



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL  
SERVICIO DE LAVANDERÍA DEL HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO**

**Mynor Alejandro Atz Tuy**

Asesorado por el Ing. Allen Raúl Gustavo Roca Recinos

Guatemala, abril de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL  
SERVICIO DE LAVANDERÍA DEL HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MYNOR ALEJANDRO ATZ TUY**

ASESORADO POR EL ING. ALLEN RAÚL GUSTAVO ROCA RECINOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortíz
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SERVICIO DE LAVANDERÍA DEL HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 11 de agosto de 2015.



**Mynor Alejandro Atz Tuy**

Chimaltenango, 02 de Octubre de 2015

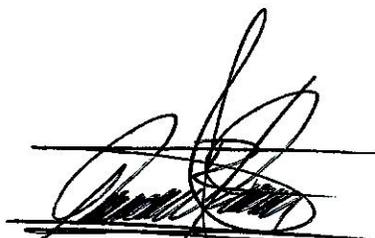
Ingeniero:  
Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería, USAC

Respetable Ingeniero Guzmán:

Por medio de la presente le informo a usted, que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante universitario MYNOR ALEJANDRO ATZ TUY con carné 200011617 de la carrera de Ingeniería Mecánica, cuyo título es: **"PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SERVICIO DE LAVANDERÍA DEL HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO"**.

Considero que el trabajo presentado por el estudiante Atz Tuy, ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de la asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted, muy respetuosamente.



Ingeniero Allen Raúl Gustavo Roca Recinos  
Colegiado No. 10461  
Asesor



Ref.E.I.M.327.2015

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SERVICIO DE LAVANDERÍA DEL HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO** del estudiante **Mynor Alejandro Atz Tuy**, carné No. **2000-11617** recomienda su aprobación.

**"Id y Enseñad a Todos"**



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador del Área Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, octubre de 2015

/aej

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SERVICIO DE LAVANDERÍA DEL HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante **Mynor Alejandro Atz Tuy**, CUI 2412320660701, Registro Académico 200011617 y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

*"Id y Enseñad a Todos"*



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica

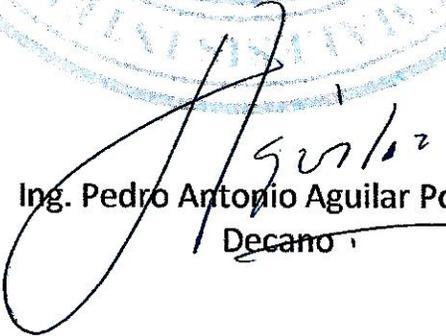


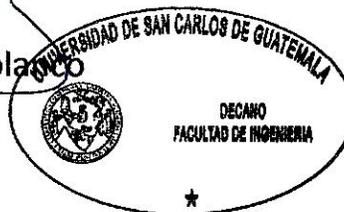
Guatemala abril de 2018  
/aej



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SERVICIO DE LAVANDERÍA DEL HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Mynor Alejandro Atz Tuy**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, abril de 2018

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Gracias por su bendición infinita.
<b>Mis padres</b>	Miguel Atz y María del Carmen Tuy, muchas gracias por tremendo sacrificio, parte de este éxito es debido a ustedes.
<b>Mi esposa</b>	Olga Mercedes Cuc, compañera incondicional de este hermoso viaje.
<b>Mi hija</b>	Paula María Atz, tremenda bendición que el Creador me ha regalado.
<b>Mis hermanos</b>	Claudia Lorena, Eddy Miguel Ángel y Ligia Gorety Atz Tuy, compañeros de batalla y personas profesionales que son un gran ejemplo de superación personal.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser siempre esa casa de puertas abiertas que creyó en mí y por poner a mi disposición toda su infraestructura física y humana.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Diseñadora y gestora absoluta de toda mi formación como profesional de la ingeniería.
<b>Ing. Allen Raúl Roca Recinos</b>	Por el apoyo mostrado en la asesoría del presente trabajo de graduación.
<b>Mis compañeros</b>	Comparto esta felicidad con cada uno de ustedes.
<b>Mi familia</b>	Lo resumo en dos palabras: muchas gracias por el apoyo incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	1
1.1. Antecedentes Hospital Nacional de Chimaltenango.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Misión .....	2
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Organigrama institucional .....	3
1.2. Tipos de mantenimientos.....	5
1.2.1. Mantenimiento correctivo.....	5
1.2.1.1. No planificado.....	5
1.2.1.2. Planificado .....	7
1.2.2. Mantenimiento preventivo.....	7
1.2.3. Mantenimiento predictivo .....	9
1.3. Administración de mantenimiento.....	10
1.3.1. Importancia.....	10
1.3.2. Ingeniería de mantenimiento hospitalario .....	11
1.4. Servicio de lavandería .....	13
1.4.1. Funciones del servicio .....	13
1.4.2. Organigrama del servicio de lavandería .....	14

1.5.	Tipos de aceites lubricantes.....	15
1.5.1.	Aceites minerales .....	15
1.5.2.	Aceites sintéticos.....	16
1.5.3.	Aditivos de los aceites lubricantes industriales.....	18
2.	DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL SERVICIO DE LAVANDERÍA .....	21
2.1.	Procedimientos y operación del equipo de lavandería .....	21
2.1.1.	Clasificación de ropa .....	21
2.1.2.	Pesado de ropa .....	21
2.1.3.	Lavado.....	22
2.1.4.	Secado .....	23
2.2.	Equipo en funcionamiento en el servicio de lavandería .....	24
2.2.1.	Lavadoras.....	24
2.2.2.	Secadoras .....	28
2.2.3.	Báscula.....	34
2.3.	Análisis de fallas .....	35
2.3.1.	Tipos de fallas frecuentes en lavadoras .....	36
2.3.2.	Tipos de fallas frecuentes en secadoras .....	38
2.3.3.	Tipos de fallas frecuentes en báscula .....	39
2.4.	Métodos actuales de mantenimiento.....	40
2.4.1.	Mantenimiento a lavadoras .....	40
2.4.2.	Mantenimiento a secadoras .....	41
2.4.3.	Mantenimiento a báscula.....	42
2.4.4.	Falta del programa de mantenimiento preventivo ...	43
3.	DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DEL SERVICIO DE LAVANDERÍA .....	45
3.1.	Requerimientos del programa de mantenimiento preventivo ...	45
3.1.1.	Determinación de la confiabilidad de los equipos....	45

3.1.2.	Determinación de las partes críticas .....	46
3.2.	Mantenimiento preventivo a lavadoras .....	47
3.2.1.	Mantenimiento al sistema eléctrico.....	47
3.2.2.	Mantenimiento al sistema electrónico.....	49
3.2.3.	Mantenimiento al sistema mecánico.....	50
3.2.4.	Mantenimiento a electroválvulas.....	51
3.2.5.	Evaluación del anclaje de las lavadoras .....	52
3.3.	Mantenimiento preventivo a secadoras .....	54
3.3.1.	Mantenimiento al sistema eléctrico.....	54
3.3.2.	Mantenimiento al sistema electrónico.....	56
3.3.3.	Mantenimiento al sistema mecánico.....	57
3.4.	Mantenimiento a la báscula .....	58
3.4.1.	Mantenimiento al sistema de pesaje.....	58
3.5.	Procedimiento de ejecución de rutina de lubricación programada .....	59
3.5.1.	Inspección de las condiciones ambientales de los equipos.....	59
3.5.2.	Limpieza integral externa.....	61
3.5.3.	Inspección externa e interna.....	62
3.5.4.	Lubricación y engrase.....	65
3.5.5.	Reemplazo de piezas .....	65
3.5.6.	Ajuste y calibración.....	65
3.5.7.	Pruebas de funcionamiento .....	66
3.5.8.	Revisión de seguridad eléctrica .....	66
3.6.	Materiales necesarios para el mantenimiento preventivo en el área de lavandería.....	66
3.6.1.	Herramientas .....	67
3.6.2.	Suministros .....	67
3.6.3.	Procedimientos de mantenimiento.....	68

3.7.	Listado de repuestos críticos del equipo del área de lavandería .....	79
4.	CONTROL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SERVICIO DE LAVANDERÍA .....	83
4.1.	Flujograma de la rutina de mantenimiento correctivo.....	83
4.2.	Flujograma de la rutina de mantenimiento preventivo.....	85
4.3.	Formato de orden de trabajo.....	87
4.4.	Capacitación al personal de mantenimiento.....	88
4.5.	Cronograma de trabajo para el programa de mantenimiento preventivo.....	88
4.6.	Costo del programa de mantenimiento preventivo para el servicio de lavandería .....	90
	CONCLUSIONES.....	93
	RECOMENDACIONES .....	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	97

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación del Hospital Nacional de Chimaltenango.....	2
2.	Organigrama institucional del centro asistencial .....	4
3.	Organigrama servicio de lavandería.....	14
4.	Lavadora UniWash.....	25
5.	Lavadora Renzacci.....	25
6.	Lavadora Milnor .....	26
7.	Secadora American Dryer .....	29
8.	Secadora MaxiDry.....	30
9.	Báscula tipo plataforma.....	35
10.	Fallas sistema eléctrico de lavadoras.....	36
11.	Oxidación de piezas eléctricas.....	37
12.	Desgaste de fajas .....	38
13.	Fallas sistema eléctrico de secadoras.....	39
14.	Báscula actual.....	43
15.	Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema eléctrico de lavadoras.....	48
16.	Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema electrónico de lavadoras.....	49
17.	Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema mecánico de lavadoras.....	50
18.	Formato de rutina de mantenimiento preventivo a electroválvulas de lavadoras.....	51
19.	Vista de trabajos de reparación de anclaje .....	52

20.	Vista de trabajos de reparación a base de lavadora .....	53
21.	Vista de trabajo terminado en anclaje de lavadora .....	53
22.	Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema eléctrico de las secadoras.....	55
23.	Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema electrónico de secadoras .....	56
24.	Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema mecánico de secadoras .....	57
25.	Formato de mantenimiento preventivo al sistema de pesaje .....	58
26.	Flujograma de la rutina de mantenimiento correctivo .....	84
27.	Flujograma de la rutina de mantenimiento preventivo .....	85
28.	Flujograma de la rutina de mantenimiento preventivo II .....	86
29.	Formato de orden de trabajo .....	87

## **TABLAS**

I.	Lavadoras actuales en el servicio de lavandería .....	24
II.	Secadoras actuales en el servicio de lavandería .....	29
III.	Lista de repuestos críticos del equipo del área de lavandería .....	80
IV.	Cronograma de actividades de trabajo para el programa de mantenimiento preventivo del área de lavandería .....	89
V.	Costo desglosado de insumos .....	90
VI.	Costo desglosado de repuestos .....	91
VII.	Costo desglosado de herramienta .....	92

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperios
<b>HP</b>	Caballos de fuerza
<b>cm</b>	Centímetro
<b>° C</b>	Grados centígrados
<b>° F</b>	Grados Fahrenheit
<b>g</b>	Gramo
<b>Hz</b>	Hertz
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>lb</b>	Libras
<b>PSI</b>	Libra sobre pulgada cuadrada
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetros
<b>min</b>	Minutos
<b>nm</b>	Nanómetro
<b>Ω</b>	Ohmio
<b>”</b>	Pulgadas
<b>V</b>	Voltio



## GLOSARIO

<b>Báscula</b>	Instrumento para medir pesos; consiste en una plataforma donde se coloca lo que se quiere pesar, un sistema de palancas que transmite el peso a un brazo que se equilibra con una pesa y un indicador que marca el peso.
<b>Desgaste</b>	Es la pérdida de masa de la superficie de un material sólido, por la interacción mecánica con otro cuerpo en contacto.
<b>Mantenimiento</b>	Conjunto de acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento continúe cumpliendo su cometido.
<b>Mota</b>	Partícula de hilo o nudillo que se forma en las telas de lana o algodón.
<b>Purga</b>	Restos que se eliminan en determinadas operaciones industriales.
<b>Sintético</b>	Elementos químicos creados artificialmente, cuya existencia no ha sido observada en la naturaleza.

**Solenoides**

Es un dispositivo físico capaz de crear un campo magnético sumamente uniforme e intenso en su interior y muy débil en el exterior.

**Solubilizar**

Es transformar químicamente una sustancia, de modo que pase de soluble a insoluble, para un solvente dado.

**Vibración**

Es la propagación de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo (o posición de equilibrio).

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación consiste en la propuesta del programa de mantenimiento preventivo para los equipos del área de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, definiendo los aspectos más importantes a tomar en cuenta para diseñar un plan de mantenimiento eficaz para los equipos de lavandería y que estos tengan una mayor vida útil, así como también que no tengan un paro imprevisto y que no afecten a los pacientes.

El trabajo está constituido de cuatro capítulos; el primero incluye conceptos, y generalidades de la institución tales como visión, misión, funciones que realiza el servicio de lavanderías y su organización, así como los tipos de mantenimiento e importancia que conlleva un buen mantenimiento. En el segundo capítulo se realiza el diagnóstico actual del servicio de lavandería, describiendo procesos y operaciones realizadas por el personal del servicio, el equipo con el que se cuenta para llevar a cabo cada servicio, y un análisis de las fallas más frecuentes de los equipos que funcionan en esta área y los métodos de mantenimiento implementados.

Seguidamente, en el capítulo tres se presenta el diseño del programa de mantenimiento, especificando el mantenimiento preventivo que se efectuará a cada uno de los sistemas de los diferentes equipos; además se especifica el procedimiento de ejecución de las rutinas de mantenimiento diseñadas, y las herramientas y repuestos necesarios para realizarlas. Por último, en el capítulo cuatro se establecen los lineamientos a seguir al momento de realizar las rutinas de mantenimiento a los equipos de lavandería, y el costo de llevar a cabo el programa de mantenimiento.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar el programa de mantenimiento preventivo para el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango.

### **Específicos**

1. Realizar un análisis de las fallas más frecuentes en las lavadoras y secadoras del servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango.
2. Diseñar el programa de mantenimiento preventivo para las lavadoras y secadoras del servicio de lavandería.
3. Establecer los requerimientos mínimos del programa de mantenimiento preventivo para el servicio de lavandería.
4. Diseñar los formatos de mantenimiento preventivo de los equipos del servicio de lavandería.
5. Establecer el costo de mantenimiento preventivo para el servicio de lavandería.



## INTRODUCCIÓN

En 1940 se estableció en la ciudad de Chimaltenango la primera institución de salud, la cual fue llamada Delegación Técnica de Sanidad Pública; esta institución empezó a prestar los servicios de programas de prevención a los pacientes.

En el departamento de Chimaltenango fue creciendo su población y las autoridades se vieron en la necesidad de abrir nuevas instituciones que velaran por la salud de la población; fue así como en febrero de 1958 se inauguró el centro de salud, y años más tarde por el tipo de servicio que se prestaba, se le denominó centro de salud tipo “A” y maternidad anexa; en 1978 se implementaron los servicios de pediatría, medicina y emergencias.

En la actualidad el servicio de lavandería no cuenta con un plan o programa de mantenimiento preventivo, el cual provoca costos extras por reparaciones periódicas debido a las fallas que presentan los diferentes equipos del servicio de lavandería, elevando el presupuesto para mantenimiento de equipo del hospital; el servicio de lavandería provee de ropa limpia a pacientes y personal médico de esta institución, siendo un servicio de suma importancia y por el cual debe mantenerse en óptimas condiciones. Se presenta la propuesta de un programa de mantenimiento que cumpla con los requerimientos actuales de operación y rutinas de mantenimiento y lubricación adecuadas para los diferentes equipos del servicio de lavandería.



# **1. CONCEPTOS BÁSICOS**

## **1.1. Antecedentes Hospital Nacional de Chimaltenango**

En sus inicios, desde 1987, se presentaron diversos proyectos de ampliación del hospital, pero los mismos no fueron tomados en cuenta de inmediato. Para el 2006, por orden del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social se incrementó el número de camas de 70 a 98, con la promesa de proveer de los insumos necesarios tanto materiales como humanos más adelante. No fue sino hasta finales del 2007 cuando se iniciaron las gestiones para la construcción del Hospital Materno Infantil a través de la Agencia de Cooperación Internacional KOICA de Corea.

El 28 de mayo de 2008 se principia con la demolición de lo que fuera en su momento la instalación del centro de salud tipo A, con el fin de contar con el espacio físico para la construcción de las nuevas instalaciones.

El 28 de enero de 2010 se inauguraron las nuevas instalaciones; con esto se hizo realidad la tan esperada ampliación. El nuevo edificio cuenta con un encamamiento para gineco-obstetricia y recién nacidos, sala de partos, dos quirófanos para realizar intervenciones quirúrgicas, sala de *shock*, cuidados intensivos para recién nacidos, entre otros.

### **1.1.1. Ubicación**

Actualmente en Guatemala existen varios hospitales públicos y sanatorios privados que brindan variedad de servicio para la salud de los pacientes.

Geográficamente el Hospital Nacional de Chimaltenango se encuentra ubicado en la calzada La Alameda, zona 1, municipio de Chimaltenango, departamento de Chimaltenango. Colinda al norte con el departamento de Quiché y al sur con el departamento de Sacatepéquez; al este con el departamento de Guatemala y al oeste con el departamento de Sololá.

Figura 1. **Ubicación del Hospital Nacional de Chimaltenango**



Fuente: Google Maps. Consulta: 5 de marzo de 2015.

### **1.1.2. Misión**

La misión del Hospital Nacional de Chimaltenango es devolver y mejorar las condiciones de salud de las personas habitantes del departamento, y atender sus consultas para contribuir al desarrollo de sus familias y la sociedad, a través de los servicios de prevención y recuperación de la salud se ofrecen.

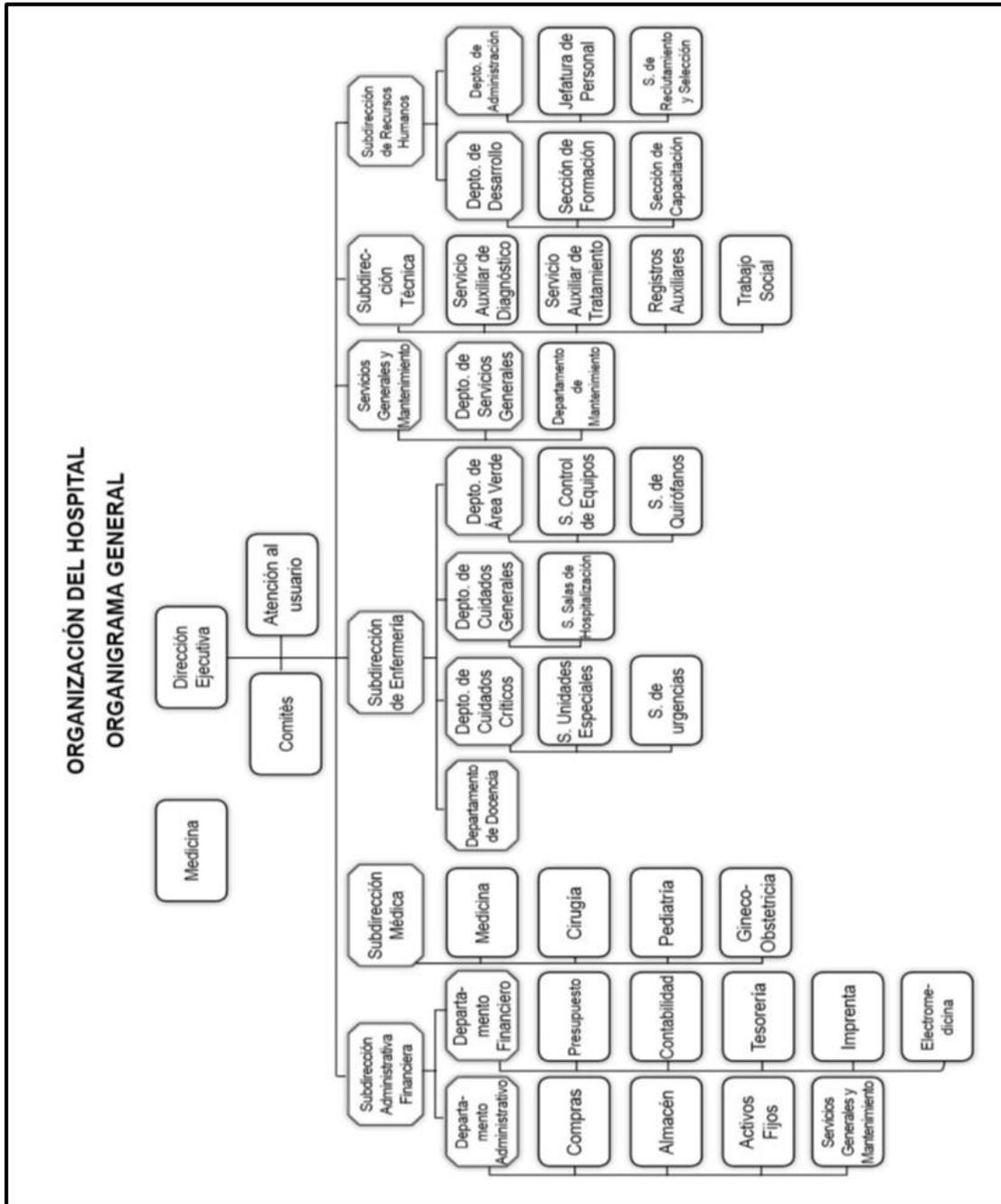
### **1.1.3. Visión**

La misión del Hospital Nacional de Chimaltenango es mejorar la calidad de vida de la población del departamento de Chimaltenango, es sus aspectos físico, mental y social .enfocados en la recuperación y mantenimiento de una población sana.

### **1.1.4. Organigrama institucional**

A continuación se presenta el organigrama institucional del Hospital Nacional de Chimaltenango, donde se da a conocer cómo están organizados los diferentes servicios y departamentos administrativos que funcionan dentro de dicha institución.

Figura 2. Organigrama institucional del centro asistencial



Fuentes: Departamento de Recursos Humanos, Hospital Nacional de Chimaltenango.

## **1.2. Tipos de mantenimientos**

En mantenimiento, se agrupan varias actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, instalaciones, entre otros. Esto es un poco más cierto cuanto mayor sea la variabilidad del desempeño de cada uno de los componentes del sistema y su grado de dependencia o independencia. Es particularmente cierto cuando se hace referencia a la mano de obra como uno de sus principales componentes. En efecto, si se lleva a cabo una actividad de mejora y de control será muy difícil obtener confiabilidades resultantes elevadas.

También es cierto que es a través de esta actividad de mejora donde se puede lograr la diferencia entre un buen y un mal servicio. Las actividades de mantenimiento pueden ser realizadas según diferentes sistemas y se aplican según las características de los bienes y los diversos criterios de gestión.

### **1.2.1. Mantenimiento correctivo**

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

#### **1.2.1.1. No planificado**

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, entre otras).

A manera de ejemplo, la detección de una fuga de gas compromete a la gerencia a tomar la decisión de reparar la pérdida de gas, actuando ante una emergencia (generalmente la detección de un gas combustible implica la existencia de una concentración peligrosa en el aire en el ambiente, la cual es explosiva). Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad, tiene como inconveniente, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Otro inconveniente de este sistema es que debería disponerse de un capital inmovilizado importante, invertido en piezas de repuesto; debido a la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, se suele requerir de una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo, con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad, pues las fallas deben ser corregidas de inmediato.

Generalmente en la empresa en mención se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

### **1.2.1.2. Planificado**

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro, normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se acumulan tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no se podría hacer con el equipo en funcionamiento. Lógicamente, se aprovecha para las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, entre otros.

El mantenimiento correctivo planificado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuesto, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo.

### **1.2.2. Mantenimiento preventivo**

Consiste en el seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.

Es el mantenimiento del equipo basado en la confiabilidad o la forma sistemática de cómo preservar el rendimiento requerido, con base en las características físicas, la forma como se utiliza, especialmente de cómo puede fallar, evaluando sus consecuencias, para así aplicar las tareas adecuadas (preventivas o correctivas). Se detectan fallas antes de que provoquen interferencias en producción. Se realizan inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

Es también conocido como mantenimiento predicativo, preventivo indirecto o mantenimiento por condición. A diferencia del mantenimiento preventivo directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el mantenimiento predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina, operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar, ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

En realidad, ambos mantenimientos preventivos no están en competencia; por el contrario, el mantenimiento predictivo permite decidir cuándo hacer el preventivo.

En algunos casos, arrojan indicios evidentes de una futura falla, que pueden advertirse simplemente. En otros casos es posible advertir la tendencia a entrar en falla de un bien, mediante el monitoreo de condición, es decir, mediante la elección, medición y seguimiento de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del bien en análisis.

Muchas veces, las fallas no están vinculadas con la edad del equipo. En otras palabras, con este método se trata de acompañar o seguir la evolución de las futuras fallas.

Los aparatos e instrumentos que se utilizan son de naturaleza variada y pueden encontrarse incorporados en los equipos de control de procesos (automáticos), a través de equipos de captura de datos o mediante la operación manual de instrumental específico.

Actualmente existen aparatos de medición sumamente precisos que permiten analizar ruidos y vibraciones, aceites aislantes o espesores de chapa, mediante las aplicaciones de la electrónica en equipos de ultrasonidos, cromatografía líquida y gaseosa, y otros métodos.

### **1.2.3. Mantenimiento predictivo**

Ayuda a monitorear las piezas que van a ser cambiadas en el tiempo y permite predecir el momento exacto en que se debe realizar dicho cambio; lo que provoca una reducción de gastos en materiales para mantenimiento y mayor productividad de la maquinaria.

Las técnicas de mantenimiento predictivo pueden ser:

- Termografía
- Ultrasonido
- Análisis de vibraciones
- Análisis de lubricantes
- Inspecciones “VOSO”

### **1.3. Administración de mantenimiento**

La administración del mantenimiento hospitalario es importante dentro del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala, sin esta administración no se podría contar con la organización definida con reglas y métodos de aplicación para el mantenimiento a la infraestructura, equipo médico, equipo industrial y demás equipos que forman parte de la red de servicios que un centro asistencial asiste diariamente a la población.

Se requiere de conocimientos de gerencia hospitalaria y amplia experiencia en la administración pública para desarrollar las complejas actividades que el departamento ejecuta en los diferentes hospitales nacionales del país.

#### **1.3.1. Importancia**

El Departamento de Mantenimiento se puede definir como la unidad encargada de asegurar el funcionamiento eficiente y continuado de los ambientes, las instalaciones y los equipos, mediante la prevención, la conservación y el mejoramiento de los mismos, a fin de lograr una mayor vida útil, seguridad de operación y economía en costos.

En este sentido, la administración del mantenimiento hospitalario llega a tener connotación, cuando se conservan en operación continua, confiable, segura, y económica todas las instalaciones, inmuebles y equipos que la institución tiene para la prestación de atención de salud a la población.

### **1.3.2. Ingeniería de mantenimiento hospitalario**

La complejidad de las instalaciones, los edificios y hospitales es lo que ha hecho realmente evolucionar y cambiar en gran parte el concepto del ingeniero hospitalario; ha sido el equipamiento de alta tecnología el que se ha ido incorporando en todos los procesos sanitarios.

Esta problemática se ha subsanado de varias formas en función de las decisiones organizativas de cada institución, pero la más común es tener un primer escalón de intervención capaz de darles mantenimiento a aquellos equipos que estén al alcance del nivel tecnológico.

En algunos casos estos servicios son propios de la institución y en otros, son contratados a empresas especializadas del mercado. Estas son las encargadas de realizar una valoración, seguimiento y diagnóstico de aquellos equipamientos que han de ser intervenidos por los propios servicios técnicos de los fabricantes, por ser instalaciones y apartamentos de alta tecnología.

Los servicios de electromedicina, a fin de cuentas desarrollan labores de:

- Evaluación de equipos: tanto en el caso de requerimientos técnicos como de adecuación de las necesidades médicas.

- Mantenimiento y reparación: mantenimiento preventivo, inspección, reparación y condiciones de seguridad. El mantenimiento hospitalario ha evolucionado desde la cultura del funcionamiento hasta el agotamiento o final de la vida útil. Previendo circunstancias anómalas mediante equipos gemelos o de repuesto y un puro mantenimiento correctivo hasta llegar a la planificación actual, que es una simbiosis de los tres modelos que a continuación se detallan:
  - TPM (mantenimiento productivo total): es un método para la realización de mantenimiento productivo mediante la colaboración de todos los empleados a través de actividades en pequeños grupos.
  - RCM (mantenimiento basado en la fiabilidad): es un método utilizado para determinar las necesidades de mantenimiento de cualquier tipo de activo físico en su entorno de operación.
- El *outsourcing*: es una opción más compleja de lo que parece en un principio y que además no aporta la solución al problema del mantenimiento, aunque si su uso es razonado pueda mejorar los servicios. La subcontratación de servicios hay que ejecutarla desde un correcto crisol que dé un punto de vista claro de su utilidad; el uso de este sistema se adopta por la disminución de los costos respecto del uso de personal propio.

#### **1.4. Servicio de lavandería**

El servicio de lavandería está integrado por un jefe, dos coordinadores y el personal necesario para el cumplimiento de sus labores; depende de la subdirección de mantenimiento y servicios generales.

##### **1.4.1. Funciones del servicio**

Las funciones de la subdirección de mantenimiento y servicios generales son las siguientes:

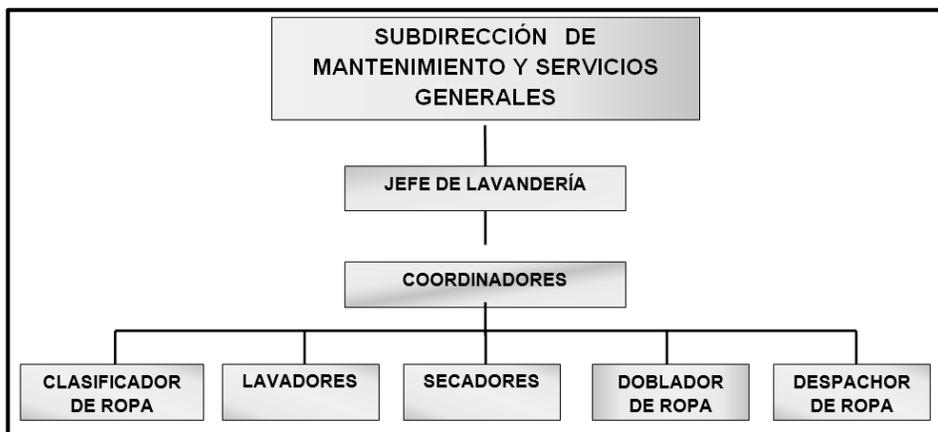
- Supervisar y controlar el uso adecuado de los insumos que se utilizan.
- Supervisar las actividades que se realizan.
- Llevar archivo y registros de la producción y materiales que se utilizan cada mes.
- Informar a gerencia de mantenimiento y servicios generales sobre el funcionamiento y desempeño del servicio.
- Administrar los suministros y velar por el mantenimiento y el uso adecuado del equipo de producción y enseres de la institución.
- Cumplir y hacer que se cumplan las normas que establezca la subdirección de mantenimiento y servicios generales y demás autoridades del hospital.

- Cuidar el orden general de las áreas del servicio y proveerlos de lo necesario para facilitar sus labores.
- Planificar, organizar y ejecutar las diversas actividades, según las necesidades y prioridades que se les deben de dar.
- Trasladar informes a gerencia de mantenimiento y servicios generales a informática sobre la producción mensual por servicio.
- Proponer a la gerencia de mantenimiento y servicios generales los cambios necesarios para el buen funcionamiento del servicio.

#### 1.4.2. Organigrama del servicio de lavandería

A continuación se presenta el organigrama actual del servicio de lavandería, del Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 3. Organigrama servicio de lavandería



Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Hospital Nacional de Chimaltenango.

## **1.5. Tipos de aceites lubricantes**

A continuación se describen los diversos tipos de aceites lubricantes que son utilizados en la actualidad.

### **1.5.1. Aceites minerales**

Un aceite mineral es un subproducto líquido de la destilación del petróleo desde el petróleo crudo. Un aceite mineral en este sentido es un aceite transparente incoloro compuesto típicamente de alcanos (típicamente de 15 a 40 carbonos) y parafina cíclica. Tiene una densidad de unos 0,8 g/cm<sup>3</sup>.

El aceite mineral es una sustancia de relativamente bajo precio y se producen en grandes cantidades. Está disponible en grados ligeros y pesados. Tiene muchos usos. La mayoría se utilizan como lubricantes, refrigerantes o por sus propiedades eléctricas.

Básicamente hay tres clases de refinados:

- Aceites parafínicos basados en alcanos que son completamente diferentes a los alquinos y alquenos, ya que estos son de doble y triple enlaces.
- Aceites nafténicos basados en cicloalcanos.
- Aceites aromáticos basados en hidrocarburos aromáticos; no debe confundirse con aceites esenciales.

### **1.5.2. Aceites sintéticos**

Los aceites sintéticos no tienen su origen directo del crudo o petróleo, sino que son creados de subproductos petrolíferos combinados en procesos de laboratorio. Al ser más largo y complejo su elaboración, resultan más caros que los aceites minerales.

El rendimiento de los aceites sintéticos típicamente es más robusto, especialmente en términos de bombeado a temperaturas bajas, estabilidad a temperaturas altas y protección contra depósitos.

Los aceites sintéticos se han desarrollado específicamente para lidiar con las condiciones extremas que se encuentran en los componentes industriales modernos. Estos fluyen mucho más libremente que los aceites minerales.

El mayor beneficio es que aumenta en gran medida la protección de los componentes.

En todos estos aspectos importantes, los lubricantes sintéticos pueden tener un mejor rendimiento que los aceites minerales, ofreciendo ventajas significativas en comparación con los aceites convencionales, tales como:

- Excelente flujo a temperaturas bajas: el punto de escurrimiento es una medida de la habilidad del lubricante para fluir a bajas temperaturas. Los lubricantes sintéticos están diseñados para reducir la fricción interna, lo cual tiene como resultado características sobresalientes de flujo a bajas temperaturas. Como resultado, los componentes se encuentran lubricados más efectivamente, especialmente durante el arranque en frío de los equipos donde puede ocurrir una cantidad significativa de desgaste.
- Estabilidad de viscosidad: un índice más alto de viscosidad se traduce en una viscosidad más estable en un rango más amplio de temperatura.
- Mayor estabilidad térmica y de oxidación: la mayor estabilidad térmica y de oxidación de los lubricantes sintéticos; tiene como resultado un menor aumento de viscosidad con la edad y un mejor control de depósitos, lo cual conlleva menos cambios de aceite y menos tiempo muerto con una posibilidad de extensión en los intervalos de drenaje de aceite. Todas estas mejoras permitirán el ahorro de tiempo y dinero.
- Excelente protección contra el desgaste: los lubricantes sintéticos de sistemas de transmisión brindan un rendimiento superior antiperforaciones, lo cual ayuda a aumentar la vida de los engranes a altas velocidades y bajo condiciones de cargas de choque.

### **1.5.3. Aditivos de los aceites lubricantes industriales**

La base de un lubricante por sí sola no ofrece toda la protección que necesita un motor o componente industrial, por lo que en la fabricación del lubricante se añade un compuesto determinado de aditivos, atendiendo a las necesidades del fabricante de los equipos industriales o al uso al que va a ser destinado el lubricante en cuestión. Los aditivos usados en el lubricante son:

- Antioxidantes: retrasan el envejecimiento prematuro del lubricante.
- Antidesgaste extrema presión (EP): forman una fina película en las paredes a lubricar. Se emplean mucho en lubricación por barboteo (cajas de cambio y diferenciales).
- Antiespumantes: evitan la oxigenación del lubricante por cavitación, reduciendo la tensión superficial; impiden la formación de burbujas que llevarían aire al circuito de lubricación.
- Antiherrumbre: evita la formación de óxido en las paredes metálicas internas del motor y la condensación de vapor de agua.
- Detergentes: son los encargados de arrancar los depósitos de suciedad fruto de la combustión.
- Dispersantes: son los encargados de transportar la suciedad arrancada por los aditivos detergentes hasta el filtro o cárter del motor.

- **Espesantes:** es un compuesto de polímeros que por acción de la temperatura incrementan de tamaño, aumentando la viscosidad del lubricante para que siga proporcionando una presión constante de lubricación.
- **Diluyentes:** es un aditivo que reduce los microcristales de cera para que fluya el lubricante a bajas temperaturas.



## **2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL SERVICIO DE LAVANDERÍA**

### **2.1. Procedimientos y operación del equipo de lavandería**

Entre los procedimientos de operación en el equipo de lavandería pueden citarse los siguientes:

#### **2.1.1. Clasificación de ropa**

Como punto de partida en el proceso de lavado en el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, la ropa debe clasificarse procurando separarla, considerando aspectos importantes como:

- Tipo de tela
- Colores de tela
- Grado de suciedad
- Tipo de suciedad
- Sangre
- Colorantes
- Cosméticos
- Sudor
- Grasas y aceites

#### **2.1.2. Pesado de ropa**

La ropa ya clasificada será pesada y agrupada de acuerdo con la capacidad de las máquinas lavadoras de que se dispone.

La ropa deberá estar seca para poder ser pesada mediante una báscula con que se cuenta en el servicio de lavandería.

### **2.1.3. Lavado**

Se definen los aspectos más importantes de las fórmulas de lavado que se emplean en el servicio de lavandería, siendo las siguientes:

- Enjuague inicial y humectación: destinados a eliminar el polvo, suciedades gruesas y anchas rápidas solubles y dispensables en agua fría.
- Detergente: se aplica para eliminar manchas bien penetradas en las prendas de vestir.
- Enjabonado: fase principal del proceso que elimina los restos de manchas y residuos.
- Enjuague interno: destinado a la eliminación parcial de los productos detergentes y alcalinos del agua sucia.
- Blanqueado: es destinado a la eliminación parcial de los productos detergentes y alcalinos del agua sucia.
- Enjuague final: eliminar detergente y blanqueador de las prendas, y descenso de la temperatura del proceso de lavado.

Los aspectos importantes del proceso de lavado del servicio de lavandería son los siguientes:

- Tiempo: el control del tiempo permite:
  - Una acción mecánica adecuada
  - Un proceso químico adecuado
  
- Temperatura: el control de la temperatura permite:
  - Solubilizar grasas
  - Incrementar el poder de los químicos
  - Desinfectar
  - Agilizar los procesos
  - Utilizar dosis más económicas
  
- Acciones mecánicas: a través de la acción mecánica se logra:
  - Expandir la fibra
  - Mantener homogénea la solución
  - Reducir el tiempo de proceso
  - Remover partículas insolubles

#### **2.1.4. Secado**

En esta etapa se debe clasificar la ropa, según:

- El tipo de fibra
- El grado de humedad

## 2.2. Equipo en funcionamiento en el servicio de lavandería

A continuación se describe el equipo que está en funcionamiento dentro del área de lavandería.

### 2.2.1. Lavadoras

El servicio de lavandería cuenta con 3 lavadoras que se encuentran en funcionamiento para poder realizar el proceso de lavado, las cuales están divididas según su capacidad y antigüedad.

La lavadora con mayor capacidad de lavado es una de las más antiguas, con más de 15 años de operación y también la que se encuentra en estado crítico debido a las constantes reparaciones que ha sufrido y a las fugas.

A continuación se presenta una tabla con las características más importantes de las 3 lavadoras actuales en el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango:

Tabla I. Lavadoras actuales en el servicio de lavandería

<b>Núm.</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tiempo de uso</b>
1	UniWash	UW125R4	125 lb	15 años
2	Renzacci	LX55	125 lb	10 años
3	Milnor	30020M5G	50 lb	8 años

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Lavadora UniWash**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 5. **Lavadora Renzacci**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 6. **Lavadora Milnor**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

A continuación se detallan los pasos y recomendaciones para completar un ciclo de carga de lavado con el equipo de lavadoras del servicio de lavandería:

- Abrir la compuerta exterior y haciendo uso de los pulsadores para adelantar y retroceder el cilindro, ubicar la compuerta del cilindro en un punto accesible. Abrir la compuerta del cilindro e introducir la ropa, cerrar la compuerta del cilindro y colocar los pasadores, luego cerrar la compuerta exterior.
- Asegurarse de que la compuerta del cilindro quede bien cerrada y con los pasadores colocados. Además, no sobrecargar la máquina tomando en cuenta que si esto ocurre la calidad del lavado disminuye; además, puede ser causa de daños en el equipo.

- Puesta en funcionamiento:
  - Cerrar la válvula de drenaje y abrir la válvula de agua fría, hasta que el nivel llegue al límite indicado en el visor.
  - Accionar el botón de encendido (*start*), ubicado en el panel de control.
  - Precauciones en el funcionamiento: el operador debe estar atento a ruidos y vibraciones anormales. En caso de suceder apagar el equipo inmediatamente.
  
- Para finalizado:
  - Accionar el interruptor de paro (*stop*) y esperar a que el cilindro termine de girar, haciendo uso de los pulsadores; adelantar o retroceder el cilindro hasta que la compuerta quede accesible. Luego proceder a descargar la máquina.
  
- Período de trabajo:
  - Proceder al lavado de la ropa de acuerdo con el grado de suciedad, valiéndose del reloj de pared o de uso personal.
  - En el momento necesario drenar la lavadora, accionando manualmente la válvula de purga que se encuentra en el fondo de la máquina.

- Cuando se requiera elevar la temperatura del agua, abrir la válvula del vapor por el tiempo necesario o si se dispone de agua caliente aplicarla, abriendo la válvula correspondiente por el tiempo requerido.
- Al terminar la jornada diaria:
  - Desconectar la energía eléctrica.
  - Asegurarse de que las válvulas de vapor, y de agua fría y caliente queden cerradas.
  - Además, limpiar la máquina exteriormente con un trapo húmedo, removiendo residuos.

### **2.2.2. Secadoras**

El servicio de lavandería cuenta con 2 secadoras industriales eléctricas con capacidad de 75 lb cada una, que se encuentran en funcionamiento para poder realizar el proceso de secado de ropa, las cuales están en funcionamiento desde hace aproximadamente 9 años.

A continuación se presenta una tabla con las características más importantes de las 2 secadoras actuales en el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango.

Tabla II. **Secadoras actuales en el servicio de lavandería**

<b>Núm.</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tiempo de uso</b>
1	American Dryer	AD-758	75 lb	9 años
2	MaxiDry	MDE65	75 lb	8 años

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Secadora American Dryer**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 8. **Secadora MaxiDry**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

A continuación se detallan los pasos y recomendaciones para completar el ciclo de carga de secado con el equipo de secadoras industriales del servicio de lavandería:

- Carga
  - Clasificar la ropa para que la carga sea solamente con un tipo de ropa.

- Abrir la puerta y cargar la tómbola con la cantidad de libras especificadas por la capacidad del equipo (considerar el peso de la ropa cuando estaba seca); una sobrecarga dará como resultado un secado deficiente.
- Cerrar la puerta y constatar que quede bien asegurada.
- Puesta en funcionamiento
  - Al comenzar la jornada de trabajo, abrir la válvula de vapor y la de retorno de condensado. Conectar la energía eléctrica accionando el interruptor principal (caja térmica).
  - Accionar el interruptor de arranque (*start*).
  - Ubicar la compuerta de control de aire de acuerdo con el requerimiento.
  - Importante: durante este tiempo el operador debe estar atento a ruidos, olores y vibraciones anormales.
- Al finalizar:
  - Accionar el interruptor (*stop*) y abrir la puerta y sacar la ropa.
  - Al concluir la jornada de día o cuando la trampa se encuentre obstruida, limpiar la trampa de motas, con la precaución de no hacerlo cuando la máquina esté en operación.

- Cerrar la válvula de vapor y cortar la energía eléctrica accionando el interruptor principal.
- Recomendaciones:
  - No dejar la ropa en la secadora por las noches.
  - Secar únicamente prendas que han sido lavadas con agua. No colocar prendas que han sido limpiadas con algún fluido para limpieza o algún otro solvente inflamable.
  - No operar la secadora con las puertas o paneles abiertos o con dispositivos de seguridad desconectados.
  - No continuar la operación de lavado si existe una falla. Parar la secadora y llamar al encargado de mantenimiento para la solución.
  - No guardar o usar gasolina u otros vapores inflamables y líquidos en las cercanías del área.
  - Mantener el área de secado libre de acumulaciones de pelusa o mota.
  - No secar artículos que contengan manchas de cera o grasa, sino hasta que estos artículos sean lavados completamente y se asegure que no hay residuos inflamables. Secar artículos con algún residuo de grasa es la mayor causa de incendios.

- No lavar artículos que contengan plásticos, espuma de caucho o materiales de caucho.
- Limpiar la pelusa del filtro cada día o después de cada ciclo donde la ropa tenga mucha pelusa o mota. El bloqueo del filtro puede causar períodos más grandes de secado, entre otras fallas.
- No fumar en el área de lavandería.
- No operar la secadora sin el filtro de pelusa en su lugar.
- No sobrecargar de ropa la secadora (75 libras o más) para evitar excesivo esfuerzo de la misma.
- Referente a las máquinas con calefacción a vapor, se recomienda abrir la válvula de vapor aproximadamente 5 minutos antes del comienzo del trabajo para calentar la batería de calefacción. Si se comienza con el secado inmediatamente después de abrir la válvula de vapor; el tiempo de secado deberá ser prolongado de 3 a 4 min para la primera carga de ropa.
- Es recomendable tener siempre limpio el filtro accesible por la puerta instalada en la parte inferior y delantera de la máquina.
- Se recomienda limpiar con cepillo duro los tamices de protección de batería de calefacción.

- Las máquinas no necesitan ser engrasadas. Todas las piezas giratorias marchan en rodamientos de bolas engrasadas para toda su duración.

Si la secadora no funciona adecuadamente alguien familiarizado con ella debe chequear lo siguiente antes de llamar al técnico encargado de mantenimiento.

- El *switch* de la secadora debe estar en ON.
- Que las válvulas de vapor de la línea de alimentación estén abiertas.
- Que la puerta de carga de ropa esté cerrada.
- Que el *timer* esté seleccionado en la posición ON para un ciclo A, B o C (no en posición OFF).
- Que el *switch* del *timer* de inicio del ciclo esté presionado en la secadora.
- Que el filtro de felpa esté en su posición normal y libre de felpa, además de que el panel de acceso al filtro esté cerrado.

### **2.2.3. Báscula**

El servicio de lavandería cuenta con una balanza mecánica tipo plataforma con capacidad de 1 000 lb; esta se utiliza para el pesado de la ropa sucia que ingresa al servicio para su posterior lavado y secado.

Figura 9. **Báscula tipo plataforma**



Fuente: *Balanzas electrónicas digitales*.[http://lasbalanzas.com/images/D/1124-Bascula\\_Industria\\_en\\_General\\_Fairbanks.jpg](http://lasbalanzas.com/images/D/1124-Bascula_Industria_en_General_Fairbanks.jpg). Consulta: 3 de septiembre de 2015.

### **2.3. Análisis de fallas**

Se realizó un análisis de las fallas que más frecuentemente se dan en las lavadoras. A continuación se describen las mismas.

### 2.3.1. Tipos de fallas frecuentes en lavadoras

Las principales fallas detectadas en el análisis de fallas para las lavadoras industriales instaladas en el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango son desgaste en cojinetes traseros y delanteros, vencimiento del cojinete de eje de la canasta por sobre carga de ropa, cambio de tarjetas electrónicas principales, reparaciones al sistema eléctrico, reparaciones al sistema de motores eléctricos, mal ajuste de las fajas de los ejes del motor eléctrico y de la canasta, determinando una falta de mantenimiento preventivo en general.

Figura 10. Fallas sistema eléctrico de lavadoras



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 11. Oxidación de piezas eléctricas

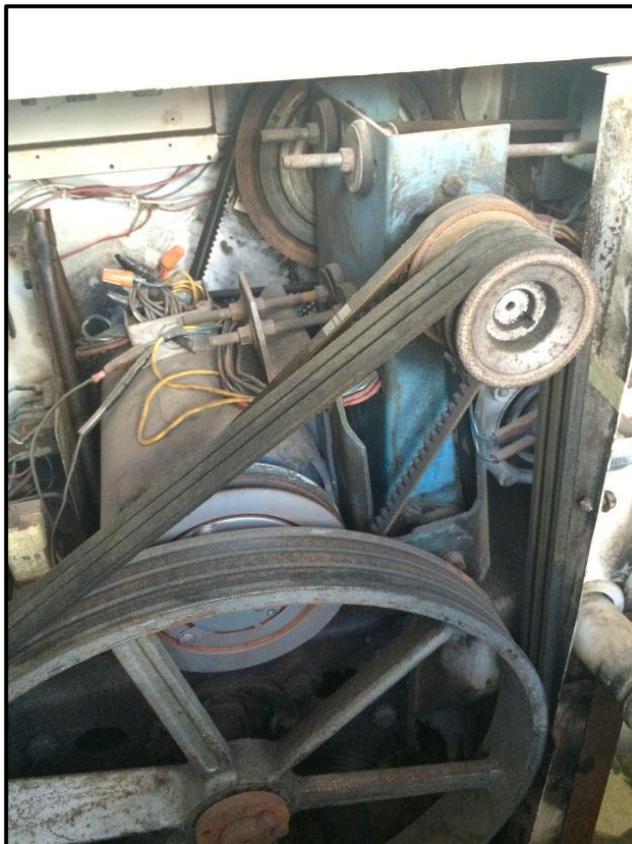


Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango

### 2.3.2. Tipos de fallas frecuentes en secadoras

Las principales fallas detectadas en el análisis de falla para las secadoras industriales instaladas en el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango son desgastes en fajas, reparaciones al sistema eléctrico, cambio de relays y contactores principales, descalibración del eje de la canasta o tómbola por sobrecarga, reparaciones generales al motor eléctrico y cambio constante de resistencia eléctrica, determinando una falta de mantenimiento preventivo en general.

Figura 12. **Desgaste de fajas**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 13. **Fallas sistema eléctrico de secadoras**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

### **2.3.3. Tipos de fallas frecuentes en báscula**

La falla principal detectada en el análisis de fallas para la balanza mecánica tipo plataforma es el desajuste de los contrapesos debido a un mal uso del equipo, ya que se observó que el personal de lavandería no ha recibido capacitación alguna sobre el uso y calibración de la báscula.

## **2.4. Métodos actuales de mantenimiento**

Para dar el mantenimiento adecuado a las lavadoras se aplican diversos métodos. Todo el proceso se describe a continuación.

### **2.4.1. Mantenimiento a lavadoras**

A continuación se presentan las actividades actuales de mantenimiento que se realizan para el equipo de lavadoras industriales instaladas en el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, por parte del departamento de mantenimiento de dicha institución:

- Limpieza superficial (interior del cilindro y exterior de la lavadora).
- Revisión de fajas, correas, poleas y ajuste de tensión (cambiarlos de ser necesario).
- Revisión de niveles de aceite y grasa del equipo (cambio de ser necesario).
- Revisión de mangueras, uniones, llaves de paso (cambiarlos de ser necesario).

Actualmente al equipo de lavadoras el único mantenimiento que se les realiza es el correctivo, el cual se efectúa cuando se puede observar a simple vista algún problema externo en la lavadora como fugas de agua y de vapor, terminales eléctricas expuestas a cortocircuito, también cuando el equipo no funciona por falla de alguno de sus componentes como rotura de fajas por desgaste excesivos.

Cuando alguna de estas condiciones se presenta, se detiene el proceso de lavado de la ropa y se reporta al Departamento de Mantenimiento, con lo cual se gestiona el servicio de una empresa externa al hospital, para que efectúe las reparaciones adecuadas para que el equipo vuelva a funcionar.

#### **2.4.2. Mantenimiento a secadoras**

A continuación se presentan las actividades actuales de mantenimiento que se realizan para el equipo de secadoras industriales instaladas en el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, por parte del departamento de mantenimiento de dicha institución:

- Limpieza superficial del equipo.
- Limpieza del filtro de mota.
- Revisión de niveles de aceite y grasa en el equipo (cambiarlos en caso sea necesario).
- Limpieza superficial de los motores de accionamiento.
- Revisión y ajuste de fajas de transmisión y poleas (cambio de fajas, de ser necesario).

Al equipo de secadoras disponible en el hospital, las medidas de mantenimiento que se le aplican son las correctivas del equipo y sus componentes cuando presentan alguna falla por problemas externos en la secadora, como también cuando la secadora no enciende por problemas en sus componentes internos como rotura de la faja, falla del motor eléctrico, falla de la resistencia o cuando las condiciones de secado son anormales como ruidos extraños o vibración excesiva de la canasta.

Se reporta al Departamento de Mantenimiento cuando una de estas causas se presenta para que se realice una inspección al equipo y determinar si se gestiona el servicio de una empresa especializada para que efectúe el mantenimiento correctivo a la secadora.

### **2.4.3. Mantenimiento a báscula**

A continuación se presentan las actividades actuales de mantenimiento que se le realizan a la báscula tipo plataforma ubicada en el servicio de lavandería, por parte del departamento de mantenimiento de dicha institución.

- Limpieza superficial de la báscula
- Limpieza de los contrapesos
- Revisión y ajustes del sistema mecánico de la plataforma

Al sistema de la báscula no se le ha dado el respectivo mantenimiento, ya que se encuentra totalmente despintada, así como también presenta oxidación en sus componentes, lo cual influye en la medición del peso de la ropa que se va a introducir dentro del cilindro de la lavadora.

Figura 14. **Báscula actual**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

#### **2.4.4. Falta del programa de mantenimiento preventivo**

El tipo de mantenimiento que se ha observado en la fase de investigación y diagnóstico para los equipos del servicio de lavandería es del tipo correctivo, con base en las entrevistas al personal de mantenimiento y lo visto en el desarrollo de las reparaciones a los equipos se establece la clara falta de un programa de mantenimiento preventivo adecuado a las necesidades de los diferentes equipos que conforman el servicio de lavandería, siendo este un servicio de vital importancia para el desarrollo de las principales actividades de este centro asistencial.

Es evidente la falta un programa de mantenimiento preventivo a las lavadoras y secadoras industriales del área de lavandería del Hospital de Nacional de Chimaltenango; se ha justificado la falta de este programa por motivos de presupuesto y por falta de los insumos para la realización de mantenimientos preventivos a los diferentes equipos industriales en el servicio de lavandería y por falta de compromiso por parte de la dirección ejecutiva del hospital en el tema del mantenimiento preventivo, por tal motivo se presentarán en una reunión con las autoridades administrativas los resultados del presente trabajo de graduación, para que se involucren en el proceso de implementación del presente programa de mantenimiento preventivo propuesto.

Un buen diseño de un plan de mantenimiento preventivo pretende aumentar la vida útil de un equipo con base en rutinas de mantenimiento preventivo programadas, con los insumos adecuados y mano de obra calificada para el objetivo, con lo cual ayudará a reducir los costos de operación y de mantenimiento correctivo.

### **3. DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DEL SERVICIO DE LAVANDERÍA**

#### **3.1. Requerimientos del programa de mantenimiento preventivo**

La confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad que dicho equipo industrial pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función.

##### **3.1.1. Determinación de la confiabilidad de los equipos**

El fin último del análisis de confiabilidad de los activos físicos es cambiar las actividades reactiva y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependan de análisis objetivos, situación actual e historial de equipos y permitan un adecuado control de costos.

La confiabilidad operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial.

La confiabilidad operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, recurso humano), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional.

Al momento de implementar el plan de mantenimiento preventivo que se presentará en el desarrollo del presente capítulo a los diferentes equipos industriales instalados en el área de lavandería, se garantizará la funcionalidad de los equipos por un tiempo de 2 meses sin presentar una falla que amerite una mantenimiento correctivo; es importante, puntualizar que en un sistema de confiabilidad es necesario el análisis de sus cuatro parámetros operativos: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos y confianza de los equipos, sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo.

### **3.1.2. Determinación de las partes críticas**

Los repuestos críticos que se necesitan para cumplir con el programa de mantenimiento preventivo a diseñar se solicitarán al departamento de compras por medio de una solicitud de pedido, el cual deberá contener la fecha, descripción del equipo, descripción de los repuestos, insumos, número de inventario del equipo y firma del encargo de mantenimiento y gerente administrativo financiero para que se dé trámite la solicitud y poder adquirir los repuestos solicitados.

Los repuestos para las lavadoras y secadoras se solicitarán con un mes de anticipación para que puedan ser adquiridos para ser evaluados por el personal de mantenimiento para poder revisar y evaluar los repuestos antes de realizar las rutinas de mantenimiento preventivo previamente planificadas y autorizadas por el departamento de mantenimiento.

Los repuestos críticos y piezas para la báscula deberán ser cotizados por el representante de la marca respectiva, para garantizar la calidad y garantía de los repuestos.

### **3.2. Mantenimiento preventivo a lavadoras**

A todas las lavadoras debe dárseles mantenimiento preventivo para asegurar su durabilidad y uso adecuado.

#### **3.2.1. Mantenimiento al sistema eléctrico**

A continuación se presenta el formato de mantenimiento preventivo propuesto y la rutina de mantenimiento para las lavadoras del servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 15. **Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema eléctrico de lavadoras**

		Hospital Nacional de Chimaltenango Departamento de Mantenimiento		Fecha: _____
<b>F I C H A D E E Q U I P O</b>				
Equipo: _____		Lavadora		
Marca: _____		Modelo: _____		
Servicio: _____		Lavandería		
Rutina de mantenimiento preventivo sistema eléctrico				
_____				
Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones	
Inspección General del equipo	Verificar que el equipo cuente con todas sus piezas y que no haya sido revisado por personal no autorizado por el departamento de mantenimiento			
Desenergizar el equipo	Bajar la palanca de los flipones para que el equipo no tenga alimentación de corriente			
Desmontaje y revisión del motor eléctrico	Desmontar los tornillos que sujetan el motor eléctrico principal a su base y revisar el sistema eléctrico del motor, conexiones eléctricas, terminales, baleros, bujes, capacitores y la protección eléctrica del motor			
Limpieza General	Limpieza integral de las superficies externas, los componentes internos del motor y limpieza de las terminales eléctricas			
Mediciones	Medición del voltaje y amperaje del motor eléctrico, medir la corriente de arranque y corriente de trabajo del motor			
Montaje del motor eléctrico	Colocación del motor eléctrico en su base y apriete de los tornillos de sujeción del motor eléctrico			
Ajustes y pruebas de funcionamiento	Revisar soportería y tornillos de motor eléctrico, realizar prueba de funcionamiento de la lavadora sin carga por 15 minutos para verificar el funcionamiento del motor eléctrico			
Nombre del técnico: _____		Firma del técnico: _____		

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Mantenimiento al sistema electrónico

A continuación se presenta el formato de mantenimiento preventivo que debe utilizarse al aplicarse el mantenimiento al sistema electrónico.

Figura 16. **Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema electrónico de lavadoras**

	Hospital Nacional de Chimaltenango		Fecha: _____
	Departamento de Mantenimiento		
<b>F I C H A D E E Q U I P O</b>			
Equipo:	Lavadora		
Marca:	_____	Modelo:	_____
Servicio:	Lavandería		
Rutina de mantenimiento preventivo sistema electrónico			
Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones
Inspección general del equipo	Verificar que el equipo cuente con todas sus piezas y que no haya sido revisado por personal no autorizado o ajeno al Departamento de Mantenimiento		
Desenergizar el equipo	Bajar la palanca de los flipones para que el equipo no tenga alimentación de corriente		
Limpieza general	Limpieza integral de las superficies externas, limpiar los componentes internos con Limpiar Contactos y limpieza de las terminales eléctricas		
Mediciones	Medición del voltaje y amperaje general del sistema		
Revisión de componentes	Verificación del programador, sensor de temperatura, verificación del paro de emergencia, bloqueo de puertas y del sensor de desequilibrio		
Pruebas de funcionamiento	Realizar prueba de funcionamiento de la lavadora sin carga por 15 minutos para verificar el funcionamiento en conjunto de los componentes electrónicos		
Nombre del técnico: _____ Firma del técnico: _____			

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.3. Mantenimiento al sistema mecánico

El mantenimiento al sistema mecánico se describe en el formato siguiente.

Figura 17. **Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema mecánico de lavadoras**

		Hospital Nacional de Chimaltenango Departamento de Mantenimiento		Fecha: _____
F I C H A D E E Q U I P O				
Equipo:		Lavadora		
Marca:		_____	Modelo: _____	
Servicio:		Lavandería		
Rutina de mantenimiento preventivo sistema mecánico				
Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones	
Inspección general del equipo	Verificar que el equipo cuente con todas sus piezas, buscar fugas en las tuberías y que el equipo no haya sido revisado por personal no autorizado por el departamento de mantenimiento			
Desenergizar el equipo	Bajar la palanca de los flipones para que el equipo no tenga alimentación de corriente al momento de realizar la revisión de los			
Revisiones	Revisar la estructura general de la lavadora, estado de retenedores , elementos de mando, que las válvulas abran y cierren correctamente, revisar el embrague, revisar que las poleas estén alineadas y balanceadas, revisar la tensión de la faja y su estado, revisar el sistema de amortiguamiento, el nivel del grupo flotante y que los conductos del desagüe no estén obstruidos			
Limpieza general	Limpieza integral externa de chasis, juntas de puerta, limpieza del dosificador de detergente y del sifón, limpiar los filtros de agua y vapor, limpiar los conductos del desagüe y la toma de presostato			
Lubricación general	Lubricación de los mecanismos de transmisión y articulaciones			
Ajustes	Ajustar el empaque de la puerta, la tensión de la faja, cambiarla si presenta desgaste excesivos, ajustar el nivel del grupo flotante, alinear y balancear las poleas de ser necesario			
Pruebas de funcionamiento	Realizar la prueba de funcionamiento de la lavadora sin carga, luego de efectuar los ajuste y cambio de piezas que sean necesarios, para comprobar el funcionamiento de todo el sistema mecánico			
Nombre del técnico: _____		Firma del técnico: _____		

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.4. Mantenimiento a electroválvulas

Las electroválvulas deben recibir un mantenimiento adecuado. A continuación se presenta el formato que describe el mantenimiento preventivo a las mismas.

Figura 18. **Formato de rutina de mantenimiento preventivo a electroválvulas de lavadoras**

		Hospital Nacional de Chimaltenango		Fecha: _____
		Departamento de Mantenimiento		
F I C H A D E E Q U I P O				
Equipo:		Lavadora		
Marca:		_____	Modelo: _____	
Servicio:		Lavandería		
Rutina de mantenimiento preventivo de electroválvulas				
Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones	
Inspección general	Verificar las condiciones de operación en las que se encuentran las electroválvulas			
Desenergizar el equipo	Bajar la palanca de los flipones para que el equipo no tenga alimentación de corriente, cerrar el paso de agua y vapor a la lavadora			
Revisiones	Revisar que la electroválvula abra y cierre el paso correctamentes, revisar las condiciones de las terminales			
Limpieza general	Limpieza externa de las electroválvulas con Limpia Contactos, limpiar las terminales para remover la corrosión y sarro acumulado			
Pruebas de funcionamiento	Realizar la prueba de apartura y cierre de la electroválvula antes de ser montadas y puestas en funcionamiento nuevamente			
Nombre del técnico: _____		Firma del técnico: _____		

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.5. Evaluación del anclaje de las lavadoras**

En el desarrollo del diagnóstico al equipo del servicio de lavandería se realizó una revisión y evaluación al sistema de anclajes de las lavadoras encontrando problemas en la base y anclaje de la lavadora marca UniWash, el cual se encontraba en malas condiciones y oxidado, provocando muchos ruidos y desperfectos por la vibración producida al momento de extractar.

Se logró gestionar con el Departamento de Mantenimiento y conjuntamente con el gerente administrativo financiero del hospital la reparación de la base y anclajes de esta lavadora, ya que se consideró en una reunión con el ingeniero del Departamento de Mantenimiento que el primer paso para lograr el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo efectivo para el servicio de lavandería se debía atender y resolver este problema y darle solución de inmediato y por consiguiente obtener la resolución final a este problema.

**Figura 19. Vista de trabajos de reparación de anclaje**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 20. **Vista de trabajos de reparación a base de lavadora**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 21. **Vista de trabajo terminado en anclaje de lavadora**



Fuente: servicio de lavandería, Hospital Nacional de Chimaltenango.

### **3.3. Mantenimiento preventivo a secadoras**

El mantenimiento preventivo a las secadoras deberá darse para asegurar su funcionalidad.

#### **3.3.1. Mantenimiento al sistema eléctrico**

A continuación se presenta el formato de mantenimiento preventivo propuesto y la rutina de mantenimiento para las secadoras del servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 22. **Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema eléctrico de las secadoras**

		Hospital Nacional de Chimaltenango		Fecha: _____
		Departamento de Mantenimiento		
<b>F I C H A D E E Q U I P O</b>				
Equipo:		Secadora		
Marca:		_____	Modelo: _____	
Servicio:		Lavandería		
Rutina de mantenimiento preventivo sistema eléctrico				
Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones	
Inspección general del equipo	Verificar que la secadora cuente con todas sus piezas y que no haya sido revisado por personal no autorizado por el departamento de mantenimiento			
Desenergizar el equipo	Bajar la palanca de los flipones para que la secadora no tenga alimentación de corriente			
Desmontaje y revisión del motor eléctrico	Desmontar los tornillos que sujetan el motor eléctrico principal a su base y revisar el sistema eléctrico del motor, conexiones eléctricas, terminales, baleros, bujes, capacitores y la protección eléctrica del motor, revisar el estado de cables y terminales eléctricas, aislar si es necesario			
Limpieza general	Limpieza integral de las superficies externas, los componentes internos del motor y limpieza de las terminales eléctricas			
Mediciones	Medición del voltaje y del amperaje del motor eléctrico, medir la corriente de arranque y corriente de trabajo del motor			
Montaje del motor eléctrico	Colocación del motor eléctrico en su base y apriete de los tornillo de sujección del motor eléctrico			
Ajustes y pruebas de funcionamiento	Revisar soportería y tornillos de motor eléctrico, realizar pruebas de funcionamiento de secado sin carga por 15 minutos para verificar el funcionamiento del motor eléctrico de la secadora			
Nombre del técnico: _____		Firma del técnico: _____		

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Mantenimiento al sistema electrónico

El mantenimiento al sistema electrónico se describe a continuación.

Figura 23. **Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema electrónico de secadoras**

		Hospital Nacional de Chimaltenango Departamento de Mantenimiento		Fecha: _____
F I C H A D E E Q U I P O				
Equipo:		Secadora		
Marca:		_____	Modelo: _____	
Servicio:		Lavandería		
Rutina de mantenimiento preventivo sistema electrónico				
Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones	
Inspección general del equipo	Verificar que la lavadora cuente con todas sus piezas y que no haya sido revisado por personal no autorizado por el departamento de mantenimiento			
Desenergizar el equipo	Bajar la palanca de los flipones para que el equipo no tenga alimentación de corriente			
Limpieza general	Limpieza integral de las superficies externas, limpiar los componentes internos con limpia contactos y limpieza de las terminales eléctricas			
Mediciones	Medición del voltaje y amperaje general del sistema de control			
Revisión de componentes	Revisión del sistema eléctrico de control, verificación del programador, sensor de temperatura, verificación de paro de emergencia y bloqueo de puertas			
Pruebas de funcionamiento	Realizar prueba de funcionamiento de la secadora sin carga por 15 minutos para verificar el funcionamiento en conjunto de los componentes electrónicos			
Nombre del técnico: _____		Firma del técnico: _____		

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.3. Mantenimiento al sistema mecánico

Al sistema mecánico también debe dársele mantenimiento preventivo. Para el efecto, se presenta el siguiente formato que incluye las actividades que deben realizarse.

Figura 24. Formato de rutina de mantenimiento preventivo al sistema mecánico de secadoras

		Hospital Nacional de Chimaltenango Departamento de Mantenimiento		Fecha: _____
F I C H A D E E Q U I P O				
Equipo:	_____ Secadora			
Marca:	_____	Modelo:	_____	
Servicio:	_____ Lavandería			
Rutina de mantenimiento preventivo sistema mecánico				
Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones	
Inspección general del equipo	Verificar que la secadora cuente con todos sus componentes antes de darle el mantenimiento y que no hallan sido manipulados por personal no autorizado			
Desenergizar el equipo	Bajar la palanca de los flipones para que la secadora no tenga alimentación de corriente al momento de realizar la revisión de los componentes mecánicos			
Revisiones	Revisar la estructura general de la secadora, el estado del capilar del termostato, revisar las conexiones del serpentín y su correcto funcionamiento, revisar filtros y tuberías de vapor, el estado de cadenas, cojinetes y articulaciones, conductos de extracción, el cilindro y verificar las revoluciones del motor, revisar la alineación y balanceo de poleas, la tensión y estado de fajas			
Limpieza general	Limpieza integral externa del chasis, el cilindro, el filtro de la trampa de mota, la salida del conducto de mota y los conductos de extracción, limpiar la ventilación del motor			
Lubricación general	Lubricación de los mecanismos de transmisión y articulaciones como cadenas, correas y cojinetes			
Ajustes	Ajustar el empaque de la puerta, la tensión de la faja, cambiarla si presenta desgaste excesivos, alinear y balancear las poleas de ser necesario			
Pruebas de funcionamiento	Realizar la prueba de funcionamiento de la secadora sin carga, luego de efectuar los ajuste y cambio de piezas que sean necesarios			
Nombre del técnico: _____		Firma del técnico: _____		

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Mantenimiento a la báscula

Como elemento principal del sistema de pesaje, la báscula debe recibir el mantenimiento preventivo oportuno.

#### 3.4.1. Mantenimiento al sistema de pesaje

El sistema de pesaje debe recibir el mantenimiento adecuado para su buen funcionamiento.

Figura 25. Formato de mantenimiento preventivo al sistema de pesaje

		Hospital Nacional de Chimaltenango Departamento de Mantenimiento		Fecha: _____																								
<b>F I C H A D E E Q U I P O</b>																												
Equipo: _____		Báscula																										
Marca: _____		Modelo: _____																										
Servicio: _____		Lavandería																										
Rutina de mantenimiento preventivo sistema de pesaje																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividades</th> <th>Descripción</th> <th>Observaciones</th> <th>Recomendaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inspección general del equipo</td> <td>Verificación del estado de sistema de pesaje, que cuente con todos sus componentes e inspección de las condiciones exteriores en las que se encuentra</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Revisiones</td> <td>Revisión de los contrapesos y del mecanismo de pesaje</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limpieza general</td> <td>Limpieza de todo el mecanismo, pintarlo si la actual pintura se encuentra en mal estado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lubricación general</td> <td>Lubricación del mecanismo de pesaje</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calibración</td> <td>Calibración del sistema comparandolo con un peso conocido y restablecimiento de la aguja en cero</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones	Inspección general del equipo	Verificación del estado de sistema de pesaje, que cuente con todos sus componentes e inspección de las condiciones exteriores en las que se encuentra			Revisiones	Revisión de los contrapesos y del mecanismo de pesaje			Limpieza general	Limpieza de todo el mecanismo, pintarlo si la actual pintura se encuentra en mal estado			Lubricación general	Lubricación del mecanismo de pesaje			Calibración	Calibración del sistema comparandolo con un peso conocido y restablecimiento de la aguja en cero		
Actividades	Descripción	Observaciones	Recomendaciones																									
Inspección general del equipo	Verificación del estado de sistema de pesaje, que cuente con todos sus componentes e inspección de las condiciones exteriores en las que se encuentra																											
Revisiones	Revisión de los contrapesos y del mecanismo de pesaje																											
Limpieza general	Limpieza de todo el mecanismo, pintarlo si la actual pintura se encuentra en mal estado																											
Lubricación general	Lubricación del mecanismo de pesaje																											
Calibración	Calibración del sistema comparandolo con un peso conocido y restablecimiento de la aguja en cero																											
Nombre del técnico: _____		Firma del técnico: _____																										

Fuente: elaboración propia.

### **3.5. Procedimiento de ejecución de rutina de lubricación programada**

La rutina de inspección comienza con la observación de las condiciones del ambiente en las que se encuentra el equipo, ya sea en funcionamiento o en almacenamiento.

#### **3.5.1. Inspección de las condiciones ambientales de los equipos**

Al inspeccionar los equipos, los aspectos que se recomienda evaluar son: humedad (solo para equipos electrónicos), exposición a vibraciones mecánicas (solo para equipos electrónicos), presencia de polvo, seguridad de la instalación y temperatura (para equipos eléctricos, mecánicos y electrónicos).

Cualquier anomalía o no cumplimiento de estas condiciones con lo establecido debe ser notificado como observación en la rutina, o inmediatamente dependiendo de la situación, y siguiendo el procedimiento especificado por el jefe del departamento de mantenimiento.

- **Humedad:** la humedad del ambiente en el que trabaja el equipo no debe ser mayor a la que especifica el fabricante. Si no se cuenta con esta información o con los medios adecuados de medición, se puede evaluar por sus efectos, por ejemplo oxidación de la carcasa, levantamiento de pintura de paredes o del equipo, entre otros. Nota: este aspecto está relacionado con la inspección visual del equipo.

- Vibraciones mecánicas: las vibraciones mecánicas pueden ser causa de falta de calibración mecánica o electrónica de algunos equipos, sobre todo los que necesitan determinada precisión en los procedimientos que realizan. Ejemplo de estos equipos son el espectrofotómetro, microscopio, electrocardiógrafo, y monitor de signos vitales.
- Polvo: tanto los equipos electrónicos como los eléctricos y mecánicos se ven afectados en su funcionamiento y duración de su vida útil por la presencia de polvo en su sistema. Revisar que no haya una presencia excesiva de polvo en el ambiente, visualizando los alrededores del equipo, en el equipo mismo, o la existencia de zonas cercanas donde se produzca el mismo.
- Seguridad de la instalación: una instalación de un equipo inseguro ofrece un peligro potencial tanto al equipo mismo, como a las personas, ya sean estos operadores, pacientes o público en general. Revisar que la instalación del equipo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil. Si se utilizan fijadores de succión (ventosas) verificar que estos estén en buenas condiciones, si el equipo posee puertas con apertura horizontal, revisar la nivelación del mismo. Además verificar que la instalación eléctrica a la que este está conectado, se encuentre polarizada, protegida con medios de desconexión apropiados, y de instalación mecánica segura que no permita la producción de cortocircuitos o falsos contactos por movimientos mecánicos normales. Esto implicará el tomacorriente, y subtablero de protección y distribución más cercano.

- Temperatura: la luz solar directa o la temperatura excesiva pueden dañar el equipo, o alterar su funcionamiento. Verificar cuál es la temperatura permitida por el fabricante; si este dato no está disponible, corroborar que el equipo no esté en exposición directa al sol (a menos que se trate de un equipo de uso de intemperie), y que la temperatura no sea mayor a la del ambiente.

### **3.5.2. Limpieza integral externa**

La limpieza externa tiene como objeto la eliminación de cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, entre otros.

En las partes externas que componen al equipo de lavadoras y secadoras industriales, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esto podría incluir:

- Limpieza de superficie externa utilizando limpiador líquido de superficies, lija, limpiador de superficies, entre otros.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas y virucidas no residuales ni corrosivos en equipos como centrífugos, microcentrífugos, bombas de infusión y analizador de gases sanguíneos.

### **3.5.3. Inspección externa e interna**

- Inspección externa:
  - Examinar o reconocer atentamente el equipo, partes o accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes, tapas, entre otros, tales como mangueras, chasis, rodos, cordón eléctrico, y conector de alimentación, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

Esta actividad podría conllevar, de ser necesario, la puesta en funcionamiento de un equipo o de una parte de este, para comprobar los signos mencionados en el párrafo anterior.

- Actividades involucradas:
  - Revisión del aspecto físico general del equipo y sus componentes para detectar posibles impactos físicos, maltratos, corrosión en la carcasa, levantamiento de pintura o cualquier otro daño físico. Esto incluye señalizaciones, falta de componentes o accesorios, entre otros.

- Revisión de componentes mecánicos para determinar falta de lubricación, desgaste de piezas, sobrecalentamiento, roturas, entre otros. Esto incluye los sistemas neumáticos e hidráulicos en los cuales también es necesario detectar fugas en el sistema.
- Revisión de componentes eléctricos. Esto incluye cordón de alimentación; revisar que este se encuentre íntegro, sin dobleces ni roturas, o cualquier signo de deterioro de aislamiento; la espiga deberá ser adecuada al tipo y potencia demandada por el equipo y hacer buen contacto con la toma de pared. Hacer mediciones con un multímetro si es necesario, de la conductividad del mismo, estado del portafusibles, entre otros.
- Cables para paciente: revisar que se encuentren íntegros, sin dobleces ni roturas, y que hagan un buen contacto con el conector respectivo. Hacer mediciones de conductividad con un multímetro y con un simulador de paciente verifica la buena transmisión de la señal.
- Inspección interna:
  - Examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

- Esta actividad podría conllevar, de ser necesario, la puesta en funcionamiento de un equipo o de una parte de este, para comprobar los signos mencionados en el párrafo anterior.
- Actividades involucradas:
  - Revisión general del aspecto físico de la parte interna del equipo y sus componentes, para detectar posibles impactos físicos, maltratos, corrosión en la carcasa, levantamiento de pintura, o cualquier otro daño físico.
  - Revisión de componentes mecánicos para determinar falta de lubricación, desgaste de piezas, sobrecalentamiento, roturas, entre otros. Esto incluye los sistemas neumáticos e hidráulicos en los cuales también es necesario detectar fugas en el sistema.
  - Revisión de componentes eléctricos para determinar falta o deterioro del aislamiento de los cables internos, conectores, entre otros, que no hayan sido verificados en la revisión externa del equipo, revisando cuando sea necesario el adecuado funcionamiento de estos con un multímetro.
  - Revisión de componentes electrónicos, tanto tarjetas como circuitos integrados, inspeccionando de manera visual y táctil, si es necesario, el posible sobrecalentamiento de estos. Cuando se trata de dispositivos como amperímetros y voltímetros, debe comprobarse su funcionamiento con otro sistema de medición que permita verificarlo con adecuada exactitud.

#### **3.5.4. Lubricación y engrase**

La rutina de lubricación se hará en forma directa o a través de un depósito, motores, bisagras, cojinetes, y cualquier otro mecanismo que lo necesite. Puede ser realizado en el momento de la inspección, y utilizarse los lubricantes recomendados por el fabricante o sus equivalentes.

#### **3.5.5. Reemplazo de piezas**

La mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. Ejemplo de estos son los empaques, los dispositivos protectores, los carbones, entre otros.

El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo y puede ser realizado en el momento de la inspección.

#### **3.5.6. Ajuste y calibración**

En el mantenimiento preventivo es necesario ajustar y calibrar los equipos, ya sea esta una calibración o ajuste mecánico, eléctrico, o electrónico.

Para esto deberá tomarse en cuenta lo observado anteriormente en la inspección externa e interna del equipo, y de ser necesario poner en funcionamiento el equipo y realizar mediciones de los parámetros más importantes de este, de modo que sea acorde a normas técnicas establecidas, especificaciones del fabricante, o cualquier otra referencia para detectar cualquier falta de ajuste y calibración.

Luego de esto debe realizarse la calibración o ajuste que se estime necesario, poner en funcionamiento el equipo y realizar la medición de los parámetros correspondientes; estas dos actividades serán necesarias hasta lograr que el equipo no presente signos de desajuste o falta de calibración.

### **3.5.7. Pruebas de funcionamiento**

Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que este posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.

### **3.5.8. Revisión de seguridad eléctrica**

La realización de esta prueba dependerá del grado de protección que se espera del equipo en cuestión y deberá ser realizada por personal capacitado del departamento de mantenimiento y bajo la supervisión del ingeniero especializado en el ramo.

## **3.6. Materiales necesarios para el mantenimiento preventivo en el área de lavandería**

A continuación se describen los materiales que van a utilizarse durante el mantenimiento preventivo que se realice en el área de lavandería.

### **3.6.1. Herramientas**

Las herramientas necesarias para realizar el plan de mantenimiento preventivo propuesto para el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango son las siguientes:

- Destornilladores
- Llaves tipo Stillson
- Juego de llaves cola- corona
- Pinzas de cortar alambres y de prensar
- Llaves Allen
- Llaves de copa
- Aceitera manual
- Martillo de bola
- Llaves para tubo
- Llaves cola y corona
- Voltímetro y amperímetro

### **3.6.2. Suministros**

Los suministros necesarios para realizar el plan de mantenimiento preventivo propuesto para el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango es el siguiente:

- Desinfectante
- *Wipe*
- Lija de agua No. 400 o 500
- Jabón suave
- Brochas

- Aceite para lubricación y grasa
- Teflón
- Líquido penetrante
- Cinta de aislar vulcanizada
- Silicón rojo
- Lubricantes
- Limpia contactos
- Líquido penetrante

### **3.6.3. Procedimientos de mantenimiento**

- Bandas
  - Verificar que las bandas tengan la tensión apropiada. Si están demasiado tensas tienden a romperse; las bandas flojas no permiten un buen funcionamiento. Limpiar toda impureza. Inspeccionar si tienen desgastes o rupturas y en tal caso reemplazarse.
- Válvulas
  - Revisar y limpiar válvulas de paso. En las válvulas de una sola dirección limpiar muelles y los resortes; verificar el estado de empaques y el diafragma. Cerciorarse de que la válvula cierra en una dirección y abrir en sentido contrario.

- Unidades calefactoras
  - Revisar cables, conexiones, receptáculos de unidades. Verificar y corregir su funcionamiento.
  
- Tubería
  - Revisar los tubos, niples y codos. Hacer limpieza y mantener en buen estado la pintura. Revisar válvulas; comprobar que no haya goteos ni fugas.
  
- Nivel de aceite
  - Limpiar conductos y vasos. Verificar que las uniones sean herméticas, que no haya fugas.
  
- Poleas
  - Verificar que el pivote esté lubricado; si es de tornillos revisarlo y ajustarlo con un desarmador.
  - Cerciorarse que la ranura esté en buenas condiciones.
  
- Compresor
  - Limpiar la unidad de compresión y lubricarla; verificar su funcionamiento correcto por medio de manómetros.
  - Limpiar y ajustar filtro de lubricación. Ajustar el interruptor automático a la presión de operación.

- Carcaza
  - Comprobar sus buenas condiciones sobre todo en lo referente a hermeticidad. Si no está hermética, el aire frío se mezcla con el aire caliente reduciendo grandemente la efectividad de la secadora.
  - Las filtraciones deben ser eliminadas.
  
- Ventilador
  - Limpiar completamente ya que cualquier acumulación sobre el mismo restringe al flujo de aire y reduce el rendimiento. Limpiar también cualquier evidencia de exceso de aceite sobre el eje u otras partes; si esta condición se repite, investigar el procedimiento correcto de lubricación o la condición de los sellos de grasa.
  
- Línea de vapor y condensado
  - Comprobar el suministro de vapor a la presión requerida, así como el correcto estado de funcionamiento de la trampa y filtro de vapor.
  - Desarmar la trampa para una limpieza general. Corregir de inmediato fugas de vapor existentes.

- Serpentín de calentamiento
  - Limpiar completamente cualquier acumulación de polvo, pelusa o fibras que afectan adversamente el rendimiento de la máquina. Usar aire comprimido para esta tarea.
  
- Puerta
  - Un ajuste incorrecto de la puerta permite el paso de aire frío al interior, reduciendo la eficiencia de la máquina. Esta condición debe por lo tanto ser eliminada.
  
  - La hermeticidad se obtiene generalmente por medio de una empacadura de goma. Si su condición es defectuosa debe ser reemplazada de inmediato por una de características similares.
  
- Regulador de tiempo
  - Comprobar su correcta operación. Especialmente cuando el *timer* controla los “*dampers*” de aire frío a la entrada de los serpentines, los cuales se deben abrir aproximadamente por un minuto antes de detener la máquina; esta condición debe ser comprobada. Revisar la instalación eléctrica.

- Ducto de admisión y escape
  - Limpiar completamente con un cepillo suave, trapo limpio y aspiradora. Cualquier acumulación de estos ductos reduce la capacidad de ventilación debido al aumento de la resistencia de la suciedad.
  
- Bases del aparato
  - Si durante el funcionamiento se observan vibraciones cuyo origen es un ajuste inadecuado en la base del aparato, debe corregirse esta condición de inmediato.
  
- Sistema de aire
  - Chequear la operación de los cilindros de aire periódicamente.
  - Si estos fallan al operar suficientemente rápido, chequear las fugas de aire. Los anillos pueden necesitar reemplazo. Proporcionar reemplazo de los cilindros previene ralladuras en las paredes de los mismos.
  - Después de chequear que exista adecuada lubricación. La lubricación deberá marcar un rango en el sistema de alimentación.

- Correas
  - La línea de montaje de las poleas controla la tensión de las mismas. La tensión apropiada para nuevas correas es 45 a 55 libras para el motor y 55 a 65 libras para las correas de transmisión. La deflexión en la correa del motor debe ser 5/16" por cada 5 libras de presión, y en correas de transmisión 1/4" por cada 5 libras de presión.
  - La deflexión en operación normal de las correas del ventilador debe ser de 3/8" cuando se aplica una fuerza de 3 1/2 - 4 lb. La correa de la canasta en operación normal debe tener una deflexión de 1/2" cuando se aplica una fuerza de 5 1/2 a 6 1/2 lb. La correa del sistema primario debe tener una deflexión de 5/16" en operación normal, cuando se aplican cargas de 3 1/2 a 4lb.
  - Comprobar la tensión de la correa y hacer los ajustes necesarios. La tensión de la correa debe ser solo lo necesario para que esta no deslice. Inspeccionar por daños como roturas, grietas, entre otros, que inmediatamente exigen reemplazo.
  - Nunca reemplazar una sola correa sino el juego completo, de no hacerse en esta forma toda la carga pasa a la correa nueva que todavía no ha tenido oportunidad de estirarse.

- Compuerta posterior de corriente de aire
  - Debe chequearse la operación de la compuerta posterior y el ventilador, para estar seguros de que oscile libremente. Las tuercas son removibles para tener acceso al interior; quitar el compartimiento de felpa y remover la suciedad encontrada.
  
- Transmisión
  - Lubricar adecuadamente con grasa para servicio pesado de alta temperatura. Escuchar si existen ruidos y ver si hay desgaste normal.
  
- *Switch* de arranque
  - Para probar el *switch*, chequear continuidad entre terminales C y J en el *timer*.
  
- Cilindro de la secadora
  - Deben tener libre movimiento y no se debe tocar siempre que tenga carga. Asegurarse que los cojinetes y tornillos estén bien apretados para evitar vibraciones.

- *Timer* de 3 ciclos
  - Al chequear el timer de 3 ciclos desconectar la alimentación de poder de la secadora. Desconectar también las líneas del timer del motor para chequear la resistencia del mismo. Desconectar cables eléctricos y terminales para chequear continuidad a través de los contactos del *timer*. Ningún servicio o ajuste debe hacerse en el *timer*. Si esta falla en alguna forma reemplazar la unidad entera.
  
- *Switch* de la puerta
  - Libre movimiento del brazo que activa el *switch* de la puerta.
  - Asegurarse que el brazo del *switch* retorna a su posición de salida cuando la fuerza que ejerce presión es removida.
  - Abrir y cerrar la puerta de la secadora para asegurarse que se activa al tener 3" de apertura.
  
- Cojinetes
  - Lubricar adecuadamente con grasa para cojinetes de servicio pesado, con el uso de una pistola para grasa (grasera) y a través de las graseras provistas para el caso. Es muy importante no sobrepasarse en la aplicación de grasa, ya que esto solo causa problemas y debilita permanentemente los sellos de los cojinetes.

- Filtro de felpa
  - Al final de cada día abrir la parte frontal baja del panel y remover la felpa. El filtro debe sacarse y llevarse a un área conveniente para la limpieza.
  
- Motor eléctrico
  - Limpiar externa e internamente el motor con una manguera de aire comprimido. Luego eliminar con un trapo limpio los depósitos de grasa, polvo o pelusa. Esto es importante para evitar recalentar el motor.
  
  - Ajustar la presión del freno es necesario después de uso prolongado. Revisar el circuito eléctrico del freno electromagnético en modelos así equipados.
  
- Válvulas solenoides
  - Se deben desarmar teniendo cuidado en no dañar las partes interiores al quitarlas y averiguar que el remontaje procede en el orden correcto. Normalmente se puede oír un zumbido bajo cuando la bobina está excitada. Si un ruido bronco o un chirrido se desarrollan en la válvula, verificar que exista el voltaje apropiado y limpiar el conjunto y el tubo interior del émbolo. No usar aceite. Estar seguro que el tubo del émbolo y el solenoide se aprieten al rearmar la válvula. Tener cuidado de no dañar, abollar ni hacer muescas al tubo del émbolo.

- Es posible reemplazar la bobina sin quitar la válvula de la línea, pero se debe estar seguro que se ha quitado la fuerza eléctrica de la válvula. Examinar la posición de la bobina y cerciorarse de que toda arandela aislante o resorte de retención es repuesto en el orden correcto.
- Rodillos
  - Limpiar haciendo pasar por la planchadora un trapo del tamaño necesario, rociando con un solvente especial para planchadoras. Nunca usar un solvente con un punto de inflamabilidad inferior a 375°F (190°C) ya que de otro modo puede producirse un incendio. Un trapo parafinado debe pasarse a continuación para lubricación.
- Termostato
  - Cada termostato es calibrado para abrir y cerrar a diferentes temperaturas. Cuando se reemplaza el termostato es importante elegir un rango correcto. Todos los termostatos están en el rango de  $\pm 5^{\circ}\text{F}$ . Los termostatos pueden chequearse con un voltímetro y óhmetro o bien un tester de luz, la continuidad debe hacerse chequeando cuando el termostato está frío.
- Parte interior y exterior del cilindro
  - La parte interior del cilindro de la máquina, por ser de acero inoxidable, debe mantenerse limpia y brillante bajo condiciones normales de operación.

- Las marcas o manchas usuales pueden eliminarse frotándolas con un trapo limpio y un poco de polvo de limpiar. En casos de manchas más resistentes; la aplicación de un solvente como tetracloruro de carbono o similar, seguida del trapo limpio con polvo de limpiar debe ser suficiente.
- Limpiar externa o internamente el motor con una manguera de aire comprimido, luego, eliminarse con un trapo limpio los depósitos de grasa, polvo o pelusa.
- Sistema eléctrico de control
  - El control de inversión de movimiento debe ser revisado por operación correcta, ver el estado de los contactos eléctricos y de las levas que accionan el mecanismo, chequear especialmente que exista un tiempo muerto de corriente en el intervalo del movimiento de vaivén ya que en caso contrario el motor no tardará en quemarse. El intervalo sin corriente puede ser regulado ajustando la posición de las levas actuadoras.
  - Comprobar el buen estado y el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica en general, *microswitches*, conexiones a las válvulas de solenoide, suministro de corriente al motor, tablero de control, entre otros.
  - Prestar atención en alambres rotos o quemados para evitar futuras fallas de operación.

- Interior y exterior
  - Limpiar completamente el exterior del equipo con un trapo limpio. Comprobar el funcionamiento correcto de cada una de las partes; al terminar el trabajo introducir en la máquina una lona vieja de suficiente longitud para proteger los elementos de calefacción de la humedad condensada, verificar diariamente el funcionamiento de la guarda de seguridad, limpiar externa e internamente con una manguera de aire comprimido, eliminando con un trapo limpio los depósitos de grasa y polvo de pelusa. Esto es importante para evitar el recalentamiento del motor, buscar síntomas de recalentamiento y verificar su funcionamiento suave y sin ruidos extraños.
  
- Válvulas de agua y vapor manuales
  - Revisar las válvulas de agua y vapor de la instalación por fugas, o incorrecta operación. El vapor es en ocasiones utilizado directamente en la lavadora cuando no se dispone de un suministro de agua caliente a la temperatura deseada.
  
  - Los filtros de la instalación se deben abrir y limpiar mensualmente.

### **3.7. Listado de repuestos críticos del equipo del área de lavandería**

En la tabla siguiente se presenta el listado de repuestos críticos necesarios para el mantenimiento del área de lavandería.

Tabla III. Lista de repuestos críticos del equipo del área de lavandería

Nombre del repuesto	Descripción	Cantidad
Cojinetes	Núm. 222R (3 motores de lavado)	6
	Núm. 264S (4 motores de extracción)	8
	Núm.76/22/SR (6 motores de ventilación)	12
	Núm. 682R (2 motores de movimiento de canastas secadoras)	4
	Núm. 62 HZ (1 motor de movimiento de canastas secadoras)	2
Cheques	Para vapor tipo horizontal, 125 S, 200 WOG, ¾ "	2
	Para vapor tipo horizontal ¾", 230 SWP, Cheques	1
	Para vapor tipo horizontal 1 ¼ ", 230 SWP	1
Trampas de vapor	Termodinámica AC, 600 PSIG, SARCO, ¾" NPT 1	1
	Termodinámica AC, 600 PSIG, SPIRAX, 1/2" NPT 1	1
	Cubeta Invertida HF, 125 #, 250 PSIG/430GF SPIRAX ¾" NPT	1
	Cubeta invertida HF, 125 #,250 PSIG/430GF SPIRAX ½ " NPT	1
	Cubeta invertida para vapor de 1", 125 PSI	1
Fajas	3VX400	1
	En V A-066-U	1
	3VX950	1
	3VX530	1
	3VX750	1
	3UX400	1
	3UX1500	1
	3UX700	1
	3UX950	1
Abrazaderas	Cilindro de 3 ½"	12
Manguera para lavadora	Diámetro 2" de alta presión	4
Válvula bola de bronce	125 SWP, 400 WOG rosca NPT, T-580-Y de 1"	1
	125 SWP, 400 WOG rosca NPT , T-580-Y de ½"	1
	125 SWP, 400 WOG rosca NPT,T-580-Y de ¾"	1
Válvulas reguladoras de presión	Para 90 psi de 2"	1
Válvulas de compuerta	Rosca de 2	1
Niples HG	1 ½" por 2 m	2
	1 ½" por 0.5 m	2
Manómetros para presión de vapor	Para vapor 90 psi	1
	Para vapor 40 psi	1
Contactador de lavado	40 TC, 240-120 V, 10-15 A, 8 HP	2
Contactador de extracción	60 TC, 240-120 V, 10-15 A, 15 HP, 3 PH	2
Contactores para secadoras	240-120 V, 8HP, 3 HP, 10 A	6
Relé	11 pines 120-240 V con su base	2
Electroválvulas	¼ ,120 V para aire	2
Pastillas para frenos	De <i>clutch</i> para lavadora	4

Fuente: elaboración propia.

Los repuestos descritos en la lista anterior constituyen los mínimos e indispensables con los que el personal del Departamento de Mantenimiento del Hospital Nacional de Chimaltenango, pueda disponer al momento de efectuarse el mantenimiento preventivo programado de las lavadoras y secadoras industriales, para poder cumplir con el programa de mantenimiento preventivo y para que no se produzca el paro de los equipos por un tiempo prolongado.

Debido a que el proceso de solicitud de repuestos puede ser tardado y para que se aplique el mantenimiento preventivo lo más pronto posible y no afecte en cierta manera con el trabajo realizado por los demás departamentos del hospital, el listado cuenta con una descripción específica para cada uno de los repuestos, así como de la cantidad necesaria de los mismos, para el respectivo mantenimiento.



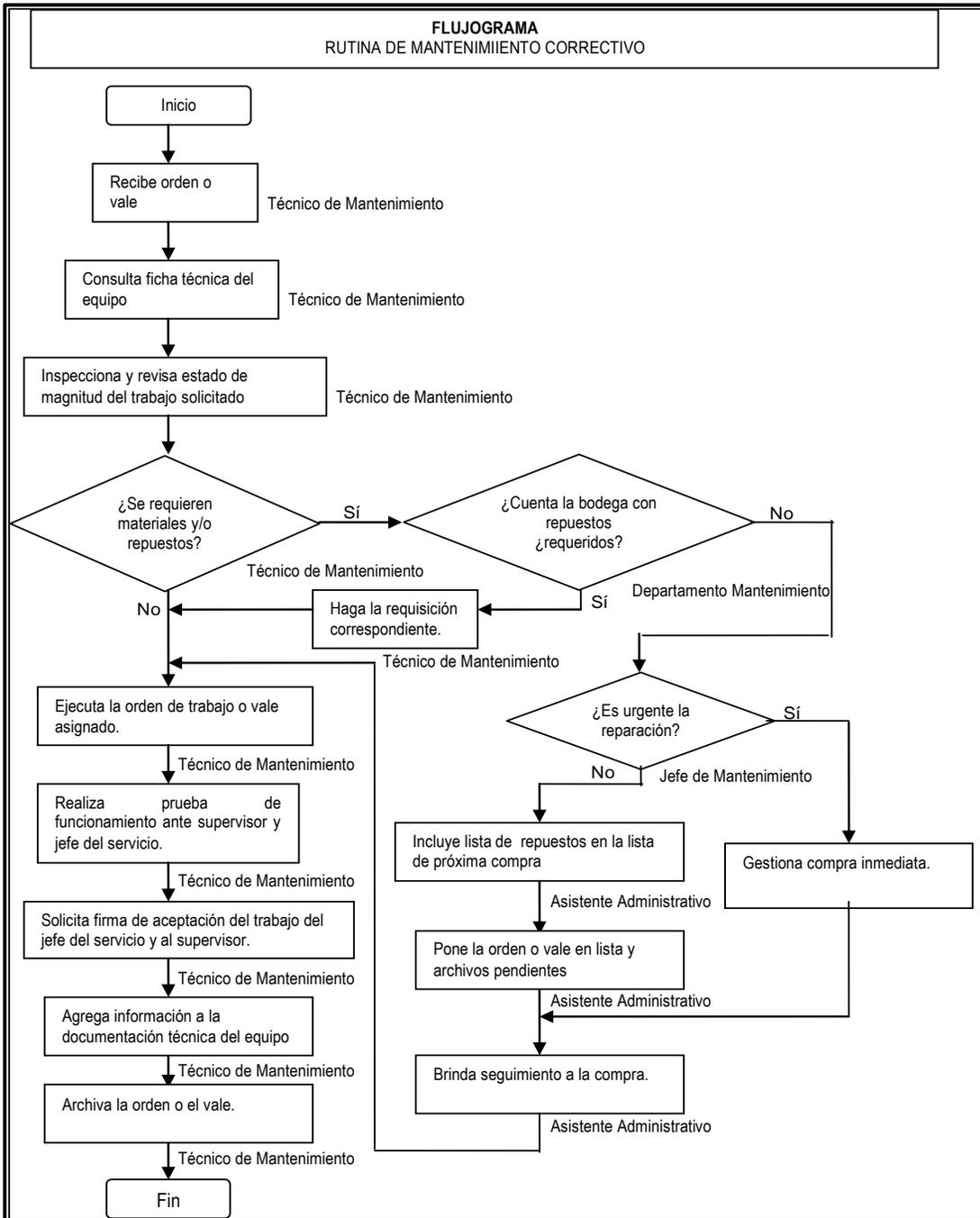
## **4. CONTROL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL SERVICIO DE LAVANDERÍA**

### **4.1. Flujograma de la rutina de mantenimiento correctivo**

A continuación se presenta el flujograma de la rutina de mantenimiento correctivo propuesto para el Departamento de Mantenimiento del Hospital Nacional de Chimaltenango.

En el mismo se presentan las diversas obligaciones que tiene el personal que integra el Departamento de Mantenimiento.

Figura 26. Flujograma de la rutina de mantenimiento correctivo

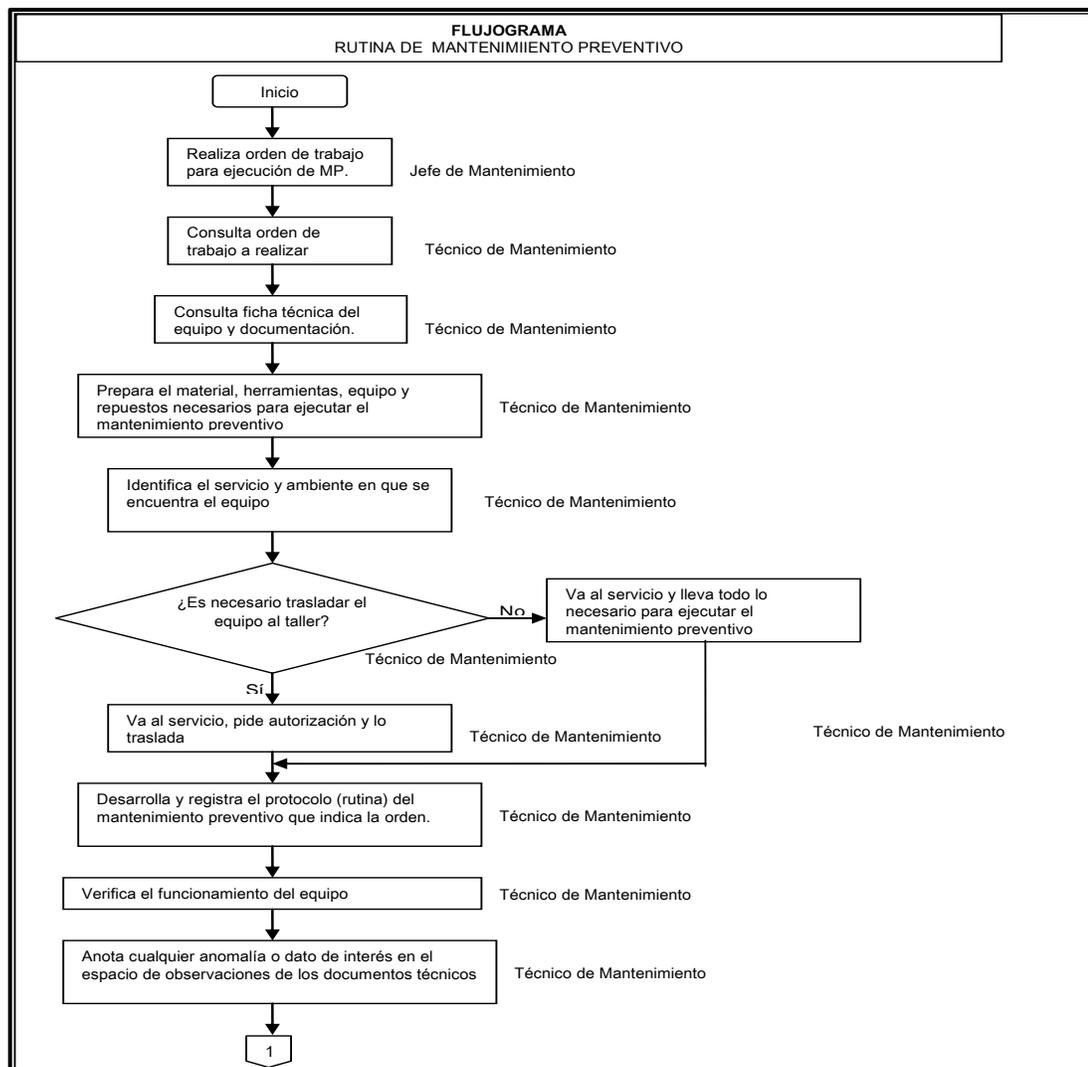


Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Flujograma de la rutina de mantenimiento preventivo

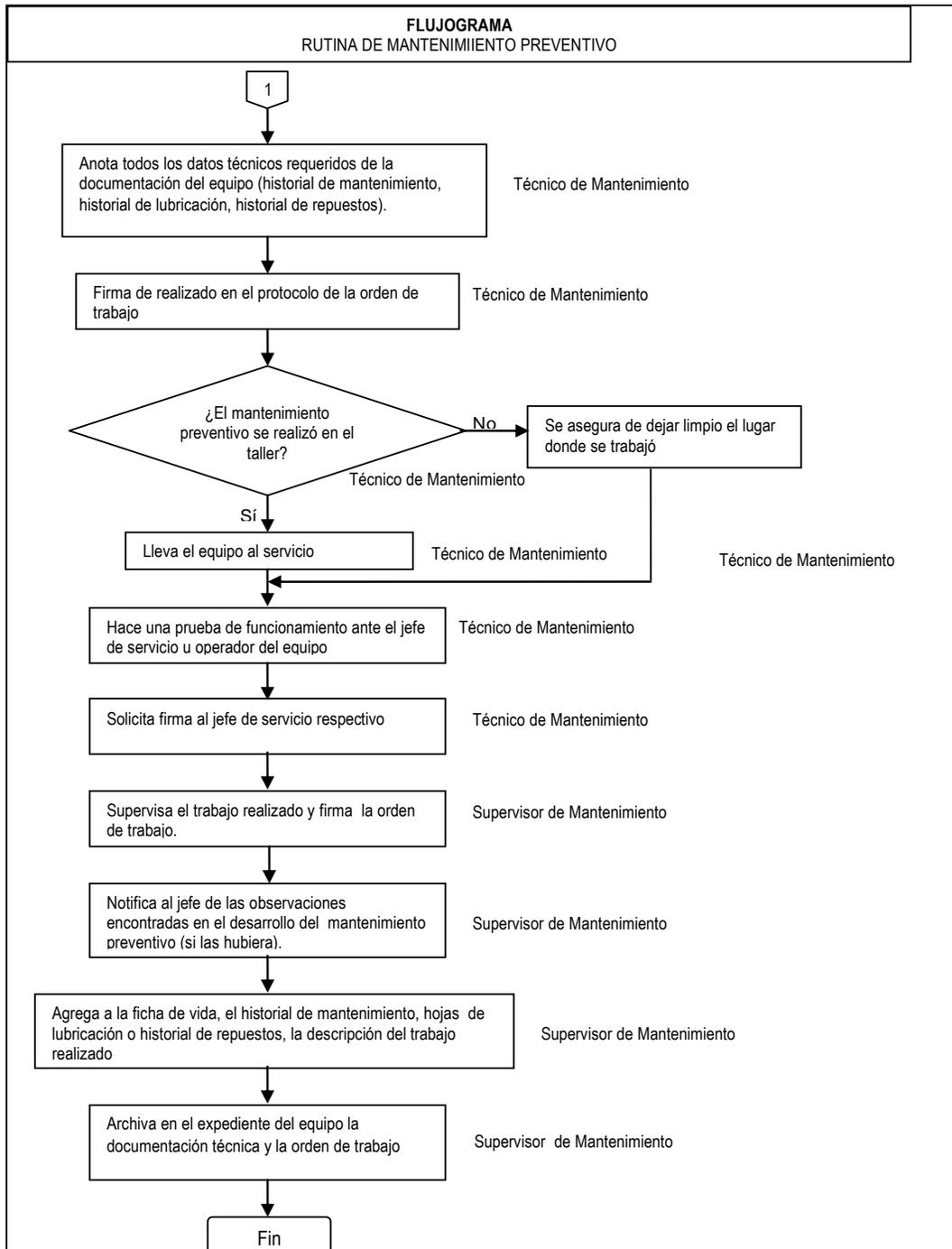
A continuación se presenta el flujograma de la rutina de mantenimiento preventivo propuesto para el Departamento de Mantenimiento del Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 27. Flujograma de la rutina de mantenimiento preventivo



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Flujograma de la rutina de mantenimiento preventivo II**



Fuente elaboración propia.

### 4.3. Formato de orden de trabajo

A continuación se presenta el formato de la orden de trabajo propuesta para la rutina de mantenimiento preventivo propuesto para el Departamento de Mantenimiento del Hospital Nacional de Chimaltenango.

Figura 29. Formato de orden de trabajo

HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO		MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		 Ministerio de Salud Pública República de Guatemala	
<b>ORDEN DE TRABAJO PARA EQUIPOS</b>							
ORDEN No.	MP	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO:			CODIFICACIÓN DEL EQUIPO:		
	MC						
	OTRO						
SERVICIO SOLICITANTE:		MARCA:		MEDIDA APLICADA/ÚLTIMA FECHA:			
NOMBRE DEL SOLICITANTE:		MODELO Y SERIE:		TÉCNICO RESPONSABLE:			
TELÉFONO:		FABRICANTE:		FIRMA Y SELLO DE AUTORIZACIÓN:			
FECHA:		SERVICIO INTERNO					
		SERVICIO EXTERNO					
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO SOLICITADO:							
<b>INFORME Y OBSERVACIONES DEL TÉCNICO</b>				<b>USO EXCLUSIVO PARA MANTENIMIENTO</b>			
FIRMA				FECHA:		HORA:	
				NOMBRE Y FIRMA DEL ENCARGADO		SELLO DEL SERVICIO	
Vo. Bo. JEFE							

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Capacitación al personal de mantenimiento**

La capacitación al personal de mantenimiento será realizada por el ingeniero encargado del Departamento de Mantenimiento, quien impartirá varias capacitaciones al personal en un horario de conveniencia; en la misma se describirá el funcionamiento de los equipos, partes principales de las lavadoras, secadoras y báscula, cómo se realizarán las rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo en caso de ser necesario, recomendaciones para la instalación del sistema de tuberías de agua fría y de vapor, así como su mantenimiento, recomendaciones técnicas y de seguridad, uso adecuado y fallas frecuentes que podrían presentar los equipos del área de lavandería; esto para que el personal garantice el buen funcionamiento de los equipos y que se lleve a cabo la tarea de lavado de la ropa usada por los pacientes del hospital.

El personal de mantenimiento será el responsable de las rutinas de mantenimiento programadas para el equipo de lavandería compuesto por lavadoras, secadoras y báscula. Se dará la capacitación correspondiente para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo bajo la supervisión del ingeniero de mantenimiento, quien brindará los lineamientos y formatos de mantenimiento preventivo que fueron diseñados en la presente investigación.

#### **4.5. Cronograma de trabajo para el programa de mantenimiento preventivo**

A continuación se presenta el cronograma de actividades para el programa de mantenimiento preventivo, el cual podrá ser ejecutado lo más pronto posible e iniciar con el trámite administrativo respectivo para realizar las solicitudes de compras de los repuestos e insumos.

Tabla IV. **Cronograma de actividades de trabajo para el programa de mantenimiento preventivo del área de lavandería**

HOSPITAL NACIONAL DE CHIMALTENANGO	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
CRONOGRAMA DE TRABAJO PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
ACTIVIDADES	2015			2016		
	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar
Reconocimiento del equipo de lavadoras y secadoras del área de lavandería	X					
Reconocimiento de los tableros eléctricos que proveen energía eléctrica a lavadoras y secadoras	X					
Revisión y evaluación del sistema de tubería de agua caliente, vapor, drenajes y agua fría	X					
Realizar un inventario físico de lavadoras, secadoras, báscula y carritos de recolección de ropa	X					
Realizar un inventario de la herramienta actual del departamento de mantenimiento	X					
Realizar la solicitud de pedido de los repuestos críticos e insumos propuestos para el área de lavandería	X					
Realizar la requisición a almacén de los repuestos críticos e insumos solicitados		X				
Capacitación al personal de mantenimiento sobre el funcionamiento, reparación y aplicación del programa de mantenimiento preventivo		X				
Impresión de las rutinas de mantenimiento preventivo para las lavadoras, secadoras y báscula		X				
Asignación de trabajo al personal de mantenimiento		X				
Entrega de repuestos críticos, insumos y herramienta por medio de vale al personal de mantenimiento		X				
Realización del primer mantenimiento preventivo a lavadoras del área de lavandería		X				
Realización del primer mantenimiento preventivo a secadoras del área de lavandería		X				
Realización del primer mantenimiento preventivo a báscula del área de lavandería		X				
Entrega del formato de rutinas de mantenimiento preventivo de lavadoras, secadoras y báscula al jefe de mantenimiento			X			
Entrega de herramienta, insumos y repuestos críticos si fueron reemplazados al Jefe de mantenimiento			X			
Realización del segundo mantenimiento preventivos a lavadoras del área de lavandería						X
Realización del segundo mantenimiento preventivo a secadoras del área de lavandería						X
Realización del segundo mantenimiento preventivo a báscula del área de lavandería						X
Elaborado por: _____	Fecha: _____					
Firma: _____	Sello: _____					

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6. Costo del programa de mantenimiento preventivo para el servicio de lavandería

A continuación se presentan los costos para poder implementar este programa de mantenimiento preventivo propuesto para el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, el cual está dividido en 3 partes: costo de insumos, de repuestos y de herramienta.

Tabla V. Costo desglosado de insumos

<b>Hospital Nacional de Chimaltenango</b> Departamento de Mantenimiento <u>Costo del programa de mantenimiento preventivo</u> Servicio: Lavandería					
Descripción	Medida	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Total
Desinfectante	Galón	3	Q25,00	Q75,00	
Wipe	Libra	10	Q12,00	Q120,00	
Lija de agua No. 400 o 500	Pliego	5	Q35,00	Q175,00	
Lija de agua No. 200	Pliego	5	Q40,00	Q200,00	
Brochas	Unidad	5	Q14,00	Q70,00	
Aceite lubricante	Litro	10	Q35,00	Q350,00	
Grasa grafitada para cojnetes	Bote	5	Q120,00	Q600,00	
Teflón	Unidad	10	Q8,00	Q80,00	
Cinta de aislar 33 vulcanizada	Unidad	15	Q14,00	Q210,00	
Silicon rojo	Unidad	5	Q19,00	Q95,00	
Limpia contactos	Bote	5	Q45,00	Q225,00	
Líquido penetrante	Bote	5	Q90,00	Q450,00	
Desincrustante	Galón	2	Q190,00	Q380,00	
Limpiador de superficies líquido	Bote	5	Q65,00	Q325,00	
<b>Insumos</b>					<b>Q3 355,00</b>



Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Costo desglosado de repuestos

<p style="text-align: center;"><b>Hospital Nacional de Chimaltenango</b></p> <p style="text-align: center;">Departamento de Mantenimiento</p> <p style="text-align: center;"><u>Costo del programa de mantenimiento preventivo</u></p> <p style="text-align: center;">Servicio: Lavandería</p>					
Descripción	Medida	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Total
Fajas	Unidad	9	Q225,00	Q2 025,00	
Fusibles	Unidad	15	Q3,00	Q45,00	
Retenedores	Unidad	15	Q35,00	Q525,00	
Rodamientos	Unidad	32	Q125,00	Q4 000,00	
Interruptor de encendido térmico	Unidad	3	Q125,00	Q375,00	
Empaques	Unidad	24	Q15,00	Q360,00	
Filtro de fibrina	Unidad	5	Q250,00	Q1 250,00	
Proteccion térmica	Unidad	5	Q750,00	Q3 750,00	
Filtro de vapor	Unidad	5	Q155,00	Q775,00	
Filtro de condensado	Unidad	5	Q150,00	Q750,00	
Trampas de vapor	Unidad	5	Q450,00	Q2 250,00	
Cheques	Unidad	12	Q95,00	Q1 140,00	
Abrazaderas	Unidad	48	Q18,00	Q864,00	
Válvula bola de bronce	Unidad	3	Q275,00	Q825,00	
Válvula reguladora de presión	Unidad	1	Q350,00	Q350,00	
Válvula de compuerta	Unidad	1	Q350,00	Q350,00	
Niple HG	Unidad	4	Q110,00	Q440,00	
Manómetro para presión de vapor	Unidad	2	Q550,00	Q1 100,00	
Contactador de lavado	Unidad	6	Q525,00	Q3 150,00	
Contactador de extracción	Unidad	6	Q425,00	Q2 550,00	
Contactador para secadora	Unidad	4	Q575,00	Q2 300,00	
Relé	Unidad	2	Q275,00	Q550,00	
Electroválvula	Unidad	6	Q850,00	Q5 100,00	
<b>Repuestos</b>					<b>Q34 824,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Costo desglosado de herramienta

<b>Hospital Nacional de Chimaltenango</b> Departamento de Mantenimiento <u>Costo del programa de mantenimiento preventivo</u> Servicio: Lavandería					
					
Descripción	Medida	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Total
Destornilladores philips	Unidad	5	15,00	Q75,00	
Destornilladores plano	Unidad	5	13,00	Q65,00	
Juego de llaves cola-corona	Unidad	2	225,00	Q450,00	
Pinzas de cortar alambre	Unidad	2	45,00	Q90,00	
Pinzas de prensar	Unidad	3	55,00	Q165,00	
Juego de llaves de copa	Unidad	2	350,00	Q700,00	
Aceitera manual	Unidad	2	75,00	Q150,00	
Engrasadora	Unidad	2	125,00	Q250,00	
Martillo de bola	Unidad	3	80,00	Q240,00	
Juego de llaves para tubo	Unidad	2	1 250,00	Q2 500,00	
Voltímetro	Unidad	1	150,00	Q150,00	
Amperímetro	Unidad	1	150,00	Q150,00	
Llave de cangrejo de 12"	Unidad	3	110,00	Q330,00	
Cepillo de alambre	Unidad	3	55,00	Q165,00	
Espátula	Unidad	2	35,00	Q70,00	
Juego de llaves Stillson	Unidad	2	650,00	Q1 300,00	
Llave Stillson No. 18	Unidad	2	600,00	Q1 200,00	
Compresor	Unidad	1	1 350,00	Q1 350,00	
<b>Herramientas</b>					<b>Q9 400,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Con base en los costos anteriormente presentados se concluye que el costo final de la implementación de este programa de mantenimiento preventivo para el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango asciende a la cantidad de Q.47 579,00. Cabe mencionar que en los costos anteriores no se incluyó el de la mano de obra, la cual será proporcionada por el personal que sea asignado por el Departamento de Mantenimiento.

## CONCLUSIONES

1. Se realizó el diagnóstico de las fallas más frecuentes en los equipos de lavadoras y secadoras del servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, encontrando fallas en los sistemas de control mecánico, eléctrico y electrónico por falta de un programa de mantenimiento preventivo a lavadoras y secadoras, ya que se determinó que los equipos del servicio de lavandería reciben únicamente mantenimiento correctivo al momento de darse un paro por alguna falla.
2. Se diseñó un programa de mantenimiento preventivo para las lavadoras y secadoras del servicio de lavandería, el cual define las rutinas programadas para los equipos en un periodo trimestral, describiendo todos los pasos a realizar en cada una de las actividades programadas, las cuales se basan en el manual del fabricante de los equipos y en las indicaciones técnicas del ingeniero de mantenimiento del Hospital Nacional de Chimaltenango.
3. Se establecieron los requerimientos mínimos para tener un programa de mantenimiento eficaz, realizando un análisis de los equipos del servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, en el cual se determinó la confiabilidad de lavadoras y secadoras, ya que estos son equipos que tienen varios años operando y pueden seguir funcionando con base en las rutinas de mantenimiento preventivo planificadas; además se determinó que las partes más importantes que componen los equipos son los sistemas de control mecánico, eléctrico y electrónico.

4. Se realizó el diseño de un formato de orden de trabajo para el servicio de mantenimiento para tener un control más concreto de las actividades que se efectuarán a los equipos de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, en el cual se detallan datos específicos de cada uno de los equipos del área de lavandería, fechas en las cuales se efectúa el mantenimiento, así como los datos del personal responsable, el informe y observaciones más importantes que es conveniente notificar al ingeniero encargado del departamento de mantenimiento del hospital.
  
5. Se estableció el costo de implementación del programa de mantenimiento preventivo para el servicio de lavandería del Hospital Nacional de Chimaltenango, tomando en consideración los insumos, repuestos críticos y herramientas con las que debe disponer el personal de mantenimiento encargado de efectuar las rutinas de mantenimiento programadas al momento de desarrollar dicha operación. Estos se determinaron con base en el manual del fabricante y las consideraciones por parte del ingeniero del Departamento de Mantenimiento.

## RECOMENDACIONES

1. No sobrecargar los equipos del servicio de lavandería; el peso debe ser siempre medido y no sobrepasar la capacidad de estos equipos. Esto debe ser indicado al personal del área de lavandería encargado del procedimiento de lavado y de secado de la ropa; el personal de mantenimiento encargado debe supervisar que se lleve a cabo el respectivo pesaje de la ropa.
2. Llevar a cabo la rutina de mantenimiento en el tiempo estipulado por el programa de mantenimiento, así como de las acciones a realizar en cada uno de los equipos para aumentar la vida útil de los mismos. La supervisión de las rutinas de mantenimiento ejecutadas las debe realizar el ingeniero del Departamento de Mantenimiento.
3. Tener especial cuidado del mantenimiento de los sistemas de control electrónico de los equipos de lavandería, los cuales son componentes críticos de estos equipos, el mantenimiento a estos componentes lo debe realizar personal especializado.
4. Se debe exigir el uso de la orden de trabajo por parte del personal de mantenimiento encargado, para tener constancia de los trabajos de mantenimiento realizados y que se reporten al ingeniero las observaciones e indicaciones correspondientes del mantenimiento a los equipos y que se puedan tomar las acciones correctivas pertinentes.

5. Velar por el uso correcto de los insumos, repuestos críticos y cuidado de las herramientas por parte del personal de mantenimiento del hospital, para que los mismos estén disponibles en cada rutina de mantenimiento trimestral programada.

## BIBLIOGRAFÍA

1. DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. *La productividad en el mantenimiento industrial*. 3a ed. España: Grupo Editorial Patria, 2009. 40 p.
2. GONZÁLEZ ALMENGOR, Ana Lucrecia. *Reducción del volumen de desechos generados en el proceso de lavandería del Hospital General San Juan de Dios por medio de la aplicación de Producción más Limpia*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 135 p.
3. MATAIX, Claudio. *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. 2a. ed. España: Editorial del Castillo, 1986. 125 p.
4. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Manual de organización de funciones y atribuciones del servicio de lavandería*. Guatemala: 2011. 9 p.
5. PÉREZ JUÁREZ, Hugo Leonel. *Propuesta de programa de seguridad e higiene industrial en el área de lavandería del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 89 p.