO	OP
Y	PLANTA DE ENERGIA 3 BATERIAS + INVERSOR	BOD-PEM-001	1	CRÍTICO	MODELO SISTEMÁTICO	OP

Tabla 20 Resumen de criticidad de equipos, modelo de mantenimiento y tipo de asignación para el almacén

4.2 Revisión de escenarios evaluados

A continuación, se resumen todas las tareas de mantenimiento que se han delimitado para cada uno de los equipos, su plan de mantenimiento anual, frecuencia, tipo de criticidad, tipo de clasificación “OP” o “MTTO”

Se obtuvo como apoyo a la investigación, información relacionada a los gastos efectuados por multiservicios dedicados al rubro como: Multiservicio Baez, Impresa Repuestos/Talleres y negocios afines, se logra consolidar los gastos efectuados a el pago del outsourcing de las actividades de mantenimiento anuales para equipos, por lo que será el valor al cual se compara los escenarios.

COSTOS DE MANTENIMIENTO OUTSOURCING PARA EQUIPOS DE TALLER								
ITEM	EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD	MTTO /OP	CRITICIDAD	2016	2017	PROMEDIO
1	ELEVADOR DE 2 POSTES CERRADO	ZMA-ELE-001	2	MTTO	CRITICO	\$920.00	\$966.00	\$943.00
2	ELEVADOR DE 4 POSTES	ZAL-ELE-002	1	MTTO	CRITICO	\$700.00	\$735.00	\$717.50
3	ELEVADOR DE MEDIA ALTURA	ZME-ELE-003	2	MTTO	CRITICO	\$280.00	\$294.00	\$287.00
4	ALINEADORA DE 4 RUEDAS 3D	ZAL-ALI-001	1	MTTO	CRITICO	\$2,000.00	\$2,100.00	\$2,050.00
5	BALANCEADOR DE LLANTA GRANDE	ZMA-BAL-001	1	MTTO	IMPORTANTE	\$500.00	\$525.00	\$512.50
6	BALANCEADOR DE LLANTA PEQUEÑA	ZMA-BAL-002	1	MTTO	IMPORTANTE	\$320.00	\$336.00	\$328.00
7	CARGADOR DE BATERIAS	ZME-CBA-001	2	MTTO	PRESCINDIBLE	\$160.00	\$168.00	\$164.00
8	CARGADOR DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	ZME-CAA-001	3	MTTO	PRESCINDIBLE	\$150.00	\$157.50	\$153.75

COSTOS DE MANTENIMIENTO OUTSOURCING PARA EQUIPOS DE TALLER								
ITEM	EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD	MTTO /OP	CRITICIDAD	2016	2017	PROMEDIO
9	GATO HIDRAULICO DE TRANSMISION	ZMA-GHI-001	2	OP	PRESCINDIBLE	\$120.00	\$126.00	\$123.00
10	PRENSA PARA TALLER	ZMA-PRE-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$50.00	\$52.50	\$51.25
11	CARRETES RETRACTILES	ZMA-CAR-001	2	OP	PRESCINDIBLE	\$120.00	\$126.00	\$123.00
12	COMPRESORES	ZMA-COM-001	1	MTTO	CRITICO	\$100.00	\$105.00	\$102.50
13	OXICORTE	ZMA-OXI-001	2	OP	CRITICO	\$120.00	\$126.00	\$123.00
14	EXTRACTORES	ZMA-EXT-001	2	OP	PRESCINDIBLE	\$200.00	\$210.00	\$205.00
15	LAVADOR DE PARTES	ALM-LPA-001	2	OP	IMPORTANTE	\$60.00	\$63.00	\$61.50
16	AERO LUBRICADOR DE PARTES	ALM-ALU-001	2	OP	IMPORTANTE	\$80.00	\$84.00	\$82.00
17	BURROS DE EMBANQUES	ZMA-BUR-001	4	OP	PRESCINDIBLE	\$56.00	\$58.80	\$57.40
18	BANCO PARA MOTORES	ZMA-BMO-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$50.00	\$52.50	\$51.25
19	DESMONTADOR DE LLANTA	ZMA-DES-001	1	MTTO	CRITICO	\$300.00	\$315.00	\$307.50
20	JACK HIDRAULICO DE PISO	ZMA-JHI-001	3	OP	PRESCINDIBLE	\$168.00	\$176.40	\$172.20
21	PLUMA PARA MOTORES	ZMA-PLU-001	1	OP	CRITICO	\$90.00	\$94.50	\$92.25
22	RECOLECTORA DE ACEITE QUEMADO	ALM-RAC-001	2	OP	PRESCINDIBLE	\$80.00	\$84.00	\$82.00
23	ESMERIL DE BANCO	ZMA-ESM-001	2	OP	PRESCINDIBLE	\$20.00	\$21.00	\$20.50
TOTAL								\$6,810.10

Tabla 21 Costos promedios de mantenimientos sub-contratados del año 2016 y 2017 para equipos de taller.

COSTOS DE MANTENIMIENTO OUTSOURCING PARA EQUIPOS DE ALMACEN								
ITEM	EQUIPOS ALMACEN	CODIGO	CANTIDAD	MTTO /OP	CRITICIDAD	2016	2017	PROMEDIO
A	CPU LENOVO THINK CENTRE M73 TINY DESKTOP 10AY-008US	VEN-CPU-001	7	OP	PRESCINDIBLE	\$490.00	\$514.50	\$502.25
B	MONITOR LENOVO THINK VISION E1922 18.5"	VEN-MON-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$25.00	\$26.25	\$25.63
C	MONITOR SAMSUNG S22F350FHL 21.5"	CAJ-MON-001	7	OP	PRESCINDIBLE	\$175.00	\$183.75	\$179.38
D	TECLADO LENOVO 4X30E51034	VEN-TEC-001	7	OP	PRESCINDIBLE	\$35.00	\$36.75	\$35.88
E	MOUSE LENOVO 06P4069	VEN-RAT-001	7	OP	PRESCINDIBLE	\$21.00	\$22.05	\$21.53
F	IMPRESOR LEXMARK 2580N	VEN-IMP-001	2	OP	IMPORTANTE	\$60.00	\$63.00	\$61.50
G	IMPRESOR MULTIFUNCIÓN HP LASER JET PRO M1213NF	VEN-IMP-002	1	OP	PRESCINDIBLE	\$60.00	\$63.00	\$61.50
H	GABINETE NEW LINK + MODULO DE RECEPCIÓN INTERNET	COM-SIN-001	1	OP	IMPORTANTE	\$40.00	\$42.00	\$41.00
I	VENTILADOR AXIAL DE TECHO ICF	COM-VEN-001	4	OP	PRESCINDIBLE	\$120.00	\$126.00	\$123.00
J	EQUIPO DE A/C PARKER ASN123J	COM-AAC-001	1	MTTO	PRESCINDIBLE	\$100.00	\$105.00	\$102.50
K	REFRIGERADOR FRIGIDAIRE FRT133YELW	COM-REF-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$180.00	\$189.00	\$184.50
L	PLANTA TELEFONICA PANASONIC KX-T7730	COM-PTE-001	1	OP	IMPORTANTE	\$120.00	\$126.00	\$123.00
M	PURIFICADOR DE AGUA STERILIGHT SC1-DWS	COM-PAG-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$60.00	\$63.00	\$61.50
N	CALCULADORA DE IMPRESIÓN CANON MP41DHIII	VEN-CON-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$4.00	\$4.20	\$4.10

COSTOS DE MANTENIMIENTO OUTSOURCING PARA EQUIPOS DE ALMACEN								
ITEM	EQUIPOS ALMACEN	CODIGO	CANTI- DAD	MITO /OP	CRITICIDAD	2016	2017	PROMEDIO
O	EQUIPO DE SONIDO PANASONIC SA-AKX80	VEN-ESO-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$25.00	\$26.25	\$25.63
P	MICROONDAS PARKER MWO281GS	COM-MIC-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$7.00	\$7.35	\$7.18
Q	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EVAPORATIVO PORTATIL WB600581	GER-AAC-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$60.00	\$63.00	\$61.50
R	INYECTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN WBB177830	COM-IAI-001	2	OP	IMPORTANTE	\$200.00	\$210.00	\$205.00
S	EXTRACTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN BBB177830	COM-EAI-001	2	OP	IMPORTANTE	\$200.00	\$210.00	\$205.00
T	SISTEMA DE CAMARAS MONITOREO/CONTROL Y MODULO DS-7216HVI-ST	COM-CAM-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$84.00	\$88.20	\$86.10
U	DISPENSADOR DE AGUA HELADA FRIGIDAIRE FQF153MBIW	COM-OAS-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$25.00	\$26.25	\$25.63
V	SISTEMA DE CORTINAS ENROLLABLES PUERTA PRINCIPAL	COM-CME-001	2	OP	PRESCINDIBLE	\$200.00	\$210.00	\$205.00
W	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y MODULO CLVR04Z	BOD-SCI-001	1	OP	CRITICO	\$260.00	\$273.00	\$266.50
X	BOMBA DE LLENADO DE CISTERNA FORAS PM60	BOD-BOM-001	1	OP	PRESCINDIBLE	\$25.00	\$26.25	\$25.63
Y	PLANTA DE ENERGIA 3 BATERIAS + INVERSOR	BOD-PEM-001	1	OP	CRITICO	\$300.00	\$315.00	\$307.50
TOTAL								\$2,947.90

Tabla 22 Costos promedios de mantenimientos sub-contratados del año 2016 y 2017 para equipos de almacén

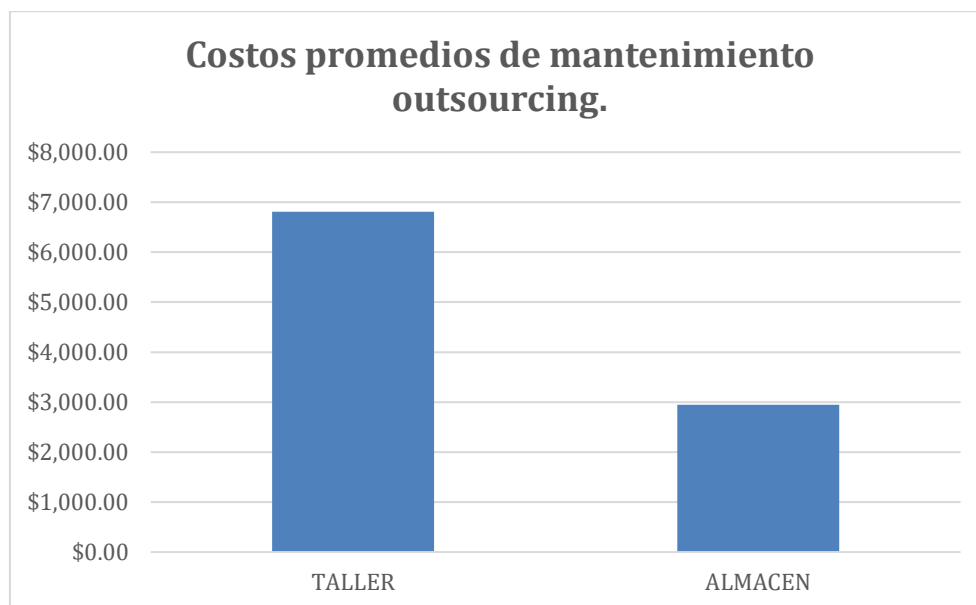


Figura 9 Gráfico de costos de mantenimiento subcontratado para taller y almacén.

Total de gastos anuales Outsourcing
= Costos de equipo de taller + Costo de equipo de almacén

Total de gastos anuales Outsourcing = \$6,810.10 + \$2,947.90 = \$9,758.00

1) Primer escenario:

Se evaluarán los equipos que puedan mantenerse por el operario “Clasificación OP”, el operario brindará mantenimiento al equipo asignado y se costearán insumos, herramientas y capacitación para que las desarrolle. Adicionalmente, el resto de los equipos “Clasificación MTTO” sus tareas serán subcontratadas.

Materiales/insumos: Son todos los materiales requeridos para brindar las operaciones de mantenimiento a cada uno de los equipos, se estimarán de acuerdo con la frecuencia de la tarea sobre cada uno de los equipos, entre ellos se incluyen los siguientes:

Descripción	Precio
Brocha	\$3.00
Whype	\$2.00
Aceiteras	\$5.00
Grasa	\$2.00
Aceite WD40	\$4.00
Grasera	\$10.00
Líquido para PC	\$10.00
Aire comprimido para PC	\$10.00
Franelas	\$1.75
Galón aceite multifunción	\$10.00
Filtro A/C	\$15.00
Filtro Aire Compresor	\$15.00
Cepillo alambre	\$5.00

Tabla 23 Precios de materiales requeridos para mantenimiento

Herramientas/equipo: son todas las herramientas requeridas para realizar las operaciones de mantenimiento a todos los equipos.

Herramientas	Precio
Multímetro	\$50.00
Probador de corriente	\$2.00
Aspiradora	\$65.00
Juego de Llaves	\$150.00

Tabla 24 Precios de herramientas requeridas para mantenimiento

Costo de oportunidad: es el tiempo que cada tipo de usuario invierte en mantenimiento y se desliga de las tareas propias de la empresa es decir de producción.

Capacitación de personal: la capacitación del personal se limita a la muestra de las instrucciones para el desarrollo de las actividades de mantenimiento programadas.

TIEMPO INVERTIDO EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO POR OPERARIOS A EQUIPOS "OP"	TIEMPO (HR) AL AÑO	Costo de hora laboral (\$)	TOTAL
VENDEDOR	1138.8	\$2.33	\$ 2,647.91
CAJERA	452.4	\$2.03	\$ 920.42
SERVICIOS VARIOS	365.7	\$1.74	\$ 637.74
GERENTE	20	\$4.65	\$ 93.01
MECANICO	850.8	\$2.03	\$ 1,730.98
BODEGUERO	77	\$1.74	\$ 134.28
CAPACITACION PERSONAL PARA MANTENIMIENTO "OP"		\$	500.00
COSTO OUTSOURCING DE TAREAS PARA EQUIPOS CLASIFICACIÓN "MITO"		\$	5,668.25

CONSIDERANDO COSTO OPORTUNIDAD DE OPERARIOS (MANTENIMIENTO "OP")		SIN CONSIDERAR COSTO OPORTUNIDAD DE OPERARIOS (MANTENIMIENTO "OP")	
TOTAL	\$ 8,479.58	TOTAL	=(670.25+1,145.00) =\$2,315.25

NOTA: Quedará a criterio de cada empresa incluir en los costos, el costo de oportunidad. Para este caso únicamente se presenta cómo se calcularía. Sin embargo, no se sumará en la suma global, ya que en este rubro existen bastantes tiempos muertos que los operarios pueden aprovechar en realizar operaciones de mantenimiento.

TOTAL CASO 1	=(2,315.25+5,668.25) =\$7,983.50
---------------------	---

Tabla 25 Resultados CASO 1

Se obtiene por resultado para el primer escenario que el mantenimiento anual de todo el multiservicio sería de \$14,147.83 si pondera el tiempo invertido por operarios, caso contrario el costo sería de **\$7,983.50**.

2) Segundo Escenario:

Equipos que puedan mantenerse por operario "Clasificación OP", que operario brinde mantenimiento, se costeara insumos, herramientas, capacitación para que las desarrolle. Adicionalmente el resto de los equipos "Clasificación MITO" sus tareas serán desarrolladas por un equipo de personal destinado solo a esa función con las herramientas necesarias para lograrlo.

TIEMPO INVERTIDO EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO POR OPERARIOS A EQUIPOS "OP"	TIEMPO (HR) AL AÑO	\$/HR	TOTAL
VENDEDOR	1138.8	\$2.33	\$ 2,647.91
CAJERA	452.4	\$2.03	\$ 920.42
SERVICIOS VARIOS	365.7	\$1.74	\$ 637.74
GERENTE	20	\$4.65	\$ 93.01
MECANICO	850.8	\$2.03	\$ 1,730.98
BODEGUERO	77	\$1.74	\$ 134.28

CAPACITACION PERSONAL PARA MANTENIMIENTO "OP"	\$ 500.00
---	-----------

COSTO OUTSOURCING DE TAREAS PARA EQUIPOS CLASIFICACIÓN "MITO"	\$ 5,668.25
---	-------------

CONSIDERANDO COSTO OPORTUNIDAD DE OPERARIOS (MANTENIMIENTO "OP")		SIN CONSIDERAR COSTO OPORTUNIDAD DE OPERARIOS (MANTENIMIENTO "OP")	
TOTAL	\$ 8,479.58	TOTAL	=(670.25+1,145.00) =\$2,315.25

Se mantiene el valor de **\$2,315.25**. Para el costo del mantenimiento a equipos "OP" realizado por operarios.

A continuación, se calcula la cantidad de horas que se necesitan en mantenimiento MITO al año.

TIEMPO EN HORAS A EMPEÑAR EN EQUIPOS TIPO "MITO"	TIEMPO (HR) AL AÑO
ELECTROMECHANICO	1092.55
TOTAL	1092.55

Se necesitarían un total de 1786.75 horas para cubrir todas actividades de equipos MITO al año, en la tabla anterior se muestra la distinta clasificación según el tipo de tarea.

Para realizar una reducción en el personal requerido se contratará un perfil de técnico electromecánico.

$$Cantidad\ de\ personal = \frac{cantidad\ de\ horas}{44\ horas\ de\ trabajo \times semanas\ al\ año} = \frac{1,092.55}{44 \times 52} = 0.48$$

Por lo tanto, se contratará **una** persona, el costo de su sueldo anual será: \$4,655.00. Incluyendo aguinaldo y demás.

MATERIALES /INSUMOS "MTTO"	\$1,318.25
HERRAMIENTAS/EQUIPOS "MTTO"	\$267.00
HERRAMIENTAS	COSTO
MULTIMETRO	\$50.00
PROBADOR DE CORRIENTE	\$2.00
ASPIRADORA	\$65.00
JUEGO DE LLAVES/CUBOS	\$150.00
TOTAL	\$267.00

TOTAL CASO 2	=(2,315.25+1,318.25+267+4,655.00) = \$8,155.50
---------------------	---

Tabla 26 Resultados CASO 2

Luego de revisar cada uno de los casos, llegamos a la siguiente tabla resumen:

RESUMEN DE RESULTADOS		
Outsourcing	Mantenimiento por outsourcing	\$9,758.00
Caso 1	Mantenimiento a equipos "OP" por operarios + Mantenimiento Equipos "MTTO" por outsourcing	\$7,983.50
Caso 2	Mantenimiento a equipos "OP" por operarios + Mantenimiento Equipos "MTTO" por personal destinado solo a dicha tarea.	\$8,155.50

Tabla 27 Resumen de Resultados

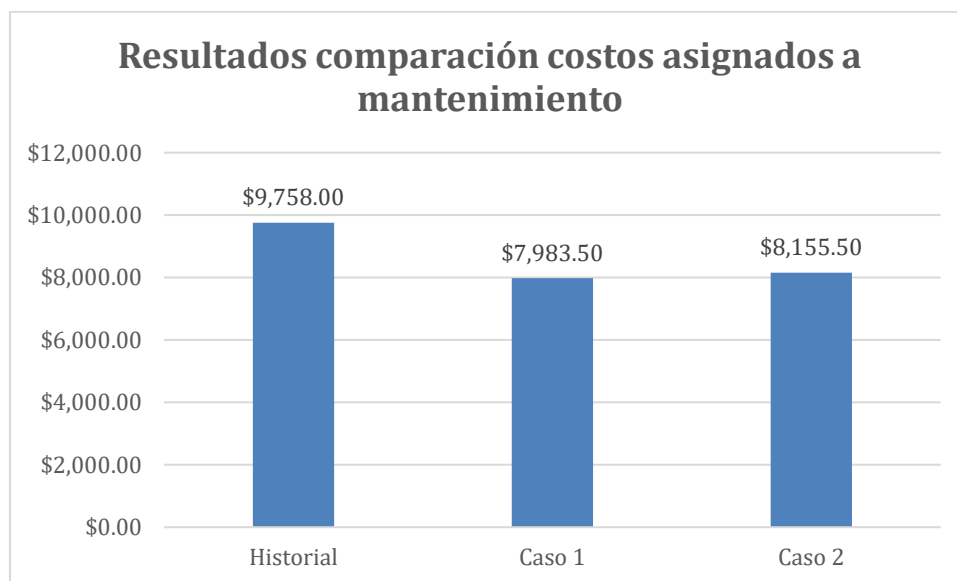


Figura 10 Gráfico de resultados comparación costos asignados en mantenimiento

Llegando a las siguientes conclusiones:

En cada uno de los casos, se logra un ligero ahorro sobre el valor total de outsourcing de mantenimiento, esto debido a que se genera un gran ahorro en el costo del mantenimiento cuando se desarrollan las tareas de equipos “OP” por los operarios.

Resultando la mejor opción analizada en el **caso N°1**, en el cual se distribuyen los equipos y se le asigna a un empleado de la empresa. Adicionalmente, todos los equipos que no pueden ser mantenidos por los operarios se subcontrataran. De tal manera se logra cubrir todas las tareas de mantenimiento. Obteniendo un ahorro de **\$1,775.00** anuales.

La mayoría de las actividades “OP” requieren de insumos y herramientas sencillos.

La capacitación al personal para la mantenibilidad de equipos “OP”, no genera mayor complejidad.

4.2.1. Revisión de costo overall vs adquisición de equipo nuevo

Es de suma importancia realizar estimaciones sobre los equipos fundamentales en el desarrollo de la producción, muchas veces se puede tener equipos antiguos que empiezan a presentar incidencia de fallas en donde la valoración de uno nuevo debe de considerarse.

En el apartado anterior no se tomó en cuenta la depreciación de los equipos, ya que en su mayoría son equipos pequeños y sencillos. Abordaremos para este caso equipos de mayor importancia: Elevadores, Alineadora, Balanceadora.

Se realizara una revisión a un escenario a 5 años.

CODIGO	EQUIPO	COSTO DE COMPR A	COSTO OUTSOURCING ANUAL	COSTO OVERALL CADA 5 AÑOS	APORTE ANUAL A TALLER
ZMA-ELE-001	Elevadores cerrado	\$5,000	\$943.00	\$2,500.00	\$14,285.71
ZMA-ELE-002	Elevadores abierto	\$2,200	\$717.50	\$1,100.00	\$6,285.71
ZMA-BAL-001	Balanceadora grande	\$2,500	\$512.50	\$1,250.00	\$7,142.86
ZMA-BAL-002	Balanceadora pequeña	\$2,100	\$328.50	\$1,050.00	\$6,000.00
ZAL-ALI-001	Alineadora 3D	\$10,000	\$2,050.50	\$5,000.00	\$28,571.43

Tabla 28 Resumen de Resultados

				Se considera una tasa de descuento igual a 20%
--	--	--	--	---

		Inversión (Compra)	C. Mantenimiento Outsourcing	C. Mantenimiento Outsourcing OVERALL	APORTE A ANUAL A TALLER	Total
	0	\$ (5,000.00)				\$ (5,000)
ZMA-ELE-001	1		\$943.00	\$0.00	\$14,285.71	\$ 13,343
	2		\$943.00	\$0.00	\$14,285.71	\$ 13,343
	3		\$943.00	\$0.00	\$14,285.71	\$ 13,343
	4		\$943.00	\$0.00	\$14,285.71	\$ 13,343
	5		\$943.00	\$2,500.00	\$14,285.71	\$ 10,843
					Valor Actualizado Neto (VAN)	\$33,898.18
Se considera una tasa de descuento igual a 20%						
		Inversión (Compra)	C. Mantenimiento Outsourcing Anual	C. Mantenimiento Outsourcing OVERALL	APORTE A ANUAL A TALLER	Total
	0	\$ 2,200.00				\$ 2,200
ZMA-ELE-002	1		\$717.50	\$0.00	\$6,285.71	\$ 5,568
	2		\$717.50	\$0.00	\$6,285.71	\$ 5,568
	3		\$717.50	\$0.00	\$6,285.71	\$ 5,568
	4		\$717.50	\$0.00	\$6,285.71	\$ 5,568
	5		\$717.50	\$1,100.00	\$6,285.71	\$ 4,468
					Valor Actualizado Neto (VAN)	\$18,410.29

Se considera una tasa de descuento igual a 20%						
		Inversión (Compra)	C. Mantenimiento Outsourcing Anual	C. Mantenimiento Outsourcing OVERALL	APORTE A ANUAL A TALLER	Total
	0	\$ 2,500.00				\$ 2,500
ZMA-BAL-001	1		\$512.50	\$0.00	\$7,142.86	\$ 6,630
	2		\$512.50	\$0.00	\$7,142.86	\$ 6,630
	3		\$512.50	\$0.00	\$7,142.86	\$ 6,630
	4		\$512.50	\$0.00	\$7,142.86	\$ 6,630
	5		\$512.50	\$1,250.00	\$7,142.86	\$ 5,380

					Valor Actualizado Neto (VAN)	\$21,826.49
		Inversión (Compra)	C. Mantenimiento Outsourcing Anual	C. Mantenimiento Outsourcing OVERALL	APORTE A ANUAL A TALLER	Total
	0	\$ 2,100.00				\$ 2,100
ZMA-BAL-002	1		\$328.50	\$0.00	\$6,000.00	\$ 5,672
	2		\$328.50	\$0.00	\$6,000.00	\$ 5,672
	3		\$328.50	\$0.00	\$6,000.00	\$ 5,672
	4		\$328.50	\$0.00	\$6,000.00	\$ 5,672
	5		\$328.50	\$1,050.00	\$6,000.00	\$ 4,622
					Valor Actualizado Neto (VAN)	\$18,639.29

				Se considera una tasa de descuento igual a 20%		
		Inversión (Compra)	C. Mantenimiento Outsourcing Anual	C. Mantenimiento Outsourcing OVERALL	APORTE A ANUAL A TALLER	Total
	0	\$ 10,000.00				\$ 10,000
ZMA-ALI-001	1		\$2,050.50	\$0.00	\$28,571.43	\$ 26,521
	2		\$2,050.50	\$0.00	\$28,571.43	\$ 26,521
	3		\$2,050.50	\$0.00	\$28,571.43	\$ 26,521
	4		\$2,050.50	\$0.00	\$28,571.43	\$ 26,521
	5		\$2,050.50	\$5,000.00	\$28,571.43	\$ 21,521
					Valor Actualizado Neto (VAN)	\$87,304.43

Tabla 29 Resumen de Resultados

Se evalúan todos los escenarios con la valoración del cambio de los equipos que necesitan overall en el taller, incluyendo el valor para realizar el overall (por si en los 5 años se dañara antes del tiempo de terminación de revisión de inversión), la inversión o proyecto sigue siendo atractiva, por lo que se pudiera comprar equipos nuevos, incluso considerar un overall de emergencia, nada más sería adicionar temas como: facilidad de acceso a repuestos, marca de elementos etc.

4.3 Lineamientos recomendados para la gestión del mantenimiento de la empresa

Dado que en la actualidad la empresa tomada como referencia no cuenta con lineamientos definidos para la adecuada gestión del mantenimiento, se presentan a continuación algunas recomendaciones:

a. Responsabilidad del Gerente de Mantenimiento:

- Ser responsable de mantener un inventario de repuestos de uso frecuente en conjunto con el área de compras.
- Notificar al Gerente de Almacén o Taller, cuando se presente una falla de causa mayor, es decir, paro total del equipo.
- Administrar y analizar todos los protocolos de recolección de datos para los mantenimientos preventivos y correctivos
- Distribuir al personal de mantenimiento de manera eficiente.
- Generar un listado de tareas de mantenimiento preventivo para cada equipo.
- Revisar el inventario de equipos una vez al año, incorporando en él todos los nuevos procedimientos y mejoras correspondientes.
- Velar por el cumplimiento de los lineamientos de la empresa para el mantenimiento.
- Compromiso con la mejora continua de las tareas de mantenimiento

b. Responsabilidad del personal de Mantenimiento:

- Reportar cualquier falla o indicación de falla al encargado del equipo para su atención.
- Atender de forma inmediata las Órdenes de Servicio para Mantenimiento Correctivo que sean requeridas.
- Profundizar de las causas reales que ocasionan el paro o la falla del equipo.
- Efectuar el mantenimiento Correctivo por orden de prioridad las fallas para el Mantenimiento Correctivo de acuerdo a los siguientes criterios:
- Fallas que pongan en riesgo la integridad física del personal.
- Fallas que representen el paro total o parcial del equipo.
- Fallas que pongan en riesgo la calidad del producto.
- Notificar al Jefe de Mantenimiento inmediatamente si durante el Mantenimiento Correctivo menor se detecta la necesidad de la intervención de personal especializado o cambiar algún otro elemento con posible falla.

c. Responsabilidad de los operarios de los equipos:

- Distribuir el tiempo laboral para desempeñar las tareas de mantenimiento preventivo asignadas según el Listado de Tareas elaborado por el Jefe de Mantenimiento.

d. Responsabilidad de la Gerencia de Almacén o Taller

- Proveer de las herramientas, refacciones y equipo necesario para realizar el Mantenimiento Correctivo a la brevedad posible y en su defecto, autorizar la contratación de servicios especializados de outsourcing.

- Disponer de fondos de caja chica en caso se requiera algún material básico para desarrollar el mantenimiento.

e. Responsabilidad del Asistente Administrativo

- Gestionar todo lo relacionado al registro de las distintas actividades desarrolladas y la distribución de la calendarización de las actividades a desarrollar en el mantenimiento preventivo y correctivo.
- Levantamiento a partir de información recolectada de los protocolos de registro los históricos para el manejo de indicadores.
- Tramitar toda la gestión administrativa que fuese necesaria para poder desempeñar los trabajos de mantenimiento, tanto con los trabajos subcontratados como la gestión interna de la empresa.

4.3.1 Organigrama propuesto departamento de mantenimiento

Siguiendo los lineamientos anteriormente mencionados, se recomienda el siguiente organigrama para el departamento de mantenimiento que permite ser funcional la operatividad del equipo. Tanto si el mantenimiento se subcontrata o se desempeña con el personal de la institución.

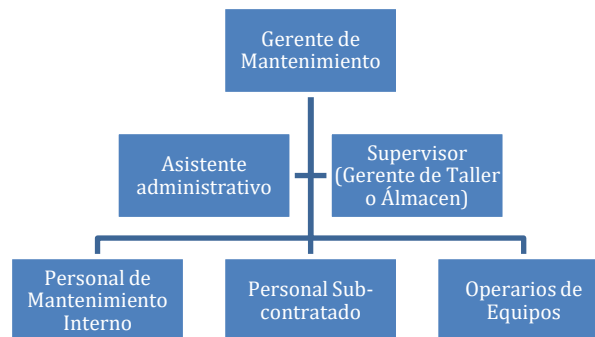


Figura 11 Organigrama para el departamento de mantenimiento

4.3.2. Perfiles del departamento de mantenimiento

Puesto requerido	Perfil Requerido
Gerente de Mantenimiento	<p>Género: Indiferente</p> <p>Edad: Entre 28-36 años</p> <p>Formación académica: Ingeniero Mecánico, Ingeniero electromecánico.</p> <p>Habilidades requeridas: Excel avanzado, Ms Project, paquete office avanzado, ordenado, habilidad para trabajo presión, conocimientos en leyes laborales. Conocimientos en AutoCAD. Habilidad para manejo de indicadores financieros KPI. Persona enfocada en resultados.</p>
Asistente administrativo	<p>Género: Indiferente</p> <p>Edad: Entre 24-28 años</p> <p>Formación académica: 5° año administración de empresas o graduado de Lic. Administración de E, 4° ingeniería industrial</p>

	Habilidades requeridas: Excel avanzado, Ms Project, paquete office avanzado. Persona ordenada, disciplinada, enfocada a resultados.
Supervisor (Gerente de Taller o Almacén)	Género: Indiferente Edad: Entre 28-36 años Formación académica: Ingeniero Mecánico, Ingeniero electromecánico, Ingeniero Industrial. Habilidades requeridas: Excel avanzado, Ms Project, paquete office avanzado, ordenado, habilidad para trabajo presión, conocimientos en leyes laborales. Conocimientos en AutoCAD. Conocimientos en contabilidad, créditos. Enfocado en el desarrollo de proyectos y gestión.
Personal de mantenimiento interno	Género: Indiferente Edad: Entre 23-35 años Formación académica: técnico electromecánico Habilidades requeridas: amplia experiencia en equipos de taller y equipos de gestión administrativa (PC, ventiladores, ac condicionado, monitores) Persona ordenada, con orientación a resultados.
Personal Subcontratado	Género: Indiferente Edad: Entre 23-35 años Formación académica: técnico electromecánico Habilidades requeridas: amplia experiencia en equipos de taller y equipos de gestión administrativa (PC, ventiladores, ac condicionado, monitores) Persona ordenada, con orientación a resultados.

Tabla 30 Perfiles departamento de mantenimiento

4.3.3. Necesidades capacitación a personal operativo

El personal que operativo que se involucrara en cada una de las actividades necesita ser capacitado, esto con la finalidad de desarrollar cada una de las tareas de manera rápida y efectiva, para ello se deberá cubrir el siguiente check list.

Tiempo estimado para desarrollo	1 hora	2 horas	2 horas
Descripción	Tema de capacitación 1	Tema de capacitación 2	Tema de capacitación 3
Vendedor	Químicos de limpieza, herramientas de limpiezas básica	Uso de elementos de medición eléctrica: multímetro, probador de corriente, medidor de densidad de baterías.	Uso de llaves: Llaves fijas, rash y palancas, cubos, etc.
Cajeras			
Auxiliares de bodega			
Gerentes de almacén / taller			
Técnicos en mecánica Taller			

Tabla 31 Desarrollo de temas de capacitación a personal operativo

4.4 Formatos y procedimientos para la planificación de mantenimientos preventivos y correctivos.

Es muy importante realizar la planificación de los mantenimientos preventivos y correctivos mediante procedimientos o protocolos de registro, entre los beneficios que se pueden obtener se mencionan los siguientes:

Beneficios de la planificación y programación mediante protocolos de registro:

- Medición del trabajo y cargas de trabajo
- Mejores métodos y Procedimientos
- Establecimiento de Prioridades
- Monitoreo del estado del trabajo
- Coordinación de la mano de obra, materiales, equipos y programas
- Operaciones coordinadas
- Previsión de partes y materiales
- Disponibilidad de los equipos de producción
- Programas de trabajo
- Identificación de cuellos de botella y evitar interrupciones anticipadas
- Preparación fuera de las instalaciones
- Ayuda para el supervisor de tareas
- Detalle de recursos y tiempos para cada trabajo
- Eliminación de retrasos a causas de esperas por información, recursos, repuestos, materiales, etc.
- Plan general periódicamente
- Información integrada para tomar decisiones (equipos, tareas, recursos, etc).
- Establecer objetivos de las actividades

Para generar el formato "**Plan de mantenimiento correctivo**" tomaremos como partida los siguientes puntos:

1. Fecha
2. Hora
3. Número de orden de trabajo
4. Nombre de solicitante
5. Área
6. Departamento
7. Datos de equipo
8. Tipo de falla
9. Carácter del Servicio según criticidad
10. Descripción de la falla
11. Fecha de recepción de solicitud
12. Diagnostico
13. Fecha de programa de reparación
14. Actividades y observaciones realizadas
15. Firmas

<h2 style="margin: 0;">ORDEN DE SERVICIO</h2> <h3 style="margin: 0;">MANTENIMIENTO CORRECTIVO</h3>		
Fecha: ①	Hora: ②	No: ③
Nombre solicitante: ④		
Área: ⑤	Departamento: ⑥	
DATOS: ⑦ MAQUINA _____ <input type="checkbox"/> EQUIPO _____ <input type="checkbox"/>	TIPO DE FALLA: ⑧ MECANICA _____ <input type="checkbox"/> ELECTRICA _____ <input type="checkbox"/> ESPECIALIZADA _____ <input type="checkbox"/> OTRAS _____ <input type="checkbox"/>	CRITICIDAD: ⑨ CRITICO _____ <input type="checkbox"/> IMPORTANTE _____ <input type="checkbox"/> PRESCINDIBLE _____ <input type="checkbox"/>
DESCRIPCION DE FALLA: ⑩		
USO EXCLUSIVO DE EQUIPO DE MANTENIMIENTO		
FECHA y HORA RECEPCION _____ ⑪ DIAGNÓSTICO: REPARACION INMEDIATA ⑫ _____ <input type="checkbox"/> SE PROGRAMARA SU REPARACION _____ <input type="checkbox"/> REQUIERE SERVICIO ESPECIALIZADO _____ <input type="checkbox"/>	FECHA DE PROGRAMA REPARACION ⑬ INICIO _____ HORA _____ FIN _____ HORA _____	
ACTIVIDADES REALIZADAS Y OBSERVACIONES: ⑭		
ENTREGO EL SERVICIO _____ ⑮ Personal Mantenimiento	RECIBI CONFORME _____ ⑯ Solicitante	APROBÓ _____ ⑰ Gerente Mantenimiento

Figura 12 Protocolo para mantenimiento correctivo

Instructivo de llenado

Orden de servicio de Mantenimiento Correctivo

Objetivo: Contar con documentos que permitan reportar, solicitar, programar y controlar los servicios de mantenimiento correctivo.

Responsable de elaboración: Cualquier persona que solicite un trabajo de mantenimiento.

Responsable de la revisión: Gerente de Mantenimiento

Responsable de la autorización: Gerente de Mantenimiento

Forma de llenado: Manual

No.	Elemento	Descripción
1	Fecha	Anotar la fecha de requerimiento de las actividades del mantenimiento correctivo
2	Hora	Anotar la hora de requerimiento de las actividades del mantenimiento correctivo
3	No	Colocar el correlativo de número de orden
4	Nombre	Anotar el nombre del solicitante que requiere el servicio.
5	Área	Anotar el nombre del área en donde se solicita el servicio
6	Departamento	Anotar el nombre del departamento en donde se solicita el servicio.
7	Datos	Marcar con una X (cruz) en el rectángulo que especifique si el mantenimiento se requiere en una máquina o un equipo.
8	Tipo de Falla	Marcar con una X (cruz) en el rectángulo que especifique si el mantenimiento requerido es mecánico, eléctrico, especializado u otro tipo.
9	Criticidad	Marcar con una X (cruz) en el rectángulo que especifique si el mantenimiento requiere atención se considera crítica, importante o prescindible.
10	Descripción de Falla	Describir la falla o defectos observados en las máquinas o equipos, que requieren mantenimiento correctivo.
11	Fecha y hora recepción	Anotar la fecha y hora en que la orden de trabajo de mantenimiento es entregada al área de mantenimiento.
12	Diagnóstico	Marca con una X (cruz) en el rectángulo que especifique la acción que se realizará para la solución del problema de acuerdo al diagnóstico de la falla
13	Fecha programada de reparación	Anotar fecha y hora programada para la reparación de la falla, así como la fecha y hora de término del servicio.
14	Actividades realizadas	Describir claramente todas las actividades y observaciones del mantenimiento correctivo que fueron ejecutadas por el personal de mantenimiento.
15	Entregó el servicio	Anotar el nombre y firma del técnico que ejecutó el servicio de mantenimiento
16	Recibí de conformidad	Anotar el nombre, cargo y firma del solicitante del servicio de mantenimiento ejecutado.
17	Aprobó	Anotar el nombre y firma del Gerente de Mantenimiento.

Tabla 32 Instructivo de llenado protocolo de orden de servicio de mantenimiento correctivo

Para generar el formato "Plan de mantenimiento preventivo" tomaremos como partida los siguientes puntos:

1. Fecha
2. Hora
3. Número de orden de trabajo
4. Nombre de equipo
5. Código de Equipo
6. Marca de Equipo
7. Modelo de Equipo
8. Periodicidad
9. Horas programadas

10. Nombre de personal que requiere el mantenimiento preventivo
11. Nombre del técnico asignado para el mantenimiento preventivo
12. Código del técnico asignado para el mantenimiento preventivo
13. Nombre del Supervisor asignado
14. Hora de inicio
15. Hora de Fin
16. Tareas a realizar
17. Firmas de realización de tareas
18. Firmas de revisión de tareas
19. Observaciones
20. Firmas

ORDEN DE SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
Fecha: ①	Hora: ②	Orden: ③
Equipo: ④	Requerido por: ⑩	
Código: ⑤	Nombre Técnico: ⑪	
Marca: ⑥	Codigo Técnico: ⑫	
Modelo: ⑦	Supervisor: ⑬	
Periodicidad: ⑧	Hora Inicio: ⑭	
Horas Programadas: ⑨	Hora Fin: ⑮	
TAREAS A REALIZAR	TÉCNICO	SUPERVISOR
⑯	⑰	⑱
OBSERVACIONES: _____ ⑲ _____ _____ _____		
ENTREGO EL SERVICIO _____ ⑳ Personal Mantenimiento	RECIBI CONFORME _____ ㉑ Solicitante	APROBO _____ ㉒ Gerente Mantenimiento

Figura 13 Protocolo para mantenimiento preventivo

Instructivo de llenado
Orden se servicio de Mantenimiento Preventivo

Objetivo: Contar con documentos que permitan reportar, solicitar, programar y controlar los servicios de mantenimiento preventivo.

Responsable de elaboración: Gerente de Mantenimiento.

Responsable de la revisión: Gerente de Mantenimiento

Responsable de la autorización: Gerente de Mantenimiento

Forma de llenado: Manual

No.	Elemento	Descripción
1	Fecha	Anotar la fecha de requerimiento de las actividades del mantenimiento preventivo
2	Hora	Anotar la hora de requerimiento de las actividades del mantenimiento preventivo
3	No	Colocar el correlativo de número de orden
4	Equipo	Anotar el nombre del equipo
5	Código	Anotar el código del equipo
6	Marca	Anotar la marca del equipo
7	Modelo	Anotar el modelo del equipo
8	Periodicidad	Anotar la periodicidad del mantenimiento preventivo
9	Horas programadas	Anotar el tiempo estimado para realizar el mantenimiento preventivo.
10	Requerido por:	Anotar el nombre del solicitante que requiere el servicio.
11	Nombre técnico	Anotar el nombre del técnico que se asigna al servicio.
12	Código Técnico	Anotar el código del técnico que se asigna al mantenimiento
13	Supervisor	Anotar el nombre del supervisor asignado al mantenimiento
14	Hora de Inicio	Anotar la hora en que la orden de trabajo de mantenimiento preventivo es iniciada por el técnico.
15	Hora de Fin	Anotar la hora en que la orden de trabajo de mantenimiento preventivo es finalizada por el técnico.
16	Tareas a realizar	Anotar todas las actividades requeridas para mantenimiento preventivo del equipo
17	Técnico	Anotar la firma del técnico que confirma que la actividad se realizó.
18	Supervisor	Anotar la firma del supervisor que valida la actividad.
19	Observaciones	Describir claramente todas observaciones del mantenimiento preventivo que fueron ejecutadas por el personal de mantenimiento y reportar posibles fallas.
20	Entregó el servicio	Anotar el nombre y firma del técnico que ejecutó el servicio de mantenimiento
21	Recibí de conformidad	Anotar el nombre, cargo y firma del solicitante del servicio de mantenimiento ejecutado.
22	Aprobó	Anotar el nombre y firma del Gerente de Mantenimiento.

Tabla 33 Instructivo de llenado protocolo de orden de servicio de mantenimiento preventivo

Adicionalmente, se propone colocar a cada equipo una **ficha de solicitud de mantenimiento**, que permitirá detectar que el equipo requiere atención del área de mantenimiento, tomaremos como partida los siguientes puntos:

1. No. Tarjeta
2. Fecha
3. Persona que encontró falla
4. Código de Equipo
5. Zona de Ubicación
6. Descripción de falla
7. Acción correctiva
8. Persona que efectuó corrección
9. Fecha acción correctiva

MANTENIMIENTO	
TARJETA DE SOLICITUD DE MANTENIMIENTO	
No. Tarjeta: ①	Fecha: ②
Persona que reporta la falla: ③	
Código de equipo: ④	Zona ubicación: ⑤
Descripción de falla: ⑥	
Acción correctiva: ⑦	
Persona que efectuó corrección: ⑧	Fecha: ⑨

Figura 14 Protocolo para solicitud de mantenimiento correctivo

Instructivo de llenado
Ficha de Solicitud de Mantenimiento

Objetivo: Contar con un mecanismo para reportar visualmente que el equipo necesita mantenimiento.

Responsable de elaboración: Cualquier persona que interactúe con el equipo.

Responsable de la revisión: Personal de Mantenimiento

Responsable de la autorización: Gerente de Mantenimiento

Forma de llenado: Manual

No.	Elemento	Descripción
1	No	Colocar el correlativo de número de orden
2	Fecha	Anotar la fecha de requerimiento de las actividades del mantenimiento
3	Persona reporta falla	Anotar el nombre de la persona o encargado que reporta la falla.
4	Código	Anotar el código del equipo
5	Ubicación	Anotar la zona de ubicación del equipo
6	Descripción de falla	Anotar la descripción de cómo ocurrió la falla o posibles partes dañadas.
7	Acción correctiva	El técnico luego del diagnóstico colocará la acción correctiva realizada.
8	Persona que efectuó corrección	Anotar el nombre del técnico que efectuó corrección
9	Fecha	Anotar el la fecha que se finalizó la corrección.

Tabla 34 Instructivo de llenado protocolo solicitud de mantenimiento correctivo

Para el caso de mantener un control de la gestión del **mantenimiento outsourcing** se propone tomar como partida los siguientes puntos:

1. Nombre de la empresa
2. Dirección de la empresa
3. Nombre de la persona de contacto
4. Teléfono
5. Correo electrónico
6. Listado de equipos sujetos a mantenimiento
7. Código de equipo
8. Frecuencia de trabajos
9. Fechas propuestas para mantenimiento

TALLER MULTISERVICIO DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO IDENTIFICACIÓN DE EMPRESAS EXTERNAS			
Nombre de la empresa: ①		Dirección: ②	
Nombre de persona de contacto: ③			
Teléfono: ④		Correo: ⑤	
EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO			
EQUIPO	CODIGO	FRECUENCIA	FECHA MTTO
⑥	⑦	⑧	⑨

Figura 15 Protocolo para identificación de empresas externas

Instructivo de llenado Identificación de Empresas Externas

Objetivo: Contar con un registro de las empresas externas que brindan mantenimiento a los equipos.

Responsable de elaboración: Gerente de Mantenimiento

Responsable de la revisión: Gerente de Mantenimiento

Responsable de la autorización: Gerente de Mantenimiento

Forma de llenado: Manual

No.	Elemento	Descripción
1	Nombre de la empresa	Anotar el nombre de la empresa.
2	Dirección	Anotar la dirección de ubicación de la empresa
3	Persona de contacto	Anotar el nombre de la persona de contacto con la empresa
4	Teléfono	Anotar el teléfono de contacto
5	Correo	Anotar el correo de contacto
6	Equipo	Anotar nombre del equipo
7	Código	Anotar código de equipo
8	Frecuencia	Anotar frecuencia de mantenimiento
9	Fecha	Anotar de realización del mantenimiento

Tabla 35 Instructivo de llenado protocolo para identificación de empresas externas

Para el caso de mantener un control de cada equipo, se recomienda realizar **bitácoras para cada equipo**, se propone tomar como partida los siguientes puntos:

1. Nombre del equipo
2. Imagen del equipo
3. Marca del equipo
4. Modelo del equipo
5. Código del equipo
6. Fecha de instalación del equipo
7. Ubicación del equipo
8. Datos técnicos del equipo
9. Número de actividades del equipo
10. Descripción de actividad del equipo
11. Fecha de actividad
12. Número de orden de trabajo
13. Horas de operación de la máquina
14. Observaciones

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO BITACORA DE EQUIPOS					
Nombre del equipo: ①					
Imagen de Equipo ②	Marca: ③				
	Modelo: ④				
	Código: ⑤				
	Fecha Instalación: ⑥				
	Ubicación: ⑦				
DATOS TÉCNICOS ⑧					
REGISTRO DE EQUIPO					
No.	Actividad	Fecha	Orden	Horas operación	Observaciones
⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭

Figura 16 Protocolo para bitácora de equipos

Instructivo de llenado Bitácora de Equipos

Objetivo: Contar con un resumen de la información básica de cada equipo que incluya un histórico de fallas.

Responsable de elaboración: Gerente de Mantenimiento

Responsable de la revisión: Gerente de Mantenimiento

Responsable de la autorización: Gerente de Mantenimiento

Forma de llenado: Manual

No.	Elemento	Descripción
1	Nombre del equipo	Anotar el nombre del equipo
2	Imagen	Colocar una imagen del equipo
3	Marca	Anotar la marca del equipo
4	Modelo	Anotar el modelo del equipo
5	Código	Anotar el código del equipo
6	Fecha de Instalación	Anotar la fecha de instalación del equipo
7	Ubicación	Anotar la ubicación del equipo
8	Datos técnicos	Anotar todos los datos técnicos del equipo tales como: Voltaje, amperaje, Potencia, Peso, Dimensiones, Clase, Tipo, Accesorios, entre otros.
9	No.	Anotar el número correlativo de la actividad.
10	Actividad	Describir la actividad importante del equipo, falla, mantenimiento, entre otros.
11	Fecha	Anotar la fecha que ocurrió la actividad
12	Orden	Anotar la orden de trabajo relacionada.
13	Horas de operación	Anotar las horas de operación del equipo.
14	Observaciones	Anotar todas las observaciones adicionales a la actividad.

Tabla 36 Instructivo de llenado protocolo de bitácora de equipos

4.5 Evaluación del mantenimiento interno y de terceros

La evaluación del mantenimiento dentro de una organización permite analizar el cumplimiento de los objetivos trazados, el estado de los trabajos y posibilita identificar los aspectos sobre los cuales es necesario trabajar para hacer más eficiente esta actividad, y desarrollar las acciones para la mejora continua. Todo esto puede lograrse con la ayuda de indicadores, los cuales tienen como función principal evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes, permitiendo implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar dicha labor.

Un indicador de la gestión del mantenimiento no debe de buscar ser una herramienta de evaluación complicada, basta con centrarse en el cumplimiento del costo planificado vs costo real, disponibilidad de los equipos y los porcentajes de fallas vs históricos.

Para cada una de las posibilidades del desarrollo de las actividades de mantenimiento ya sea de manera interna o subcontratada, será necesaria la utilización de ciertos indicadores, a continuación se presenta el desarrollo de aquellos que evalúan los aspectos de mayor interés.

a) **% Cumplimiento de costo planificado**

$$\% \text{Cumplimiento de costo Planificado} = \frac{\text{Costo Planificado a Plan Mantenimiento}}{\text{Costo Real en Plan de Mantenimiento}}$$

En la medida en la que la proyección del mantenimiento sea lo más acertada, permitirá cumplir con los montos destinados a mantenimiento en cada uno de los centro de costos.

b) **Disponibilidad de los equipos**

Mediante este indicador es el cociente de dividir el n° de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el n° de horas totales de un periodo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de paro por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Adicionalmente se puede obtener la disponibilidad para toda la instalación de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\Sigma \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{N° de equipos significativos}}$$

c) **MTBF (mid time between failures, tiempo medio entre fallos).**

Este indicador permite conocer la frecuencia con que suceden las averías.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{N° de horas totales del periodo del tiempo analizado}}{\text{N° de averias}}$$

d) **MTTR (mid time to repair, tiempo medio de reparación).**

Este indicador permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{N° de horas totales del periodo de tiempo para la reparación}}{\text{N° de averias}}$$

e) **\$ Venta Repuestos / \$ Costo mantenimiento almacén**

$$\text{\$/\$MTTO} = \frac{\text{Total de venta facturado en almacen (periodo de tiempo mes, año)}}{\text{Total de Costo de Mantenimiento Almacen}}$$

f) **\$ Venta taller / \$ Costo mantenimiento Taller**

$$\text{\$/\$MTTO} = \frac{\text{Total de venta facturado Taller (periodo de tiempo mes, año)}}{\text{Total de Costo de Mantenimiento Taller}}$$

Los indicadores e) y f) son creados con la finalidad de realizar una valoración económica de los escenarios y tipos de gestiones a realizar, así se puede obtener que costo de mantenimiento se necesitaría realizar para obtener \$1 en venta ya sea para taller o almacén.

La idea de la evaluación de la gestión de mantenimiento con los indicadores anteriormente mostrados, es poder generar un histórico de comportamiento de la instalación, esto conforme se vayan desarrollando las distintas modificaciones en la planificación de tareas y recursos, en donde tendrá su medición final con el cumplimiento de costo del mantenimiento planificado.

La evaluación del mantenimiento dentro de una organización permite analizar el cumplimiento de los objetivos trazados, el estado de los trabajos y posibilita identificar los aspectos sobre los cuales es necesario trabajar para hacer más eficiente esta actividad, y desarrollar las acciones para la mejora continua. Todo esto puede lograrse con la ayuda de indicadores, los cuales tienen como función principal evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes, permitiendo implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar dicha labor.

A continuación se presenta un formato para llevar el control por equipo de los indicadores anteriormente desarrollados:

INDICADORES PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO													
AÑO 2018													
Equipo	Indicador	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												

Tabla 37 Protocolo para registro de indicadores para la gestión del mantenimiento

Los indicadores son los resultados que se obtienen al hacer mediciones del desarrollo de un plan de mantenimiento y al combinarlos entre sí para formar factores indicadores, con base en los cuales determinar las acciones correctivas.

Ningún índice considerado aisladamente es eficaz, sino solo en combinación con otros; los índices tienen un papel doble, indicar mejoramientos en el desempeño de mantenimiento o la posición relativa con respecto a un punto de referencia.

4.6 Cronograma de implementación de los modelos para evaluación de tiempos.

En cada una de las actividades y tareas de mantenimiento propuestas, se estiman tiempos que se necesitan invertir para su realización, es importante evaluar si se está desarrollando con la mayor eficiencia posible la tarea, otros aspectos que pueden originar la evaluación de los tiempos son:

- Aparición de una novedad en la tarea: Nuevos equipos de taller / almacén
- Peticiones de los trabajadores o los representantes de los mismos.
- Identificación de cuellos de botella.
- Fijación de tiempos estándar antes de implementar un sistema de remuneración por rendimiento.
- Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos en realización de tareas.
- Costo aparentemente excesivo de algún trabajo o indicador de $\$VR/\$MTTO$ y $\$VT/\$MTTO$ desbalanceado.

Descripción de etapa	Acciones	Tiempo
Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.	Todo esto mediante el uso de cronometro, adicionalmente el tablero con formulario de toma de tiempo.	2 Semanas
Registrar una descripción completa del método, descomponiendo la operación en elementos.	Separar el tiempo productivo del improductivo Evaluarse de cada elemento según su tipo Aislar los elementos que causan mayor fatiga Realizar una especificación detalla de la tarea mediante un proceso. Extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición, así establecer datos estándar.	1 Semana
Examinar una descripción para verificar que se están utilizando los mejores métodos de trabajo.	Evaluación de las herramientas y el sujeto de medición en tarea.	3 Días

Medir el tiempo con un instrumento apropiado, y registrar el tiempo invertido por el operario en realizar cada elemento de la operación.	-	3 Semanas
Simultáneamente con la medición, determinar la velocidad de trabajo del operario por correlación con el ritmo normal de trabajo de este.	Estipular por la persona que registra los tiempos un tiempo para la tarea, esto según su percepción y compararlo con el medido.	1 Día
Convertir los tiempos observados o medidos en tiempos normales o básicos.	$\text{Tiempo Observado} \times \frac{\text{Valoración determinada}}{\text{Valoración estándar}}$	1 Día
Determinar los suplementos por descanso que se añadirán al tiempo normal o básico de la operación.	Añadir al tiempo básico un monto de tiempo adicional, esto si la tarea genera fatiga u otra condición de cansancio o retraso a sujeto de medición.	1 Día
Determinar el tiempo tipo o tiempo estándar de la operación.	Mediante la suma de todas los tiempos básicos entre la cantidad de las muestras.	3 Días

Tabla 38 Proceso de desarrollo y revisión de toma de tiempos a actividades de mantenimiento

Departamento:										Estudio N°:					
										Hoja N°:		de			
Operación:										Término:					
										Comienzo:					
Estudio de Métodos N°:			Instalación / Máquina:							Tiempo trans.					
Herramientas y Calibradores:										Operario:					
										Ficha N°:					
Método utilizado:			Piezas / Unidad							Observado por:					
Producto / Pieza:			Número:							Fecha:					
Plano N°:			Material:							Comprobado:					
Nota: Croquis del trabajo / Montaje / Pieza al dorno o en hoja aparte adjunta															
N°	Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total T.O	Promedio T.O	V	T.B
Nota: V= Valoración. T.O = Tiempo Observado. T.B = Tiempo Básico															

Figura 17 Formulario para toma de tiempos en desarrollo de tareas Mantenimiento

Relevancia de la investigación

La actual investigación, permite evaluar una serie de equipos utilizados en multiservicios dedicados al rubro automotriz, sala de venta y talleres, la delimitación de sus tareas de mantenimiento, el desarrollo del análisis de la criticidad, la elaboración de escenarios para valoraciones en base a costos de mantenimiento.

La investigación permite tener una guía para el desarrollo del plan de mantenimiento total de equipos en rubros de negocios similares.

En El Salvador existen muchos multiservicios y centros de servicio, en donde el óptimo manejo del área de mantenimiento puede generar grandes ahorros, que pueden permitir apertura a mejoras u otras inversiones.

Es por ello que, el análisis económico para verificar la viabilidad de un proyecto de implementación de un plan mantenimiento, sólo es posible caracterizando en relación a los costos ahorrados después de la implementación. Esto debido a que en muchos casos no existen datos iniciales con los cuales se pueda comparar.

CONCLUSIONES

1. El mantenimiento outsourcing nos presenta una manera fácil de mantener los equipos de la empresa y a un costo económico más elevado que al realizar las operaciones de mantenimiento por el personal de la misma empresa. Sin embargo, es importante considerar que tipo de plan de mantenimiento outsourcing se obtenga, ya que se puede incurrir muchas veces en costos adicionales que no estaban cubiertos.
2. Realizando un adecuado plan de mantenimiento y utilizando los recursos existentes de la empresa, con un poco de dote de recursos y capacitaciones es posible reducir los costos de mantenimiento de la empresa. Así mismo, se refuerzan las políticas de la empresa porque se reducirían las fallas.
3. Si bien es cierto que los tiempos utilizados para mantenimiento por el personal de la empresa fue estimado, se considera posible para este rubro utilizar algunas ventanas de mantenimiento en algunas horas del día con poca demanda de ventas o producción.
4. La gerencia general deberá dotar de recursos adicionales; como materiales consumibles, herramientas, capacitaciones, charlas; a fin de consolidar el seguimiento e implementación del plan de mantenimiento.
5. Cada integrante de la empresa debe conocer las tareas asignadas de mantenimiento y estar debidamente capacitado.
6. El gerente de cada sala será responsable de asignar los tiempos para brindar mantenimiento, sobre la base de las actividades diarias de su personal, el cumplimiento de la política y objetivos.
7. Se deberá asignar a un operario para el seguimiento y la actualización de las tareas de mantenimiento para cada equipo.
8. Será esencial la realización de charlas, talleres y seguimiento de los jefes de área permitirán la permanente adecuación e interés.
9. Es importante potenciar la cultura en la captura y suministro de información confiable, estandarizando protocolos y unificar criterios para el procesamiento de datos.

RECOMENDACIONES:

1. Recopilar e investigar la mayor cantidad de información es uno de los pasos más importantes para para lograr discernir favorablemente entre el plan de mantenimiento que mejor convenga para la empresa.
2. Es absolutamente necesario que se entienda que una empresa es un caso extremadamente particular, podemos decir entonces que un plan de mantenimiento debe estar basado en varias facetas diferentes, por tal motivo se recomienda no buscar la solución en uno de los métodos indicados en la tesis, si no por el contrario ser conscientes de la total y absoluta necesidad de entremezclar, interrelacionar e integrar las técnicas expuestas en este documento. Siendo conscientes de que la integración no es fácil, pues se tienen que conocer todas las técnicas que se desean tomar, así como poder identificar que parte de las mismas es la más adecuada para nuestro plan de mantenimiento.
3. Es necesario realizar constantemente la re-evaluación de las actividades de mantenimiento para no incurrir en sobre costos. Se debe implementar un sistema de mejoramiento continuo y culturizar la empresa para futuros procesos como por ejemplo certificaciones, así como un sistema de gestión de indicadores; lo que no se mide, no se puede controlar”.
4. Se recomienda utilizar programas para la gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO), que permiten ejecutar y llevar un control exhaustivo de las tareas habituales en los departamentos de mantenimiento. Existen algunos programas que pueden encontrarse gratuitos o a un bajo costo, tales como Microsoft Access, CWORKS, entre otros.

REFERENCIAS

- *Biblioteca Udep.* (17 de 6 de 2010). Obtenido de Biblioteca Udep: http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf
- Brenes, J. C. (2010). *La cinco eses su plataforma*. Costa Rica: Msc.
- CALLE, J. (10 de 11 de 2009). *Bsgroup* . Obtenido de Bsgroup: <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134>
- Cuatrecasas, L. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. España: Profit.
- Garrido, S. (2009). *La contratación del mantenimiento Industrial*. DIAZ DE SANTOS.
- Kuno, S. (2013). *TPM New implementation program in fabrication and assembly industries*. JIPM.
- Ortiz, D. (2014). *RCM: teoría y Práctica*.
- *Que aprendemos hoy.* (21 de Octubre de 2012). Obtenido de Que aprendemos hoy: <http://queaprendemoshoy.com/que-es-tpm-y-cuando-surgio/>
- *Sitio Solar.* (28 de Febrero de 2000). Recuperado el 14 de Abril de 2014, de Sitio Web: <http://www.sitiosolar.com/la-historia-de-la-energia-solar-fotovoltaica/>
- Williamson, R. (2000). Strategic Work Systems. En R. Williamson, *Strategic Work Systems* (págs. 60-100). USA.
- Amendola, L. J. (2010). *Gestión de Proyectos de Activos Industriales*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Garcia, O. (2013). *Confiabilidad Humana, Clave de la Competitividad Organizacional*. Bogotá: Ediciones Legis
- Pablo Viveros, R. S. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería*.
- de León, F. C. G. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Editum.
- Salguero Manosalvas, M. F. (2010). *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento estratégico aplicando las filosofías rcm y fmea a las máquinas y herramientas de la Empresa WEATHERFORD SOUTH AMERICA INC, Base1, Francisco De Orellana* (Bachelor's thesis, SANGOLQUÍ/ESPE/2010).

SITIOS WEB

- <https://www3.lenovo.com/us/en/desktops/thinkcentre/m-series-tiny/m73/>
- <https://www.cyberpuerta.mx/Computo-Hardware/Monitores/Monitores/Monitor-Lenovo-ThinkVision-E1922-LED-18-5-Negro.html>
- <https://intercompras.com/p/monitor-samsung-s22f350fhl-1920x1080-vga-hdmi-108126>
- <http://movixhub.searchalgo.com/search/?category=web&s=shds&q=4X30E51034>
- <https://www.amazon.com/Lenovo-06P4069-Optical-Wheel-Mouse/dp/B00009YUPY>
- https://www.lexmark.com/es_XL/products/dotmatrix/11C2631.shtml
- <https://support.hp.com/us-en/product/hp-laserjet-pro-m1213nf-m1219nf-multifunction-printer-series/5071505/model/4075454/drivers>
- <https://www.linio.com.pa/p/rack-newlink-gabinete-de-pared-24-12ru-serie-300-new-0924300-n0nc7x>
- <http://www.directindustry.es/prod/frico/product-15991-385506.html>
- <http://www.electroviento.com/aires-acondicionados/151-aires-acondicionados-control-remoto-si-accesorios-kit-de-tuberia-en-cobre-x-3-metros-tipo-mini-split-voltaje-220v-velocidades-1-.html>
- http://www.laelectrolux.com/product_detail.cfm?brand_id=2&cat_id=6&product_id=3719&breadcrumb_cat=309
- <https://www.panasonic.com/caribbean/business/communications/telephones-terminals/analogue-proprietary/kx-t7730.html>
- <http://genesisonline.mx/mi-contenido/uploads/2014/12/SC1-DWS-SC4-DWS-Rango-de-2-a-6-GPM.pdf>
- <https://shop.usa.canon.com/shop/en/catalog/mp41dhiii>
- <https://www.panasonic.com/pe/consumo/audio-y-video/minicomponentes-powerlive/serie-akx/sc-akx80ps-k.specs.html>
- <http://www.mti-corporation.com/products/index/135>
- <http://www.globalindustrial.com/g/hvac/cooling/evaporative-coolers/best-value-industrial-portable-evap-coolers>
- <http://www.globalindustrial.com/g/hvac/exhaust-fans/exhaust-and-supply-panel-fans/belt-drive-panel-fans>
- <http://www.hikvision.com/UploadFile/image/2012061414071245904.pdf>
- <http://www.frigidaire-la.com/es-pa/products/aires-acondicionados/dispensadores-de-agua/fqf153mbiw/>
- <http://www.deguate.com.gt/guatemala/construccion-y-vivienda/cortinas-metalicas-enrollables.php>
- https://www.mantenimientogeneral.com/Manual/Plan_de_mantenimiento.htm
- http://www.iepsa.gob.mx/Normateca/P-MA-02_MtoCorr.pdf

ANEXOS

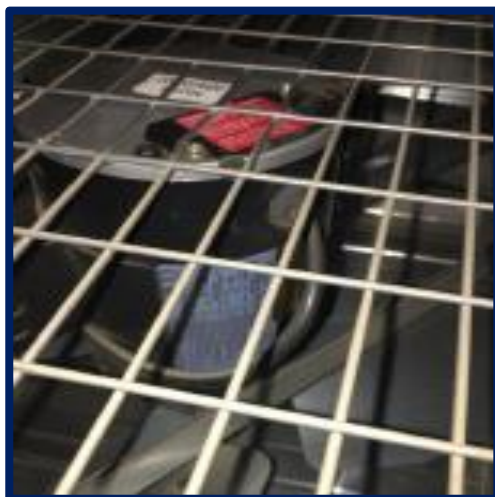
■ INFORME FOTOGRAFICO



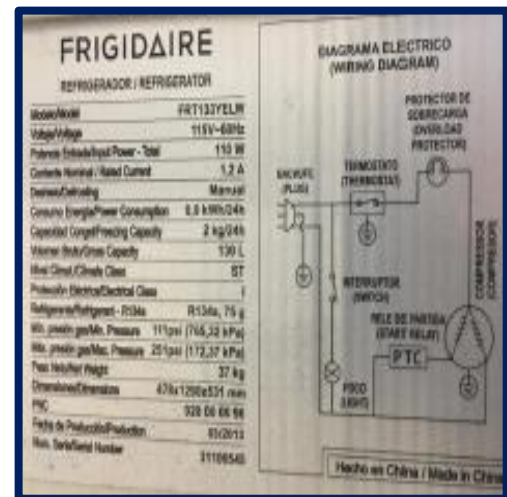
Placa de aire acondicionado



Tablero eléctrico



Motor de inyectores y extractores



Placa de refrigeradora



Equipo de filtración



Sistema de cámaras



Cortinas metálicas



Contómetro



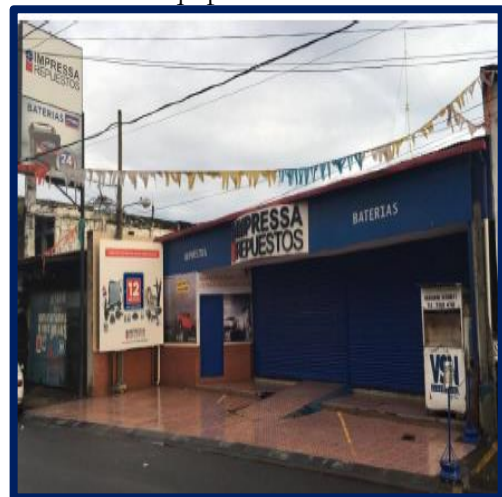
Ventilador de techo



Equipo de sonido



Extractor de aire



Fachada sala de ventas



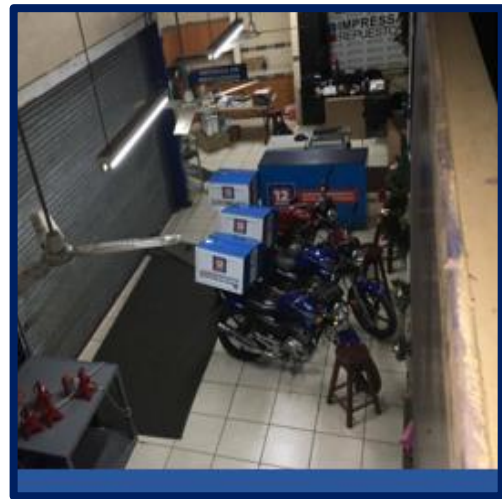
Bomba de llenado



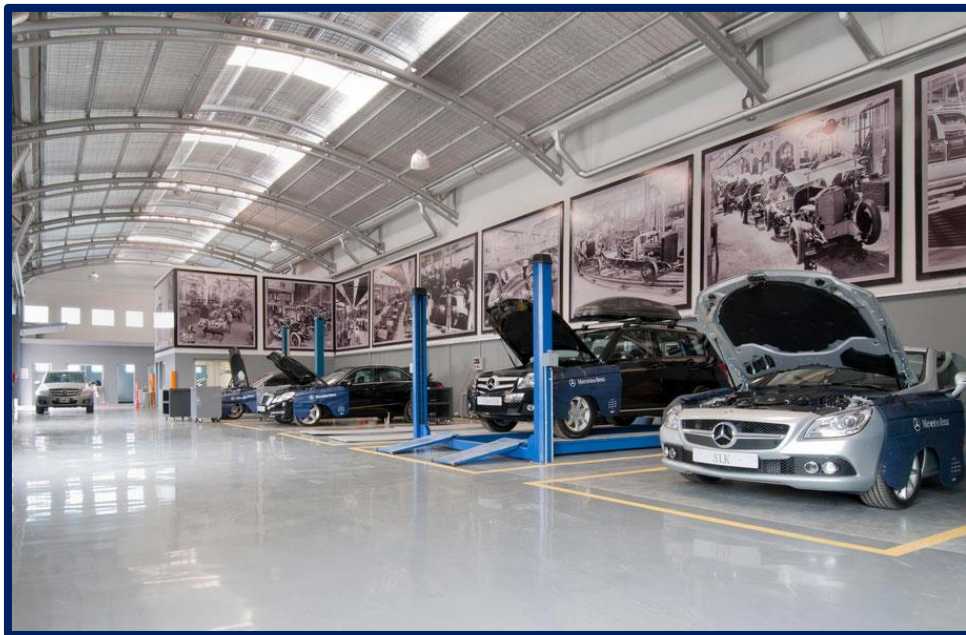
Sistema contra-incendio



Planta telefónica

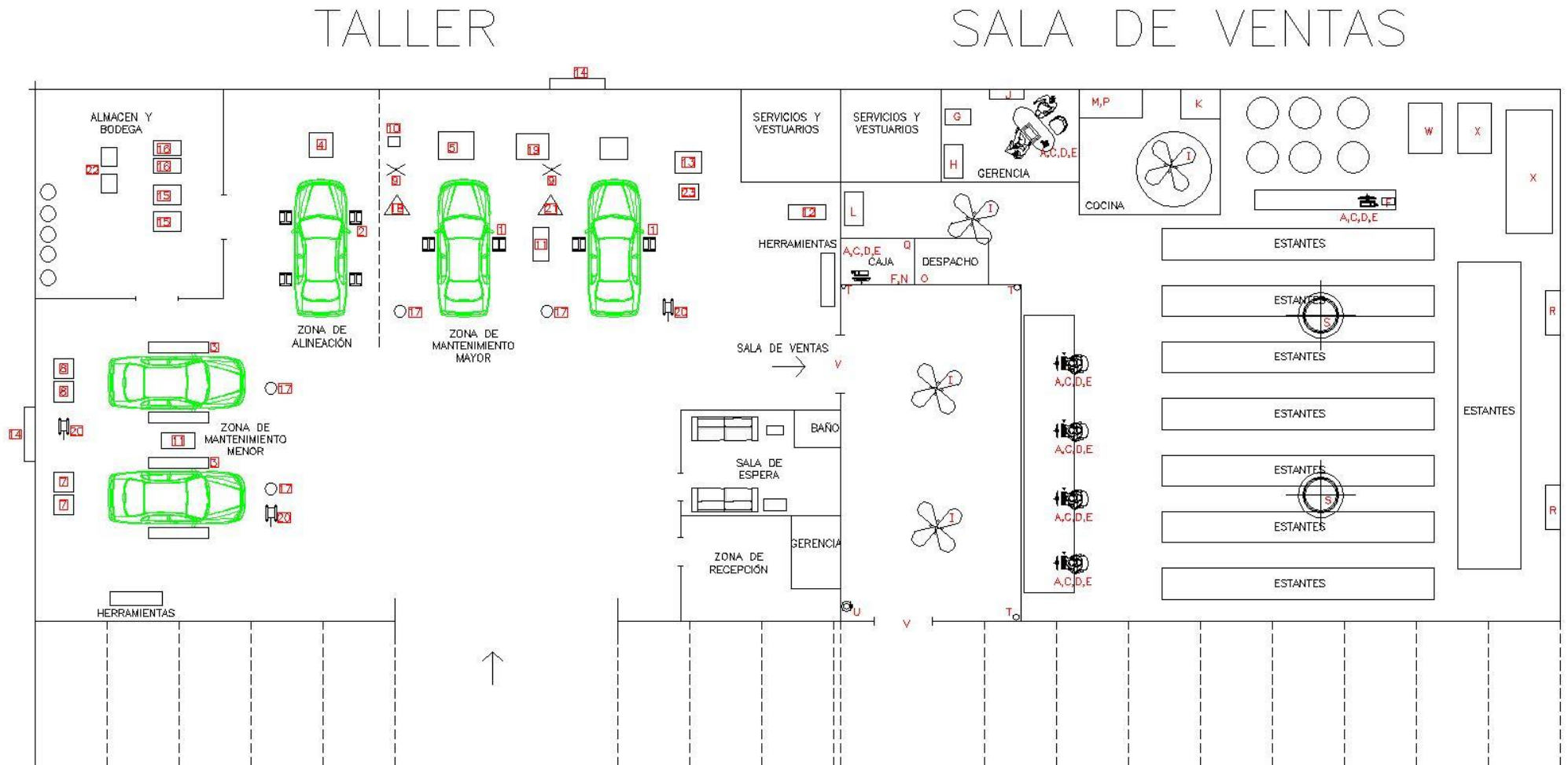


Entrada principal



Esquema de taller multiservicio

■ PLANO DISTRIBUCION EN PLANTA



ITEM	EQUIPOS DE TALLER	CODIGO	CANTIDAD
1	ELEVADOR DE 2 POSTES CERRADO	ZMA-ELE-001	2
2	ELEVADOR DE 4 POSTES	ZAL-ELE-002	1
3	ELEVADOR DE MEDIA ALTURA	ZME-ELE-003	2
4	ALINEADORA DE 4 RUEDAS 3D	ZAL-ALI-001	1
5	BALANCEADOR DE LLANTA GRANDE	ZMA-BAL-001	1
6	BALANCEADOR DE LLANTA PEQUEÑA	ZMA-BAL-002	1
7	CARGADOR DE BATERIAS	ZME-CBA-001	2
8	CARGADOR DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	ZME-CAA-001	3
9	GATO HIDRAULICO DE TRANSMISION	ZMA-GHI-001	2
10	PRENSA PARA TALLER	ZMA-PRE-001	1
11	CARRETES RETRÁCTILES	ZMA-CAR-001	2
12	COMPRESORES	ZMA-COM-001	1
13	OXICORTE	ZMA-OXI-001	2
14	EXTRACTORES	ZMA-EXT-001	2
15	LAVADOR DE PARTES	ALM-LPA-001	2
16	AERO LUBRICADOR DE PARTES	ALM-ALU-001	2
17	BURROS DE EMBANQUES	ZMA-BUR-001	4
18	BANCO PARA MOTORES	ZMA-BMO-001	1
19	DESMONTADOR DE LLANTA	ZMA-DES-001	1
20	JACK HIDRAULICO DE PISO	ZMA-JHI-001	3
21	PLUMA PARA MOTORES	ZMA-PLU-001	1
22	RECOLECTORA DE ACEITE QUEMADO	ALM-RAC-001	2
23	ESMERIL DE BANCO	ZMA-ESM-001	2

ITEM	EQUIPOS DE ALMACEN	CODIGO	CANTIDAD
A	CPU LENOVO THINK CENTRE M73 TINY DESKTOP 10AY-008US	VEN-CPU-001	7
B	MONITOR LENOVO THINK VISION E1922 18.5"	VEN-MON-001	1
C	MONITOR SAMSUNG S22F350FHL 21.5"	CAJ-MON-001	7
D	TECLADO LENOVO 4X30E51034	VEN-TEC-001	7
E	MOUSE LENOVO 06P4069	VEN-RAT-001	7
F	IMPRESOR LEXMARK 2580N	VEN-IMP-001	2
G	IMPRESOR MULTIFUNCIÓN HP LASER JET PRO M1213NF	VEN-IMP-002	1
H	GABINETE NEW LINK + MODULO DE RECEPCIÓN INTERNET	COM-SIN-001	1
I	VENTILADOR AXIAL DE TECHO ICF	COM-VEN-001	4
J	EQUIPO DE A/C PARKER ASN1233J	COM-AAC-001	1
K	REFRIGERADOR FRIGIDAIRE FRT133YELW	COM-REF-001	1
L	PLANTA TELEFONICA PANASONIC KX-T7730	COM-PTE-001	1

ITEM	EQUIPOS DE ALMACEN	CODIGO	CANTIDAD
M	PURIFICADOR DE AGUA STERILIGHT SC1-DWS	COM-PAG-001	1
N	CALCULADORA DE IMPRESIÓN CANON MP41DHIII	VEN-CON-001	1
O	EQUIPO DE SONIDO PANASONIC SA-AKX80	VEN-ESO-001	1
P	MICROONDAS PARKER MWO281GS	COM-MIC-001	1
Q	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EVAPORATIVO PORTATIL WB600581	GER-AAC-001	1
R	INYECTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN WBB177830	COM-IAI-001	2
S	EXTRACTOR DE AIRE CONTINENTAL FAN BBB177830	COM-EAI-001	2
T	SISTEMA DE CAMARAS MONITOREO/CONTROL Y MODULO DS-7216HVI-ST	COM-CAM-001	1
U	DISPENSADOR DE AGUA HELADA FRIGIDAIRE FQF153MBIW	COM-OAS-001	1
V	SISTEMA DE CORTINAS ENROLLABLES PUERTA PRINCIPAL	COM-CME-001	2
W	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y MODULO CLVR04Z	BOD-SCI-001	1
X	BOMBA DE LLENADO DE CISTERNA FORAS PM60	BOD-BOM-001	1
Y	PLANTA DE ENERGIA 3 BATERIAS + INVERSOR	BOD-PEM-001	1

▪ PROTOCOLOS PARA GESTION DEL MANTENIMIENTO

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO BITACORA DE EQUIPOS					
Nombre del equipo:					
Imagen de Equipo	Marca:				
	Modelo:				
	Código:				
	Fecha Instalación:				
	Ubicación:				
DATOS TÉCNICOS					
REGISTRO DE EQUIPO					
No.	Actividad	Fecha	Orden	Horas operación	Observaciones

ORDEN DE SERVICIO MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Fecha:	Hora:	No:
--------	-------	-----

Nombre solicitante: _____

Área:	Departamento:
-------	---------------

DATOS: MAQUINA _____ <input type="checkbox"/> EQUIPO _____ <input type="checkbox"/>	TIPO DE FALLA: MECANICA _____ <input type="checkbox"/> ELECTRICA _____ <input type="checkbox"/> ESPECIALIZADA _____ <input type="checkbox"/> OTRAS _____ <input type="checkbox"/>	CRITICIDAD: CRITICO _____ <input type="checkbox"/> IMPORTANTE _____ <input type="checkbox"/> PRESCINDIBLE _____ <input type="checkbox"/>
--	--	--

DESCRIPCION DE FALLA: _____

USO EXCLUSIVO DE EQUIPO DE MANTENIMIENTO

FECHA y HORA RECEPCION _____ DIAGNÓSTICO: REPARACION INMEDIATA _____ <input type="checkbox"/> SE PROGRAMARA SU REPARACION _____ <input type="checkbox"/> REQUIERE SERVICIO ESPECIALIZADO _____ <input type="checkbox"/>	FECHA DE PROGRAMA REPARACION INICIO _____ HORA _____ FIN _____ HORA _____
--	---

ACTIVIDADES REALIZADAS Y OBSERVACIONES: _____

ENTREGO EL SERVICIO	RECIBI CONFORME	APROBÓ
_____	_____	_____
Personal Mantenimiento	Solicitante	Gerente Mantenimiento

ORDEN DE SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Fecha:	Hora:	Orden:
Equipo:	Requerido por:	
Código:	Nombre Técnico:	
Marca:	Codigo Técnico:	
Modelo:	Supervisor:	
Periodicidad:	Hora Inicio:	
Horas Programadas:	Hora Fin:	
TAREAS A REALIZAR	TÉCNICO	SUPERVISOR
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> OBSERVACIONES: _____ _____ _____ _____ </div>		
ENTREGO EL SERVICIO	RECIBI CONFORME	APROBÓ
_____	_____	_____
Personal Mantenimiento	Solicitante	Gerente Mantenimiento

**TALLER MULTISERVICIO
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
IDENTIFICACIÓN DE EMPRESAS EXTERNAS**

Nombre de la empresa:

Dirección:

Nombre de persona de contacto:

Teléfono:

Correo:

EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO

EQUIPO	CODIGO	FRECUENCIA	FECHA MTTO

MANTENIMIENTO	
TARJETA DE SOLICITUD DE MANTENIMIENTO	
No. Tarjeta:	Fecha:
Persona que reporta la falla:	
Código de equipo:	Zona ubicación:
Descripción de falla:	
Acción correctiva:	
Persona que efectuó corrección:	Fecha:

INDICADORES PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO													
AÑO 2018													
Equipo	Indicador	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												
	Costo Planificado												
	Disponibilidad												
	MTBF												
	MTTR												