

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN – Managua
Facultad Regional Multidisciplinaria
Recinto Leonel Rugama - FAREM- Estelí



Seminario de Graduación

Trabajo de investigación para optar al título de
Ingeniería Industrial y de Sistemas

“Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el generador de vapor del hospital escuela San Juan de Dios de la ciudad de Estelí”

Autores:

- Josward Leonel Acevedo Juárez.
- Carlos Fernando Rodríguez Sevilla.
- Lester Moisés Flores Tinoco.

Tutor: M.Sc. Wilfredo Van De Velde.

Noviembre 2016

AGRADECIMIENTO

A Dios, que ha dirigido con sabiduría nuestros estudios, ha permitió que llegáramos a la culminación de nuestro trabajo, ayudándonos en cada dificultad y sobretodo aprender de cada error.

A nuestros padres que con su apoyo a lo largo de todos estos años de nuestra formación han hecho que esta etapa de nuestra vida sea de abundantes frutos para nuestro crecimiento como personas y profesionales.

Le agradecemos la confianza, ayuda y dedicación de tiempo a nuestro profesor tutor M.Sc. Wilfredo Van de Velde por haber compartido con nosotros sus conocimientos.

DEDICATORIA

De manera especial y sinceridad dedicamos este trabajo, a Dios por guiar cada paso de nuestras vidas, por escuchar nuestras peticiones, y darnos la fortaleza para seguir adelante, a nuestros padres por darnos todo su apoyo y recursos necesarios para lograr esta meta.

Resumen

El presente trabajo se realizó en el área de generador de vapor del Hospital San Juan de Dios, de la ciudad de Estelí Nicaragua. Presentamos la elaboración de una propuesta de plan de mantenimiento preventivo dirigido al generador de vapor Vulcano- SADECA Modelo DDH-20.

Con este plan de Mantenimiento, pretendemos facilitar al Hospital San Juan de Dios, una herramienta útil para el desarrollo de la conservación y correcto funcionamiento del generador, permitiendo de esta manera mantener la fiabilidad, productividad y la calidad del servicio que ofrece la máquina y la institución en general.

Durante el desarrollo del plan de mantenimiento, ofrecemos una serie de formatos que pueden ser vitales para dar seguimiento sistemático y organizado al mantenimiento realizado al generador dentro de los cuales podemos mencionar: hojas de planeación, ordenes de trabajo, anagrama de reportes de falló, software para el mantenimiento del generador.

Además, algunos de estos formatos no solo permitirán llevar registro cronológico del mantenimiento, sino que nos van a mostrar las fallas que puede presentar el equipo y las soluciones que nos ayudaran a resolver los problemas que se presenten. De esta manera se refleja la importancia de la planificación en el sistema de aplicación del mantenimiento, que en este caso sería Preventivo Periódico.

Este plan de mantenimiento tiene como finalidad brindar información y metodología para la operación de mantenimiento e inspección del generador. Por ello mostramos la aplicación de los métodos de planificación de herramientas (GANNT); el uso de diagramas para la determinación de fallas y los efectos que estos provocan (Diagrama Ishikawa).

Toda esta metodología utilizada está enfocada en el mantenimiento preventivo periódico de la máquina, tratando de alcanzar un sistema que nos permita un acercamiento al mantenimiento productivo total y de esta manera cumplir no solo con los objetivos del plan de mantenimiento preventivo, sino también, lograr los objetivos del hospital en el ofrecimiento de un servicio de calidad y satisfacción de los usuarios.

Contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Preguntas problemas	3
1.1.1 Pregunta principal de investigación.....	3
1.1.2 Preguntas directrices.....	3
1.2 Justificación	4
II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1 Objetivo General.....	5
2.2 Objetivos Específicos	5
III. HIPÓTESIS	6
3.1 Hipótesis de investigación	6
3.2 Operacionalización de variables	7
IV. REFERENTE TEÓRICO	8
4.1 Mantenimiento	8
4.2 Conservación y preservación	9
4.3 Preservación.....	10
4.4 Tipos de Mantenimiento	11
4.4.1 Mantenimiento Correctivo	11
4.4.2 Correctivo Contingente.....	11
4.4.3 Correctivo Programable	11
4.4.4 Mantenimiento preventivo	11
4.4.5 Mantenimiento Predictivo	12
4.4.6 Mantenimiento Periódico.....	12
4.4.7 Mantenimiento analítico	12
4.4.8 Mantenimiento Progresivo.....	12
4.4.9 Mantenimiento Técnico	13
4.4.10 Costos de mantenimiento.....	13

4.4.11	Costos Directos	13
4.4.12	Costos Indirectos.....	13
4.5	Definición de generador de vapor	14
4.6	Clasificación de los generadores	14
4.6.1	Generador Lancashire.....	14
4.6.2	Generador Economic	15
4.6.3	Generadores Verticales.....	15
4.7	Definición de combustión	15
4.8	Características del agua utilizada en el agua.....	16
4.9	Parámetros Tratamientos de Agua	18
4.10	Tipo de Combustible que utiliza el generador	19
4.11	Descripción general del plan de gestión y fundamento de los tipos de mantenimiento	22
4.12	Funcionamiento del generador.....	22
4.13	Componentes Principales del generador	26
4.13.1	Quemador	26
4.13.2	Ventilador	27
4.13.3	Tanque de condensado.....	27
4.14	Dispositivos de seguridad del generador	28
4.14.1	Indicadores de nivel	28
4.14.2	Manómetros	29
4.14.3	Alarma	29
4.14.4	Control de llama	29
4.14.5	Disposición de tomas de vapor y de purga	30
4.14.6	Sistema de alimentación de agua	30
4.14.7	Componentes del sistema de distribución de vapor.	30
4.14.8	Línea de Distribución de vapor.....	31
4.14.9	Aislante térmico.....	31
4.14.10	Soportes	32

4.15	Tipos de Válvulas utilizados en el generador.....	32
4.15.1	Válvula de seguridad:.....	32
4.15.2	Válvulas de cierre.....	32
4.15.3	Válvulas de compuerta.....	33
4.15.4	Válvulas de globo.....	33
4.15.5	Válvulas de retención.....	33
4.16	Trampas de vapor.....	34
V.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	35
5.1.	Localización de la investigación.....	35
5.2.	Tipo de estudio.....	36
5.3.	Universo, población y muestra.....	36
5.4.	Etapas de la investigación.....	37
5.5.	Técnicas de recolección de la información.....	38
V.	RESULTADOS.....	40
6.1.	Observaciones generales.....	40
6.2.	Indicadores de mantenimiento.....	46
VI.	CONCLUSIONES.....	48
VII.	RECOMENDACIONES.....	49
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	50
X.	ANEXOS.....	51

Índice de tablas

<u>Tabla N°1:Operacionalización de variables</u>	7
<u>Tabla N°2:Requerimiento de Agua</u>	17
<u>Tabla N°3:Propiedades físicas y químicas del búnker</u>	21

Índice de imágenes

<u>Imagen N°1:Pilares del TPM</u>	8
<u>Imagen N°2:Quemador del generador</u>	26
<u>Imagen N°3:Ventilador</u>	27
<u>Imagen N°4:Tanque de condensado</u>	27
<u>Imagen N°5:Manometro</u>	29
<u>Imagen N°6:Localización de la investigación</u>	35
<u>Imagen N°7:Ubicación hospital San Juan de Dios</u>	35

I. Introducción

El Hospital “San Juan de Dios” es una institución pública social orientada a brindar servicio de salud a la población en general, en el cual se brinda un servicio de calidad preocupándose por la salud del ser humano; con un personal altamente capacitado en las diferentes áreas clínicas con las que cuenta el Hospital.

En el área de generación de vapor, que es donde se encuentra el generador de vapor tipo Vulcano SADECA, modelo DDH-20, el personal de mantenimiento está destinado para realizar el mantenimiento preventivo a esta unidad. Con nuestra investigación pretendemos proponer un mejoramiento al rendimiento y servicio del generador con el propósito fundamental de prolongarle la vida útil.

Como fin primordial abordaremos las temáticas del mantenimiento, de esta manera se podrán identificar los posibles problemas que pueden transcurrir a lo largo del tiempo y poder proponer medidas preventivas de mantenimiento para que a el generador nos brinde un trabajo de alta calidad.

La intervención humana presente en el mantenimiento es una de las claves para el buen funcionamiento o servicio de una máquina; ya que, si no hay un personal que manipule el equipo adecuadamente, no podríamos identificar las fallas o problemas que se nos presenten al momento de llevar acabo la función de esta, es por eso que es de gran importancia que el hombre de un plan de mantenimiento preventivo a fin de conservar el estado físico del equipo y con esto aumentar su vida útil.

El mantenimiento preventivo del generador de vapor marca Vulcano, SADECA, modelo DDH-20 se enfoca principalmente en la conservación de la máquina, debido a que si la máquina presenta alguna falla o problema podríamos tener paros y mayores gastos al aplicar un mantenimiento correctivo, por lo tanto, es necesario se ponga en marcha un plan de mantenimiento preventivo.

Al implementar un plan de mantenimiento preventivo, se asegura que el equipo sea confiable, funcione como fue diseñado, se aumenta su vida útil y cumpla con las necesidades requeridas, por lo tanto, es de gran importancia que el Hospital San Juan de Dios Estelí proteja la inversión de estos equipos altamente necesarios para brindar un servicio de calidad.

Entre los beneficios alcanzados al desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, por algún periodo de tiempo se cuentan: Mantener la fiabilidad y de esta manera la prevención de las fallas en los equipos o instalaciones, con lo que se evita paros y gastos imprevistos; Reducción del reemplazo de equipos durante su vida útil; reducción de la cantidad de repuestos de reserva; El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil; utilización planificada del recurso humano.

El generador de vapor representa una de las máquinas más importantes que ofrecen un servicio de calidad, ya que de la producción de vapor que se genere, dependen varios equipos y áreas que son vitales para el óptimo funcionamiento del hospital.

Por tal razón consideramos que es importante desarrollar el siguiente plan de mantenimiento para el generador de vapor y cada uno de sus componentes principales, el cual debe ser en todo momento consistente con los recursos, las necesidades y con la misión y visión del hospital, haciendo uso de todas las herramientas de la ingeniería hospitalaria, con el objetivo de organizar, sistematizar y asegurar la funcionalidad completa y eficiente de dicho generador.

1.1 Preguntas problemas

1.1.1 Pregunta principal de investigación

1. ¿Cómo elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el generador de vapor marca Vulcano-SADECA, modelo DDH-20, del hospital San Juan de Dios de la ciudad de Estelí?

1.1.2 Preguntas directrices

1. ¿Cuál es el beneficio económico que tendría la implementación del plan de mantenimiento preventivo del Hospital San Juan de Dios de Estelí?
2. ¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para el generador de vapor Vulcano- SADECA en la calidad de atención del hospital San Juan de Dios?
3. ¿Cómo dar a conocer el plan de mantenimiento preventivo del generador de vapor Vulcano-SADECA, modelo DDH-20 del hospital San Juan de Dios?
4. ¿Cómo se ven afectado los pacientes por las fallas presentadas por el generador de vapor Vulcano – SADECA, modelo DDH-20?

1.2Justificación

El Plan de mantenimiento preventivo es muy esencial porque nos ayuda a cuantificar la producción, horas máquinas de funcionamiento y calidad del servicio es necesario implementar el mantenimiento preventivo para evitar posibles fallas en la máquina o equipo debido a que el objetivo del mantenimiento es conservar todos los bienes que corresponden a los activos del Hospital en las mejores condiciones de funcionamientos, con un excelente nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo en el mantenimiento.

El plan de mantenimiento preventivo tiene como fin lograr enfocarnos en la prevención de fallas de una máquina o equipo, en este caso la del generador de vapor del Hospital San Juan de Dios de Estelí. Con la realización de este trabajo pretendemos brindarle a dicha institución un plan de mantenimiento preventivo y una manera más eficaz de prevenir los problemas que se presenten o a las posibles fallas que se puedan dar debido a un mal manejo o un desperfecto de fábrica.

Esta investigación también es importante, ya que la correcta ejecución de un plan de mantenimiento preventivo programado entre la fecha establecida (inicio y final) disminuye la probabilidad de falla y rotura de los equipos, además, garantiza su confiabilidad, disponibilidad y evitará la paralización en el proceso de un servicio.

II. Objetivos de la investigación

2.1 Objetivo General

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el generador de vapor, Vulcano – SADECA, modelo DDH-20, del hospital San Juan de Dios de la ciudad de Estelí, Nicaragua a partir del segundo semestre del año 2016.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el beneficio económico que tendría la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el generador de vapor marca Vulcano- SADECA, modelo DDH-20.

- ✓ Analizar como la generación de vapor influye en la atención en el hospital San Juan de Dios.

- ✓ Proponer a las autoridades del hospital San Juan de Dios un plan de mantenimiento preventivo del generador de vapor marca Vulcano- SADECA, modelo DDH-20.

- ✓ Identificar como se ven afectado los pacientes por las fallas presentadas por el generador de vapor Vulcano- SADECA, modelo DDH-20.

III. Hipótesis

3.1 Hipótesis de investigación

Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo del generador de vapor marca Vulcano-SADECA, modelo DDH-20, del hospital San Juan de Dios de la ciudad de Estelí - Nicaragua, se mejorará la calidad del servicio y se logrará un beneficio económico.

3.2 Operacionalización de variables

Enfoque	VARIABLES	Tipo de variable	Indicadores.	Fuente	Instrumento
Cuantitativo	Plan de Mantenimiento Preventivo	Mixta	<ul style="list-style-type: none"> • Horas-Hombre • Volumen de producción • Costos fijos de mano de obra • Costos fijos de materiales 	Jefe de mantenimiento	Entrevista
Cuantitativo	Calidad del Servicio	Dependiente	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción • Menos fallas • Menos paros 	Pacientes Personal técnico	Entrevistas Encuesta
Cualitativo	Beneficio económico	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de mano de obra • Costos de mantenimiento 	Jefe de mantenimiento	Entrevista

IV. Referente teórico

Para un mejor conocimiento de las temáticas que se abordaran, se explicaran conceptos referentes al de generador de vapor, mantenimiento y sus tipos, además los aspectos de salud relacionados con nuestro trabajo.

4.1 Mantenimiento

Es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas, etc. Para que estos continúen o regresen a proporcionar el equipo con calidad esperada, son trabajos de mantenimiento pues están ejecutados para este fin. **(Madrigal R. & Rosales, 1998).**

Se entiende por mantenimiento tanto a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicio. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restables un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.



Imagen N° 1: Pilares del TPM. **Fuente:**(Plan de mantenimiento preventivo Centrales de aire Hospital San Juan de Dios. 2014).

4.2 Conservación y preservación

Desde el principio de la humanidad hasta fines del siglo xvll, las funciones de conservación (preservación de mantenimiento) que se proporciona a los recursos de la empresa, hasta ese momento era solamente una conservación correctiva, debido a que las maquinas solo se representaban en caso de paros o falla importante, es decir, solamente se proporcionaban acciones correctivas teniendo en mente el arreglo de la máquina y no se pensaba en el servicio que esta suministraba.

Conforme la industria fue evolucionando, debido a la exigencia del público de mayores volúmenes, diversidad y calidad del producto, las máquinas fueren más numerosas y complejas, por lo que su importancia aumento al respecto de la mano de obra.

Con la primera guerra mundial, en 1914 las máquinas trabajaron a toda su capacidad y sin interrupciones, no solamente las ocupadas en la industria común de los países beligerantes, sino también en los que hacían armas, vehículos y artefactos bélicos, pues su funcionamiento era cuestión de vida y o muerte, por este motivo la máquina tuvo cada vez mayor importancia y aumentaron en cuanto a números y cuidados.

En esta forma nació el concepto de mantenimiento preventivo, el cual en la década de los 20's se aceptó prácticamente como una labor que, aunque onerosa, resultaba necesaria. Este procedimiento seguía guardando un enfoque máquina y las reparaciones que se la hacían eran con el criterio de que, si la máquina funcionaba bien, esta daría productos o servicios adecuados.

La importancia de la máquina quedaba en segundo término, pues solamente era un medio para obtener un producto o servicio y que, en última instancia, la obtención del mencionado servicio, era la razón de ser de todo centro fabril o empresa en general. Por esto sucedió que los proveedores de todo tipo de máquinas hicieron estudios más serios y profundos sobre fiabilidad y Mantenibilidad con el objeto de que los usuarios de las máquinas tuvieran problemas en la preservación de éstas y que las labores de mantenimiento se minimizaran y fuesen productivas.

Esto dio lugar al nacimiento de grandes centros fabriles, automatizados (industrias automovilísticas de comunicaciones, de guerra, petrolera, etc.) y se desarrolló lo que podemos llamar una ingeniería de conservación (preservación y mantenimiento), en la fecha 1950 puede tomarse como el parte aguas del pensamiento humano, en donde se relega a la máquina a ser un medio para conseguir un fin el cual es el servicio que esta proporciona. **(Madrigal R. & Rosales, 1998).**

La conservación es toda acción humana que, mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de recursos existentes en el hábitat humano y propicio con ello, el desarrollo integral del hombre y de la sociedad. La preservación es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes. **(Madrigal R. & Rosales, 1998).**

4.3 Preservación

Es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes. Existen dos tipos de preservación: la correctiva y la preventiva, la diferencia estriba en si el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso.

4.4 Tipos de Mantenimiento

El mantenimiento se divide en dos ramas: mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

4.4.1 Mantenimiento Correctivo

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad deservicio esperada. Este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas.

4.4.2 Correctivo Contingente

Se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y tenemos que actuar en forma emergente, y en el mejor de los casos, bajo un plan contingente.

4.4.3 Correctivo Programable

Este se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial y este, aunque necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económico.

4.4.4 Mantenimiento preventivo

Se puede definir como la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos.

4.4.5 Mantenimiento Predictivo

Es un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo.

4.4.6 Mantenimiento Periódico

No es más que un procedimiento de mantenimiento preventivo que como su nombre lo indica es rutinario, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

4.4.7 Mantenimiento analítico

Se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captosres y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa.

4.4.8 Mantenimiento Progresivo

Este tipo de mantenimiento consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de este. Es necesario contar con una rutina a seguir.

4.4.9 Mantenimiento Técnico

Es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y para el progresivo, es decir, mientras en el mantenimiento periódico tenemos necesidad de contar con que el recurso tenga un tiempo ocioso suficiente para repararlo, o en su defecto, tener un recurso de reserva. (Madrigal. &Rosales,1998).

4.4.10 Costos de mantenimiento

Los costos en el mantenimiento son los precios pagados por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico. (Grijalbo Mondadori, 1997). Los costos en general se pueden agrupar en dos categorías: costos directos y costos indirectos.

4.4.11 Costos Directos

Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones y por patentes en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo. Los costos directos en este caso serán los correspondientes a: Materiales para el mantenimiento, mano de obra y equipo y herramienta.

4.4.12 Costos Indirectos

Corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los cargos directos que realiza la empresa, tanto en su oficina central como en la obra, y que comprenden entre otros, los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamiento, imprevistos, transporte de maquinaria. (Bravo Silva, 1989).

4.5 Definición de generador de vapor

Se entiende por generador de vapor a un recipiente cerrado que genera vapor de agua a presiones superiores a la atmosfera absorbiendo parte del calor que desarrolla con la combustión en el hogar y transmitiéndolo a través de sus paredes metálicas al agua.

Los generadores se construyen en una amplia variedad de tamaño disposiciones capacidades, presiones y para aplicaciones muy variadas sin embargo la tendencia es la de normalizar lo que se refiere a tamaño disposiciones capacidades, presiones y temperaturas.

4.6 Clasificación de los generadores

A continuación, se hace un estudio descriptivo de los tipos más conocidos de los generadores humutubulares:

4.6.1 Generador Lancashire

Este generador fue muy difundido en gran Bretaña, requiere una estructura exterior de ladrillos dispuesta de tal forma para canalizar los gases de la combustión. A este respecto ofrece dos desventajas: el peso y el tamaño de la mampostería necesaria es apreciable.

La presión de trabajo no excede los 17kg/cm² y se construyen dentro en las dimensiones comprendidas entre los siguientes: diámetro 2m, longitud 6m, diámetro 3m, longitud 9m, y con capacidad de evaporación de 1.300 a 5.000kg/h respectivamente. El rendimiento máximo de un generador Lancashire es de 60-65%, estos generadores ofrecen la ventaja de simplicidad, son seguros, de fácil limpieza e inspección, mantención reducida.

4.6.2 Generador Economic

Es quizás el generador más usado en el hemisferio occidental para presiones de hasta 12kg/cm² y tamaños de hasta 250 H.P. de generador. En la práctica el diámetro máximo de este generador es de 2.500mm, mientras el diámetro de sus tubos varía entre 100 y 50mm (2" y 4"), utilizando juntas soldadas en vez de roblonadas, se las puede hacer funcionar hasta con 17kg/cm².

Se les utiliza en grandes edificios para calefacción y para producción en pequeñas fábricas. Su capacidad está comprendida entre 450 y 7000 kg de vapor por hora, son presiones de hasta 17kg/cm² y alrededor de 85°C de sobrecalentamiento. Estas unidades están capacitadas para quemar una variedad bastante amplia de combustible: Carbón, Gas, Petróleo, Diésel, Bunker.

4.6.3 Generadores Verticales

Estos generadores se utilizan en general para alimentar máquinas de pequeñas potencias y donde el espacio e planta es reducido como por ejemplo en los guinches de vapor. Se construyen con presiones de 15kg/cm².

4.7 Definición de combustión

Es el conjunto de procesos Físico-Químicos en los que un elemento combustible se combina con otro elemento comburente (generalmente oxígeno en forma O₂ gaseoso), desprendiendo luz, calor y productos químicos resultantes de la reacción (oxidación), como consecuencia de la reacción de combustión se tiene la formación de una llama dicha llama es una masa gaseosa incandescente que emite luz y calor.

4.8 Características del agua utilizada en el agua

El agua absorbe más calor a una determinada temperatura que cualquier otra sustancia inorgánica. Se expande 1600 veces a medida que se evapora para formar vapor a presión atmosférica. El vapor es capaz de almacenar gran cantidad de calor. Estas propiedades únicas en el agua la convierten en la materia prima ideal para procesos de generación de energía.

Todo tipo de agua procedente de una fuente natural presenta cierta cantidad de materia disuelta o suspendida, así como gases disueltos. Se debe tomar un especial cuidado en el agua que se va a emplear para la generación de vapor ya que las impurezas presentes en ella pueden provocar graves problemas en el generador.

La composición del agua que se alimenta al generador debe ser tal que las impurezas presentes en la misma no superen los límites permitidos por el fabricante. Si el agua no cumple este requisito será necesario tratarla para eliminar todas las impurezas antes de utilizarla.

Actualmente se están utilizando tratamientos químicos dentro del generador para evitar estos problemas los cuales están resultando una solución efectiva a la par que económicos.

La pureza del agua de alimentación depende tanto de la cantidad de impurezas como de la naturaleza de las mismas: la presencia de dureza, hierro y sílice son más importantes por ejemplo que la presencia de sales de sodio.

La pureza requerida depende tanto de la cantidad de agua de alimentación se vaya a utilizar como del diseño particular del generador (presión de trabajo, grado de transferencia de calor, etc. que puede soportar). Por lo que los requisitos del agua de alimentación pueden variar mucho.

Un generador de baja presión con el agua por fuera de los tubos puede soportar valores de dureza más elevados que una de alta presión, siempre que se utilice un tratamiento adecuado.

Las impurezas encontradas con mayor frecuencia en las fuentes de agua, figuran las siguientes los sólidos en suspensión, líquidos no mezclables con agua (ejemplo aceite), colorantes, bacterias y otros microorganismos, sustancias semi-coloidales, gases disueltos, sales minerales disueltas (cationes, aniones y sílice).

Los niveles de álcali, sales, sílice y fosfatos pueden ser más amplios, aunque siempre dependiendo de la presión de trabajo. En la actualidad, los valores máximos los establece el fabricante de acuerdo con las características del generador.

Las tablas que hay a continuación son un extracto de los valores recomendados por APAVE (Asociación de propietarios de unidades eléctricas y de vapor) para generadores de hasta 100 bar y grado medio de generación de vapor y para volúmenes de agua dentro de la cámara de tal forma que sea posible controlar las posibles caídas de nivel de la misma, y por ABMA (Asociación de Fabricantes de Generadores americanos) para los estándares de calidad de pureza del vapor.

Parámetro	Valor requerido
Dureza total	< 2ppm
Contenido de oxígeno	<8ppb
Dióxido de carbono	<25 mg/l
Contenido total de hierro	<0.05 mg/l
Contenido total de cobre	<0.01 mg/l
Alcalinidad total	< 25 ppm
Contenido de aceite	< 1 mg/l
PH a 25 grados Celsius	8.5-9.5
Condición general	Incoloro, claro y libre de agente Indisolubles.

Tabla N°2: Requerimiento de agua alimentación generador de vapor según BS 2486.

4.9 Parámetros Tratamientos de Agua

Los principales parámetros involucrados en el tratamiento del agua de una caldera, son los siguientes:

- **pH.** El pH representa las características ácidas o alcalinas del agua, por lo que su control es esencial para prevenir problemas de corrosión (bajo pH) y depósitos (alto pH).
- **Dureza.** La dureza del agua cuantifica principalmente la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua, los que favorecen la formación de depósitos e incrustaciones difíciles de remover sobre las superficies de transferencia de calor de un generador.
- **Oxígeno.** El oxígeno presente en el agua favorece la corrosión de los componentes metálicos de un generador. La presión y temperatura aumentan la velocidad con que se produce la corrosión.
- **Hierro y cobre.** El hierro y el cobre forman depósitos que deterioran la transferencia de calor. Se pueden utilizar filtros para remover estas sustancias.
- **Dióxido de carbono.** El dióxido de carbono, al igual que el oxígeno, favorece la corrosión. Este tipo de corrosión se manifiesta en forma de ranuras y no de tubérculos como los resultantes de la corrosión por oxígeno.

- **La corrosión.** En las líneas de retorno de condensado generalmente es causada por el dióxido de carbono. El CO₂ se disuelve en agua (condensado), produciendo ácido carbónico. La corrosión causada por el ácido carbónico ocurrirá bajo el nivel del agua y puede ser identificada por las ranuras o canales que se forman en el metal.
- **Aceite.** El aceite favorece la formación de espuma y como consecuencia el arrastre al vapor.
- **Alcalinidad.** Representa la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y silicatos o fosfatos en el agua. La alcalinidad del agua de alimentación es importante, ya que, representa una fuente potencial de depósitos.

4.10 Tipo de Combustible que utiliza el generador

El fueloil se clasifica en seis clases, enumeradas del 1 al 6, de acuerdo a su punto de ebullición, su composición y su uso. El punto de ebullición, que varía de los 175 a los 600 °C; la longitud de la cadena de carbono, de 9 a 70 átomos; y la viscosidad aumentan con el número de carbonos de la molécula, por ello los más pesados deben calentarse para que fluyan. El precio generalmente decrece a medida que el número aumenta.

- **Número 1** Es similar al queroseno y es la fracción que hierve justo luego de la gasolina.
- **Número 2** Es el diésel que usan vehículos ligeros hasta camiones de gran tonelaje.
- **Número 3** Es un combustible destilado que es usado raramente.

- **Número 4** Es usualmente una mezcla de fueloil destilado y de residuos, tales como No. 2 y 6; sin embargo, algunas veces es tan solo un fuerte destilado. No. 4 puede ser clasificado como diésel, destilado o fueloil residual.

- **Los Número 5 y Número 6** Son conocidos como fueloil residual (RFO por sus siglas en inglés) o fueloil pesados. En general se produce más Número 6 que Número 5. Los términos fueloil pesado y fueloil residual son usados como los nombres para Número 6. Número 5 y 6 son los remanentes del crudo luego que la gasolina y los fueloiles destilados son extraídos a través de la destilación. El fueloil Número 5 es una mezcla de 75-80% de números 6 y 25-20% de número 6 puede contener una pequeña cantidad de N°2 para cumplir con ciertas especificaciones.

Nota: Es preciso aclarar que el Generador Vulcano SADECA, Modelo DDH-20 utiliza como combustible el bunker N° 6.

A continuación, se detallan las especificaciones para el bunker N°6.

Propiedades Físicas y Químicas del Bunker C para el periodo del 2010 y su especificación.

Propiedad	Promedio	Mínimo	Máximo	Límite de Especificación	Método
Densidad a 15 °C	936,6	913,6	988,9	Reportar	ASTMD-1298
Fracción de volumen agua y rendimiento	0,13%	0,03%	1,00%	Máximo 2,00%	ASTM-1796
Temperatura de Inflamación	110,9°C	82,0 °C	132,0 °C	Mínimo 60,00 °C	ASTM D-93
Fracción de masa de Azufre	1,10%	0,76%	2,03%	MAXIMO 3,00 %	ASTM D-4294
Viscosidad a 50°C	80,84 SSF***	33,00 SSF***	183,00S SF ***	Máximo 300 SSF	ASTM D-88
Fracción de masa residuo carbón conradson	7,68%	3,44%	12,75%	Máximo 20,00%	ASTM D-4530
Fracción de masa de Ceniza	0,2%	0,00%	0,07%	Máximo 0,20%	ASTM D-482
Punto de fluidez	19,46 °C	0,00 °C	30,00 °C	Máximo 30,0 °C	ASTM D-97

Tabla. N° 3 Fuente: Departamento de control de calidad de RECOPE.

4.11 Descripción general del plan de gestión y fundamento de los tipos de mantenimiento

Nuestro plan de mantenimiento se fundamenta en actividades preventivas, las cuales deben realizarse de manera periódica para llevar un control más riguroso del generador de vapor y sus componentes; con el objetivo de reducir mantenimientos correctivos, así como los costos, brindar seguridad al personal y mantener la fiabilidad del equipo. Para ello es necesario que el personal a cargo realice de manera correcta y ordenada las diferentes rutinas y protocolos propuestos y que haya participación de todo el departamento de mantenimiento.

El desarrollo de las actividades Preventivas, no necesitan mucha inversión, más que todo son para comprobar que todo marche bien, en caso de que se presentasen fallas, con el empleo de este plan de mantenimiento se podría conocer las causas de las mismas y las posibles soluciones.

Para comprender mejor el contenido de este plan de mantenimiento, explicaremos de manera general el funcionamiento de generador de vapor y cada uno de sus componentes principales.

4.12 Funcionamiento del generador

Para el funcionamiento del Generador de Vapor del Hospital San Juan de Dios, se necesita del combustible Bunker N°6, este combustible se encuentra depositado en dos tanques, el primero, de almacenamiento, el cual tiene una capacidad de 5,000 galones, este le suministra el bunker al segundo tanque por medio de un motor impulsor.

El tanque numero 2 o de servicio tiene una capacidad menor y es de 500 galones el generador diariamente gasta en promedio entre 60 y 70 galones. Y cada mes llega una cisterna con 2,000 galones de bunker para rellenar el primer tanque.

Luego que el bunker pasa al segundo tanque, en este el combustible se calienta por medio de una resistencia que se encuentra colocada dentro del tanque a una temperatura de 70 °C durante todo el día, pero esta actúa de forma intermitente esto para disminuir la viscosidad del combustible y facilitar el proceso de combustión.

Luego este tanque suministra combustible al generador por medio de dos tuberías, una que entrega combustible y otra que retorna al tanque.

Teniendo en cuenta el suministro de combustible y cada una de las rutinas de revisión diaria que se deben realizar al generador, el operador, desde el panel de mando de la caldera, acciona los interruptores de marcha, rearme y acción de la sirena (energiza el mando del equipo), al realizar este procedimiento, se acciona la bomba de combustible y durante un tiempo 25 minutos para calentar dicho combustible que se va a utilizar por medio de circulación en la línea.

Luego se cierra la llave de combustión para que el combustible por medio del motor haga retorno en las tuberías y de esta manera se caliente un poco más rápido y se facilite la combustión que posteriormente ocurrirá en la fotocélula.

Una vez calentado el bunker, se activa el interruptor de marcha del equipo, al hacer esto, de forma automática se enciende un led en el panel de control que indica la marcha activa del generador, y luego de 8 a 10 segundos se activa el funcionamiento de la misma.

Durante el accionamiento del generador, se enciende el motor del ventilador, que de manera regulada sopla el aire, y simultáneamente pasa el gas butano (que siempre permanece abierto) hasta la fotocélula.

Donde por medio del electrodo se produce una chispa, que quema el combustible que se esparce en el quemador de del generador y de esta manera se hace la combustión en la recamara del equipo, lo que calienta y evapora el agua que se encuentra en las tuberías internas. del generador, que pasan posteriormente a la red de distribución por medio de la presión en el interior del generador. Este proceso ocurre durante un lapso de 3 minutos aproximadamente, y las presiones de vapor indicadas en el manómetro deben estar entre (80 lb - 110 lb).

Durante el funcionamiento del generador la temperatura debe estar entre 180 °C – 250 °C, lo que indica el buen funcionamiento del mismo. Luego de haber accionado el generador, se abre nuevamente la llama del combustible y se cierra el regulador de humo.

Dentro de lo que hay que saber para asegurar el correcto funcionamiento de un generador, se encuentran aspectos como el nivel de agua, por ejemplo, podemos decir que las labores de este artefacto dependen casi un 100% de este parámetro el nivel de agua normal se encuentra cuando los nivostatos se llenan hasta los dos tercios del vidrio; a medida que ésta funcione, el agua se transformará rápidamente en vapor y saldrá del sistema.

Si un generador funciona a un ritmo de 1.000.000 BTU/h, entonces el agua que se convierte en vapor abandonará el aparato a razón de 2 galones por minuto (gpm); si las tuberías conectadas al son deficientes, entonces el vapor que se elimina de la al generador arrastrará consigo agua conllevando a eventuales problemas de funcionamiento.

Una buena porción del vapor condensado no retornará a la caldera, parte de él se contaminará en el proceso y es allí en donde necesitamos una especial atención; debido a esta situación estaremos en la obligación de agregar, de manera constante, agua a la alimentación para que el artefacto continúe calentando.

El funcionamiento del generador se lleva a cabo, en su mayoría, mediante los sistemas de vapor de dos tuberías; los sistemas de una tubería necesitan ayudar al condensador a que regrese al generador.

La función de la bomba en estos aparatos es brindar ese empuje que el agua necesita para entrar nuevamente al generador; no nos olvidemos que ésta deja el equipo como vapor, se condensa en las tuberías, y debido a la gravedad, fluye hacia un receptor de condensado.

Cuando el nivel del agua dentro de dicho receptor alcanza un punto determinado, un interruptor hará girar la bomba para devolverla al generador; este proceso natural no puede ser interrumpido, de lo contrario, se alteraría el funcionamiento del generador lo cual podría provocar severos daños.

Cuando el generador está trabajando en modo automático, el tanque de condensado, llena el generador por medio de una bomba que suministra agua durante un periodo aproximado de 8 minutos, aunque la máquina posee 2 bombas de agua, solamente se utiliza una. Para revisar los niveles de agua del condensador, se revisa el nivostato que se encuentra en la parte trasera del tanque, si este indica $\frac{3}{4}$ de medida, el tanque debe ser llenado.

En caso de que se detenga al generador, se llena primero el generador, y luego el condensador. El agua que llega al condensador proviene del ablandador de agua a temperatura ambiente, y también del agua condensada que retorna de la red de distribución de vapor.

El agua en el tanque condensador tiene que tener una temperatura entre 60 °C – 70 °C para que el generador no sufra daños debido a la temperatura y dureza del agua.

En el ablandador de agua se hace una disolución de agua con sal, durante un periodo de 2-3 horas, este proceso tiene para abastecer agua blanda durante 30 o 45 días aproximadamente. Esto es debido a que el ablandador tiene un filtro regulador que manda agua blanda al condensador cuando este baja su nivel. Para detener la marcha del equipo, se deben accionar los interruptores de marcha y desconexión de sirena.

En caso de que el operario se olvidara de haber dejado en marcha el equipo, dejara cerrada la llave del combustible y dejara regulada la del humo, la maquina va a enviar luego de un tiempo, aproximadamente 5 minutos una señal de alarma que se activara desde el panel de control en el led que indica la conexión de sirena. El generador trabaja según la demanda diaria, y se utiliza en promedio entre 15 a 18 veces al día.

4.13 Componentes Principales del generador

4.13.1 Quemador

Encargado de suministrar y acondicionar el combustible para mezclarlo con el aire y obtener una buena combustión. Deben producir una llama estable y uniforme de manera que se realice una cierta distribución en el hogar.



Imagen Nª 4. Quemador Fuente: Propia

4.13.2 Ventilador

Encargado de suministrar el aire para la combustión, y de sacar los gases desde el hogar hacia la chimenea del generador.



Imagen N^o: 5 Ventilador. Fuente: Propia

4.13.3 Tanque de condensado

Se encarga de la recolección del agua formada por la condensación del vapor, que retorna de las líneas y equipos, para de esta forma ser re inyectada al generador por medio de la bomba de alimentación. La finalidad de utilizar condensado es reducir el consumo de agua tratada y el consumo de energía.

Al tanque de condensado llega también una tubería de suministro de agua fría, con el fin de reponer las pérdidas de agua en el caso de que sea necesario.



Imagen N^o6: Tanque de condensado Elaboración: Propia

4.14 Dispositivos de seguridad del generador

Todo generador de vapor debe estar provisto de una válvula automática de seguridad para evitar que la presión sobrepase el nivel normal de trabajo establecido.

4.14.1 Indicadores de nivel

El generador estará provisto de por lo menos dos aparatos independientes que permitan conocer el nivel de agua de cristal.

El cristal es un tubo de vidrio resistente, con ambos extremos conectados al interior del generador, de tal manera que el nivel de agua en el tubo es representativo del nivel del agua en el generador.

La oscilación del nivel del agua alrededor de su nivel de trabajo es característica de la operación normal del nivel. Si el nivel no oscila esto indica que las conexiones están obstruidas.

De estas consideraciones se desprende la importancia de mantener el nivel y sus conexiones libres de sedimentos a incrustaciones que perturben el libre flujo del agua produciendo indicaciones erróneas del nivel del agua en el generador.

4.14.2 Manómetros

Aparatos destinados a medir la presión del generador sobre el nivel de la presión atmosférica. Los manómetros se deben instalar de manera que se encuentren aislados de calor radiante y en sitio visible.

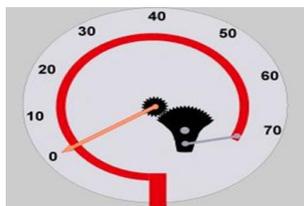


Imagen: N°7 Fuente: Elaboración propia

4.14.3 Alarma

El sistema de alarma funciona cuando el nivel del agua está demasiado bajo para llamar la atención del operador que debe rectificar la condición de funcionamiento.

4.14.4 Control de llama

Se realiza mediante un controlador de presión, el que controla el suministro de combustible y aire al quemador. El controlador de presión activa el motor eléctrico reversible que acciona la válvula de regulación de combustible y la entrada de aire.

Debe existir un control adicional de seguridad, que consiste de una célula fotoeléctrica, la cual en caso de falla corta el suministro de combustible. El lente de la fotocélula debe mantenerse limpio ya que la formación de hollín o polvo producirá una falsa información a la misma con la consiguiente inestabilidad de operación.

4.14.5 Disposición de tomas de vapor y de purga

El generador de vapor, deberá estar provisto de una válvula de cierre que permita aislarla de la tubería de salida de vapor, la cual debe estar colocada cerca del cuerpo del generador.

Es necesario eliminar periódicamente, los sólidos en suspensión en el agua del generador, para evitar que su concentración alcance niveles muy elevados para el funcionamiento correcto de la unidad. Para dicho efecto se permite la salida periódica del agua del generador, operación que recibe el nombre de purga

4.14.6 Sistema de alimentación de agua

Se encarga de reemplazar el agua que se vaporiza del generador, manteniendo de esta forma un nivel adecuado de operación. El sistema más utilizado es de bomba centrífuga o bamba vertical.

Deben existir dos sistemas independientes de agua de alimentación. El funcionamiento del sistema de alimentación está controlado por los reguladores automáticos de nivel, el utilizado es el de tipo electrodos. En el sistema de electrodos, estos funcionan como interruptores de alto y bajo nivel, accionando la bomba de alimentación cuando sea necesario.

4.14.7 Componentes del sistema de distribución de vapor

El sistema de distribución de vapor incluye todas las tuberías de distribución de vapor tanto principal como secundario; las tuberías de retorno y todos los accesorios necesarios para el suministro de vapor a todas las instalaciones del Hospital en que se requiera.

Puede decirse también que está constituido por todo el equipo y las instalaciones que sirven para transportar el vapor desde la planta de producción hasta los lugares de utilización y por el sistema de retorno que trae el vapor ya condensado nuevamente a la planta de producción.

4.14.8 Línea de Distribución de vapor

El sistema de tuberías constituye el pasaje cerrado para el suministro de vapor desde la planta de generación hasta los puntos en que va a ser usado. Las tuberías pueden estar unidas mediante juntas soldadas, juntas roscadas o bridas las líneas de distribución están sostenidas por ganchos o sujetas por anclajes.

4.14.9 Aislante térmico

El aislante térmico está constituido por el revestimiento exterior que cubre las tuberías de distribución y cuya función principal es reducir substancialmente y retardar la pérdida de calor a través de las paredes de las tuberías. De no usar aislante para recubrir la tubería la pérdida de calor ocasionaría gastos de combustible que pueden llegar a triplicar el costo del aislante en menos de un año de uso.

Todos los materiales usados como aislantes térmicos se caracterizan por una alta resistencia al paso del calor. Los materiales usuales para aislamiento son: magnesia, asbesto, amianto y lana de vidrio. Cualquiera de estos materiales puede usarse para aislar tuberías de vapor.

4.14.10 Soportes

Los tipos de soportes más comúnmente usados en sistemas de distribución de vapor son ganchos y anclajes. Los anclajes son soportes que se caracterizan por mantener la tubería rígida en una posición determinada y en un punto dado. Los anclajes están unidos a la tubería mediante abrasadores y a un punto fijo por tornillos.

4.15 Tipos de Válvulas utilizados en el generador

4.15.1 Válvula de seguridad:

Es para desahogar el vapor que pueda ser generado por el generador. No deberá existir entre la válvula de seguridad y el generador, ningún tipo de estrangulamiento.

Los mecanismos de seguridad deben ser controlados dos veces por semana mientras el generador. Está en acción. La válvula puede ser accionada manualmente para comprobar su funcionamiento.

4.15.2 Válvulas de cierre

Se usan para regular o suspender el flujo, de un fluido en una tubería. De acuerdo al tipo de diseño se clasifican en: válvulas de compuerta, de globo, de Ángulos, de curia, válvula de retención y válvulas cónicas.

4.15.3 Válvulas de compuerta

Se utilizan en líneas donde es importante tener flujo sin restricciones. Las válvulas de este tipo no deben abrirse y cerrarse frecuentemente. Nunca deben usarse para control de flujo o estrangulamiento puesto que la vibración estropearía la compuerta y se dañarían los bordes y los asientos por erosión.

4.15.4 Válvulas de globo

Pueden usarse en casos de emergencia para estrangulamiento o para regulación. Su uso continuado en esta función, sin embargo, las destruye rápidamente. Usualmente tienen vástago de tornillos elevadores internos. Los asientos pueden ser metálicos o compuestos, las válvulas con asiento metálico se pueden usar para estrangulamiento.

Las válvulas de globo se denominan de esta manera debido a la forma del cuerpo de las válvulas. Este tipo de válvulas ofrece una gran resistencia al flujo debido a los cambios de dirección que sufre el fluido a medida que pasa a través del cuerpo de la válvula.

4.15.5 Válvulas de retención

Se usan para permitir flujo en una sola dirección, se cierran automáticamente para prevenir el flujo en dirección opuesta.

4.16 Trampas de vapor

Una trampa de vapor es una válvula automática que permite el paso libre de condensado, eliminando el aire y otros gases no condensables de la tubería de vapor y equipos que trabajan con el mismo la vez impide fugas de vapor al sistema de retorno.

Las funciones más importantes de las trampas son hacer que el vapor sirva realmente para fines de calefacción, eliminar el agua contenida en las tuberías de vapor para evitar daños a las tuberías y al equipo y mantener el flujo de vapor sin impedancia y sin el choque de agua ocasionado por el agua de la tubería.

V. Diseño metodológico

5.1. Localización de la investigación

Esta investigación se realizó en las instalaciones del Hospital Escuela San Juan de Dios, localizado en el kilómetro 148 carretera norte en la ciudad de Estelí, siendo su posición geográfica la siguiente: 13°05' latitud norte y 86°21' longitud oeste, tiene una altura de 800 metros sobre el nivel del mar, cabecera municipal del departamento de Estelí, a 147 km de la ciudad Capital Managua, Nicaragua.

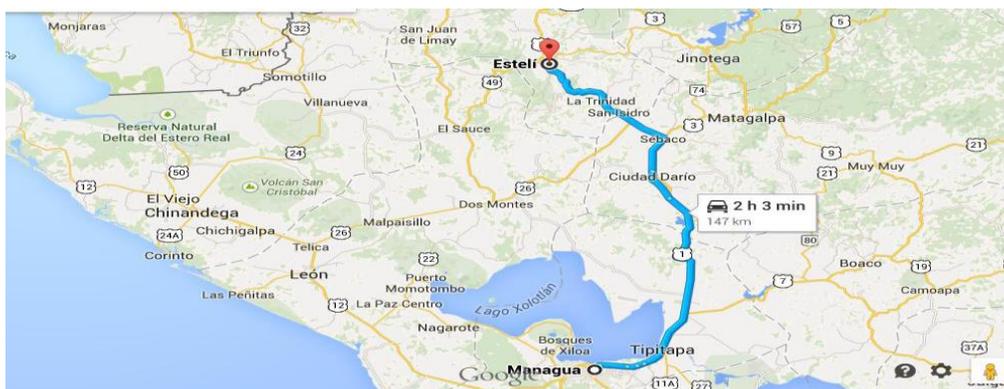


Imagen N°8: Ubicación Estelí, Fuente: www.googlemap.com



Imagen N°9 Hospital San Juan de DIOS. Fuente: www.googlemap.com

5.2. Tipo de estudio.

Por las características que presenta esta investigación podríamos decir que es tipo mixta.

- **Cuantitativa**, porque abordamos aspectos económicos y contables que determinaron los beneficios de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, en lugar de mantenimiento correctivos en cuanto a mantenimiento.
- **Cualitativa**, porque nos permite describir las cualidades del fenómeno en estudio, es decir, analizar la máquina a profundidad para tener un mejor entendimiento de la misma y en especial de las actividades del mantenimiento que se realizan lo que nos permite, detallar, registrar y evaluar los diferentes fallos que presenta la máquina en este caso del generador de vapor marca Vulcano-SADECA, modelo DDH-20.

5.3. Universo, población y muestra

Universo: Hemos determinado nuestro universo todo el hospital de la siguiente forma: será analizado el generador de vapor, las entrevistas, encuestas y trabajo directo serán implementados con el jefe del departamento de mantenimiento y el técnico a cargo del mantenimiento del generador de vapor.

Población: Consideramos nuestra población los nueve técnicos que conforman el departamento de mantenimiento del hospital.

Muestra: Nuestra muestra es de 100 personas distribuida de la siguiente forma: técnicos de mantenimiento, técnicos quirúrgicos, enfermeras, médicos, pacientes seleccionados al azar, para determinar la calidad del servicio.

5.4. Etapas de la investigación

La investigación fue realizada directamente en el área donde se encuentra el generador de vapor marca Vulcano- SADECA, modelo, DDH-20, para conocer el funcionamiento de este equipo, lo que permitió el trabajo en conjunto con el personal a cargo del mantenimiento de este equipo.

Los pasos desarrollados en esta investigación para el cumplimiento de los objetivos planteados son los siguientes:

1. Observación directa en las actividades de mantenimiento del generador de vapor.
2. Recopilación documental, revisión bibliográfica en base a los manuales de fábrica del equipo, las hojas de vida del generador de vapor.
3. Se realizaron diversas entrevistas y encuestas a pacientes, médicos, y jefe de mantenimiento, técnicos encargados del generador de vapor.

5.5. Técnicas de recolección de la información

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de la información que utilizamos en la realización de esta investigación son:

La observación directa: Esta técnica nos permitió entre otras cosas presenciar de manera vivencial las labores de mantenimiento preventivo realizadas al generador, todo el protocolo que desarrolla el hospital para la realización de estas actividades y los diferentes factores que intervienen en el proceso de mantenimiento realizado.

La entrevista no estructurada: Esta técnica está caracterizada por la obtención de información mediante una conversación entre el entrevistador y el entrevistado, siendo así que nos permitió hacer preguntas necesarias sin una estructura definida, al personal involucrado en los procesos y aquellos que son los destinatarios del servicio prestado. Estas preguntas fueron del tipo de preguntas y respuestas abiertas, a través de las cuales se puede obtener valiosa información acerca de los métodos actuales; lo que facilita el desarrollo de la investigación.

Entrevistas estructuradas: Se organizó un listado de preguntas que se realizaron con el personal directamente involucrado con el manejo y mantenimiento de la máquina.

Las consultas y/o asesoría académica: en este caso, Se efectuaron consultas al tutor académico y otros docentes, con el fin de establecer los parámetros estudios a realizar, obtener orientación de los pasos a seguir para abordar el problema y aclarar dudas referentes al trabajo.

Realización de encuestas

Para la evaluación de la calidad en el servicio y percepción de las diferentes áreas se realizó una encuesta a los pacientes, doctores, enfermeras, técnicos. Esto sirvió para tener una visión de cómo implementar el plan de mantenimiento preventivo.

Análisis y ordenamiento de la información

Después de que fueron realizados los procedimientos mencionados anteriormente se procedió al análisis y tratamiento de la información recolectada, a través de la digitalización de la información recolectada en las entrevistas y encuestas y fueron implementados diagrama de causa y efecto, Gantt, Pareto y formatos etc. Para la elaboración del documento se utilizó, la plataforma operativa Windows, Word 2010 para el procesamiento de datos y para el control de costos se utilizó Excel2010.

Desarrollo de la investigación

El proceso investigativo se realizó en gran parte en las instalaciones del hospital San Juan de Dios, para poder apreciar y participar en la medida de las actividades de mantenimiento que realizan en el hospital. De igual manera contamos con las diferentes sesiones de clase y la recopilación de información de diferentes fuentes.

V. Resultados

6.1. Observaciones generales

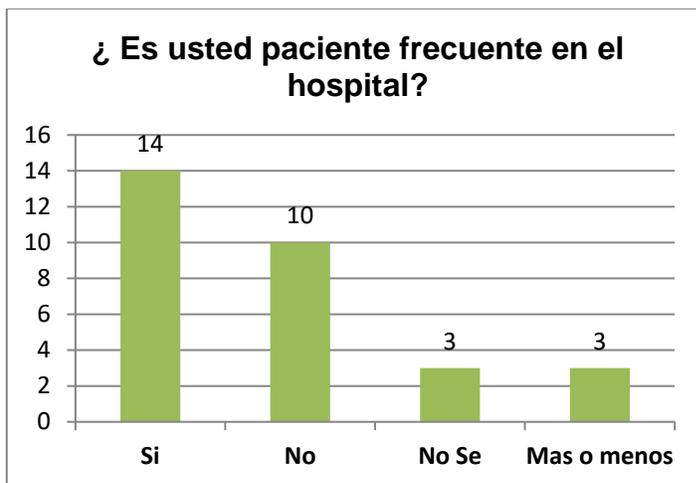
Durante las visitas realizadas al hospital se observaron las actividades de mantenimiento que se le hacían al generador. A la vez se realizaron entrevistas no estructuradas al técnico de mantenimiento para poder identificar la situación actual en lo que se respecta al mantenimiento del generador. Siendo así que se logró tener una idea más clara de cuales con las actividades de mantenimiento que se realizan y la manera en que son ejecutadas.

En la actualidad el mantenimiento que se realiza al generador es preventivo periódico (mensual y semestral) por el técnico e ingenieros con que cuenta el hospital con el apoyo de especialistas de Managua anualmente se le hace mantenimiento general.

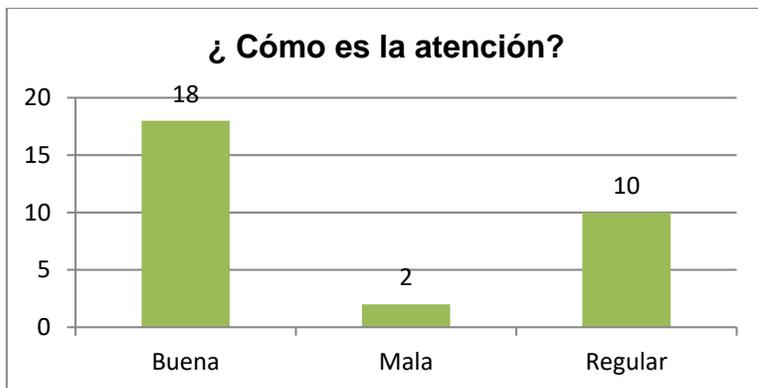
Al iniciar el día laboral se realiza limpieza al generador y al área del generador por parte del técnico. El hospital no cuenta específicamente con un software para el generador debe de contar con uno sería de gran ayuda para regular u organizar las actividades propias del mantenimiento del generador.

Es importante señalar que el hospital envía la solicitud de requerimiento de mantenimiento y para la compra de repuestos y materiales al CEMED quien se encarga de realizar el presupuesto de la compra, solo en algunos casos se le permite al hospital realizarlo, además son ellos quienes realizan el mantenimiento y manejan toda la información respecto a los costos.

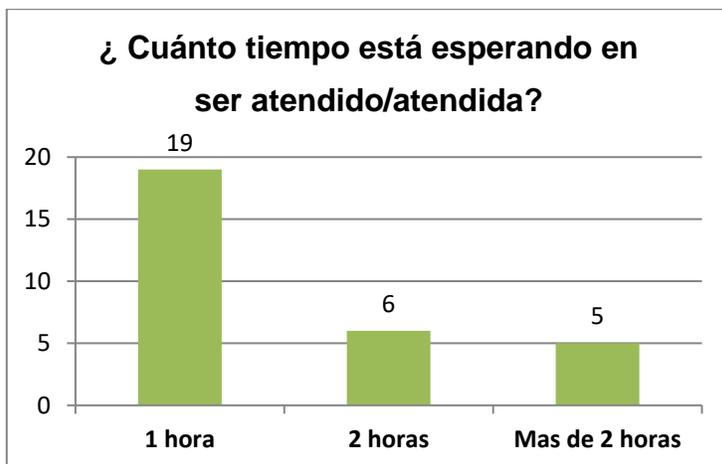
En las encuestas realizadas a los pacientes y médicos del hospital se obtuvieron los siguientes resultados:



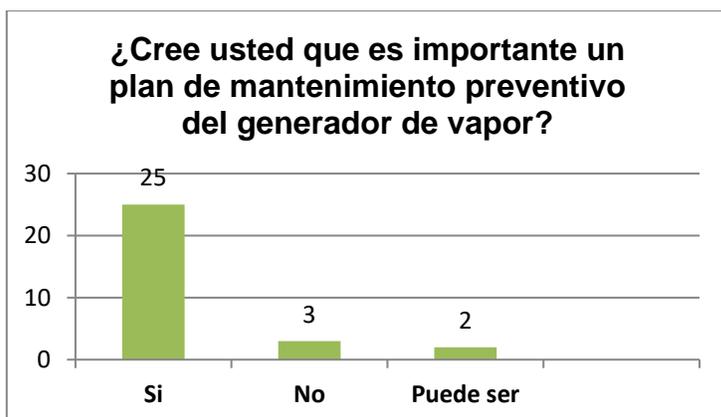
Tuvimos resultados variables como corresponde, al ser escogidos pacientes al azar encontramos que 47% pacientes contestaron que eran pacientes frecuentes, 33.33% no existían al hospital constantemente, un 10% de pacientes contestaron no sé, 10% de pacientes contestaron más o menos.



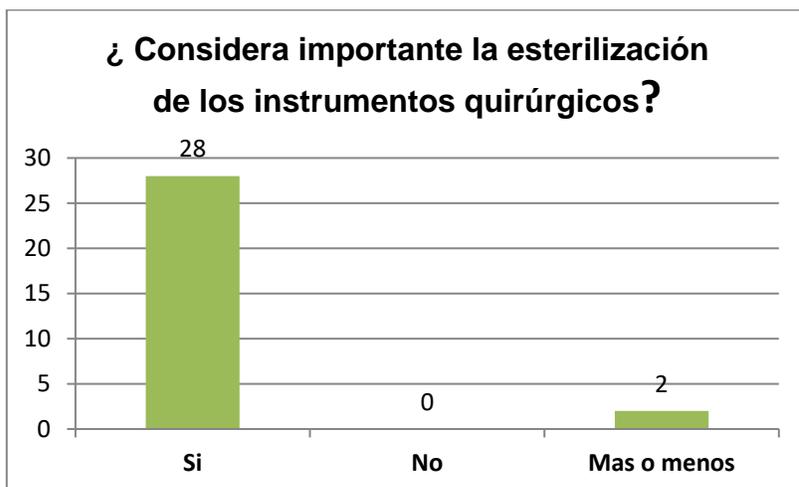
Como podemos apreciar, la percepción en cuanto a la calidad en atención obtuvimos un 60% de respuestas positivas, un 6.67% de valoración negativa y un 33.33% que opinan La atención es que regular.



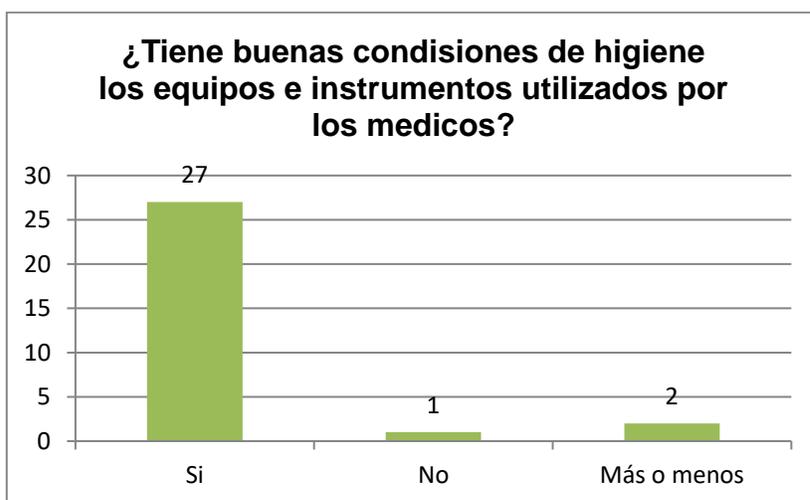
Del total de personas de pacientes encuestados el 63.33%, contestaron que una hora, un 20% contesto que más de una hora, y 16.7% contesto que más de dos horas.



Un 83.33% contesto que, si es importante el plan de mantenimiento preventivo del generador, un 10% respondió que no esto puede ser porque quizás no saben la importancia del generador y un 6.67% contesto que puede ser importante este mantenimiento preventivo.

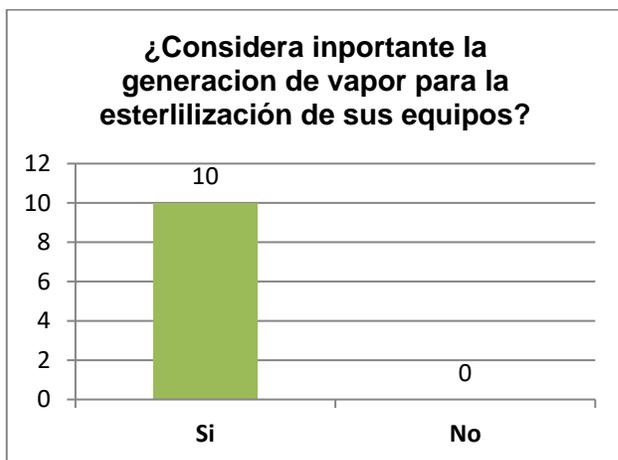


El 93.33% de los pacientes considera que es importante la esterilización, y un 6.67% contestó que es más o menos importante la esterilización

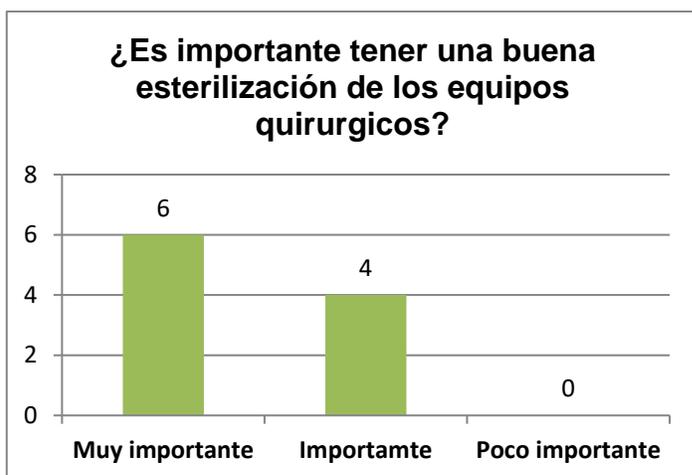


En esta pregunta el 90% considera que, si los equipos utilizados por los médicos tienen buenas condiciones de higiene, un 3.33% contestó que no tienen buenas condiciones higiénicas, y un 6.67% contestó que si tienen buenas condiciones higiénicas los instrumentos que utilizan los médicos.

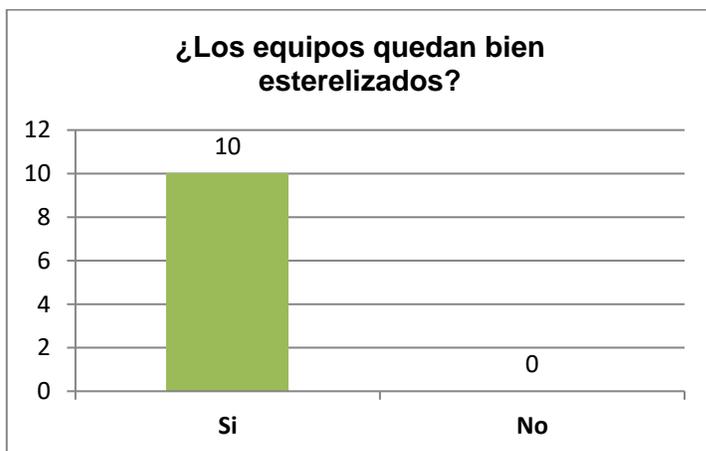
Resultados de encuesta realizada a médicos del Hospital San Juan de Dios.



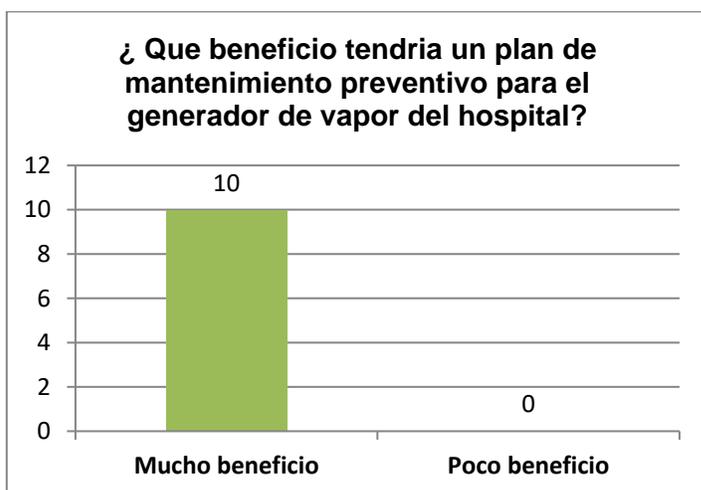
Del total de encuestados los resultados fueron todos positivo ya que los médicos consideran que si existe una buena esterilización de sus equipos ellos brindan un mejor servicio y los pacientes no corren el riesgo de ser afectados en la atención prestada.



El 60% de los médicos considera muy importante que exista una esterilización de calidad puesto que se eliminan bacterias y un 40% contestó que es importante puesto que hay una mejor calidad de salud y hay una mejor higiene de sus equipos quirúrgicos.



Según los médicos consultados nunca se les ha presentado una situación donde sus instrumentos estén mal esterilizados, esto indica que la generación de vapor del generador es de gran importancia para los pacientes que acuden a buscar un servicio médico.



El total de encuestados respondió que sería de gran beneficio puesto que se mejora el generador y este brinda un servicio de mejor calidad lo cual permitirá también brindar un mejor servicio de salud a la población.

6.2. Indicadores de mantenimiento

Las herramientas de control generalmente llamadas “indicadores” informan sobre tres sucesos importantes para detectar el desarrollo de nuestros planes:

1. Lo que se supone que debe acontecer.
2. Lo que está aconteciendo.
3. El grado de desviación tolerable que puede existir.

Informan todo lo relativo al trabajo de conservación programada que tiene el departamento y que está representado por las rutinas y las órdenes de trabajo elaboradas por el centro de planeación y control.

- **Indicadores de Planeación**

a) Nivel de cumplimiento de planeación (%)

Trabajos terminados X 100

Trabajos programados

b) Eficiencia en la planeación (%)

Horas Hombre reales X 100

Horas hombre proyectadas

- **Indicadores de productividad**

a) Eficiencia en el trabajo

Horas Hombre trabajadas – Horas Hombre retrabamos X 100

Horas Hombre trabajadas

b) Nivel de disponibilidad de equipos

Equipos programados – equipos con paro X 100

Equipos programados

c) Nivel de conservación.

Trabajos de conservación contingente X 100

Trabajos de conservación programada

- **Indicadores de costo**

a) Nivel de calidad de instalaciones

Costo de conservación X 100

Valor de las instalaciones

b) Indicador de reposición de equipos

Costo de conservación X 100

Costo de reposición

c) Nivel de costos de conservación

Costo de conservación – Costo de paro X 100

Costo de conservación

d) Nivel de costo de conservación por Horas Hombre

Costo de nómina de conservación X 100

Costo de nómina de la empresa

e) Cumplimiento de presupuesto

Costo real de conservación X 100

Costo de nómina presupuestado de la empresa

f) Impacto por conservación

Costo de Paro X 100

Costo de producción

VI. Conclusiones

El plan de mantenimiento preventivo del Hospital San Juan de Dios, Estelí, es limitado, ya que se trabaja con hojas de rutina de mantenimiento y hojas de control del generador de vapor, esto demuestra que no hay un plan de mantenimiento preventivo para dicho generador.

Crear un plan de mantenimiento para el generador de vapor Vulcano SADECA sería de gran ayuda para que el generador tenga un mejor funcionamiento y disminución de los costos de mantenimiento.

La correcta aplicación de las rutinas de mantenimiento evitará problemas comunes, paradas y reparaciones innecesarias del equipo.

El personal de operación y mantenimiento del generador del hospital debe tener el conocimiento de la importancia de ejecutar un buen plan de mantenimiento preventivo, así como los logros que se pueden obtener al implementarlo; toda esta información debe dárseles en forma gradual, de manera que el empleado vaya adaptándose a su nueva rutina de trabajo.

VII. Recomendaciones

- Designar al personal de mantenimiento de acuerdo al perfil específico, en función de la tarea a realizar.
- Sensibilizar al personal y autoridades sobre la importancia del mantenimiento preventivo en la economía de la institución.
- Implementar un programa de mantenimiento preventivo que le permita disminuir los costos de mantenimiento correctivo.
- Que se lleve un registro ordenado de las intervenciones de mantenimiento realizados al generador.
- Implementar mayores medidas de limpieza y orden en el área del generador.

IX. Bibliografía

- manual de operación servicio y mantenimiento. (2013). En Fabricio, *MI de operacion y servicio* (pág. 125). mexico.
- Master, P. (lunes 14 de octubre de octubre de 2013). *powermaster.com.mxt*.
Obtenido de Power master.com.mxt.
- Rojas. (2014). *Plan de mantenimiento preventivo para caldera pirutubular*.
Cartago.
- Romero, M. M. (2012). Mantenimiento Industrial. En M. M. Romero, *Mantenimiento Industrial* (Segunda Edición ed., pág. 341). México, México: Compañía Editorial Continental S.A de C.V.
- Verzini. (2012). *Acerca del TPM: Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM*.
Obtenido de www.actiongroup.com.ar: www.actiongroup.com.ar
- Vladimir, B. .. (2010). *Diseño termivo y mecanico de un generador pirutubular* .
monterrey .

X. Anexos

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO
SADECA DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Nº	Actividad	Objetivo	Fecha	Recursos	Observaciones
1	Inicio del proceso de elaboración del documento e investigación	Definir los objetivos y métodos a utilizar durante el proceso investigativo y de elaboración del plan de mantenimiento.		<ul style="list-style-type: none"> • Aportes de ideas • Referencias bibliográficas • Orientaciones del docente guía. 	Se definió el tema y se entregaron formatos para realizar el trabajo de investigación.
2	Reunión para organizar las tareas de cada integrante del grupo.	Definir las responsabilidades y asignar actividades de trabajo.		<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas. • Computadora. 	
3	Primera visita al hospital.	Familiarizarnos con el personal y las instalaciones.		<ul style="list-style-type: none"> • Observación. • Entrevista no estructurada. 	
4	Aplicación de entrevista.	Recopilar información de parte dl personal en contacto con el generador.		<ul style="list-style-type: none"> • Formato de entrevista. • Computadora. 	Todas las preguntas fueron respondidas con amabilidad.
5	Revisión de los avances del trabajo.	Identificar los errores y aciertos que se tienen hasta el momento en la investigación y redacción del documento.		<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Aportes del docente guía. 	
6	Reunión del grupo para trabajar en el documento	Avanzar en la redacción del documento y el plan de mantenimiento.		<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Cuaderno y lápices. • Libros. • Publicaciones. en internet. 	
7	Segunda visita y aplicación de encuesta a los pacientes.	Obtener la opinión de los pacientes con forme al servicio		<ul style="list-style-type: none"> • Formato de encuesta. • Lápices. • Computadora. 	

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO
SADECA DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

8	Reunión para procesar la información obtenida de la aplicación de encuesta y entrevista.	Procesar y organizar la información obtenida de los instrumentos.		<ul style="list-style-type: none"> • Formatos de encuesta y entrevistas llenada por los pacientes. • Computadora. • Calculadora. 	
9	Revisión de los avances del trabajo.	Identificar los errores aciertos que se tienen hasta el momento.		<ul style="list-style-type: none"> • Computadora. • Proyector. • Aportes del docente guía. 	
10	Visita al hospital.	Presenciar el chequeo rutinario que se le realiza al generador.		<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista no estructurada. • Computadora • Cuaderno y lápices. 	
11	Última revisión del documento.	Identificar los últimos de talles del documento previo a su entrega.		<ul style="list-style-type: none"> • Aportes del docente guía. • Computadora. 	
12	Impresión del documento final.	Después de las revisiones entregar el documento terminado.		<ul style="list-style-type: none"> • Recurso monetario. • Memoria USB. • Papel. 	Se entregaron tres copias del documento para la revisión por parte del jurado.
13	Entrega documento final	Entregar las copias del documento final al docente guía		<ul style="list-style-type: none"> • Copias del documento final 	

Encuestas y entrevistas

ENCUESTA A PACIENTES DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS ESTELÍ

	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua		
	UNAN - MANAGUA		
	Facultad Regional Multidisciplinaria		
	FAREM - Estelí		
Estimada(o)			
<p>Actualmente estoy realizando mi trabajo de culminación de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial y Sistemas, para lo cual estoy trabajando en una investigación con el tema “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo” del generador de vapor Vulcano SADECA, modelo DDH-20 del Hospital San Juan de Dios.</p>			
<p>Objetivo: Recopilar información sobre la calidad de servicio a las y los pacientes que acuden al Hospital San Juan de Dios de Estelí</p>			
Preguntas		Señale su respuesta	
Es usted un paciente frecuente en el hospital	Si	No	Más o menos
Cómo es la atención	Buena	Mala	Regular
Cuánto tiempo está en espera para ser atendida / atendido	1 hora	2 horas	Mas 2 de horas
Cree usted que es importante un plan de mantenimiento preventivo	Si	No	Puede ser
Considera importante la esterilización de los instrumentos quirúrgicos	Si	No	Más o menos
Tiene buenas condiciones de higiene los equipos e instrumentos utilizados por los médicos	Si	No	Más o menos



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN, MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria

FAREM, ESTELI

Estimada(o)

Actualmente estoy realizando mi trabajo de culminación de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial y Sistemas, para lo cual estoy trabajando en una investigación con el tema “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo” del generador de vapor Vulcano SADECA, modelo DDH-20 del Hospital San Juan de Dios

Objetivo:

Recopilar información sobre la importancia de la generación de vapor para la esterilización de los equipos quirúrgicos utilizados por los médicos del Hospital San Juan de Dios de Estelí.

Preguntas	Señale su respuesta	
Considera importante la generación de vapor para la esterilización	Si	No
Es importante tener una buena esterilización de los equipos quirúrgicos	Muy importante	Importante
Los equipos quedan bien esterilizados	Si	No
Qué beneficios tendría un plan de mantenimiento preventivo para el generador de vapor del hospital	Mucho beneficio	Poco beneficio



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN, MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria

FAREM, ESTELI

Estimada(o)

Actualmente estoy realizando mi trabajo de culminación de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial y Sistemas, para lo cual estoy trabajando en una investigación con el tema “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo” del generador de vapor Vulcano SADECA, modelo DDH-20 del Hospital San Juan de Dios

Objetivo:

Recopilar información sobre el estado del generador de vapor Vulcano SADECA del Hospital San Juan de Dios.

Nombre del entrevistado: _____

Fecha de realización de la entrevista: ____ ____ ____

Realizada por: _____

1. ¿El personal de mantenimiento está capacitado para brindar mantenimiento al generador de vapor Vulcano SADECA del Hospital?
2. ¿Presentan daños con frecuencia el generador de vapor?
3. ¿Qué problemas se presentan cuando hay daños en el generador de vapor?
4. ¿Cuáles son los costos de los repuestos para solventar estos daños?
5. ¿Qué atrasos hay en las salas cuando hay daños en el generador de vapor?

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADOR DE VAPOR

VULCANO SADECA, MODELO DDH- 20

HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS



Índice

1. Resumen ejecutivo.....	3
2. Objetivos	4
2.1. Objetivo General	4
Objetivos Específicos.....	4
3. Marco teórico	5
3.1. Terminología técnica	5
4. Mantenimiento.....	8
4.1. Historia del mantenimiento	8
4.2. Objetivo del mantenimiento preventivo	8
5. Tipos de mantenimiento.....	9
5.1. Mantenimiento predictivo.....	9
5.3. Mantenimiento preventivo	9
5.4. Mantenimiento productivo total.....	10
5.5. Programa de mantenimiento preventivo.....	11
6. Análisis y aplicación de la teoría de la fiabilidad. (Curva de la bañera)	12
7. Procedimiento para el mantenimiento preventivo	13
8. Hoja de vida del producto	14
9. Check listo para Mantenimiento.....	15
10. Orden de trabajo	19
11. Tablas de rutina de mantenimiento	21
11.1. Rutinas Semestrales para los Componentes principales del Generador de Vapor	22
12. Registro de fallas	35

13. Determinación de Causa de Fallos y Soluciones	24
14. Hoja de planeación de mantenimiento	25
15. Anagrama de fallas	26
16. Actividades para el diagrama Gantt diario	34
17. Diagrama Gantt de las actividades Diarias	41
18. Actividades para la elaboración del Gantt anual	42
18.1. Plan de mantenimiento anual (Diagrama de Gantt)	45
18.2. Ruta critica del mantenimiento anual	51
19. Diagrama causa y efecto.....	52
20. Aspecto financiero del Plan de Mantenimiento Preventivo para el generador de vapor en el hospital San Juan de DIOS.	53
21. Conclusiones.....	58
22. Recomendaciones	59
23. Bibliografía	60

1. Resumen ejecutivo

El presente plan de mantenimiento es una herramienta que pretende aportar a las actividades de mantenimiento preventivo aplicadas al generador de vapor marca Vulcano SADECA del hospital san Juan de DIOS de la ciudad de Estelí Nicaragua.

En la elaboración de este plan de mantenimiento se realizó estudios de campo para obtener información a través de la observación directa, la información brindada a través del procesamiento de las variables involucradas en las entrevistas y encuestas.

El momento de iniciar la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo programado en cada institución es de inmediato. El mantenimiento preventivo ayuda a reducir los problemas inesperados y a conservar los activos que ya poseemos. Al iniciar ahora las funciones y la puesta en marcha del sistema de mantenimiento estaremos preparados para cuando lleguen nuevos recursos a esta institución sanitaria.

El objetivo de poseer un recurso, en este caso, el generador de vapor del centro médico, es el de poder disponer de este para la generación de vapor de las áreas como cocina, lavandería, centrales de equipo etc. Y una de las tendencias fuertes probadas a nivel mundial para lograr este objetivo de disponibilidad es por medio del mantenimiento Preventivo. En pocas palabras, de nada sirve que la institución de salud cuente con recursos si no lograra un correcto uso y conservación de estos.

El mantenimiento preventivo no es una rama totalmente nueva. Lo que es nuevo es el reconocimiento de su importancia en las aéreas sanitarias. Esto es así porque las limitantes económicas, de recursos humanos, de normativas, etc., con la que se han visto enfrentadas las instituciones sanitarias públicas, lo que no han permitido una estrategia definida sobre la conservación de sus recursos.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

- ✓ Promover la implementación del mantenimiento preventivo en el hospital San Juan de Dios - Estelí, proporcionando un plan de mantenimiento que facilite, agilice y ordene las actividades propias del mantenimiento.

1.2. Objetivos Específicos

- ✓ Facilitar herramientas y métodos para la realización del mantenimiento preventivo que sean de fácil aplicación por el técnico de mantenimiento.
- ✓ Definir una guía de rutinas para el mantenimiento preventivo que garanticen el buen funcionamiento del generador de vapor para que este opere de manera eficiente.
- ✓ Elaborar los procedimientos a seguir para la realización del mantenimiento preventivo.

2. Marco teórico

2.1. Terminología técnica

Máquina: Conjunto de mecanismo sincronizados para recibir una forma definida energía, transformándola para producir un efecto mecánico.

Mecanismo: Conjunto de piezas ligadas mecánica o electrónicamente los cuales producen un movimiento sincronizado.

Accesorios: Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees, etc.

Dispositivo: Mecanismo cuya función se ejerce generalmente en unión con el Funcionamiento de una máquina.

Mantenimiento correctivo: Es aquel que se efectúa a una máquina o un equipo cuando se presenta una falla.

Mantenibilidad: La aptitud para que un equipo se mantenga en condiciones que cumpla sus funciones en un periodo de tiempo dado cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con los procedimientos y recursos establecidos.

Falla: Alteración de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida.

Parada: Es la cesación de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida.

Reparación: Intención definitiva del mantenimiento correctivo después de una parada o falla de una máquina.

Instalación: Colocar en su sitio una máquina, repuesto o accesorio, uniéndolo a Las diversas entradas y salidas de los equipos del cual hace parte.

Inspección: Actividad de supervisión que se efectúa a una máquina dentro de una labor de mantenimiento para detectar fallas en su funcionamiento.

Control: Verificación de la conformidad de unas condiciones preestablecidas. El Control puede: incluir una decisión de aceptación – rechazo – aplazamiento y/o desembocar en una acción correctiva.

Detección: Acción de descubrir por medio de una vigilancia cuidadosa continua o no, la aparición de una falla.

Localización: Acción que conduce a determinar con precisión el (los) elemento que presenta una falla.

Diagnóstico: Identificación de la causa probable de la falla con ayuda de un razonamiento lógico apoyado en informaciones provenientes de una inspección. El diagnostico permite confirmar las hipótesis sobre el origen de las causas de las fallas y precisar las operaciones de mantenimiento correctivo que sean necesarias.

Ensayo: Conjunto de pruebas y controles a los cuales se somete una máquina a fin de asegurarse que pueda cumplir una función.

Elemento: Parte constitutiva de un conjunto o un mecanismo.

Pieza: Elemento perteneciente a una máquina el cual no se puede dividir en el momento de una operación de mantenimiento.

Pieza original: Pieza que responde desde el punto de vista a las especificaciones técnicas del constructor.

Pieza equivalente: Piezas de repuesto que responde a las mismas especificaciones de diseño que la pieza original pero que no es suministrada por el constructor.

Ficha técnica: Documento en el cual se describen las características de un trabajo.

Pieza de repuesto: Pieza destinada a reemplazar una pieza defectuosa en una máquina.

Pieza defectuosa: Pieza que presenta uno o varios defectos que alteran las características funcionales.

3. Mantenimiento

3.1. Historia del mantenimiento

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo".

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

3.2. Objetivo del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. La disponibilidad del equipo puede definirse como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que se le necesite. La fiabilidad de un equipo es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento.

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, que se conoce comúnmente como mantenimiento preventivo.

4. Tipos de mantenimiento

Los diferentes tipos de mantenimiento pueden ser considerados también como políticas de mantenimiento, siempre que su aplicación sea el resultado de una definición general o de una política global de las instalaciones.

4.1. Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones en los parámetros más importantes del equipo.

4.2. Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

4.3. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

4.4. Mantenimiento productivo total

El TPM (por sus siglas en inglés) Es filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta").

Este un método de gestión empresarial que identifica y elimina las pérdidas de los procesos, maximiza la utilización de los activos y garantiza la creación de productos y servicios de alta calidad y a costos competitivos.

Para ello reeduca a las personas para orientarlas hacia la prevención y la mejora continua, aumentando así la capacidad de los procesos sin inversiones adicionales.

4.4.1. Objetivos principales del TPM el hospital son:

- Reducción de fallas en los equipos.
- Utilización eficaz de la máquina existente.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Formación y entrenamiento del personal.

4.4.2. TPM sistema orientado a lograr:

- Cero Accidentes
- Cero Defectos
- Cero Averías

4.4.2 Los 5 puntos principales del TPM son:

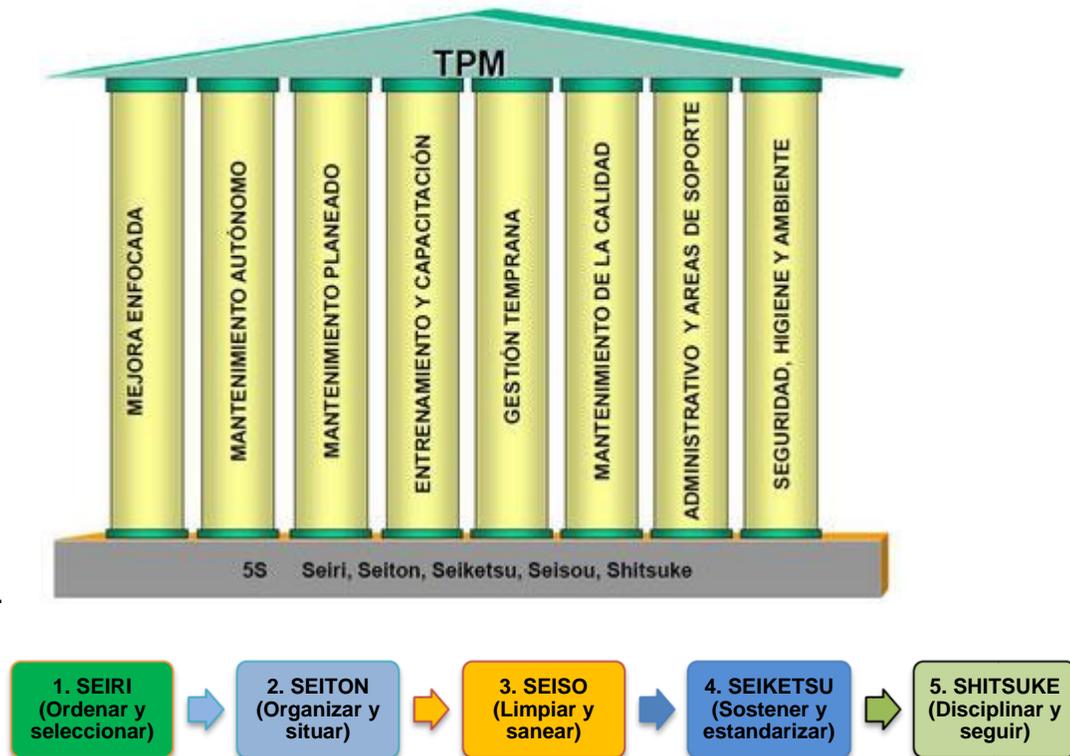
1. Conseguir el uso más eficaz de la maquinaria (mejora la efectividad).
2. Establece un sistema de mantenimiento preventivo y reingeniería para cada máquina.
3. Establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realice por los operarios.
4. Establecer cursos de formación (capacitación) permanente a los trabajadores.
5. Establecer un sistema de desarrollo de mantenimiento productivo y la gestión temprana de la maquinaria.

4.4.3. Seis grandes pérdidas, las pérdidas más importantes que se generan e interfieren con la operación.

1. Pérdidas por fallas de la máquina.
2. Pérdidas por falta de puesta a punto y ajustes de las máquinas.
3. Pérdidas por tiempos muertos,
4. Pérdidas por Velocidad de operación reducida,
5. Defectos en el proceso de manufactura.
6. Pérdidas de Arranque.

5.5.5. Estructura del TPM

El TPM puede visualizarse como un edificio de cimientos (S's) y 8 pilares sobre los que se apoya la filosofía



- 1. Mejoras enfocadas o KobetsuKaisen:** Son actividades que buscan encontrar formas y actividades más eficientes. Se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas.

2. Mantenimiento autónomo o jishu hozen: El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

3. Mantenimiento planificado o progresivo: El objetivo es el de eliminar los problemas en las maquinas a través de acciones de mejoras, prevención y predicción. Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento.

4. Capacitación, entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación: Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones que se presentan para el buen funcionamiento de los procesos.

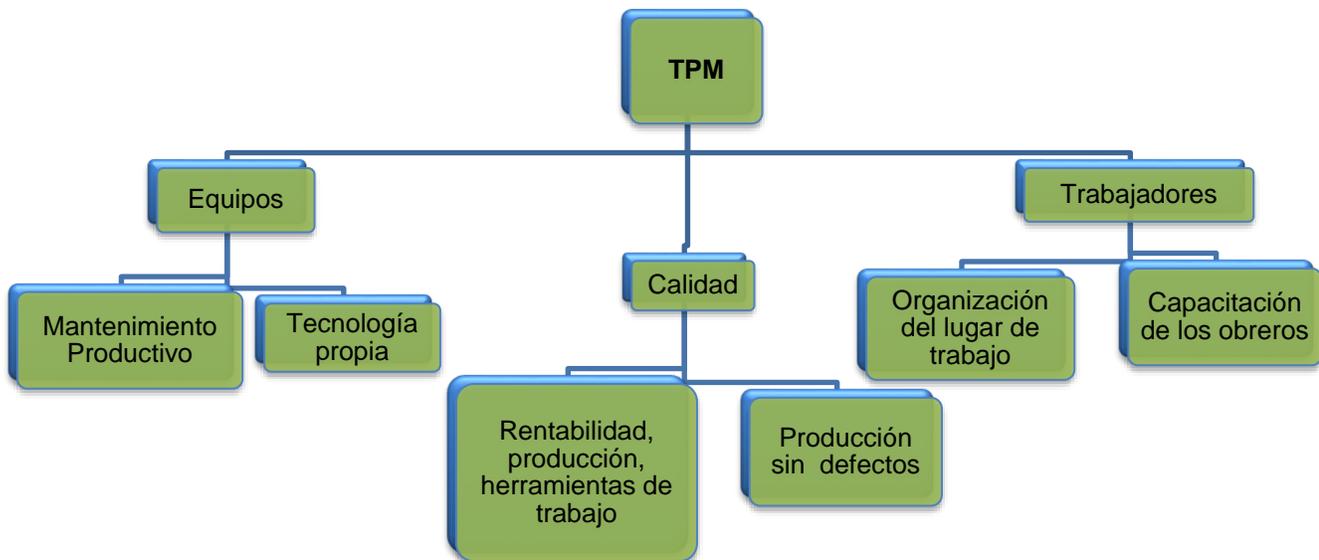
5. Prevención del mantenimiento (Reingeniería): Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación.

6. Mantenimiento de calidad o HinshitsuHozen: Tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen un impacto directo en las características de la calidad del producto o servicio.

7. Eficiencia administrativa: Procura la relación entre las áreas que facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad.

8. Seguridad y Medio Ambiente: Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente. La experiencia en otras empresas muestra que se requieren alrededor de 3 años para la implementación del TPM y obtener resultados satisfactorios.

Elementos claves del TPM son:



Análisis de las ramas del tiempo Inactivo

1.1.1 Tiempo de Paro

Es cuando por motivos no planeados el recurso deja de funcionar dentro de los límites determinados, ocasionando pérdidas por desperdicios, deterioro excesivo del recurso, reproceso del producto e imposibilidad del uso. (Verzini, 2012),

1.1.2 Tiempo de Organización

Es el requerimiento para notificar al personal de contingencia sobre los recursos necesarios (humanos, físicos y técnicos) que emplearán. (Romero, 2012)

1.1.3 Tiempo de Diagnóstico

Es el que se emplea para verificar el disfuncionamiento del recurso, su temperatura, niveles de vibración, de ruido, de aceite, de entradas y salidas de energía, observación de indicadores. (Romero, 2012)

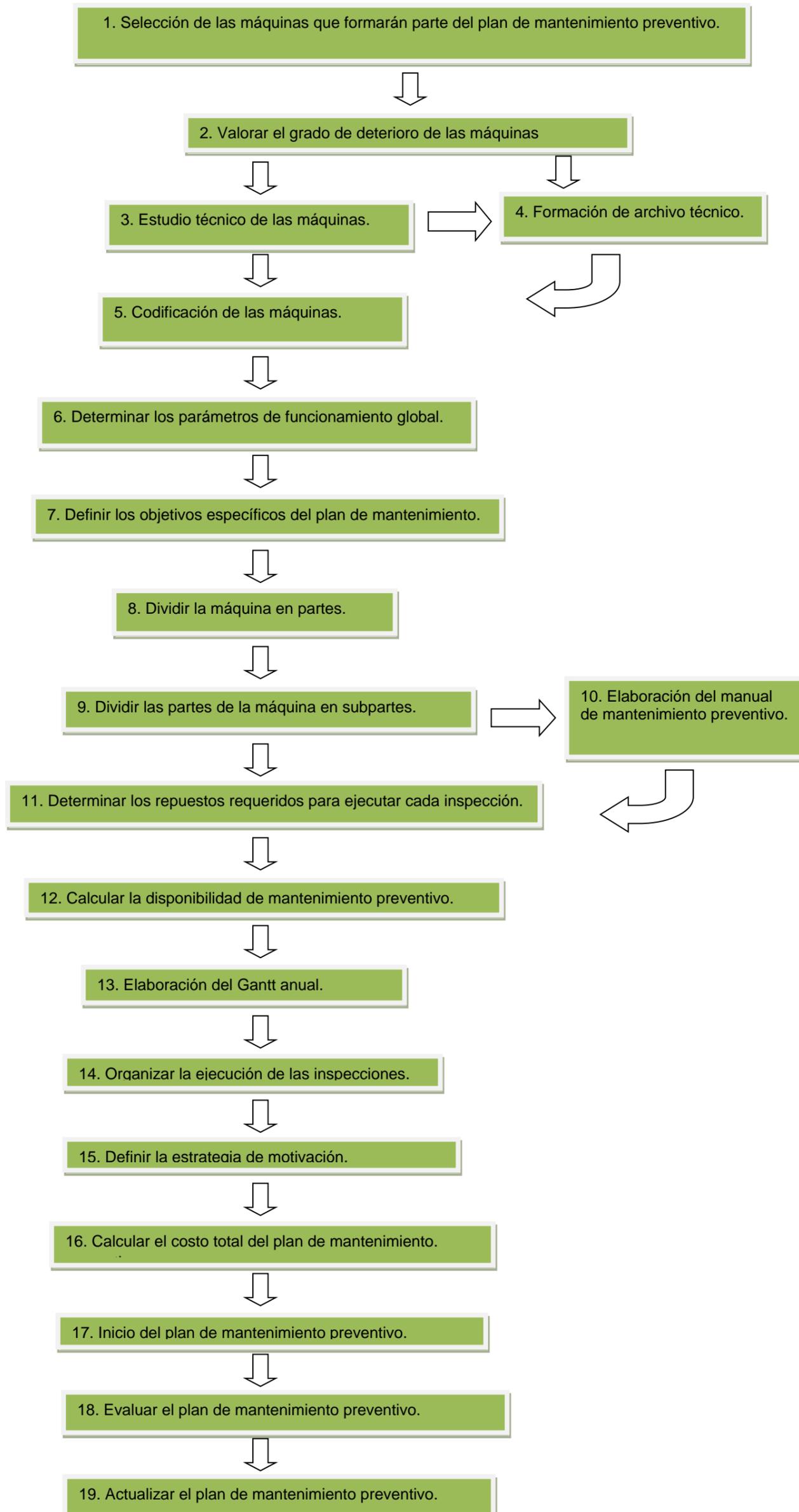
1.1.4 Tiempo de Rehabilitación

Es el usado para conseguir las partes o repuestos necesarios, herramientas y aparatos de prueba. (Romero, 2012)

1.1.5 Tiempo para Reparar

Es el utilizado para reemplazar o reparar las partes del recurso que se haya gastado para lograr que este funcione dentro de los límites de calidad de servicio estipulado. (Rojas, 2014)

4.5. Programa de mantenimiento preventivo



A continuación, detallamos las diferentes etapas del diseño de un programa de mantenimiento preventivo mencionadas anteriormente.

1. Selección de las máquinas que formarán parte del plan de mantenimiento preventivo

La selección se puede realizar tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Importancia de las máquinas en el proceso productivo.
- Costo de la falla.
- Nivel de organización producción-mantenimiento.
- Disponibilidad de información acerca de las máquinas.
- Plan piloto.

2. Valorar el grado de deterioro de las máquinas

Consiste en la realización de un estudio técnico para determinar el estado actual de las máquinas. Formaran parte del plan aquellas maquinas con un grado de deterioro normal.

La valoración del grado de deterioro se podrá realizar de dos formas:

1. Ponderando el deterioro de cada una de las partes de la máquina.
2. Comparando los parámetros de funcionamiento global

3. Estudio técnico de las máquinas

Esta etapa involucra el estudio detallado de catálogos, planos, manuales de funcionamiento e historial de las máquinas, ya que para realizar un plan de mantenimiento preventivo se debe conocer la máquina.

4. Formación de archivo técnico

En este archivo se debe reunir toda la información técnica referente a las máquinas, por ejemplo, manuales de funcionamiento, catálogo de partes, planos de instalación, diagramas de control eléctrico, historial de reparaciones y hoja de datos técnicos.

5. Codificación de las máquinas

Consiste en realizar una clasificación de la máquina y clases o grupos de acuerdo con las características y semejanzas entre ellas. Se debe diseñar una codificación que permita identificar claramente cada una de las máquinas.

a) Objetivos de la codificación

- Identificar con claridad el objeto codificado.
- Ofrecer brevedad en la lectura y transcripción de nombre a partir del objeto codificado.
- Recoger mediante un pequeño número de símbolos, un gran número de datos capaces de prestar detalladamente las características del objeto.

6. Determinar los parámetros de funcionamiento global

Se trata de identificar aquellos parámetros que pueden reconocer la eficiencia global de la máquina. Estos parámetros están muy relacionados con el aporte de la máquina en el proceso de servicio. La determinación de estos parámetros será la base para la evaluación del plan de mantenimiento preventivo.

7. Definir los objetivos específicos del plan de mantenimiento preventivo

El propósito es escribir y cuantificar las expectativas del plan de mantenimiento preventivo. Partiendo de la situación actual, se deben estimar las mejoras que se esperan con la aplicación del plan. La determinación de estos objetivos ayudará a la evaluación del plan.

8. Dividir la máquina en partes

Con ésta etapa se pretende desglosar la máquina y formar una lista de partes.

9. Dividir las partes de la máquina en subpartes

Con este procedimiento se pretende desglosar las partes de la máquina y permitirá formar una lista de sub partes por cada parte, y, además, una mejor idea de la estructura de la misma

10. Elaboración del manual de mantenimiento preventivo

El manual contiene toda la información acerca de las inspecciones y está formado fundamentalmente por:

- Nombre y código de la máquina.
- Nombre y código de la parte.
- Nombre y código de la sub parte.
- Código de la inspección.
- Descripción de la inspección.
- Frecuencia de la inspección.
- Duración de la inspección.

a) Descripción de la inspección

Se deberán diseñar las inspecciones que se consideren necesarias para cada una de las sub partes, de esta forma, poco a poco, se creará una lista de inspecciones de toda la máquina.

b) Frecuencia de la inspección

Se refiere al número de veces que la inspección se deberá realizar dentro de un tiempo de referencia. El periodo se refiere a cada cuanto se tiene que realizar la inspección.

c) Criterios para determinar las frecuencias

Recomendaciones del fabricante de la máquina.

- a. Ambiente que rodea la máquina.
- b. Horas de funcionamiento.
- c. Intensidad de funcionamiento.
- d. Historial.
- e. Experiencia del personal técnico.
- f. Costo de falla.
- g. Ocurrencia de daños humanos.
- h. Daños al medio ambiente.
- i. Ocurrencia de fallas en cadena.
- j. Juicio del diseñador del plan de mantenimiento.

d) Frecuencia de la inspección

Se debe determinar para cada inspección su duración estimada. Normalmente la duración se expresa en minutos. La duración de cada inspección es fundamental para realizar la programación anual de las inspecciones.

e) Técnicos para cada inspección

Se refiere a la cantidad y especialidad de los operarios que se requieren para realizar las inspecciones. Se debe determinar para cada inspección, la cantidad y especialidad de los operarios requeridos para ejecutarla. Normalmente se indica, la cantidad y el código de la especialidad.

11. Determinar los repuestos requeridos para ejecutar cada inspección

Esta determinación se refiere al cálculo de la cantidad de repuestos por año que se necesitan por inspección. Se debe determinar para cada inspección, el tipo y la cantidad de repuestos requeridos para ejecutarla. Se debe analizar la descripción y la frecuencia de la inspección y así determinar la cantidad de repuestos.

12. Calcular la disponibilidad de mantenimiento preventivo

La disponibilidad se puede expresar en horas o minutos. Representa la cantidad total de horas o minutos por semana, que se tienen para realizar las inspecciones. La disponibilidad se debe calcular por sección productiva y especialidad.

13. Elaboración del Gantt anual/ Programación del mantenimiento anual

Consiste en la programación de las inspecciones. El Gantt anual es cuadro que permite la distribución en el tiempo, de las inspecciones. Normalmente el Gantt anual se divide en las 52 semanas del año. Las inspecciones se programarán en las diferentes semanas de año, según su periodo, frecuencia y la disponibilidad que exista para ejecutar el mantenimiento preventivo. El Gantt puede realizarse con una programación “inspección por inspección” o se puede realizar también por “grupo de inspecciones”

14. Organizar la ejecución de las inspecciones

Esta etapa consiste en la definición del procedimiento administrativo y el diseño de la documentación necesaria para ejecutar las inspecciones. Procedimiento administrativo que involucra el diseño de un flujo grama columna, que tome en cuenta todos los conceptos de forma y contenido relacionados con el diseño de los procedimientos. La documentación incluye el diseño de los documentos que se realizaran para solicitar la ejecución de las inspecciones, registrar la retroalimentación técnica, el historial de las reparaciones y los datos técnicos globalidad de la máquina.

15. Definir la estrategia de motivación

Busca la mejor manera de involucrar a los participantes en el plan de mantenimiento y crear conciencia de la importancia del mismo. La estrategia izada, debe lograr que los jefes de taller y operarios se sientan parte del plan de mantenimiento. Se deben realizar reuniones para informar acerca de los beneficios, funcionamiento y objetivos del plan de mantenimiento Se deben realizar reuniones para informar acerca de los beneficios, funcionamiento y objetivos del plan de mantenimiento.

16. Calcular el costo total del plan de mantenimiento preventivo.

Normalmente este cálculo se realiza para un año de ejecución del plan. Por lo tanto, los costos de mano de obra y repuestos serán costo/año.¹

- a) Cálculo de la mano de obra.
- b) Cálculo de los materiales.
- c) Cálculo del costo total del Programa de Mantenimiento Preventivo.

17. Inicio del plan de mantenimiento preventivo.

La gerencia debe anunciar oficialmente el inicio del plan. Se debe registrar oficialmente la fecha de inicio del plan de mantenimiento ya que esta fecha será referencia en la cuantificación de los resultados del plan de mantenimiento.

18. Evaluar el plan de mantenimiento preventivo.

Un criterio para evaluar los resultados del plan de mantenimiento es registrar los parámetros de funcionamiento global, porque estos se pueden graficar en el tiempo y observar su comportamiento.

19. Actualizar el plan de mantenimiento preventivo.

Esta etapa pretende resaltar la importancia de dar un seguimiento detallado al plan de mantenimiento preventivo. La actualización indica la necesidad de que cada vez que se cumpla un ciclo de ejecución del plan, éste se debe revisar, ajustar y mejorar antes de iniciar un nuevo ciclo.

5. Análisis y aplicación de la teoría de la fiabilidad. (Curva de la bañera)

La teoría de la curva en forma de bañera es más una analogía que una teoría, pero a menudo se la describe en términos más teóricos. La tasa de decaimiento o falla con la cual los componentes de ingeniería aparecen está vinculada a la curva del interior de una bañera típica.

En la primera fase de la implementación del sistema la tasa de falla disminuye notablemente con el tiempo porque cualquier falla inicial o problema es superado con una solución. Durante la siguiente fase, el fondo de la curva en forma de bañera, la tasa de falla se vuelve más constante sobre el curso del tiempo a medida que los componentes del sistema están en relativamente buena forma.

Hacia el final de su duración, la curva nuevamente asciende de forma pronunciada, como la pared de la bañera, ya que la falla aparece en una tasa aumentada. Esto es similar a un automóvil viejo que tiene un problema tras otro más viejo que le sigue.

Los tipos de fallos que sufren los equipos durante su ciclo de vida son:

- **Fallos iniciales:** Esta etapa se caracteriza por tener una elevada tasa de fallos que desciende rápidamente con el tiempo (Errores de diseño, defectos de fabricación o de montaje, fallas por mal manejo del equipo).
- **Fallos normales:** Etapa con una tasa de errores menor y constante. Los fallos no se producen debido a causas inherentes al equipo, sino por causas aleatorias externas (Fallas de carácter aleatorio).
- **Fallos de desgaste:** Etapa caracterizada por una tasa de errores rápidamente creciente (Deterioro).

La teoría de la bañera se puede aplicar al generador para anticipar los problemas que se podrían desarrollar. Para hacerlo, es necesario empezar a observar el comportamiento del equipo desde su instalación, es decir, desde el primer momento en que la máquina es puesta en marcha, una de las maneras de hacerlo, es llevar una bitácora de registro de fallas y funcionamiento del generador en la cual se debe indicar el tiempo que el generador es utilizada (encendido y suspensión), y de esta manera con cierta periodicidad durante un determinado intervalo de tiempo (semanal, Mensual, Trimestral, Semestral o Anual).

Hacer un conteo de las fallas según el soporte de los registros y de manera estadística promediar las fallas, para que durante el ciclo de vida del generador tengamos contabilizadas las fallas que esta ha presentado y luego proceder a hacer el análisis de fiabilidad, con la ayuda de los expertos en generadores, que en este caso son los técnicos especialistas del CEMED, con quienes será necesario hacer una tabla en la que se determinen los factores principales que determinan el porcentaje de fiabilidad del equipo (Edad del equipo, Medio Ambiente, Carga de Trabajo, Apariencia Física, las mediciones de Prueba y Funcionamiento).

En conjunto valorar cada uno de los factores y la sumatoria de los factores tiene que ser de 100%, y ordenarlos según su prioridad, para que posteriormente se evalué cada factor de manera individual y compararlo con el porcentaje estipulado anteriormente, para que al final se defina si es necesario hacer cambios o reparaciones en los componentes del generador, y conocer además cual de ambas alternativas es más conveniente monetariamente hablando (Costos de mantenimiento o reposición).

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Por esta razón por medio de la aplicación de la Analogía de la fiabilidad, se puede crear la oportunidad de anticipar los problemas con la rapidez con la que aparecen. Esto le permitirá al hospital tener la oportunidad de poseer un amplio plantel u otros recursos a disposición para atacar los problemas de forma proactiva a medida que aparecen o antes de su aparición, a medida que el problema aumenta, se tiene que resolver a tiempo para que no comiencen a acumularse problemas adicionales. Además, esto puede ayudar a eliminar costos adicionales a largo plazo. El mantenimiento periódico ayudará a eliminar problemas de mantenimiento inesperados y a disminuir mantenimientos correctivos.

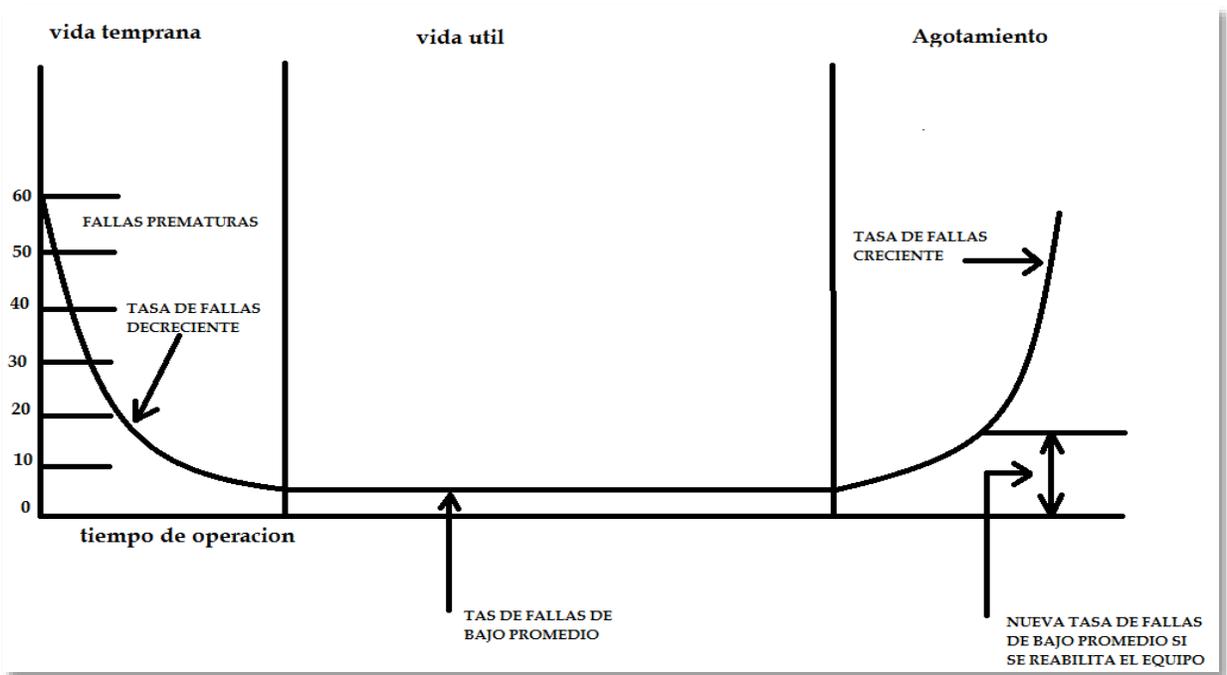
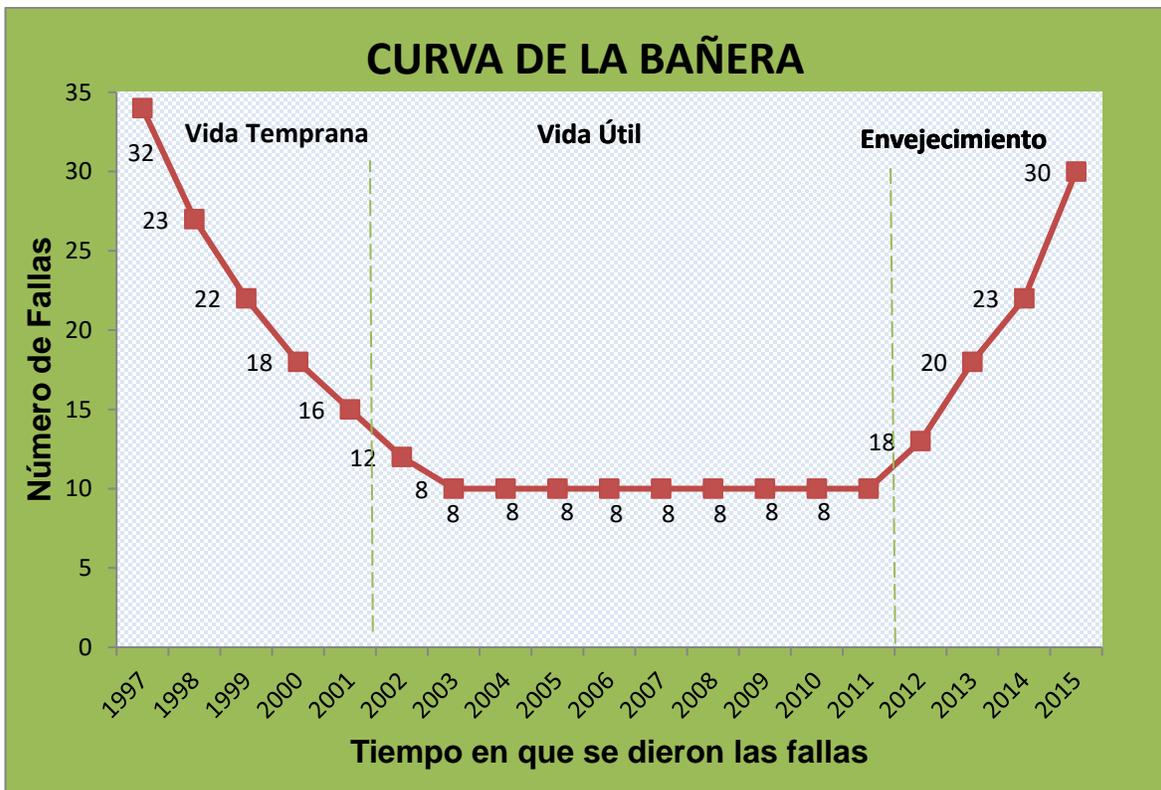


Imagen: No.: 1, Fuente: Manual de mantenimiento industrial

Cuadro de fallas registradas durante la vida útil del generador.

Vida Temprana		Vida Útil		Envejecimiento	
Año	Fallas registradas	Año	Fallas registradas	Año	Fallas registradas
1997	32	2003	8	2012	18
1998	23	2004	8	2013	20
1999	22	2005	8	2014	23
2000	18	2006	8	2015	30
2001	16	2007	8		
2002	12	2008	8		
		2009	8		
		2010	8		
		2011	8		



6. Procedimiento para el mantenimiento preventivo

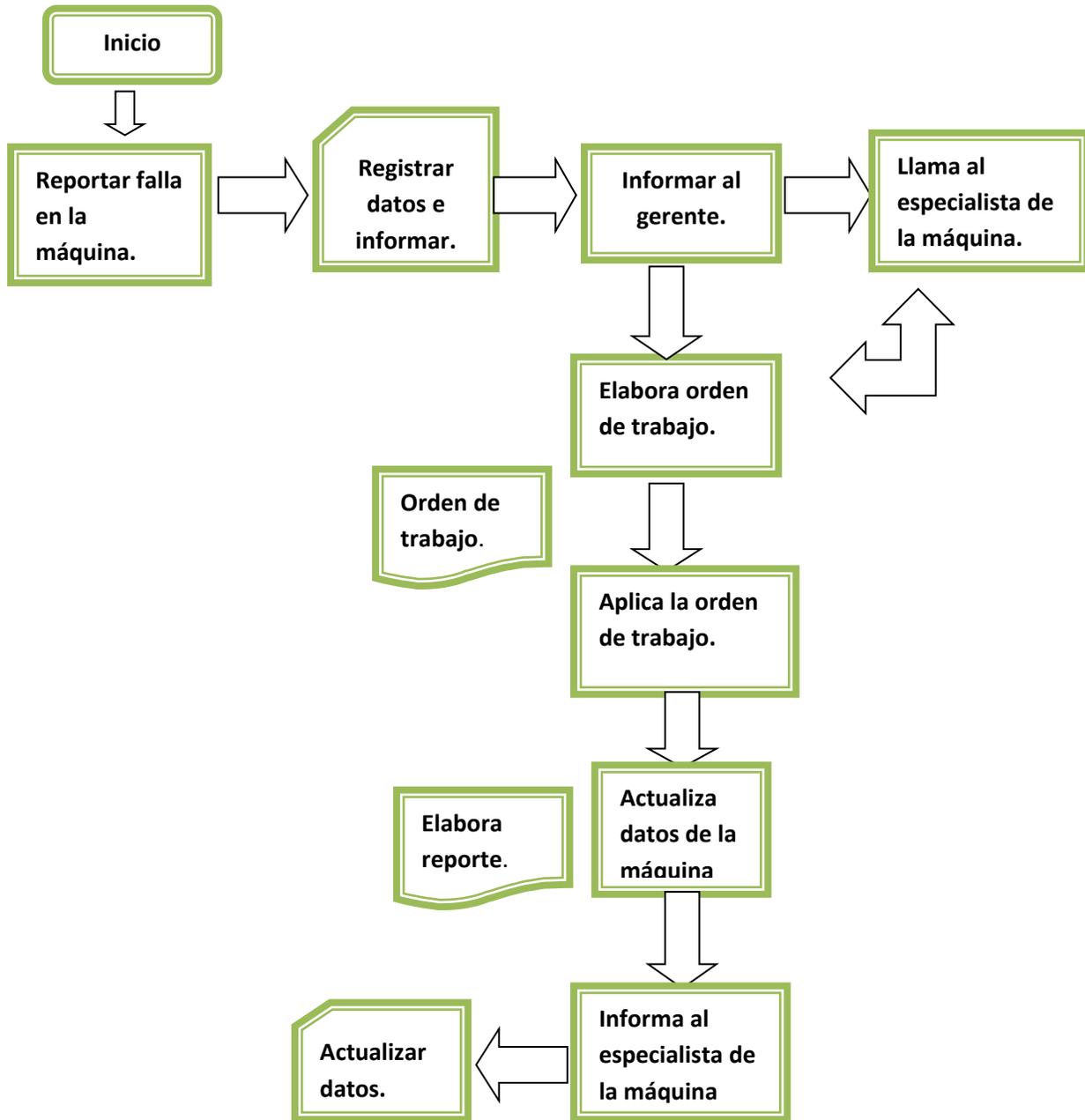


Imagen: No.: 2, Fuente: Programa de mantenimiento preventivo máquina bordadora.

7. Hoja de vida del producto

Ministerio de salud Hospital san Juan de Dios Área de Mantenimiento									
Equipo: Generador de vapor			Marca: Vulcano SADECA			Modelo: DDH-20			
					FECHA				
Datos Técnicos									
TIPO	DDH-20		Combustible	Bunquer Nº 6		Fecha de fabricación	04-06-96		
Modelo	BGE		Consumo combustible	60-70 gln diarios		Con fecha	17-03-92		
Nº de fabrica	8483		Producción de vapor saturado	2000kg/h		Gasto diario	Min 52kg Max 260kg		
Presión de prueba	12kg/cm		Presión de trabajo	8kg/cm					
Datos eléctricos									
Potencia	1.120.000kcal/h		Potencia nominal	Min 581kw Max 2907kw		Voltaje	220v trifásico		
Potencia del motor	2.2kw								
Documentación técnica									
Manual de operación	Si No		Manual de servicio	Si No		Registro de fallas	Si No		
Plan de mantenimiento				Si:		No:			
Tipo de mantenimiento									
Rutinas	Si No		Mantenimiento general	Si No		Mantenimiento componentes	Si No		
Observaciones generales									

8. Check listo para Mantenimiento.

N° 0000

Hospital San Juan de Dios

Check List para Mantenimiento



Fecha:

Hora inicio:

Hora fin:

Equipo:

Realizado por:

IMPORTANTE

Recuerda tener a mano:

- ✓ Lapicero
- ✓ Borrador

INSTRUCCIONES

- Marque con un / las revisiones Realizadas
- Marque con una X las revisiones No realizadas. Es importante especificar en las observaciones el porqué no se efectuó la revisión.
- Revise si cuenta con las herramientas necesarias para realizar el chequeo
- Al finalizar, cerciórese que el formato haya sido llenado correctamente.

Actividad	Marca	Observaciones
Comprobar que el generador este lleno de agua.	<input type="checkbox"/>	
Comprobar que las válvulas de los presostatos de trabajo estén llenas.	<input type="checkbox"/>	
Cerciorarse de que todas las válvulas colocadas en el circuito de alimentación estén abiertas.	<input type="checkbox"/>	
Comprobar que las válvulas de corte de los controles de nivel visuales estén abiertas.	<input type="checkbox"/>	
Comprobar que las válvulas de de purga de los controles de nivel y purga general del generador estén cerradas. Pulsar el botón de marcha.	<input type="checkbox"/>	

9. Orden de trabajo.

		Hospital San Juan de Dios Orden de trabajo	
		N° 0000	
Solicitante		Fecha	
		/ /	
Tipo de...	<input type="checkbox"/>	Preventivo	<input type="checkbox"/>
Aplicar de forma...	<input type="checkbox"/>	General	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento realizado por persona	<input type="checkbox"/>	Externo	<input type="checkbox"/>
Máquina o equipo a realizarle mantenimiento			
Tipo de trabajo a realizar			
Limpieza	<input type="checkbox"/>	Lubricación	<input type="checkbox"/>
Sustitución de pieza	<input type="checkbox"/>	Ajuste	<input type="checkbox"/>
Enderezado	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>
Especifique			
Descripción del trabajo a realizar			
Lista de insumos y herramientas a utilizar		Cantidad	
Informe y observaciones del técnico			
Realizado por:		Firma:	
Autorizado por:		Firma:	

10. Tablas de rutina de mantenimiento.

A continuación, se presentan la tabla de rutinas de mantenimiento del generador de vapor Vulcano SADECA, las tablas están distribuidas de la siguiente forma, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
	Semanal	Si	No
Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire			
Lavar fotocélulas y los filtros			
Limpia el electrodo del piloto de gas			
Revisar el sistema de alarma			
Asegurarse que todos los accesorios este bien lubricados			
Comprobar que los interruptores funcionen correctamente			
En general verificarse continuamente el generador			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma de técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20		
		Ambiente	
Mensual		Si	No
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo			
Efectuar limpieza integral externa del equipo			
Revisar y limpiar las boquillas			
Revisar y limpiar los electrodos			
Revisar y limpiar las fotoceldas			
Revisar y limpiar los cables del transformado			
Verificar el estado de manómetros, termómetros y termostato			
Verificar el estado de controles de presión			
Verificar el estado de válvulas de seguridad			
Verificar el funcionamiento en conjunto con el operador del equipo			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Trimestral		Si	No
Limpieza interna del generador			
Limpieza y Ajuste del conjunto de encendido			
Engrase de rodamientos de motores.			
Comprobar empaquetadura de bomba de agua.			
Cambiar en las bridas las juntas que se notaran defectuosas			
Comprobar aislamiento eléctrico de motores			
Revisar Equipo de depuración de agua			
Limpiar Depósito de los nivostatos			
Hacer Ajuste de la combustión			
Comprobar presión de Impulsión de Bomba de Agua			
Verificar manómetros y termómetro			
Limpiar los tubos del generador interiormente, así como las placas tubulares			
Lubricar la bomba de alimentación de agua.			
Limpiar el filtro de la bomba de alimentación			
Eliminar los depósitos de lodo a incrustaciones en el interior del generador			
Examinar el interior del generador para determinar la acción corrosiva			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Semestral		Si	No
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo			
Efectuar limpieza integral externa			
1. Revisar y limpiar el cuerpo del generador			
Sección de agua			
Sección de fuego			
Empaquetaduras			
Refractario			
Aislamiento			
Forro y pintura			
Chimenea			
Válvula de seguridad			
Válvula de salida de vapor			
2. Revisar y limpiar el quemador			
Boquillas			
Electrodos			
Cables			
Difusor			
Válvula solenoide			
Motor ventilador			
Empaquetaduras			

3. Revisar y limpiar el sistema eléctrico.		
Programador		
Controles de presión		
Termostatos		
Contactores y protecciones eléctricas		
Conductores eléctricos		
Dispositivos de modulación		
Tablero eléctrico		
4. Revisar y limpiar el sistema de agua.		
Motor - bomba de agua		
Control de bajo nivel de agua		
Controles de mando eléctrico		
Líneas de conducción		
Accesorios (filtros y válvulas)		
5. Revisar y limpiar el sistema de combustión.		
Bomba de combustible		
Motor de bomba de combustible		
Calentador de combustible		
Válvula reguladora de presión de combustible		
Conjunto motor-compresor		
Línea de conducción		
Accesorios (Filtros, Válvulas)		
6. Revisar y limpiar el tanque de combustible y condensado		
Lado interior del tanque		
Visor de nivel		
Válvulas		
Línea de abastecimiento, drenaje y ventilación		
Estructura general		
Pintura		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Boquillas		
Electrodos		
Cables		
Difusor		
Válvula solenoide		
Motor ventilador		
Empaquetaduras		
Verificar el paro por falla de llama		
Verificar el funcionamiento del equipo en conjunto con el operador		

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Anual		Si	No
Calibración de elementos de control: manómetros, termómetros, válvulas de seguridad.			
Inspección y limpieza de elementos de maniobra y equipos eléctricos controles			
Inspección del circuito de gases; hogar, tubos, cajas de humo			
Revisión y acondicionamiento de equipos auxiliares: ventiladores, bombas			
Prueba hidrostática			
Limpiar el calentador eléctrico y el calentador de vapor para combustible			
Revisar el estado en que se encuentran todas las válvulas			
Re engrasar los bolineras de la bomba de agua de combustible.			
Re lubricar las bolineras selladas de las transmisiones o motores			
Desarme e inspeccione las válvulas de seguridad, así como las tuberías de drenaje			
Inspección interna del cuerpo de presión, placas, hogar y haz tubular			
Medición de espesores de chapa en placas, hogar y cuerpo cilíndrico			
Prueba hidrostática del equipo a presión de trabajo.			
Inspección del estado de refractarios en quemador o fondos secos.			
Verificación del estado interno del quemador y limpieza del mismo.			
Verificar el estado de cables y fichas de conexión			
Puesta en marcha del equipo donde se comprobará el funcionamiento de los elementos de control y seguridad.			
Prueba de presostatos de seguridad eliminando eléctricamente al de corte normal			
Hacer mantenimiento de la pintura de la caldera y accesorios			

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Análisis de gases y regulación de combustión		
Limpiar exteriormente la caldera.		
Revisar y ajustar las válvulas de seguridad		
Cambiar el tapón fusible		
Destapar el tanque de condensado para efectuar limpieza interna		
Desarmar el sistema de control de nivel limpiarlo hacer las reparaciones necesarias.		
Efectúese la inspección anual del generador conjuntamente con EL CEMED (Centro DE Equipos Médicos).		

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

11. Rutinas Semestrales para los Componentes principales del Generador de Vapor

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Panel de control		Si	No
Revise periódicamente todas las conexiones eléctricas			
Arregle y limpie todas las superficies de contacto			
Pruebe todos los interruptores, circuitos y mecanismos de operación			
Limpie y lubrique según lo necesario.			
Inspeccione el área de conducción y sus conexiones			
Refuerce las conexiones según se requiera			
Limpie cualquier acumulación de polvo y suciedad			
Las piezas de repuesto deben ser de igual o mejor calidad			
Verifique los fusibles y cambiar si es necesario			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Quemador		Si	No
Limpieza de boquillas utilizar un solvente apropiado			
Desarmarlo y limpiarlo perfectamente.			
Inspeccionar las puntas de los electrodos y ajustarlas de ser necesario			
Verifique los terminales de los cables de encendido que estén ajustados			
Verifíquense la condición de la porcelana de los electrodos			
En caso de estar dañados sustituirlos			
Desarmar el mezclador de gas-aire y limpiar los conductos internos.			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Bomba de combustión		Si	No
Desarmar la bomba y verificar las condiciones de los rodamientos			
Limpiar los impulsores con disolvente adecuado			
Lubricar los rodamientos del motor			
Verificar que la intensidad de la corriente no sobrepase el valor nominal			
Lijarla y Pintarla.			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento			
Equipo	Generador de vapor		Servicio	
Marca	Vulcano SADECA			
Modelo	DDH-20		Ambiente	
Ventilador			Si	No
Retirar la malla de entra al afire al ventilador				
Limpiar la malla de entrada del afire al ventilado				
Limpiar el rotor del ventilador				
Inspeccionar si los "prisioneros" están suficientemente ajustados				
Verificar si las correas están suficientemente ajustadas				
Sustituir correas en caso de desgaste avanzado				
Engrasar chumaceras y los rodamientos				
Verificar si la intensidad de la corriente del motor				
Quitar el motor del ventilador				
Lubricar el motor y rodamientos del ventilador				
Sustituir los rodamientos que presenten algún defecto.				
Poner el motor del ventilador				

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Bomba de agua		Si	No
Limpiar completamente los conductos de agua de la carcasa			
Estudiar la erosión de la corrosión			
Verificar la concentricidad de los nuevos anillos de desgaste			
Verificar los impulsores			
Lubricante en los rodamientos pero en exceso.			
Llevar un registro completo de las inspecciones y reparaciones			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Condensador		Si	No
Verificar la alimentación de agua normal			
Comprobar los niveles de agua			
Verificar tubería por donde se conduce el agua ablandada			
Verificar la tubería del retorno de vapor al condensador			
Revisar que el condensador mantenga su temperatura de 70 C°			
Verificar válvulas por donde se conduce el agua ablandada			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

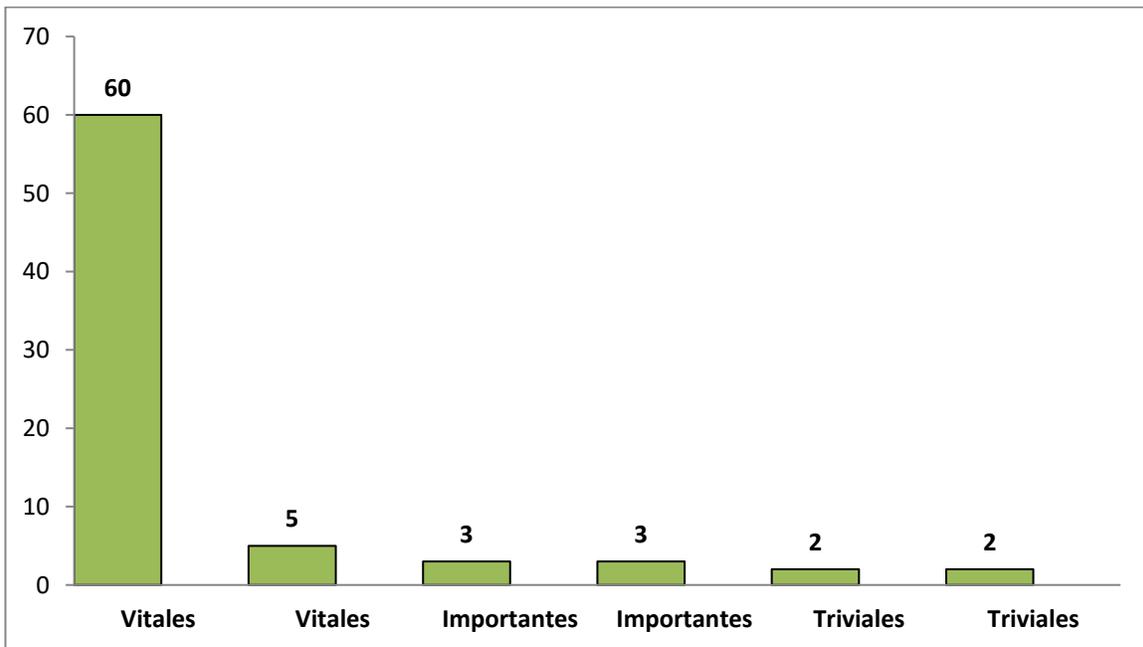
Rutina de mantenimiento preventivo planificado	Ministerio de salud Hospital San Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	Servicio	
Marca	Vulcano SADECA		
Modelo	DDH-20	Ambiente	
Tuberías de distribución de vapor		Si	No
Inspeccionar el estado de los anclajes de tubería			
Inspeccionar el estado de los soportes del sistema de tubería			
Determinar si existe vibración en las tuberías			
Limpiar la superficie exterior de las tuberías			
Pintarlas cuando sea necesario			
Repare cualquier rotura o grieta que tenga el forro aislante			
Comprobar los equipos que trabajan con vapor para su funcionamiento			
Revisar los tanques de condensado y sus accesorio			
Revisar el aislante térmico por desprendimiento, erosión, etc.			

Fecha de realización	/ /	Observaciones
Hora		
Firma del técnico		
Revisado por		

12. Registro de fallas

Es importante llevar un registro de fallas para establecer un parámetro de fallas que consideremos tolerables y que tomaremos como parámetro anual, para ellos nos proponemos a identificar cuales producen mayor cantidad de fallas (causas vitales), las que producen mediana cantidad (causas importantes) y las que producen menor cantidad (causas triviales). Para ello se recomienda realizar un diagrama de Pareto propuesto a continuación.

Fallas del generador	Nº de Fallas	%	% Acumulado
Electrodos	60	0.8	0.8
Fuga en tanque de condensado	5	0.066	0.866
Bomba de circulación	3	0.04	0.906
Empaque de ventilador	3	0.04	0.946
Filtros	2	0.026	0.972
Mala combustión	2	0.026	0.998
Totales	75	99.8%	99.8%



13. Determinación de Causa de Fallos y Soluciones

Ministerio de salud Hospital san Juan de Dios Departamento de mantenimiento		
Equipo	Generador de vapor	
Marca	Vulcano SADECA	
Modelo	DDH-20	
Fallo	Causas	Soluciones
Se enciende el piloto, pero la Válvula de combustible no se abre.	a)Fotocélula sucia	a) Limpiar el lente de la fotocélula
	b) Control electrónico defectuoso.	b) Comprobar conexiones
	c) Válvula solenoide desconectada	c) Conectar la válvula solenoide
	d) Bobina de la válvula solenoide quemada	d) Cambiar bobina a la válvula solenoide
	e) No hay combustible	e) Revisar línea de combustible
	f) Modulador no está en la posición de arranque	f) Esperar que llegue a la posición de arranque o revisar las conexiones
Generador echa mucho humo.	a) Falta de aire	a) Regular dámper y limpiar ventilador
	b) Exceso de presión de la bomba de combustible	b) Regular línea de retorno de combustible
	c) Boquillas defectuosas	c) Limpiar boquillas, sustituirlas si es necesario
	d) Entrada de aire incorrecta	d) Regular dámper, limpiar ventilador
	e) Falta de regulación en el dámper.	e) Regularlo
El quemador produce explosiones	a) Mala regulación de los electrodos	a) Calibrar los electrodos
	b) Electrodo defectuosos	b) Sustituírlos
	c) Transformador de ignición defectuoso	c) Comprobarlo y en caso necesario sustituirlo
	d) Entrada de aire Incorrecta	d) Regular el dámper, limpiar Filtro de la bomba

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

El generador no enciende	a) El switch del dámper no funciona.	a) Sustituirlos
	b) Boquillas tapadas	b) Destaparlas
	c) No hay chispa	c) Revisar el transformador y el control de ignición
	d) Circuito de ignición defectuoso	d) Revisar los componentes del circuito de ignición
	e) No llega combustible	e) Revisar los componentes del sistema de combustible, tanque, bomba, línea de combustión
Tubos perforados	a) Corrosión	Buen tratamiento del agua y continuo control del oxígeno y de PH. Purga más frecuente
	b) Acción del oxígeno	
	c) Excesivas incrustaciones	
Tubos torcidos tubos rotos	a) Bajo nivel del agua	a) Sistema de bajo nivel de agua defectuoso o desperfectos en el sistema de alimentación
	b) Métodos incorrectos de arranque y pasada	b) S�ganse los procedimientos correctos de arranque y pasada
	c) Golpe de llama	c) Ajústese el quemador

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR DE VAPOR VULCANO SADECA DEL
HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

No hay descarga de agua al generador con la bomba funcionando	a) Velocidad de la bomba baja	a) Revisar las conexiones eléctricas
	b) La presión de descarga es muy baja	b) Limpiar la tubería de descarga
	c) Impulso obstruido	c) Descarga hacia atrás desamoblar la bomba y eliminar la obstrucción
	d) Succión obstruida	d) Desmontar y limpiar el filtro, limpiar la tubería de solución
	e) La bomba rota en sentido contrario al indicado en la carcasa	e) Invierta dos fases en el motor, si es de una fase cambiarlo
La descarga de la bomba es deficiente.	a) Velocidad baja	a) Vea (a) de la anterior
	b) Presión de descarga alta	b) Vea (b) de la anterior
	c) Impulsor obstruido	c) Vea (c) de la anterior
	d) Impulsor dañado	d) Cambiar el impulsor
	e) Anillos del canal dividido dañado	e) Cambiar anillos de canal dividido
	f) Anillos espaciadores dañados	f) Cambiar anillos espaciadores
Excesivo ruido de la bomba.	a) Materia extraña en el impulsor	a) Desensamblar la bomba y quitar la obstrucción
	b) Altura de descarga alta	b) Limpiar tubería de descarga
	c) Zumbido magnético	c) Consultar al constructor del motor

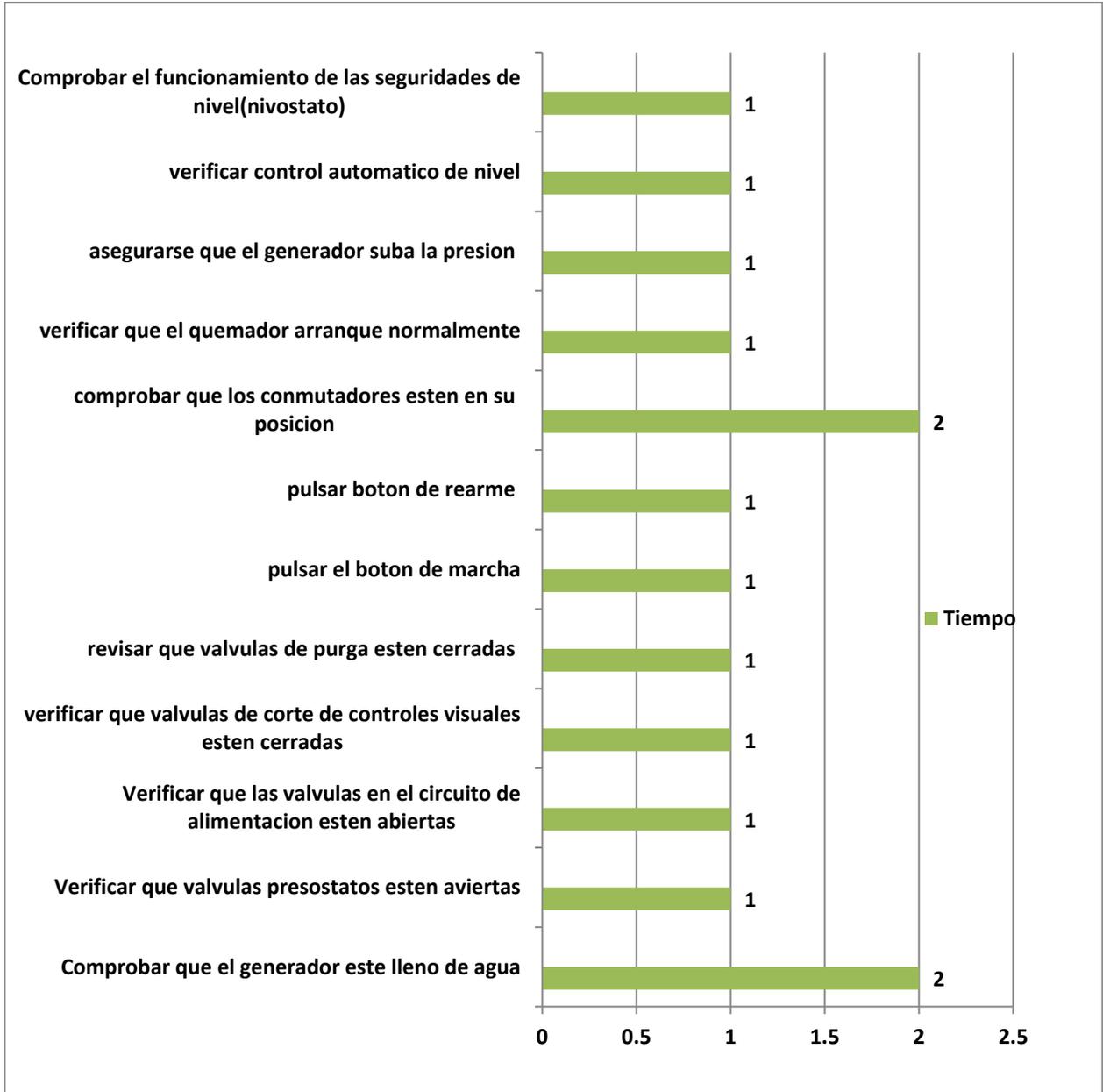
15. Anagrama de fallas

Ministerio de salud			
Hospital San Juan de Dios			
Departamento de mantenimiento			
Equipo: Generador de vapor Marca: Vulcano SADECA Modelo:DDH-20			
Formato de Reporte e Investigación de Fallos			
Información General.			
Hora de falla.	Fecha de la falla	/	/ Nº:
Determinación de la causa por la cual ocurrió la falla.			
Descripción de la falla.			
Acciones principales para que ocurriera.			
Acciones secundarias para que ocurriera.			
Formulación de acciones inmediatas.			
Modificaciones inmediatas.			
Recomendaciones a largo plazo.			
Recomendaciones a corto plazo.			
Reportado por:			
Firma:			
Fecha:			

16. Actividades para el diagrama Gantt diario

Nº	Actividades	Tiempo (min)
1	Comprobar que el generador esté lleno de agua	2
2	Verificar que las válvulas de los presostatos estén abiertas	1
3	Cerciorarse que las válvulas en el circuito de alimentación del generador estén abiertas	1
4	Verificar que las válvulas de corte de los controles de nivel visuales estén abiertas	1
5	Revisar que las válvulas de purga de los controles de nivel estén cerradas	1
6	Pulsar el botón de marcha	1
7	Pulsar el botón de rearme	1
8	Comprobar que los conmutadores estén en su posición correspondiente	2
9	Verificar que el quemador arranque normalmente	2
10	Asegurarse que el generador suba la presión	1
11	Verificar control automático de nivel	1
12	Comprobar el funcionamiento de las seguridades de nivel(nivostato)	2

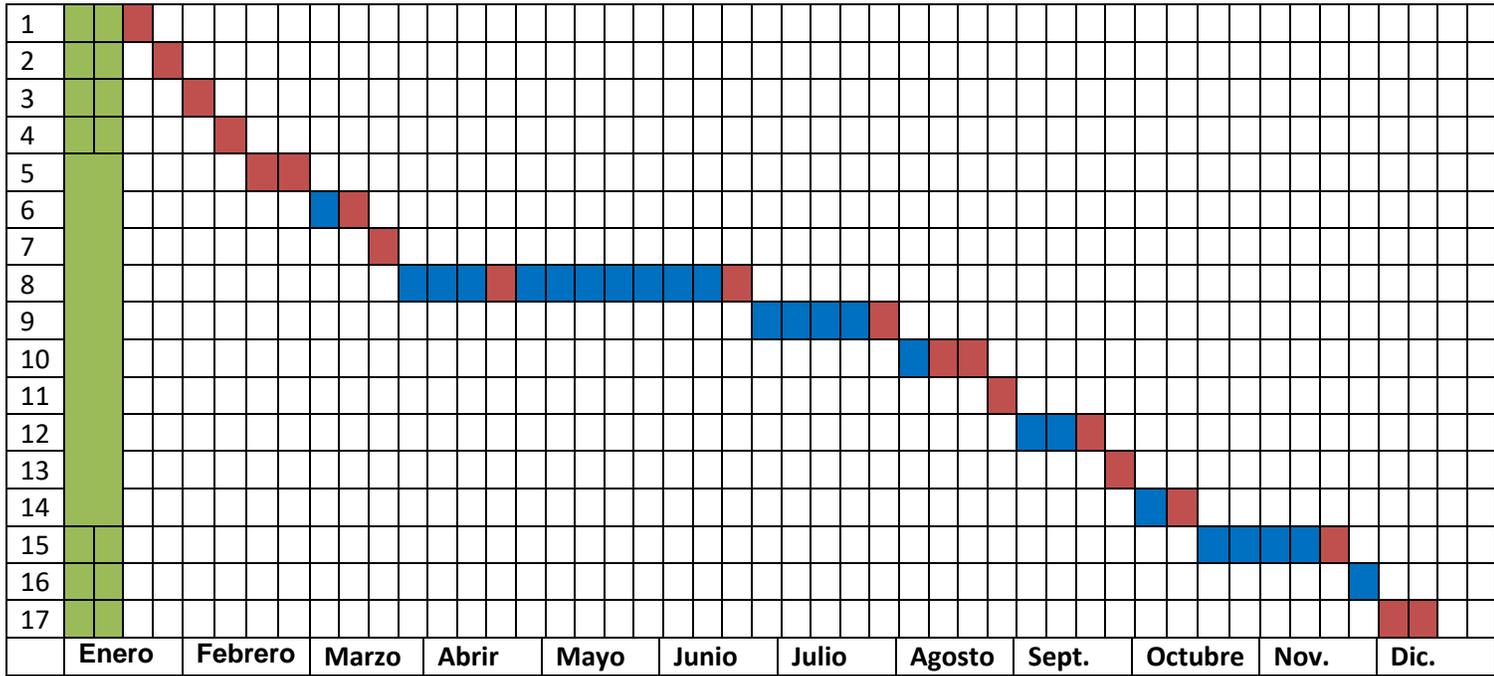
16.1. Diagrama Gantt de las actividades Diarias



17. Actividades para la elaboración del Gantt anual

Nº	Actividad	Duración	Procedente	Fecha(semanas)
1	Capacitación teórica del personal	2 días		3ra enero
2	Capacitación practica del personal	2 días	1	4ta enero
3	Limpieza general	1 semana	1 y 2	1ra febrero
4	Elaboración de inventario	1 semana	3	2da febrero
5	Adquisición de repuestos y herramientas	1 semana	4	3ra febrero
6	Mantenimiento preventivo	1 semana	5	2da marzo
7	Capacitación de operario (Generador)	1 día	5 y 6	3ra marzo
8	Limpieza general	1 semana	7	2da abril
9	Mantenimiento preventivo	1 semana	8	2da junio
10	Revisión de inventario	1 semana	9	3ra julio
11	Adquisición de repuestos y herramientas	1 semana	10	1ra agosto
12	Limpieza general	1 semana	11	3ra agosto
13	Mantenimiento preventivo	1 semana	12	2da septiembre
14	Capacitación de operario (generador)	1 día	13	3ra septiembre
15	Limpieza general	1 semana	14	1ra de octubre
16	Revisión del registro de mantenimiento	1 semana	15	4ta noviembre
17	Mantenimiento general	2 semanas	14 , 15 y 16	1ra y 2da diciembre

17.1. Plan de mantenimiento anual (Diagrama de Gantt)

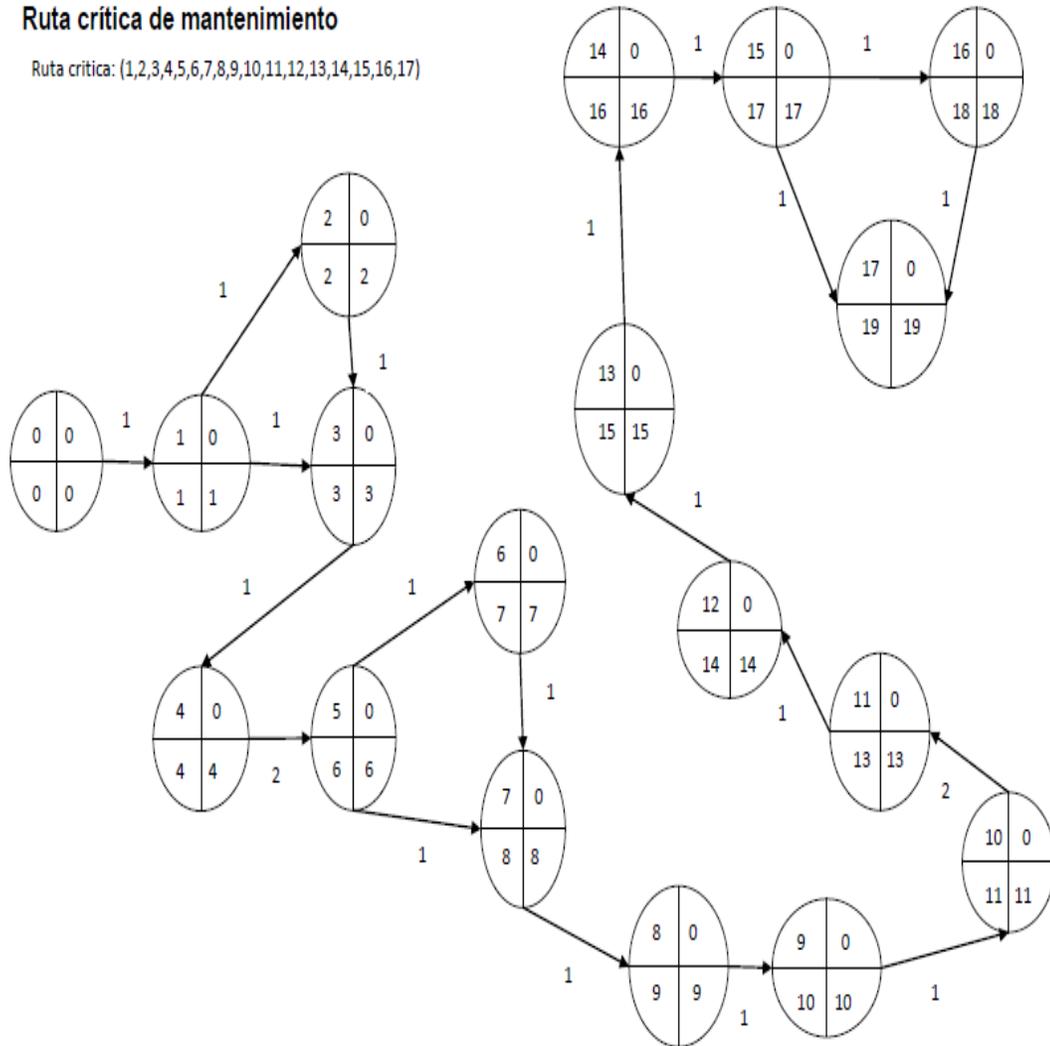


	Inicio de actividades
	Semana de actividad
	Semana sin actividad

17.2. Ruta crítica del mantenimiento anual

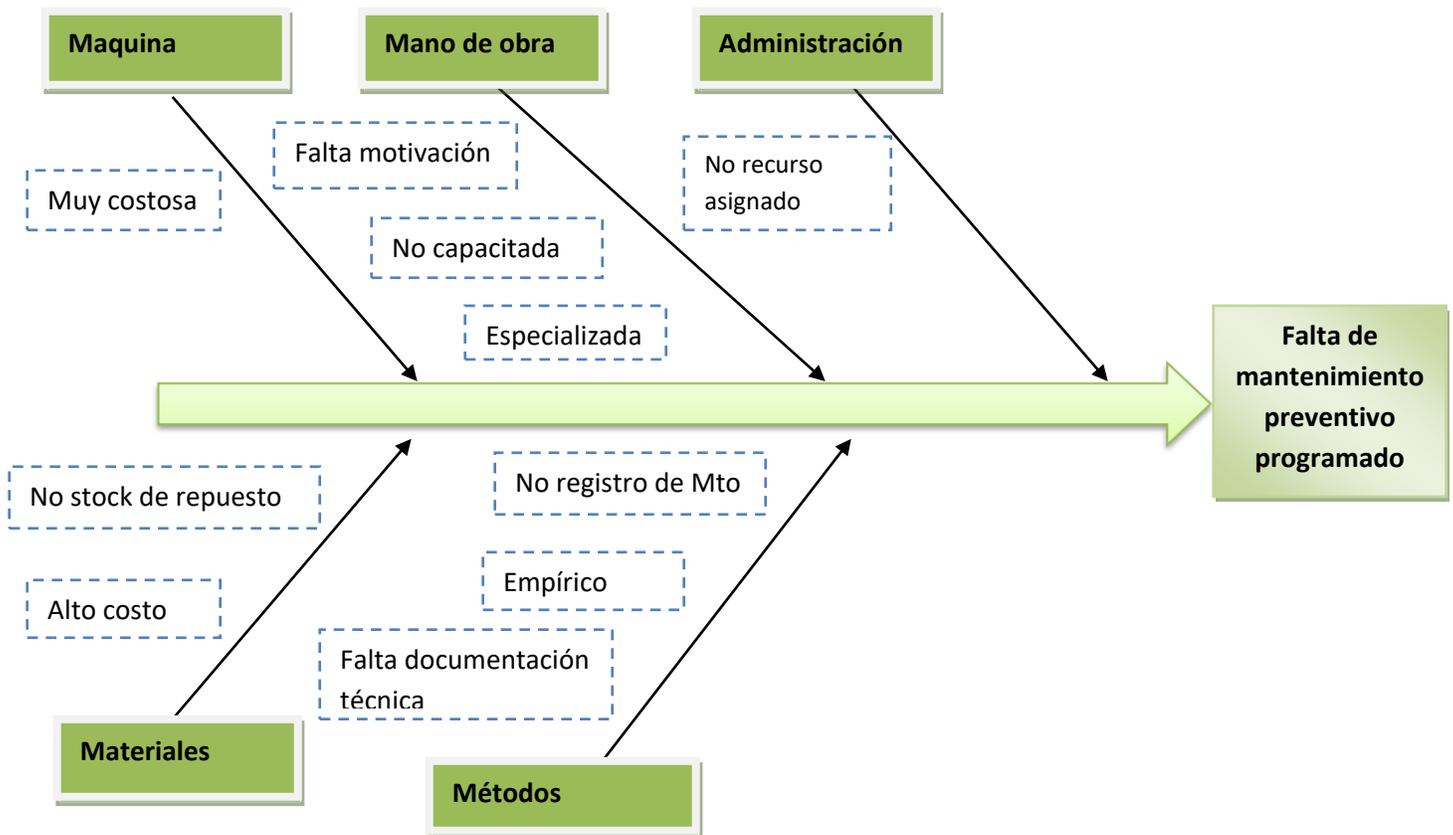
Ruta crítica de mantenimiento

Ruta crítica: (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17)



18. Diagrama causa y efecto

Es una herramienta que representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. Se utiliza para clarificar las causas de un problema. Para la propuesta del plan de mantenimiento preventivo del generador hemos desarrollado el siguiente diagrama causa y efecto.



19. Aspecto financiero del Plan de Mantenimiento Preventivo para el generador de vapor en el hospital San Juan de DIOS.

Realizar un mantenimiento preventivo nos garantiza muchos beneficios entre ellos los económicos.

A continuación, reflejaremos en el siguiente ejercicio la relación entre el mantenimiento preventivo vs. Costo del generador.

Ejercicio.

Se debe realizar el presupuesto para el próximo año 2017 en departamento de ingeniería y mantenimiento, se conoce según base datos recopilados al 31 de enero del 2016 la información siguiente:

- Las horas – hombre (H-H) de mantenimiento son de: 372HH
- Las horas máquinas de producción son de: 372 HM
- El costo de materiales variables son de: 6,500
- El costo del mantenimiento fijo es de: 9,000 C\$

Está planificado realizar el MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL para el mes de marzo consumiendo 372 HH y 2,166.67 C\$ en materiales, el mantenimiento general se realiza cada 3 meses iniciando en el mes de marzo.

El mes laboral de los técnicos del departamento de mantenimiento consta de 30 días de 8 horas y con una eficiencia de aprovechamiento del 90% y el salario es de 37.50 C\$ la hora.

Desarrolle:

- ✓ Cuadro inicial de los costos totales del mantenimiento
- ✓ Cuadro de redistribución de obreros.
 - ✓ Los volúmenes de producción HM proyectados para el 2017 serán los siguientes.

Enero	372
Febrero	336
Marzo	372
Abril	360
Mayo	372
Junio	360
Julio	372
Agosto	372
Septiembre	360
Octubre	372
Noviembre	360
Diciembre	372

Nota: Los volúmenes de producción (HM), se obtienen multiplicando las horas de funcionamiento del generador al día por la cantidad de día de cada mes

Solución del ejercicio sobre cálculos de análisis de costos de mantenimiento

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
VOLUMEN DE PRODUCCION (H-M)	372	336	372	360	372	360	372	372	360	372	360	372
C. VARIABLE DE M.O	13,950	12,600	13,950	13,500	13,950	13,500	13,950	13,950	13,500	13,950	13,500	13,950
C. VARIABLE DE MATERIALES	6,502	5,873	6,502	6,292	6,502	6,292	6,502	6,502	6,292	6,502	6,292	6,502
C FIJO DE M.O	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
COSTO FIJO MANTENIMIENTO	6,300	6,300	6,300	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900	18,900
COSTO VARIABLE DE M.O (MANT ESP)	13,950	12,600	13,950	13,500	13,950	13,500	13,950	13,950	13,500	13,950	13,500	13,950
COSTOS FIJOS M.O (MANT ESP)	1,951	1,762	1,951	1,888	1,951	1,888	1,951	1,951	1,888	1,951	1,888	1,951
C VARIABLE DE MATERIALES (MANT ESP)	2,165	1,955	2,165	2,095	2,165	2,095	2,165	2,165	2,095	2,165	2,095	2,165
C F MATERIALES(MANT ESP)	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550
C TOTAL (MANT ESP) SUB CONTRATACION	22,616	20,867	22,616	22,033	22,616	22,033	22,616	22,616	22,033	22,616	22,033	22,616
C MANO DE OBRA (MANT PREV. GEN)	0	0	9,000	0	0	9,000	0	0	9,000	0	0	9,000
C MATERIALES (MANT PREV. GEN)	0	0	2,167	0	0	2,167	0	0	2,167	0	0	2,167
C TOTAL (MANT PREV GEN)	0	0	11,167	0	0	11,167	0	0	11,167	0	0	11,167
COSTOS TOTALES DE M.O	38,851	35,962	47,851	37,888	38,851	47,851	38,851	38,851	46,888	38,851	37,888	47,851
COSTOS TOTALES DE MATERIALES	19,517	18,678	21,684	31,837	32,117	31,837	32,117	32,117	34,004	32,117	31,837	34,284
COSTOS VARIABLES TOTALES	36,567	33,028	36,567	35,387	36,567	35,387	36,567	36,567	35,387	36,567	35,387	36,567
COSTOS FIJOS TOTALES	21,801	21,612	21,801	34,338	34,401	34,338	34,401	34,401	34,338	34,401	34,338	34,401
COSTOS TOTALES	58,368	54,640	58,368	69,725	70,968	69,725	70,968	70,968	69,725	70,968	69,725	70,968

Tabla N° 2

Esta tabla indica cuantos obreros se requieren para la realización del mantenimiento desde los costos totales de mano de obra de la tabla anterior.

MES	COSTO M.O TOTALES	TOTAL H-H	OBRERO REQUERIDO	NO. DE OBREROS	COSTO REALA DE M.O
Enero	38,851	1036.03	4.80	5	C\$ 45,000.00
Febrero	35,962	958.99	4.44	5	C\$ 45,000.00
Marzo	47,851	1276.03	5.91	6	C\$ 54,000.00
Abril	37,888	1010.35	4.68	5	C\$ 45,000.00
Mayo	38,851	1036.03	4.80	5	C\$ 45,000.00
Junio	47,851	1276.03	5.91	6	C\$ 54,000.00
Julio	38,851	1036.03	4.80	5	C\$ 45,000.00
Agosto	38,851	1036.03	4.80	5	C\$ 45,000.00
Septiembre	46,888	1250.35	5.79	6	C\$ 54,000.00
Octubre	38,851	1036.03	4.80	5	C\$ 45,000.00
Noviembre	37,888	1010.35	4.68	5	C\$ 45,000.00
Diciembre	47,888	1277.01	5.91	6	C\$ 54,000.00

Después de la realización obtuvimos el siguiente resultado:

El mantenimiento preventivo tiene un costo total de C\$ 58,368 entre el costo real de la máquina que es de C\$ 1,363,667 nos da el porcentaje del gasto de mantenimiento que es de un 4%.

Detalle de los cálculos

TMOV= Total HH/Volumen de Producción HM

Costo Variable de MO= TMOV X VP X Salario

T Material Variable= Costo de Material Variable/HM de Producción

Costo Variable de Mat= TMat X VP del periodo

Solución del ejercicio sobre análisis de costos de mantenimiento anual

Costo Variable MO= TMOV dada en el ejercicio X VP X Salario

Costo Fijo MO (Mtto Especial) = Costo Variable de Materiales X 30%

Costo Variable de Mat (Mtto Especial) = 17.48 X VP

Costo Fijo de Mat (Mtto Especial) = 6500 X 0.7

Costo Total (Mtto Especial) = Sumatoria de los Costos Mtto Especial, se considera el periodo de sub contratación para

los meses anteriores

Costo de MO (Mtto Preventivo General) = H-H DADA X Salario

Costo de Mat (Mtto Preventivo General) = Dato facilitado en el ejercicio en el problema

Σ De costos de Mantenimiento Preventivo General

Σ De Costos de Mano de Obra

Σ De Costos de Materiales inclusive Costo Fijo de Mantenimiento

Σ De todos los Costos Variables

Σ De todos los Costos Fijos

Σ De todos los Costos Fijos y Variables

20. Conclusiones

1. Tener los datos técnicos, es la manera adecuada de empezar a trabajar con los equipos de generación de vapor, ya que son equipos de vital importancia en un hospital; por ende, conocerlos de una forma detallada es una herramienta indispensable para solucionar cualquier problema que pueda darse.
2. El mantenimiento preventivo es un factor importante en la vida económica de una máquina ya que un programa bien definido de mantenimiento preventivo, producirá una extensión de la vida útil de los componentes de una unidad y, además, producirá una baja en los costos de reparaciones y tiempo de paro no planeado, que son los más significativos entre los costos de operación.
3. Al aplicar el plan de mantenimiento preventivo se proporcionará soluciones inmediatas a las fallas más comunes en el generador de vapor.
4. La correcta aplicación de las rutinas de mantenimiento evitará problemas comunes, paradas y reparaciones innecesarias del equipo.
5. El personal de operación y mantenimiento del generador debe tener el conocimiento de la importancia de ejecutar un buen plan de mantenimiento preventivo, así como los logros que se pueden obtener al implementarlo; toda esta información debe dárseles en forma gradual, de manera que el empleado vaya adaptándose a su nueva rutina de trabajo.

21. Recomendaciones

1. Realizar las rutinas del plan de mantenimiento preventivo, siguiendo todos los pasos que se indican, sin dejar pasar por alto ninguno por minucioso que se considere; si surge alguna duda, consultarla con el encargado de mantenimiento.
2. Realizar un análisis al agua de alimentación del generador, para determinar qué tratamiento químico es el adecuado aplicarle.
3. Después de la operación de la caldera, se debe de purgar las tuberías para drenar el condensado y evitar el golpe de ariete, en el posterior arranque.
4. Hacer una inspección periódica del sistema de alimentación ya que frecuentemente los sedimentos y lodos que son arrastrados tapan los filtros, válvulas anti retorno e incluso los reductores de la red de abastecimiento de la misma; asimismo es recomendable limpiar la bomba de agua y lubricar las partes de ella que lo necesiten.
5. Periódicamente realizar la limpieza del tanque de condensado, para evitar el deterioro, disminuyendo la corrosión, pero lo más importante es retirar todos los sedimentos que se depositan ya que esto evitará que el flote se trabaje y que dé un falso nivel de agua en el generador.
6. Capacitar constantemente al personal de mantenimiento y operación del generador para que ellos sean parte de la solución cuando se presenten fallas en los equipos.

22. Bibliografía

- manual de operación servicio y mantenimiento. (2013). En Fabricio, *MI de operacion y servicio* (pág. 125). mexico.
- Master, P. (lunes 14 de octubre de octubre de 2013). *powermaster.com.mxt*.
Obtenido de Power master.com.mxt.
- Rojas. (2014). *Plan de mantenimiento preventivo para caldera pirutubular*.
Cartago.
- Romero, M. M. (2012). Mantenimiento Industrial. En M. M. Romero, *Mantenimiento Industrial* (Segunda Edición ed., pág. 341). México, México: Compañía Editorial Continental S.A de C.V.
- Verzini. (2012). *Acerca del TPM: Japan Institute of Plant Maintenance - JIPM*.
Obtenido de www.actiongroup.com.ar: www.actiongroup.com.ar
- Vladimir, B. .. (2010). *Diseño termivo y mecanico de un generador pirutubular* .
monterrey .