

Propuesta De Un Software De Mantenimiento Para Equipos Biomédicos

Escarlet Sarahy Arvizú¹
Isamara Francisca Bravo²
Dania Lisseth Alaniz³

RESUMEN

Consiste en las actividades realizadas con el fin de lograr el desarrollo de un software de mantenimiento para el manejo eficiente de información y optimización de las tareas de planificación, programación y control de mantenimiento de equipos biomédicos, tales como levantamiento del inventario de los equipos biomédicos existentes, la estructuración de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo y por último el diseño de la propuesta que permita dar una solución automatizada, al proceso de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos y los programas que actualmente se emplean de manera manual en la gestión administrativa de mantenimiento preventivo y correctivo . El software ha sido previsto para el área de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí.

Palabras Clave: Mantenimiento, software, equipos biomédicos.

1 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo Electrónico: skarleth.sam1995@gmail.com

2 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo Electrónico: Franciscabravo268@gmail.com

3 UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo Electrónico:alanizdania3@gmail.com

Proposal Software For Biomedical Equipment Maintenance

Escarlet Sarahy Arvizú1
Francisca isamara Bravo2
Dania Lisseth Alaniz3

SUMMARY

It consists of activities in order to archive development of a software maintenance for efficient information management and optimization of planning, scheduling and control of maintenance of biomedical, such as rising inventory of existing biomedical equipment teams, structuring activities preventive and corrective maintenance and finally the design of the proposal which would enable an automated solution to process management and maintenance of biomedical equipment programs currently used manually in the administrative management of preventive and corrective maintenance. The software has been planned for the area Neonatal Intensive Care (NICU) of the San Juan de Dios hospital of Esteli.

Keywords: Maintenance, software, biomedical equipment.

INTRODUCCIÓN

El presente documento investigativo, tiene por objetivo el diseño de un software, destinado a optimizar la gestión de mantenimiento para los equipos biomédicos de la Unidad de Cuidados Intensivo Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí.

La determinación de la aplicabilidad del objetivo principal de la investigación, se desarrolló de forma clara, con el fin de tener como resultado una herramienta que permitirá controlar los activos informáticos destinados a optimizar los flujos de información administrativa de mantenimiento del hospital, de manera eficiente, confiable y segura.

Esta investigación contempla el tema de mantenimiento industrial como una herramienta importante en el mejoramiento continuo para la conservación de los equipos biomédicos. Teniendo como reto principal la creación de un software mediante el cual se puedan llevar a cabo las principales actividades de mantenimiento tales como el mantenimiento preventivo y correctivo.

Es oportuno mencionar que no tener confiables los equipos biomédicos pone en riesgo de paro total o parcial al área o especialidad en donde se requieran, pudiéndose darse el caso de paro total del servicio médico que se esté ofreciendo, ocasionando que se pongan en riesgo vidas humanas.

Actualmente la gestión del mantenimiento ha evolucionado de forma dinámica y permanente con la aparición de sistemas de gestión asistida por computador que viene a captar, almacenar, procesar y generar información que permita conocer de forma

oportuna los detalles de actividades de los trabajos que se realizan.

Desde esta perspectiva, el enfoque de optimización de los procesos de mantenimiento conduce a replantear la manera en que debe llevarse a cabo las tareas de conservación, haciendo uso de las nuevas tecnologías.

El desarrollo e implementación del software a proponer permitirá mejorar la disponibilidad y el control de registro de los equipos biomédicos a través de la planificación anticipada de las actividades de mantenimiento, además de tener a la mano la información oportuna de cada uno de ellos.

MATERIALES Y METODOS

Localización de la investigación

Esta investigación se realizó en las instalaciones del Hospital San Juan de Dios, localizado en el kilómetro 148 carretera norte en la ciudad de Estelí. Fue inaugurado el 8 de Enero de 1997 por la presidenta de la republica Doña Violeta Barrios de Chamorro.

Tipo de Estudio

Nuestra investigación se define con un enfoque cuali-cuantitativa. En cuanto a **cuantitativa** porque se fundamenta en la estructura de los aspectos observados y susceptibles de cuantificación con respecto al sistemas de gestión mantenimiento en la institución en estudio y **cualitativa** porque debemos tomar como punto guía el rendimiento óptimo de los equipos, sus características específicas y funcionamiento así como las características y factores de un buen mantenimiento de los equipos biomédicos.

Cabe destacar que la línea de investigación de este proyecto es la innovación industrial basándose en la temática de investigación y desarrollo de productos y servicios. Esta

investigación en primera instancia es experimental ya que el resultado final que se obtiene es un producto informático, con lo cual se pretende determinar cómo este influencia de manera positiva los trabajos realizados en la gestión del mantenimiento de forma tal que se pueda verificar si existe una mejora continua en los procesos de planificación, programación y control de las actividades de conservación de los equipos biomédicos.

También es de carácter descriptivo con método deductivo dado que por medio de la observación se analizará la importancia del funcionamiento de los equipos y las condiciones en las que estos operan, además de describir todas y cada una de las actividades, tareas y procesos que conllevan al inicio, desarrollo y finalización de este trabajo de investigación.

Universo, población y muestra

En primer lugar el universo está constituido en sí por el Hospital Escuela San Juan de Dios y la población objeto de investigación estará constituida por las áreas de servicios clínicos del Hospital Escuela San Juan de Dios, las áreas que sobresalen son: Pediatría, Cirugía, Medicina Interna, Gineco Obstetricia, Consulta Externa y Emergencia.

Para la elaboración de la muestra, la recolección de datos tomados de esta es no probabilístico con carácter opinático o intencional porque no hay una muestra significativa de personas para la realización de esta.

Técnicas de recolección de la información

- a) *Observación del proceso de mantenimiento.* La observación y participación directa en el proceso de mantenimiento sirvió para mostrar de qué manera estaba funcionando la

institución y como este mismo proceso podía ser optimizado con el mantenimiento preventivo.

- b) *Realización de entrevistas y encuestas*
La entrevista aplicada al jefe del departamento de mantenimiento sirvió para determinar el nivel de eficiencia al momento de realizar el mantenimiento a los equipos biomédicos. Como También nos permitió conocer los diferentes equipos que se usan en el área de UCIN e identificar cual era la mayor problemática que se presentaba en el departamento de mantenimiento.
La encuesta fue realizada para la evaluación de la calidad en el servicio y percepción de que tan importante es el mantenimiento para el hospital y de igual manera conocer las opiniones y actitudes sobre replantear la manera en que se lleva a cabo la gestión del mantenimiento, de forma tal que nos permitió conocer la disposición del personal para pasar de trabajar de manera manual las actividades de mantenimiento a realizarlas en una forma más automatizada como lo es a través de un software.

Tratamiento 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 fueron implementados diagrama Ishikawa, Gantt y formatos aplicativos.

Para la elaboración del documento se utilizó, en la plataforma operativa de Windows, Microsoft Office Word 2013, para el procesamiento de datos referentes a encuesta e inventario de equipos biomédicos se

implementó siempre en este mismo sistema operativo el programa Microsoft Office Excel 2013.

Etapas de la investigación

La investigación se realizó directamente en el campo de aplicación para obtener información confiable y oportuna.

Los pasos a desarrollar en la investigación para el cumplimiento de los objetivos propuestos son los siguientes:

1. Observación directa en las actividades de mantenimiento que se llevan a cabo en el área de UCIN como la visualización de la jerarquía de trabajos planificación y organización de los mismos.
2. Recopilación documental, revisión bibliográfica en base al diseño de sistemas aplicativos para la gestión de mantenimiento.
3. Aplicación de guía de observación, entrevista y encuesta al jefe y personal de trabajo de mantenimiento como también a enfermeros/as.

RESULTADOS

Puesto que nuestro trabajo investigativo estuvo enfocado en la creación de un sistema asistido por ordenador que permita optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos, nos dimos a la tarea de indagar sobre los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo que se realizan en el área de UCIN donde se determinó que la gestión del mantenimiento que se lleva a cabo en el Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí actualmente está fundamentado en un plan basado en hojas de vida, ordenes de trabajo y en rutinas de mantenimiento planificados para cada uno de los equipos biomédicos cabe señalar que estos formatos

son llenados de manera manual para el registro de las operaciones de mantenimiento.

Para poder recopilar información que nos ayudara a desarrollar este sistema aplicativo se realizaron una serie de procedimientos que van desde el levantamiento de un inventario técnico donde se registraron todos los equipos biomédicos existentes en el área de UCIN, el cual nos condujo a conocer toda la información técnica de los equipos, datos que fueron oportunos para el desarrollo del software.

Posteriormente se estructuraron las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo tomando como bases principales la entrevista, encuestas e información sobre cómo está organizado el departamento de mantenimiento y de esta manera conocer como es la jerarquía y ambiente de trabajo también se realizó un análisis con el diagrama de causa y efecto para identificar el contexto actual sobre la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Por último se procedió con el diseño de propuesta del software de gestión de mantenimiento que permita mejorar la disponibilidad y el control de registro de los equipos biomédicos a través de la planificación anticipada de las actividades de mantenimiento mediante el sistema aplicativo, además de tener a la mano información oportuna de cada uno de ellos. Con lo cual a partir de esto se tienen los siguientes resultados:

Levantamiento del inventario técnico

Ítem	Ambiente/Servicio	Nombre del Equipo	Marca	Modelo	N° de Serie
1	Neonatología	Cuna termica	Ohmeda	4400	HCCA00517
2	Neonatología	Cuna termica	Fanem	2051	NAC19118
3	Neonatología	Cuna termica	Dison	13N100	1131211011
4	Neonatología	Cuna termica	Ohmeda	4400	ACA101146
5	Neonatología	Cuna termica	Ohmeda		HCA101146
6	Neonatología	Cuna termica	Nestormat	Nestormar-3000	
7	Neonatología	Cuna termica	Dison	13N100	1140604001
8	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N10360916760
9	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N10360966765
10	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N10360916762
11	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N103601016990
12	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N09360714448
13	Neonatología	Ventilador	AVEA	Corefusion	BEV1001969
14	Neonatología	CIPAP	FISHER &	MR810	1.50119E+11
15	Neonatología	CIPAP	FISHER &	MR811	50119000758
16	Neonatología	Incubadora de transporte	Fanem	IT-158-TS	8184
17	Neonatología	Incubadora de transporte	Fanem	1TL58TS	CF8184
18	Neonatología	Monitor de signos vitales	Edan	iM8B	260112MMB07620013
19	Neonatología	Monitor de signos vitales	Contec	CMS- 8000	AX1507200098
20	Neonatología	Monitor de signos vitales	EDAN	7500	501929383
21	Neonatología	Monitor de signos vitales	Goldway	UT4000F	CN4FABAQ00609
22	Neonatología	Neulizador	Pulmonaid	56050N	
23	Neonatología	Incubadora	Ohmeda	Care Plus	HCDY00063
24	Neonatología	Incubadora	Isolette	C100	KE12890
25	Neonatología	Bomba de jeringa	JYM	JZB-1800Y	150280587
26	Neonatología	Bomba de jeringa	Lifepum	FC 112	201407
27	Neonatología	Bomba de jeringa	JXN	JZB-1800Y	15028065Z
28	Neonatología	Bomba de infusion	Lifepum	SA213	N80321026
29	Neonatología	Bomba de infusion	Lifepum	SA213	N80321022
30	Neonatología	Bomba de infusion	Neutceh	Neupump 613	40500581

Ítem	Ambiente/Servicio	Nombre del Equipo	Marca	Modelo	N° de Serie
31	Neonatología	Subsion	Aspira torsuccion	360	20150922008
32	Neonatología	Subsion	Aspira torsuccion	XB-SXT-1	
33	Neonatología	Monitor	Goldway	UT4000F	CNYFABAQ00601
34	Neonatología	Bomba de jeringa	Lifepum	fe112	201407
35	Neonatología	Incubadora	Ninebo	YP2000	1340703001
36	Neonatología	Bomba de jeringa	JXM	JZB1800Y	150280547
37	Neonatología	Bomba de jeringa	JXM	JZB1800Y	131203842
38	Neonatología	Ventilador portatil	Newport	HT 70	N1441720213254
39	Neonatología	Incubadora	Ohmeda	4000	HCDY00115
40	Neonatología	Incubadora	Ohio	190ASCII	ADGN00011
41	Neonatología	Incubadora	lingbo - David Midic	YP-970	12061102005
42	Neonatología	Incubadora	lingbo - David Midic	YP-972	12061102003
43	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
44	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
45	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
46	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
47	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
48	Neonatología	Fototerapia	David	XHZ-90	42141005003
49	Neonatología	Cuna termica	Fanem	2051	YAF-60127
50	Neonatología	Cuna termica	Guido RXS	Nestomar 300	
51	Neonatología	Cuna termica	Radiant-warmer	BN-100	11410290020
52	Neonatología	Bomba de jeringa	Lifepum	FC112	201407
53	Neonatología	Bomba infusion	Lifepum	SA213	201409
54	Neonatología	Fototerapia	Maxiphoto	FTH	61128
55	Neonatología	Fototerapia	Maxiphoto	FTH	FTH12F51
56	Neonatología	Fototerapia	Maxiphoto	FTH	FTH06-128
57	Neonatología	Aspirador	684C0	300	20150922008
58	Neonatología	Aspirador	Electric Suction	7A-2313	8120002
59	Neonatología	RX portatil	Siemens	1818454	3814

Estructura del procedimiento de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en el área de UCIN.

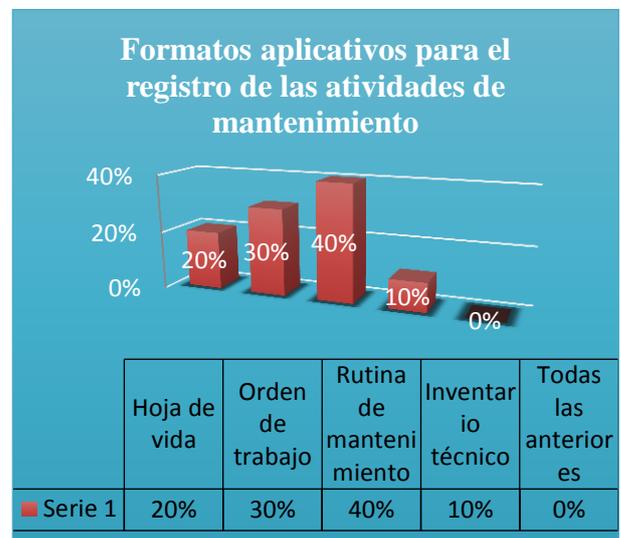
Las siguientes gráficas muestran la información recopilada de las encuestas realizadas al personal de mantenimiento los cuales fueron propicios para cumplir con nuestro objetivos planteados en la investigación y de este modo conocer el contraste de la importancia del mantenimiento, asimismo identificar cuáles son las actividades y procesos involucrados en el mismo y especialmente conocer en amplitud la relevancia del uso un sistema aplicativo para la automatización de las tareas de mantenimiento.



El gráfico muestra que un 80% del personal de mantenimiento tiene conocimiento de la existencia de un programa de mantenimiento y el 20% restante opina que carece de información.

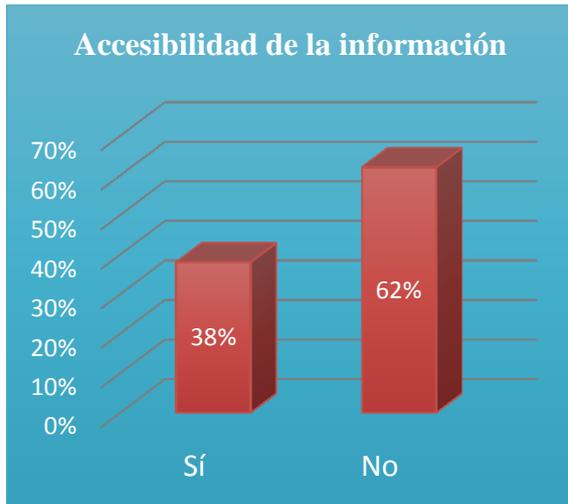


Un 100% de los encuestados como visualiza en el gráfico concuerda que el control de la información con respecto a las inspecciones preventivas y correctivas se a través de formatos aplicativos impresos lo que resulta un dato muy oportuno para el desarrollo y cumplimiento de nuestros objetivos de investigación.



Un 40% de los encuestados confirman que el formato aplicativo más usado para ejecutar las actividades de mantenimiento es el formato de rutina de mantenimiento, por otra parte un 30% concuerda que es el formato de orden de trabajo que más se emplea aunque un 20% opina que el formato a usar para el

registro de las tareas es la hoja de vida, no obstante un 10% difiere que es el formato de inventario técnico que se usa.



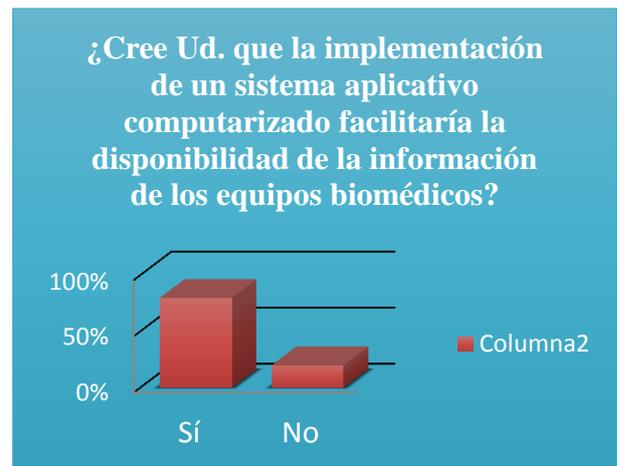
La presente gráfica muestra que un 62% de los encuestado concuerda que el conjunto de documentación de la actividades de mantenimiento no están accesible, aunque un 38% afirma que si tiene fácil acceso a la información



El personal de mantenimiento concuerda que 100% se cumple con la ejecución de las tareas de mantenimiento.

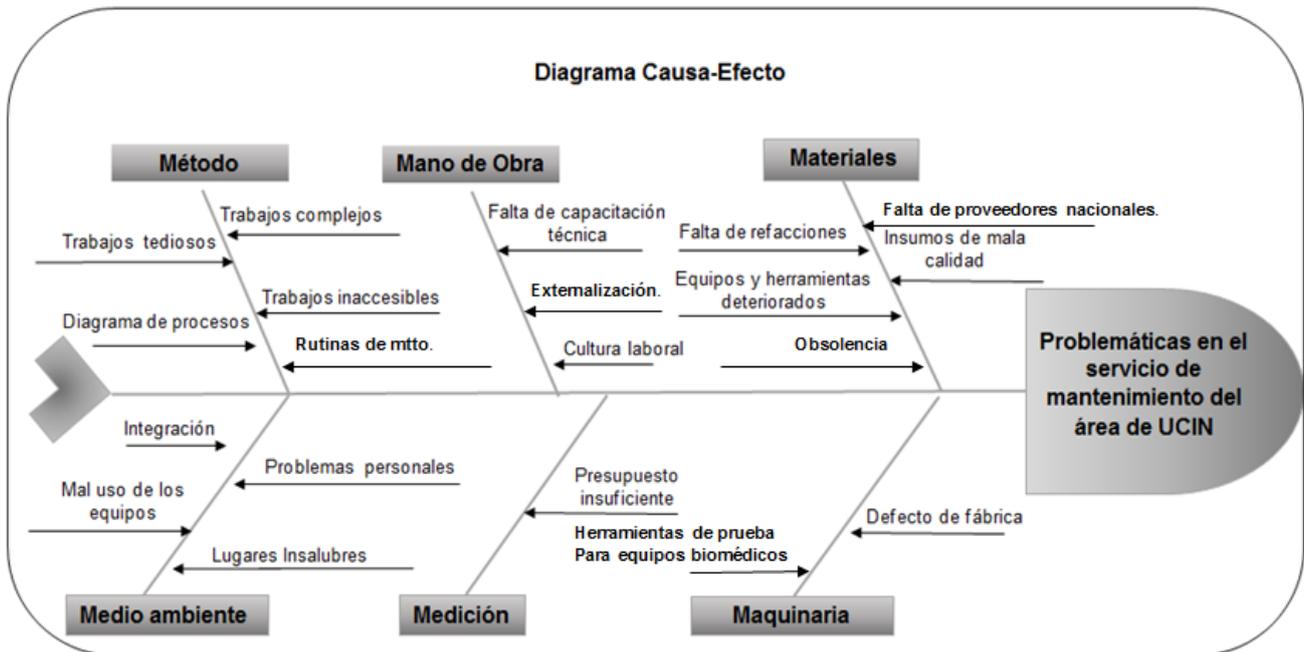


La disposición de un plan programado para la ejecución de las actividades es muy importante y según el 70% los encuestados confirman que disponen de uno, sin embargo un 30% opina todo lo contrario.



El uso de nuevas tecnologías para la sistematización de trabajos hoy en día es considerado como una opción muy ambiciosa y según un 80% del personal de mantenimiento comparte el mismo pensamiento ya que consideran oportuno la implementación de un software para el tratamiento de información lo que facilitaría la disponibilidad inmediata en la consulta de información de los equipos biomédicos aunque un restante del 20% considera no oportuno hacer uso de un sistema aplicativo.

Diagrama de causa-efecto



En el diagrama anterior se ve reflejado las principales causas que afectan el departamento de mantenimiento e ingeniería del hospital el cual se ve involucrado el **método** en cuanto a la manera de realizar los trabajos, la **mano de obra** que directamente está relacionada con la falta de capacitación y cultura laboral del personal, **los materiales** referentes a la falta de refacciones, equipos y herramientas deterioradas e insumos de mala calidad. Otra causa es el **medio ambiente** laboral donde se ejecutan los trabajos correspondientes al mantenimiento de los equipos biomédicos de igual manera otras causas son la **medición** y lo referente a las **maquinaria** que en ocasiones vienen con defectos de fábrica. Todas estas causas traen como efecto un mal servicio en las actividades de mantenimiento de los equipos biomédicos.

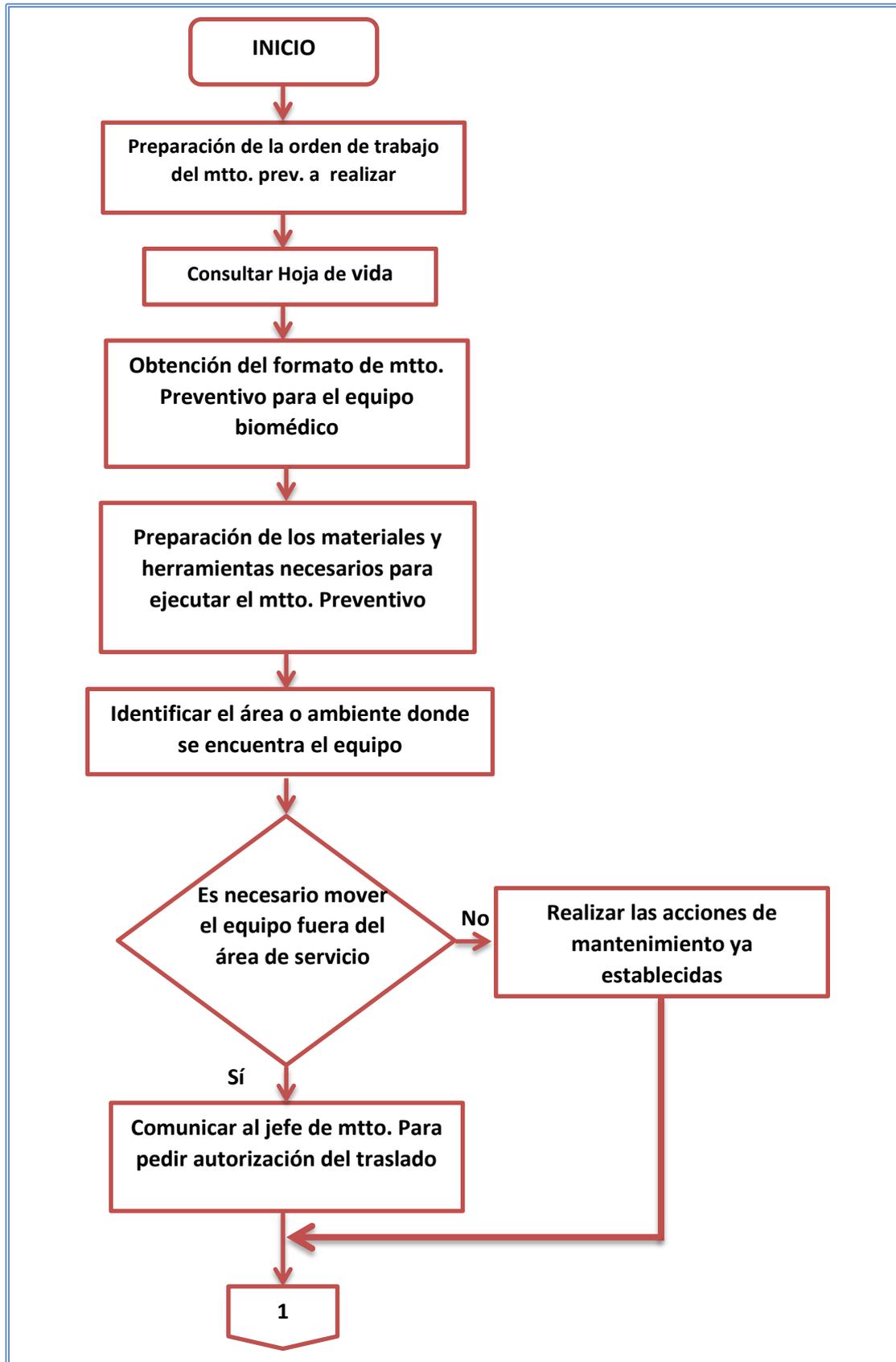
Mantenimiento preventivo

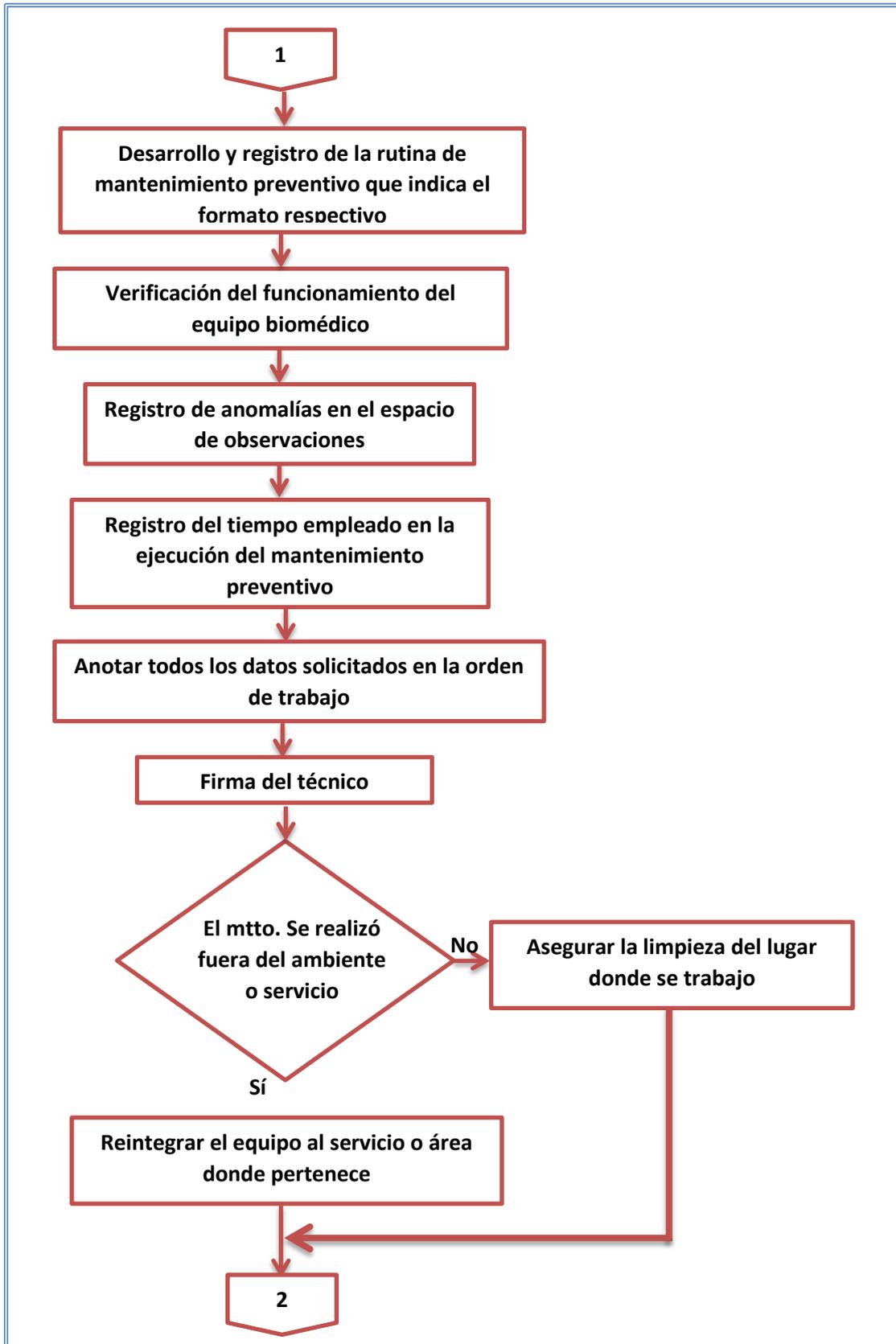
Con el objetivo de obtener eficiencia y la óptima operación de los equipos el departamento de mantenimiento cuenta con

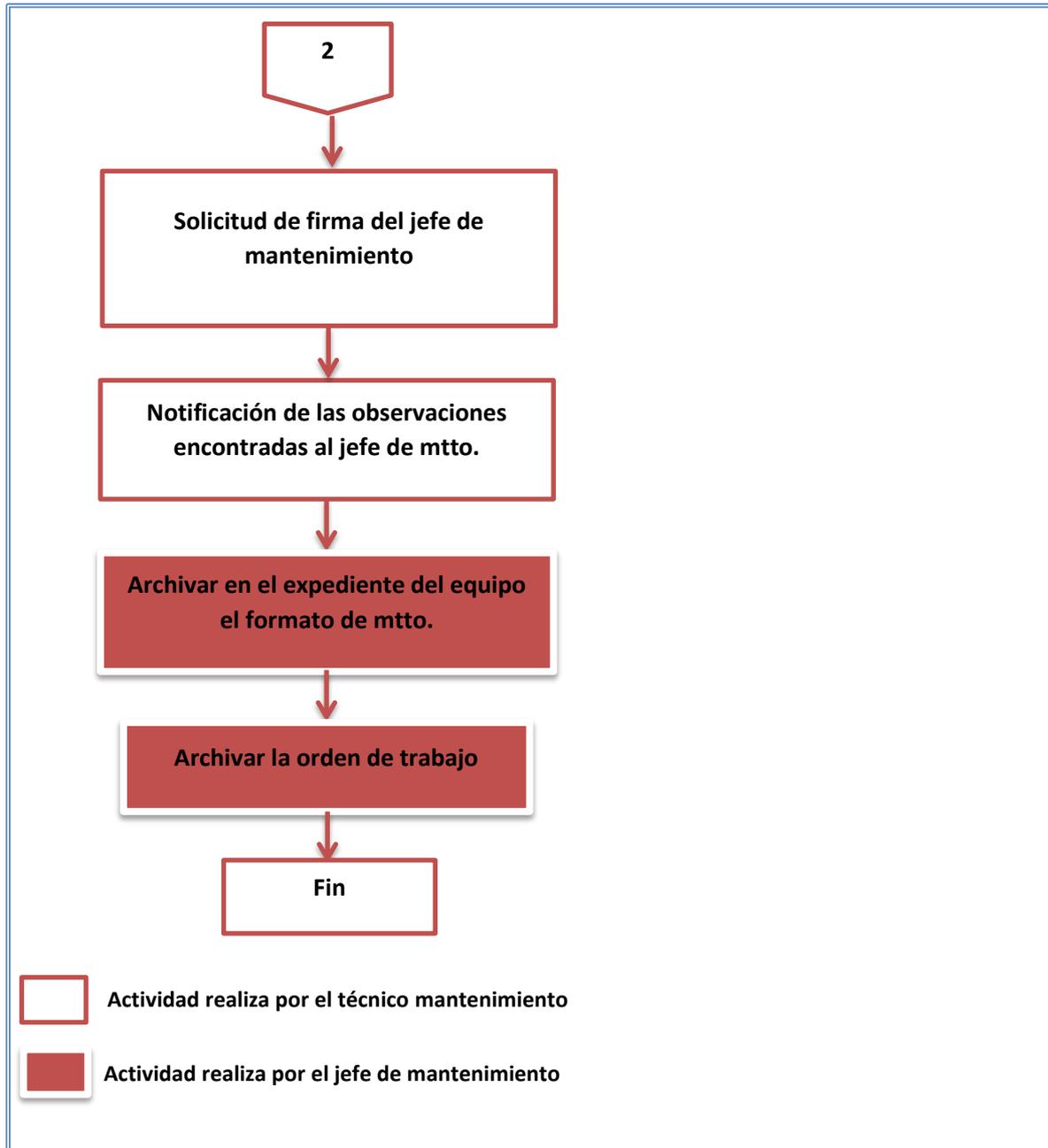
un sistema estructurado de formatos aplicativos para ser empleados a la hora de realizar las respectivas tareas de conservación. Este sistema tiene por objeto prevenir fallas e interrupciones en la operación de los equipos biomédicos evitando el paro imprevisto de los mismos. Cabe mencionar que mediante el trabajo de campo se determinó que las principales acciones de mantenimiento se centran en cuatro tareas básicas las cuales son: Limpieza, inspección, lubricación y ajuste.

Para llevar a cabo la acción de mantenimiento preventivo se cuenta con el diseño de un formato aplicativo de rutina de mantenimiento, el cual contiene las principales acciones a realizar.

A continuación se presenta el desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo mediante la rutina de mantenimiento.



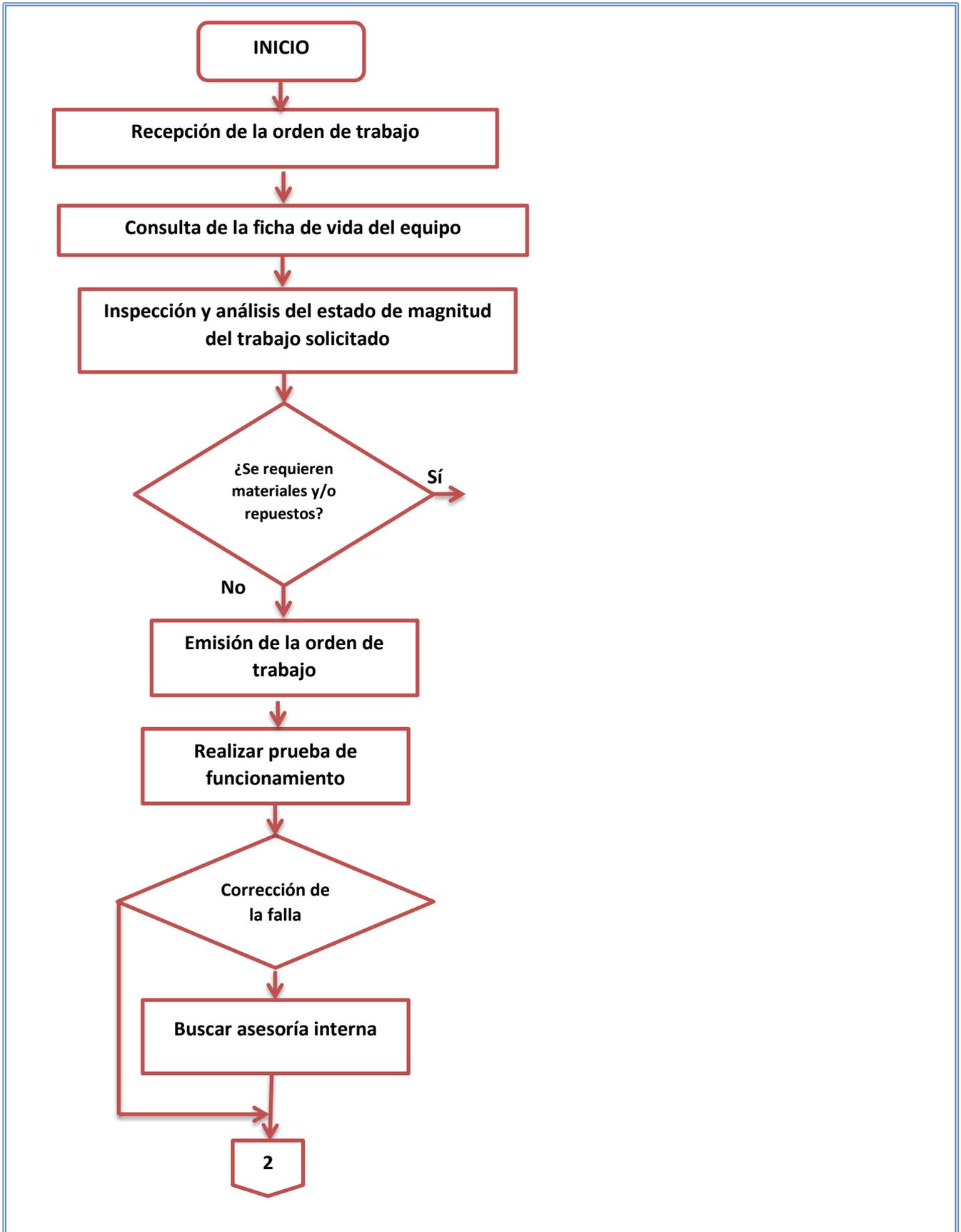


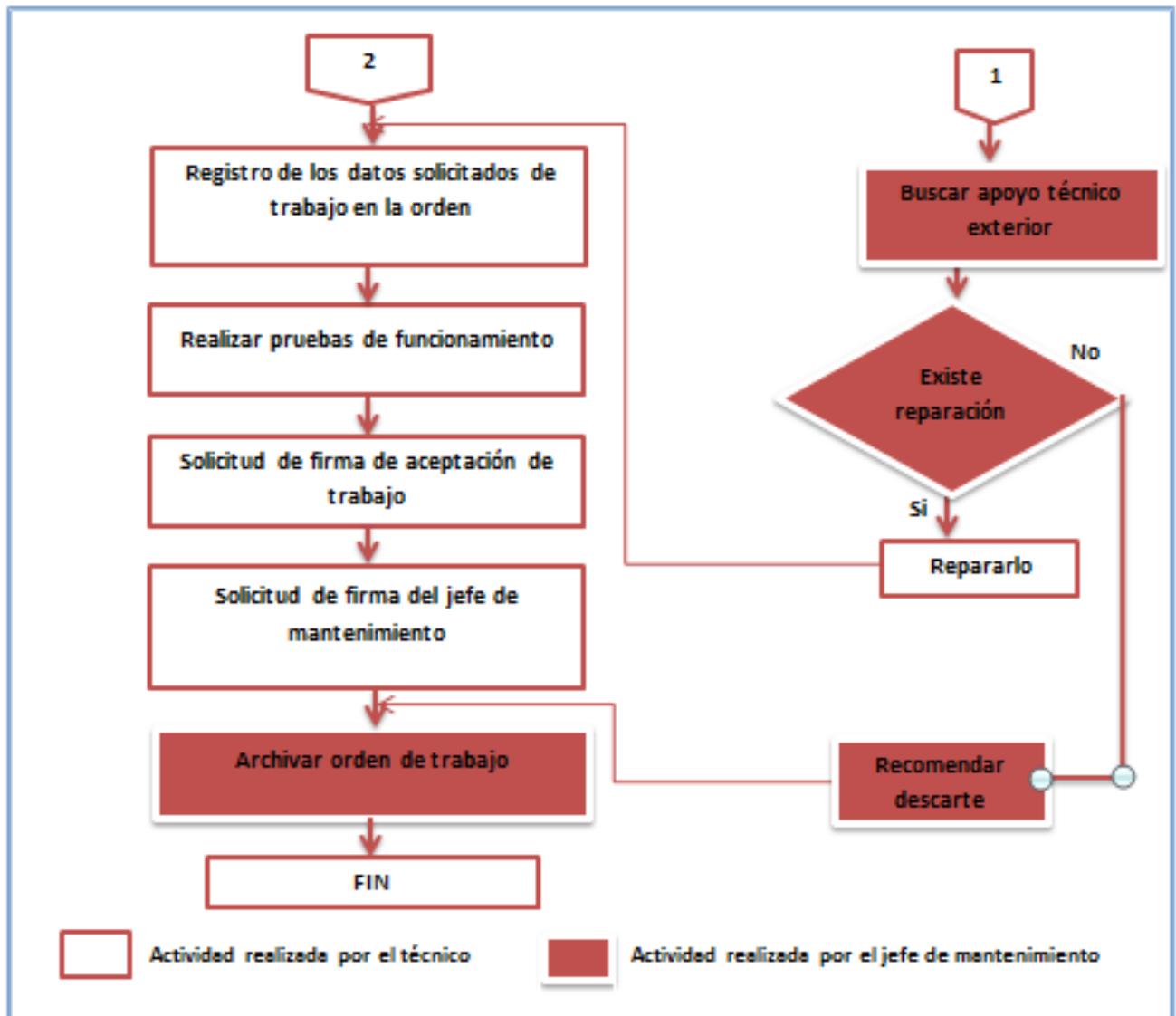


Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo empleado a los equipos del área de UCIN está fundamentado en la realización de reparaciones de emergencia que se efectúan para evitar que hayan tiempo ociosos, los cuales pueden provocar deficiencia en el servicio de atención a los pacientes, ya que es indispensable mantener en funcionalidad y disponibilidad total cada uno de los equipos biomédicos. Una vez que se toma la decisión de la asignación de la orden de trabajo el procedimiento de su ejecución no solo

contempla el acto de reparar el equipo en cuestión, también incluye los pasos que se realizaron previos, durante y posterior para preparar, gestionar y registrar lo que se necesita para ejecutar y controlar el trabajo. Los pasos que se siguen para la ejecución de una orden de trabajo se presentan a continuación:





Como se observó en las figuras anteriores la estructura de los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo siguen una secuencia lógica y un tiempo específico con el cual se debe cumplir, sin embargo frecuentemente, el jefe de mantenimiento enfrenta situaciones en las cuales los trabajos pendientes son tan numerosos y de tal complejidad que resulta casi imposible tener fácil acceso a la documentación de cada uno de los equipos biomédicos, dada tal situación resultará muy beneficioso el uso del sistema informático a proponer.

Propuesta del software para administrar las actividades de mantenimiento del área UCIN del Hospital Escuela San Juan de Dios

Eventualmente con la recopilación de datos obtenidos durante el trabajo de campo, observaciones, entrevista y encuesta se logró reunir información necesaria para realizar el respectivo diseño del sistema aplicativo y presentar una propuesta.

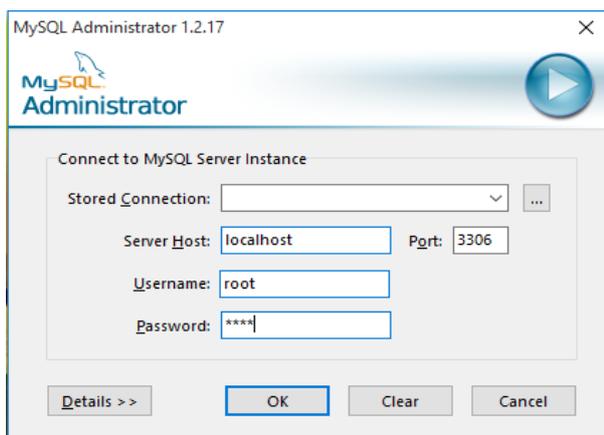
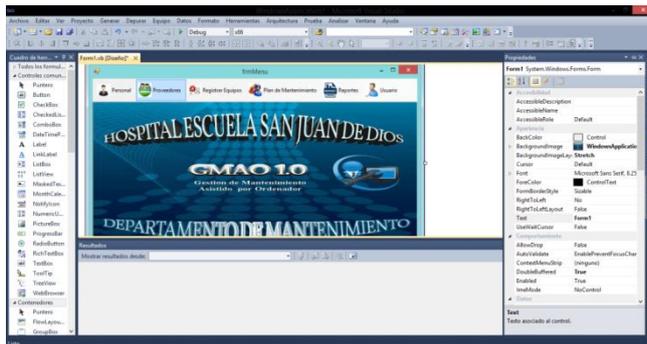
Cabe resaltar que uno de los puntos clave para desarrollar el sistema aplicativo a proponer fue la realización del inventario técnico en conjunto con la estructuración de las respectivas actividades de mantenimiento las cuales llevan una secuencia lógica para llevarse a cabo.

El software a proponer para el Hospital Escuela San Juan de Dios en el área de UCIN ha sido previsto de forma que sus funciones principales sean las del almacenamiento de información referente a los trabajos mantenimiento realizados en los equipos.

NOMBRE DEL SISTEMA: Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador
“GMAO”

Requerimientos para crear el sistema

Para la creación del sistema visual, se utilizó el software “Microsoft Visual Studio 2010, y como gestor de base de datos el Software MYSQL. Además, se utilizó el software Cifre (Create Install Free) que permite generar un archivo ejecutable (.EXE) que se puede instalar presionado doble clic sobre su icono, en cualquier computador.



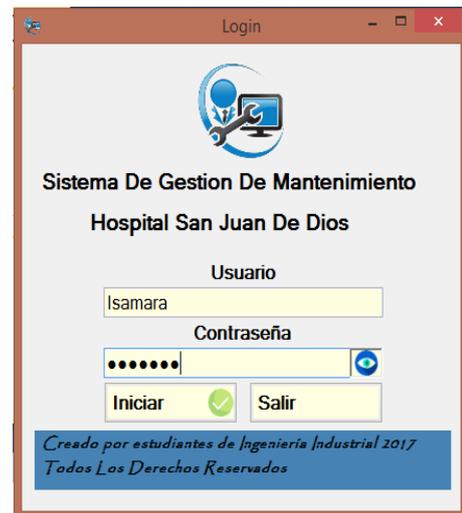
Funciones a desarrollar del sistema

El software nos presentará diferentes funciones cuya tarea será el ingreso de datos, visualización de información, organización y planificación de las distintas tareas de

mantenimiento como por ejemplo: la elaboración de rutinas de trabajo, emisión de órdenes de trabajo, hojas de vida y actualización de inventario. Estas funciones estarán divididas en 6 grupos; Personal, Proveedores, Registro de equipo, Plan de mantenimiento, Reporte, Usuario y ayuda.

Posteriormente de ingresar nombre de usuario y contraseña se nos abrirá la ventana principal del software donde se visualizara el menú general y nos mostrara los principales controles.

Al iniciar la aplicación se visualizara pequeña ventana para el ingreso de usuario y contraseña



Posteriormente de ingresar nombre de usuario y contraseña se nos abrirá la ventana principal del software donde se visualizara el menú general y nos mostrara los principales controles.



El menú general cumplirá con la labor de mostrar los principales controles referente a:



registrar el personal involucrado en las actividades de mantenimiento.

Personal: Al ingresar al menú general y seleccionar la opción PERSONAL, se visible una pantalla donde se podrá



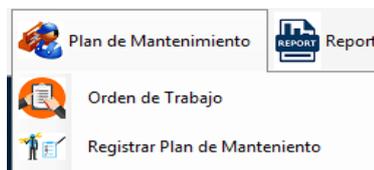
proveen los repuestos de los equipos.

Proveedores: Este control permitirá el acceso a los contactos que



a todos los equipos con que cuenta el hospital San Juan de Dios en el área de UCIN y asimismo mostrara los datos como marca, modelo, serie de cada uno de ellos.

Registrar equipos: Al dar clic sobre este control nos permitirá el acceso



usuario las funciones de planificar el mantenimiento a realizar a cada equipo, ya sean de carácter correctivo o preventivo.

Plan de Mantenimiento: Su principal objetivo es la de permitirle al



inventario para ser exportados a PDF, Excel o Word para ser modificados o impresos.

Reporte: Esta parte del menú principal tiene la finalidad emitir reportes de



Usuario: Al hacer clic sobre este ítem permitirá registrar usuario para que tengan accesos al sistema y también

dar los pertinentes permisos sobre una parte específica del programa.

Cabe resaltar que la aplicación cumple con las funciones básicas de editar, agregar nuevo registro, borrar, actualizar e importar imágenes como también cuenta con la función de imprimir y exportar a PDF, Microsoft office Word y Excel.

La implementación de este software tendría por objetivo fundamental, solucionar y automatizar ciertos procesos de mantenimiento, que en la actualidad se realizan manualmente.

Cabe recalcar que la información de equipos se encuentra incorporada en el software: esto quiere decir que al ser instalado el programa ya contará con la información de los equipos descritos en la amplitud del plan.

CONCLUSIONES

Con el propósito de optimizar las actividades de conservación de los equipos biomédicos se propuso crear un sistema computacional de escritorio capaz de organizar, clasificar y generar los datos necesarios para quien los requiera de manera rápida y sencilla reduciendo tiempos y por consiguiente perdidas de los mismos, esto como apoyo para la gestión del mantenimiento en el procesamiento de la información que se genera día a día; cumpliendo con los requerimientos establecidos por el área de mantenimiento del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí.

En primera instancia la implementación del software que se diseñó permite tener una mejor y mayor control de los equipos, mobiliarios, componentes e inmuebles, de manera práctica da seguimiento a los trabajos de mantenimiento, se tiene un inventario que se va actualizando de manera automática con el registro de entradas y salidas de bodega, resguarda las herramientas y material existente así como el asignado a cada técnico,

se tiene un historial actualizado de los equipos y se pueden evaluar los programas de manera sencilla.

A través de un análisis estructural de los objetivos planteados derivados de la toma de requerimientos, se evidencia la solución planteada con la cual hemos alcanzado cumplir las metas establecidas satisfactoriamente, ya que se logró numerar los equipos biomédicos existentes en el área de UCIN y por consiguiente se comenzó la introducción del inventario técnico en la base de datos principal del software de gestión de mantenimiento GMAO 1.0 el cual permite mantener el registro de los antes mencionados actualizados de manera constante, de rápido y fácil acceso.

Además con la organización de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se obtuvo el cumplimiento de los estándares establecidos por el departamento de mantenimiento para desarrollar en el software una especie de emisión de reporte de tareas dentro de un período de tiempo establecido por el usuario, lo cual permite planificar los trabajos de conservación que están próximos a ejecutarse.

La interfaz del software es amigable con el usuario debido a que esta se ha desarrollado bajo un esquema de administración participativa y activa del mantenimiento realizado por el personal del área del Hospital San Juan de Dios. Y con las pruebas de validación para un cambio de cultura organizacional orientadas hacia la calidad y mejora continua las cuales han sido aprobadas por el usuario final por lo que se prosiguió a la entrega del prototipo, en el que se logró superar inconsistencias encontradas en el sistema y obtener la versión final para su posterior implantación.

Un aspecto muy importante que mencionar es que el programa es funcional en cuanto a la

velocidad con la cual este ejecuta las órdenes que se envían en tiempo real, adaptándose a las necesidades del usuario.

Con esto concluimos y afirmamos que cumplimos con los objetivos planteados al principio de este proyecto de tesis y conocer como una problemática se va desglosando para ser analizada e inmediatamente ser traducida a un lenguaje de máquina, para finalmente ser automatizada, es lo que se ha mostrado y explicado en este informe.

RECOMENDACIONES

Para manejar el sistema de mantenimiento asistido por computador con una mayor cantidad de máquinas y equipos se recomienda ampliar la aplicación del software de modo que permita una mejor administración para el usuario.

Se debe llevar un minucioso historial de fallas para tener un registro sobre estas y así facilitar las actividades de mantenimiento.

Para mejorar la confiabilidad de los trabajos de mantenimiento se recomienda dar capacitación técnica al personal operario mediante actualización de cursos y talleres.

Tener siempre disponibles los manuales de mantenimiento de las máquinas y equipos, en caso de que carezcan dichos manuales se debe de monitorear todas las partes de la respectiva máquina.

Establecer periodos de tiempo en los cuales deben ser ejecutadas las actividades de mantenimiento para que el equipo se conserve activo y no presente ningún tipo de fallas.

Dentro de un proyecto tan ambicioso como este, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo; por lo tanto se le recomienda a las siguientes generaciones el interés en el proyecto, la complementación y ampliación del sistema hacia las demás áreas

de servicios clínicos del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí.

BIBLIOGRAFÍA

(OMS), O. M. (2006). Introducción a la gestión de equipos medicos .

(OMS), O. M. (2012). Introducción a la Gestión de inventarios de Equipos Médicos . Suiza.

Avella, M. B. (3 de junio de 2016). *Ingeniería Mecánica*. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>

Babyfirst. (2012). *La UCI neonatal*. Los Angeles.

Cruz, M. C. (s.f.). Mantenimiento industrial : vital para la competitividad. *M&M*, 6.

Dixon, D. R. (2009). Sistemas de mantenimiento y planeación de control. Mexico: LIMUSA.

Enma Janareth Moreno Gutierrez, C. D. (2015). elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para una máquina bordadora automática computarizada de la empresa Bordados Nicaragua, Estelí. Etelí: UNAN-Managua, FAREM-Estelí.

Ferrer, D. L. (2006). Mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento. Sartanejas.

García, S. (2009). *Ingeniería del mantenimiento*. Renovetec.

Garmendia, J. (Mayo 2007). Principio de gestión, planteamiento y organización del mantenimiento . Lima, Perú: SENATI.

Garrido, S. G. (s.f.). *Principios de mantenimiento USB*. Obtenido de <https://principiosdemantenimientousb.wikispaces.com/04.+Implementaci%C3%B3n+del+plan+de+mantenimiento>

Godínez, J. S. (2005). Mantenimiento de equipos en la planta "Beneficio Loreto". Pachuca, Hidalgo: desconocida.

González, B. G. (2010). Guía tecnológica N°3: Unidad de fototerapia. Mexico: CENETEC.

Guillen, M. G. (Junio de 2008). *Xing*. Obtenido de <https://www.xing.com/communities/posts/documentos-necesarios-en-el-departamento-de-mantenimiento-1004888119>

Vega, S. A. (1998). *La productividad en el mantenimiento industrial* . México: Compañía editorial continental, S.A de C.V.