



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO I

**PROPUESTA DE SISTEMA PARA LA GESTIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS DE LA SECRETARÍA
DE SALUD DE HONDURAS**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

11641237 KEVIN ALEXANDER MUÑOZ ALTAMIRANO

ASESOR: ING. FERNANDA CÁCERES

CAMPUS TEGUCIGALPA, JULIO, 2022

Este proyecto se lo dedico principalmente a mi madre Francisca Altamirano y a mi padre Andrés Muñoz, quienes han estado conmigo en mis momentos más difíciles y me apoyaron desde el inicio hasta el final de mi carrera universitaria. A mi hermano Kristian Muñoz, quien me motivó a servir de ejemplo en muchos aspectos y a quien considero mi mejor amigo desde que tengo memoria, y a todas aquellas amistades que conservo desde la escuela, así como aquellas amistades que hice en la universidad y con quien compartí múltiples horas de estudio.

Gracias a todos por ser parte de mi vida.

-Kevin Muñoz

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos mis docentes de la carrera de Ingeniería en Biomédica de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por brindarme sus conocimientos a medida iba cursando las distintas clases del plan de estudio. Ha sido un largo camino y es increíble todo lo que he recorrido.

Le agradezco a mi asesora de terna Fernanda Cáceres, por el gran apoyo y la asesoría que me ha brindado durante las semanas de proyecto. Agradezco a mis amigos que conocí a lo largo de estos años y sobre todo mis padres, quienes nunca han dejado de apoyarme. Los quiero, todo mi esfuerzo es dedicado a ustedes.

“Debemos abrazar el dolor y quemarlo como gasolina para nuestro viaje.”

-Kenji Miyazawa, novelista japonés

RESUMEN EJECUTIVO

Los equipos médicos en los hospitales son elementos importantes que requieren un monitoreo constante para optimizar su rendimiento y vida útil. Esto se logra mediante procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo. Es importante contar con métodos que ayuden a estrategizar dichos procesos, de manera que las tareas de mantenimiento sean vuelvan más fáciles, organizadas y efectivas.

En el sector público de Honduras, el mantenimiento de los equipos médicos es una tarea que usualmente no lleva un control que permita precisar trabajos con celeridad. Esto resulta en el desuso y el descarte de equipo médico costoso cuando estos presentan fallas y no hay un ingeniero capaz de realizarle mantenimiento.

Este documento pretende proponer el uso de una plataforma capaz de funcionar como herramienta para la gestión de los equipos médicos de la Secretaría de Salud. La proposición tiene como base, una investigación y análisis de tareas, responsabilidades, requerimientos y características de la administración de la tecnología de la salud en el sector público de Honduras.

La comparación de características y funciones de utilidad de múltiples plataformas reconocidas expuso a MaintainX como un candidato para proveer una solución inmediata ante la problemática que presenta la SESAL en la gestión de los equipos médicos.

La implementación de una herramienta moderna para la gestión puede brindar diversos beneficios como el mantenimiento eficaz del equipamiento, evitando así el desuso prolongado de equipos y el ahorro de recursos económicos al evitar la compra innecesaria de equipamiento nuevo. La suma de los beneficios supone proveer una mejora en el uso de los recursos económicos para brindarle mejor atención de la salud pública a la población hondureña.

ABSTRACT

Medical equipment in hospitals are an essential element that requires constant monitoring to optimize its performance and lifespan. This is achieved through preventive and corrective maintenance procedures. It is important to have methods that help strategize these processes, so that maintenance tasks are easier, more effective and organized overall.

In the public sector of Honduras, the maintenance of medical equipment is a task that normally does not have a control system that allows to specify and do maintenance jobs quickly. This results in the disuse and discarding of expensive medical equipment when it fails and there is no engineer capable of maintaining it.

This document intends to propose the use of a platform capable of functioning as a tool for the management of the medical teams of the Ministry of Health. The proposal is based on an investigation and analysis of tasks, responsibilities, requirements, and characteristics of the administration of health technology in the public sector of Honduras.

The comparison of multiple recognized platforms exposed MaintainX as a candidate to provide an immediate solution to the problem that SESAL presents in equipment management.

The implementation of a modern tool for management can provide various benefits such as effective equipment maintenance, thus preventing the prolonged disuse of failing medical devices and saving economic resources by avoiding the unnecessary purchase of new equipment. The sum of the benefits supposes an improvement in the use of economic resources to provide better public health care to the Honduran population.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Lista de siglas y glosario.....	1
I. Introducción.....	2
II. Planteamiento del problema.....	3
2.1. Precedentes del problema	3
2.2. Definición del problema.....	3
2.3. Justificación.....	4
2.4. Preguntas de investigación.....	4
2.5. Objetivos	5
2.5.1. Objetivo general	5
2.5.2. Objetivos específicos.....	5
III. Marco Teórico.....	6
3.1. Sistema de Salud pública en Honduras	6
3.2. La Secretaría de Salud de Honduras	8
3.2.1. Historia.....	8
3.2.2. Niveles y estructura orgánica.....	8
3.2.3. Competencias de la SESAL	10
3.2.4. Instituciones de la red de SESAL.....	12
3.2.5. Financiamiento.....	13
3.2.6. Gestión de mantenimiento en la SESAL.....	13
3.3. Gestión de mantenimiento de equipos médicos.....	14
3.3.1. Gestión de mantenimiento.....	14
3.3.2. Gestión de equipamiento médico	16

3.3.2.2.	Adquisición	16
3.3.2.3.	Inspección de entrega	16
3.3.2.4.	Inventario y documentación	16
3.3.2.5.	Instalación y aceptación.....	16
3.3.2.6.	Formación de usuarios	17
3.3.2.7.	Monitoreo de uso y desempeño	17
3.3.2.8.	Mantenimiento	17
3.3.2.9.	Reemplazo/descarte.....	17
3.3.2.10.	Otros factores influyentes	17
3.4.	Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS)	19
3.5.	Limitantes de un CMMS.....	21
3.6.	Selección de CMMS	22
3.6.1.	Proceso de jerarquía analítica.....	22
3.7.	CMMS en países de bajos recursos	24
IV.	Metodología.....	28
4.1.	Enfoque.....	28
4.2.	Variables de investigación.....	28
4.3.	Técnicas e instrumentos aplicados	30
4.4.	Materiales	30
4.5.	Metodología de estudio	30
4.5.1.	Recolección de datos.....	30
4.5.2.	Definición de elementos guía	31
4.5.3.	Selección de plataforma.....	31
4.5.4.	Personalización del programa.....	32

4.5.5.	Demostración del programa.....	32
4.6.	Cronograma de actividades.....	33
V.	Resultados y Análisis.....	34
5.1.	La tarea de gestión y mantenimiento de equipos médicos en la SESAL.....	34
5.2.	Requerimientos para una correcta implementación y adaptación del programa	36
5.3.	información necesaria para el registro de equipos médicos	37
5.4.	Definir el software a utilizar.....	38
5.5.	MaintainX	39
5.5.1.	Interfaz.....	39
5.5.2.	Módulos	39
5.5.3.	Funciones.....	40
5.5.4.	Modalidad de usuarios.....	40
5.5.5.	Seguridad	41
5.5.6.	Portabilidad.....	42
5.6.	Demostraciones de utilidad	44
VI.	Conclusiones	45
VII.	Recomendaciones	47
VIII.	Aplicabilidad/Implementación	48
IX.	Trabajo futuro	48
	Referencias.....	49
	Anexo	52

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Organigrama de estructura funcional de la SESAL.	10
Ilustración 2- Estructura jerárquica para la selección de CMMS.	24
Ilustración 3- Variables de investigación	29
Ilustración 4 – Cronograma de actividades.....	33
Ilustración 5 - Quirófano en desuso en Hospital Regional Atlántida	35
Ilustración 6- Pantalla inicial de MaintainX en perfil de administrador.....	43
Ilustración 7- Aplicación móvil de MaintainX.	43
Ilustración 8 - Demostración de utilidad en Hospital Regional Atlántida.	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Evolución de los centros asistenciales a nivel nacional en Honduras	13
Tabla 2- Factores influyentes en la gestión de equipos médicos.	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Entrevista 1 (con jefe de mantenimiento de la SESAL e ingenieros biomédicos)	52
Anexo 2 – Entrevista 2 (con el ingeniero biomédico encargado del mantenimiento en el Hospital Catarino Rivas en San Pedro Sula).....	53
Anexo 3 – Entrevista 3 (con la ingeniera biomédica encargada de la gestión y administración de mantenimiento en el Hospital Escuela Universitario en Tegucigalpa)	53
Anexo 4 – Entrevista 4 (con el ingeniero y el técnico encargado de mantenimiento en el Hospital Regional de Atlántida en La Ceiba).....	54
Anexo 5 – Entrevista 5 (con el jefe de mantenimiento de la SESAL e ingenieros biomédicos).....	54
Anexo 6 – Entrevista 6 (con personal biomédico del Hospital Escuela Universitario)	55
Anexo 7 – Comparación de funciones de plataformas CMMS	56
Anexo 8 – Equipo en desuso en el Hospital Mario Catarino Rivas.....	58
Anexo 9 - Equipo en desuso en el Hospital Escuela Universitario.....	59
Anexo 10 - Equipo en desuso en el Hospital Regional Atlántida.....	59

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

CMMS	Computerized Maintenance Management System
HEU	Hospital Escuela-Universitario
IHSS	Instituto Hondureño de Seguridad Social
INE	Instituto Nacional de Estadística
TI	Tecnología de la Información
SESAL	Secretaría de Salud
SPS	San Pedro Sula

Instituciones destino: Toda aquel establecimiento u organismo en el que se pretende implementar la herramienta de gestión.

Stock: Existencias de un determinado producto almacenados en una determinada organización.

I. INTRODUCCIÓN

La era moderna de hoy en día se caracteriza por comprender un mundo tecnológico que ayuda al ser humano a facilitar muchas tareas cotidianas. Labor que antes podía considerarse tedioso y extenso, ahora puede resultar sencillo, corto y hasta mucho más ordenado con la ayuda de distintas herramientas tecnológicas que se han desarrollado.

Ejemplo de esto es la recolección de información. Datos que antes se anotaban en papel y se almacenaban en archivos físicos para su posterior búsqueda en extensas bibliotecas, ahora son recolectados de forma digital en nubes o computadores. Esto permite un acceso más rápido y preciso cuando se requiere información precisa.

Esta evolución tecnológica ha brindado un desarrollo importante en el mundo de la medicina. Los hospitales de ahora disponen de equipos médicos que cuentan con distintos tipos de hardware y software que ayudan a facilitar los procesos médicos y administrativos, lo cual permite brindar un mejor servicio de atención a la salud de la población.

Mucho del equipamiento médico encontrado en los hospitales comprende máquinas complejas que requieren mantenimiento especializado constante por su uso frecuente. La administración de estos elementos suele convertirse en una tarea compleja, especialmente en lugares que no cuentan con herramientas tecnológicas que faciliten al control de estos.

En Honduras, la Secretaría de Salud (SESAL), ente encargado de la administración de los equipos médicos del sector público, no cuenta con un software que le permita gestionar y llevar un control de los datos y las actividades correspondientes a dichos equipos. Esto puede resultar en el desentendimiento de equipo médico importante, lo cual limita el soporte técnico que estos requieren para lograr brindar los servicios médicos con la debida calidad.

El presente documento pretende exponer la implementación de un software que ayude en el control y gestión de equipamiento médico que provee la Secretaría de Salud de Honduras para la atención médica de la población del país.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA

El sistema de salud pública en Honduras atraviesa ciertas dificultades, entre ellas, problemas e irregularidades en los procedimientos administrativos, financieros y de la planificación estratégica del sector.

Las irregularidades en los procesos mencionados concluyen en la falta de recursos económicos para satisfacer las necesidades presentadas por la infraestructura, maquinaria, obtención de insumos, de medicamentos y demás elementos correspondientes a la calidad de servicio. También se incluye aquí, la falta de recursos humanos competentes y especializados para atender las respectivas diligencias específicas que se necesitan en los hospitales.

En la mayoría de los casos, no se cuenta con un equipo multidisciplinario dedicado a la atención de las distintas áreas comprendidas en un hospital. Esto resulta en la poca atención a zonas importantes como la de gestión y mantenimiento del equipamiento médico.

Según el jefe de departamento de ingeniería y mantenimiento de la Secretaría de Salud, la institución no dispone de personal encargado de llevar un control de la integridad y disponibilidad de los equipos médicos. Esto hace que todas las tareas involucradas en la gestión de estos caigan en responsabilidad de un equipo compuesto de muy pocas personas especializadas para la tarea.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, la Secretaría de Salud de Honduras no posee un sistema tecnológico que le facilite la gestión y el seguimiento de los procedimientos de mantenimiento de los equipos médicos que provee a las instituciones de salud del sector público del país. El registro de equipos sigue haciéndose de manera tradicional, por un solo miembro encargado. Esto puede resultar, consecuentemente, en la prolongación de los tiempos en los que los equipos estén fuera de servicio cuando presenten problemas, lo cual generaría entorpecimiento de la atención médica a los pacientes en los hospitales.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La disponibilidad de los equipos médicos en un hospital es un tema de suma importancia. Una herramienta para notificar eventuales fallas de estos equipos, de manera rápida, resulta algo necesario para ejecutar trabajos de mantenimiento en ellos y así evitar el desuso prolongado de estos elementos esenciales.

La SESAL necesita un sistema de gestión eficiente que le permita acceder a datos de sus equipos de manera rápida, sencilla y ordenada para lograr así localizar y precisar trabajos de mantenimiento cuando estos presenten fallas. Contar con una plataforma que consista en una base de datos puede permitir tener un control de los equipos registrados para así strategizar las tareas correspondientes al mantenimiento.

Agilizar los procedimientos de mantenimiento daría paso a un incremento en la fuerza tecnológica de los hospitales público, Esto podría potencialmente causar un incremento en la eficiencia hospitalaria para lograr proveer mejor atención médica a la población hondureña.

2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Qué programa me permite almacenar datos ilimitados en línea y a la vez provee un sistema de comunicación entre dos puntos?
- ¿Cuáles son los requerimientos/funciones con los que debe cumplir la plataforma seleccionada para lograr su implementación en la Secretaría de Salud?
- ¿Qué tareas de mantenimiento le corresponden a la Secretaría de Salud con respecto a sus equipos médicos?
- ¿Cuáles son los datos relevantes a recolectar de los equipos médicos para su registro?
- ¿Qué limitantes puede haber en la implementación del software en los hospitales?

2.5. OBJETIVOS

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Proponer una plataforma que funcione como un sistema de gestión de los equipos médicos entregados a los distintos hospitales públicos de la red de la Secretaría de Salud de Honduras.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender las tareas correspondientes al departamento de mantenimiento de la Secretaría de Salud.
- Investigar los distintos requerimientos de una plataforma CMMS que ayudan a lograr una adaptación e implementación efectiva en una institución.
- Determinar la información necesaria para el correcto registro de los equipos médicos.
- Definir el software a utilizar mediante la comparación de distintas plataformas existentes para la gestión de mantenimiento y las funciones que estas brindan.
- Realizar demostraciones de la utilidad de la plataforma a encargados de mantenimiento en hospitales seleccionados de la red de la Secretaría de Salud.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. SISTEMA DE SALUD PÚBLICA EN HONDURAS

El sistema de salud en Honduras está dividido en varios subsectores, dentro de los cuales se encuentran: el sector público, el sector privado y el servicio militar. Pavón y Estrada (2018) exponen que, según el Código de Salud, el sector de salud público se compone de la Secretaría de Salud (SESAL), el Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS), Secretaría de Gobernación Justicia y Descentralización, Secretaría de Trabajo, de Educación Pública, Recursos Naturales, Planificación, Coordinación y Presupuesto, las alcaldías municipales y el servicio nacional para acueductos.

González (2021) afirma que estas instituciones se encargan de la administración de los recursos fiscales que provienen de cotizaciones obligatorias de trabajadores y empleadores del país, así como de la práctica en instalaciones públicas para brindar atención médica a la población hondureña, entre otras prácticas específicas para garantizar el bienestar de los habitantes.

Honduras es categorizado a nivel global, como un país de desarrollo humano medio. Esto quiere decir que existen diversas carencias y limitantes para los ciudadanos del país en muchas áreas, como, por ejemplo, el área sanitaria. Según datos del Instituto Nacional de Estadística de Honduras (2022), el país cuenta con una población total de 9,574,376 en la actualidad. La mayoría de esta población es de escasos recursos y no tiene acceso a servicios de salud, y solo un pequeño grupo poblacional tiene acceso a atención médica en hospitales privados. Estos grupos suelen ser familias de altos ingresos que pueden financiar los costes de las empresas privadas.

Es muy bien conocido que muchas de las problemáticas presentadas tienen como responsable una ineficiente administración de recursos por parte del gobierno del país. Se afirma:

El sistema de salud atraviesa muchas dificultades, entre ellas la falta de transparencia en los procedimientos administrativos y financieros y ausencia de la planificación estratégica del sector. Esta situación es una combinación de varios factores como la contratación inadecuada o costosa de profesionales; por ejemplo, en 2015, la SESAL tenía 23,954 empleados de los cuales solamente el 13% (3,114 personas) correspondía a profesionales de la medicina” (González, 2021, p. 148).

La más reciente y controversial exposición de esta falta de transparencia en los procesos administrativos gubernamentales arribó junto a la llegada del virus causante de alarma global.

Codina (2021) expone lo siguiente:

La COVID-19 delató el abandono del sistema sanitario hondureño y expuso las enormes necesidades de recursos profesionales y técnicos tanto en número como en variedad, reveló las condiciones de trabajo, la carencia de equipos, insumos y fármacos; haciendo obligatorio reemprender con logros para la cobertura universal de salud y facilitar el acceso a la población.

Después de un año de pandemia se ha reconocido que las únicas estrategias de contención de contagio comunitarias efectivas, son el confinamiento domiciliario y la práctica repetitiva de medidas higiénicas, el distanciamiento físico y el uso de mascarilla. Ha sido necesario educar a la población en lo confirmado a través de evidencia científica y exigiendo ignorar mensajes falsos que circulan en las redes sociales anunciando métodos preventivos o curativos que no tienen ningún fundamento científico” (2021, p. 6).

Existen diversos ejemplos ampliamente conocidos del uso equívoco de los recursos del país, como el desfaldo monetario por sobrepagos en compras por parte del IHSS en 2015 y la infame compra de hospitales móviles para luchar contra la llegada del COVID-19.

Este último evento es referido por otros autores:

Una serie de inconsistencias en el proceso de adquisición de siete hospitales móviles de aislamiento por parte de INVEST-H a petición de la SESAL para hacer frente a la pandemia. Para junio de 2020 los hospitales móviles aún no habían arribado al país a pesar de que ya se habían vencido los plazos estimados de entrega” (González, 2021, p. 149).

Todos estos eventos le restan credibilidad a los procesos gubernamentales que se llevan a cabo en los hospitales públicos del país. Una mejor administración de los recursos y una mayor transparencia por parte de las entidades públicas del gobierno permitiría ayudar a incrementar los recursos para distintas tareas, como ser la adquisición de insumos, mantenimiento del equipamiento y adquisición de recurso humano competente.

3.2. LA SECRETARÍA DE SALUD DE HONDURAS

La Secretaría de Salud de Honduras (SESAL) se autodenomina en su sitio web como la institución estatal encargada de la rectoría de la política de salud, responsable de formular, diseñar, controlar, monitorear y evaluar políticas, normas, planes y programas nacionales de salud. Además, agrega la tarea de dirigir y regular la construcción de entornos saludables para mejorar las condiciones de vida del pueblo hondureño (*IAIP - Secretaría de Salud, 2022*).

3.2.1. HISTORIA

Según Pavón y Estrada (2018), el gobierno del Dr. Ramón Villeda Morales gestionó las primeras políticas públicas sanitarias en lo que fue la creación del Hospital Materno Infantil en el municipio de Tegucigalpa en 1954, para una población aproximada de 2,282,764 habitantes. Posteriormente, en 1955, se crearía una institución denominada Bienestar Social, actualmente llamada Secretaría de Salud (p. 22).

3.2.2. NIVELES Y ESTRUCTURA ORGÁNICA

En este trabajo, se cita el acuerdo 406, publicado el 15 de mayo de 2014, el cual establece los lineamientos de las organizaciones relacionadas a la red de la Secretaría del Estado en el Despacho de la Salud.

Este acuerdo fue publicado originalmente en el diario La Gaceta (diario donde se publican las disposiciones de carácter legal para informar a la población hondureña de los cambios jurídicos) en 2014 y se encuentra actualmente en el sitio web oficial de la Secretaría de Salud de Honduras (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud, 2014*).

Según la SESAL (2014), el acuerdo 406 es considerado como el reglamento interno de organizaciones y funciones de la institución de la Secretaría de Salud de Honduras. Se cita el acuerdo, en su apartado de los niveles y estructura orgánica, la estructura funcional de la Secretaría de Salud:

La SESAL (2014) define un nivel de conducción superior, uno de conducción estratégica, de apoyo a la gestión, de conducción regional y de instancias consultivas, y de integración.

Citando el capítulo 3, incisos b y c del artículo 13, se hace mención sobre el nivel de apoyo a la gestión y la conducción estratégica.

Se establece:

El nivel de conducción estratégica, está conformado por todas aquellas instancias que apoyan el desarrollo institucional desde el punto de vista de la conducción estratégica. Su finalidad primordial consiste en definir los lineamientos estratégicos que permitan operativizar las políticas, programas, proyectos y servicios de la institución. Las unidades organizativas que integran este nivel dependen jerárquicamente del Despacho del Secretario de Salud. Este nivel es el responsable directo ante el nivel de conducción superior de conformidad a su adscripción, de planificar, organizar, coordinar y controlar las actividades sustantivas y de apoyo dirigidas al logro de los objetivos institucionales.

El nivel de apoyo a la gestión, constituido por aquellas unidades que permiten que la gestión de recursos financieros, humanos, de comunicación institucional y legal se ejecuten de manera eficiente coadyuvando al cumplimiento de los objetivos legales y misionales de la SESAL. Entre estas unidades se menciona a: (i) La Gerencia Administrativa que apoyan la gestión de recursos humanos, recursos materiales y contabilidad; (ii) La Unidad Administradora de Fondos de Cooperación Externa; (iii) La Unidad de Logística de Medicamentos, Insumos y Equipamiento (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud*, 2014, p. 9)

Los datos presentados en la ilustración 1 muestra un organigrama de la estructura funcional de la SESAL, exponiendo que esta está supuesta a contar con unidades especializadas para la gestión de recursos humanos, recursos materiales y la logística para la gestión de medicamentos, insumos y equipamiento médico en los hospitales de la red.

Esto va de la mano con las competencias de la institución, donde se establece que a la SESAL le competen las tareas concernientes a la coordinación, ejecución y evaluación de las políticas relacionadas con la protección, prevención, preservación, restitución y rehabilitación de la salud de la población.

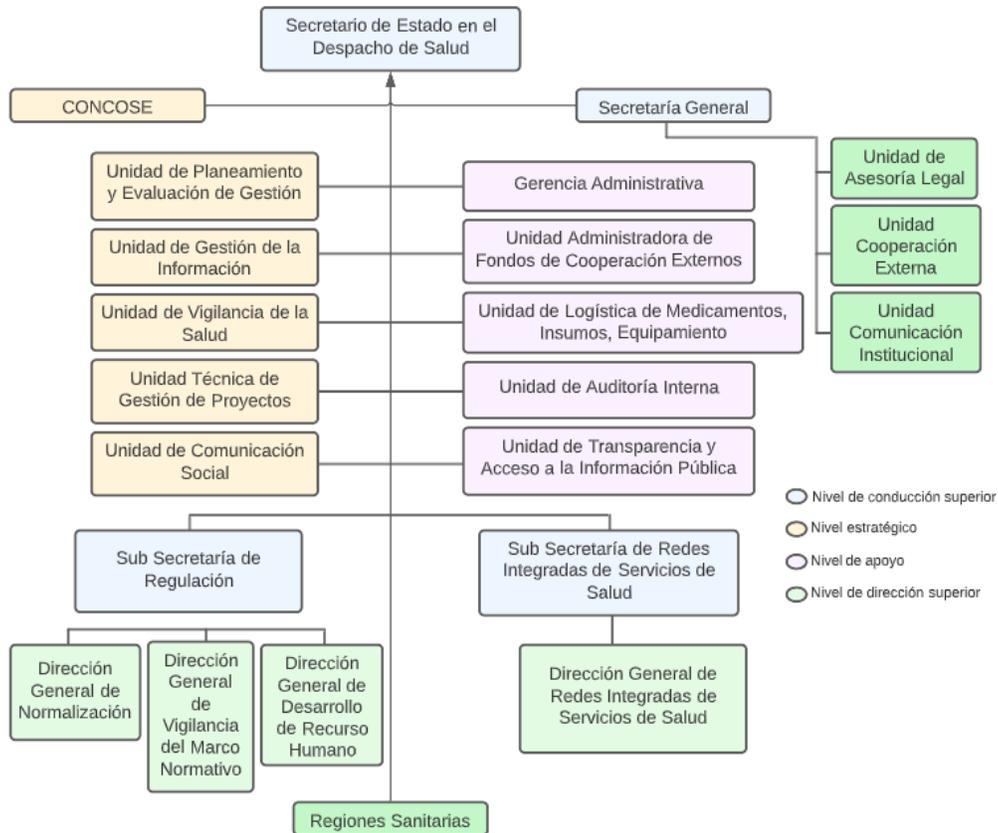


Ilustración 1- Organigrama de estructura funcional de la SESAL.

Fuente: (Secretaría de Estado En El Despacho de Salud, 2014)

3.2.3. COMPETENCIAS DE LA SESAL

Se cita nuevamente el acuerdo 406, el cual establece lo siguiente:

Según el acuerdo No. 406 del diario oficial La Gaceta, la SESAL es la autoridad sanitaria del sector salud. Además, tiene la misión de ser la institución estatal responsable de regular la construcción de entornos saludables y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población (González, 2021, p. 149).

También se afirma lo siguiente sobre las responsabilidades de la SESAL:

Coordina todas las actividades públicas de los organismos centralizados y descentralizados del sector salud. Se afirma que el artículo 29 de la Ley General de la Administración Pública estipula que, a la Secretaría de Salud del estado, le compete lo concerniente a la formulación, coordinación, ejecución y evaluación de las políticas

relacionadas con la protección, fomento, prevención, preservación, restitución y rehabilitación de la salud de la población” (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud*, 2014).

Todo esto indica que la Secretaría de Salud de Honduras es responsable de brindarle a la población hondureña acceso permanente a los servicios de salud, mediante un régimen de aseguramiento que sirva para garantizar que la población que cuenta con bajos recursos pueda recibir servicios de salud de calidad (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud*, 2014).

Los niveles internos de conducción estratégica y de apoyo a la gestión de la SESAL son de suma importancia en la disposición de los materiales necesarios para las actividades de los hospitales, pues tienen la tarea de administrar los recursos físicos y de planificar el cumplimiento óptimo de las actividades que se realizan en la institución.

Se enlistan las funciones comunes a las unidades estratégicas y apoyo a la gestión.

- Planificar, dirigir y coordinar las actividades propias de su unidad de conformidad a la normativa vigente.
- Asegurar la incorporación de equidad de género en todos los procesos bajo su responsabilidad.
- Conducir el diseño, rediseño y mejoramiento continuo de su unidad conforme el presente reglamento.
- Proponer las normas y procedimientos para la aplicación en el área de su competencia.
- Dirigir, organizar y controlar las actividades a su cargo de acuerdo a las políticas y objetivos establecidos.
- Participar, proponer y/o integrar grupos de trabajo en los asuntos vinculados a su competencia.
- Dirigir la evaluación de las actividades bajo su responsabilidad.
- Efectuar coordinaciones para la ejecución de las actividades a su cargo.
- Ejercer las funciones de conducción, administración, supervisión y evaluación del personal bajo su cargo.

- Cumplir con las normas, disposiciones, reglamentos internos de la SESAL. (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud*, 2014, p. 12)

3.2.4. INSTITUCIONES DE LA RED DE SESAL

Pavón y Estrada (2018) afirman lo siguiente:

La SESAL cuenta con 28 hospitales (algunos descentralizados) más un Instituto Cardiopulmonar, 62 clínicas maternas, la Universidad Nacional Autónoma con 1 hospital (descentralizado), 4 CLIPER (clínicas llamadas periféricas, que usualmente atienden las 24 horas a excepción de la del IHSS), una clínica médica, una facultad de odontología en la cual imparten servicio de odontología y un centro de estudio biomédicos en la ciudad universitaria ubicada en Tegucigalpa, 384 unidades de Atención Primaria en Salud (UAPS) y el IHSS cuenta con dos hospitales y clínicas periféricas y 20 servicios sub rogados.

Actualmente el mapa de cobertura teórica de la SESAL es del 60% según documento Salud de las Américas.¹³ La SESAL se caracteriza por tener varios horarios de atención, la consulta externa de los hospitales atiende a la población en la jornada matutina (7:00 am -1:00 pm), la emergencia y salas las 24 horas. (p. 24)

Datos sobre la evolución de las instituciones en la red de la SESAL desde 2008 son expuestos en la tabla 1. En este se demuestra la creciente necesidad de estos centros asistenciales, lo cual conlleva a una mayor adquisición de maquinaria y, por ende, la necesidad de utilizar técnicas administrativas más avanzadas para satisfacer dichos cambios.

Tabla 1 - Evolución de los centros asistenciales a nivel nacional en Honduras

SESAL	Hospitales	Clínica materno	CLIPER	UAPS
2008	28	58	4	380
2010	28	58	4	381
2011	28	61	4	394
2017	28	62	4	384
IHSS	2	0	13	0

Fuente: (Rodríguez & Arévalo, 2018, p. 24)

3.2.5. FINANCIAMIENTO

Con respecto a su financiamiento, la Secretaría de Salud afirma que logra ofrecer sus servicios a partir del dinero de la población trabajadora. Esto se logra mediante aportaciones gubernamentales que son producto de la recaudación de los impuestos pagados por los ciudadanos hondureños. La Secretaría de Finanzas gestiona los recursos económicos que posteriormente se dirigen a la SESAL (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud*, 2014).

3.2.6. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA SESAL

El organigrama presentado en la ilustración 1 también expone la existencia de una unidad encargada específicamente de la gestión de información de la institución. En el capítulo 1 de la integración y atribuciones comunes del mismo acuerdo 406, se define:

En este nivel (central, donde se encuentra el nivel de apoyo a la gestión) se determinará, formulará y garantizará el cumplimiento de las políticas, reglamentos, normas, lineamientos, directrices, planes, proyectos, procedimientos y sistemas que aseguren la implementación del marco estratégico institucional. Asimismo, se brindará supervisión capacitante y acompañamiento técnico, según corresponda, al nivel intermedio y al ejecutor en casos necesarios. Ejecutará directamente las actividades operativas para cumplir con las funciones específicas de rectoría de la salud. (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud*, 2014, p. 10)

La SESAL (2014) establece que la unidad de logística debe asumir las funciones de mantenimiento del equipo médico del primer y segundo nivel y de los procesos de licitación y supervisión de obras de infraestructura que son financiadas con fondos nacionales (p. 35).

El artículo 46 del acuerdo 406 define las funciones de la Unidad de Gestión de la Información. Este establece en su inciso 3, el deber de "armonizar y coordinar la información técnica que genere los distintos subsistemas de las Unidades que provean servicios de salud" (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud*, 2014, p. 20)

Este mismo artículo 46 también establece en su inciso 7, el deber de "desarrollar y fortalecer los sistemas, las plataformas tecnológicas y de comunicación que mejoren la eficiencia, integración y el acceso a la información pública" (*Secretaría de Estado En El Despacho de Salud*, 2014, p. 20)

Esta información oficial del gobierno reafirma la postura de la SESAL con respecto a los procedimientos que se llevan a cabo en los hospitales de la red pública con respecto al equipamiento médico. Esto deja en evidencia el deber de la SESAL a ejecutar procesos de gestión de la información técnica, de supervisión capacitante y de acompañamiento técnico, en caso de que los equipos médicos lo requieran.

3.3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS

La diversidad de los equipos médicos en las instituciones de salud introduce la necesidad de un control de estos, el cual permita estrategizar los procesos de mantenimiento preventivo, correctivo y la distribución de trabajo del equipo biomédico y auxiliar.

3.3.1. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Según Arab-Zozani (2021), el mantenimiento de los equipos médicos en un hospital es una tarea esencial para reducir los costos de despacho, reducir la insatisfacción del paciente, tratamiento oportuno del paciente y reducción de la mortalidad y riesgos durante el cuidado de los pacientes. Una buena gestión de mantenimiento consiste en tener programas bien planificados e implementados para ayudar a que los hospitales puedan minimizar las averías o fallas de los dispositivos médicos.

Yousefli (2020) argumenta que los hospitales actuales se ven obligados a brindar más amplios y diversos servicios de salud a un número cada vez mayor de pacientes. La mejora en prácticas de gestión de mantenimiento en los hospitales es lograda mediante el establecimiento de estrategias, realizando mediciones de rendimiento y empleando sistemas de tecnología de información. Esto ayuda a hacer frente a los costos de mantenimiento de los equipos médicos, realizar cronogramas y objetivos de desempeño del hospital.

Yousefli (2020) también expone que uno de las problemáticas más comunes en el mantenimiento en los hospitales es la postergación de este. El aplazamiento de mantenimiento debido a la falta de recursos guía a retrasos en proveer servicios de salud de calidad a pacientes.

Él afirma:

La T.I. (tecnología de información) juega un papel importante en facilitar el intercambio de información durante el proceso de flujo de trabajo de mantenimiento en instalaciones sanitarias. Esta puede conducir a una mejor planificación y a una asignación eficiente de recursos cuando implementado como parte de los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) en hospitales. Sin embargo, la naturaleza multidisciplinaria del mantenimiento decisiones y cambios en la vida útil de las instalaciones de salud hacen el manejo de la información difícil.

Entre los diferentes sistemas, el CMMS es más práctico para facilitar el proceso de toma de decisiones por parte de los gerentes de las instalaciones; registra la información en una base de datos para facilitar las operaciones de mantenimiento. Sin embargo, sus limitaciones incluyen la falta de consideración de la integridad de los datos y el impacto de los cambios en el cronograma y el plan de recursos, falta de visualización 2D/3D, falta de una plataforma de estimación y predicción, y la incapacidad de cubrir completamente la información requerida en cualquier momento. (Yousefli et al., 2020a, p. 2)

En general, el manejo de información de una forma ordenada le ayuda al equipo encargado de mantenimiento a distribuirse las tareas de una manera óptima. Esto permite disminuir los tiempos de trabajo y enfocarse en nuevas situaciones que requieran atención en el área hospitalaria.

3.3.2. GESTIÓN DE EQUIPAMIENTO MÉDICO

El ciclo de vida de los dispositivos médicos comprende distintas etapas que requieren supervisión y una ejecución inteligente para lograr prolongar la vida útil de estos.

Cheng y Dyro (2004) exponen un listado de distintas etapas que atraviesan los equipos médicos durante su ciclo de vida de los dispositivos médicos. Ellos describen cada una de las etapas, desde la entrada hasta la salida del equipo del hospital.

3.3.2.1. *Planificación*

En los procesos de planeación, se pueden definir distintas condiciones a cumplir para auxiliar en la toma de decisiones y evitar futuras complicaciones en el mantenimiento de equipos. Entre estas, la demostración de necesidades y beneficios, disponibilidad de usuarios calificados, servicios de mantenimiento confirmados, apoyo ambiental adecuado y el cumplimiento normativo.

3.3.2.2. *Adquisición*

La adquisición debe consistir de la evaluación y de procurar las funciones del equipo. Se debe evaluar la seguridad, el desempeño y la facilidad/accesibilidad de mantenimiento. Se debe procurar tener acceso a los respectivos manuales de operador y de servicio, entrenamiento y partes esenciales de repuesto.

3.3.2.3. *Inspección de entrega*

Se deben realizar inspecciones en la entrada de los equipos para verificar posibles daños de envío, cumplimiento de las especificaciones en la compra y la entrega de accesorios, manuales y partes de repuesto.

3.3.2.4. *Inventario y documentación*

Los sistemas de documentación proveen información para apoyar a la tarea de gestión del equipamiento médico. Las entradas de inventario deben incluir los accesorios, partes de repuesto y manuales de servicio y del operador. Se incluyen también datos específicos de los equipos médicos como el número de serie, modelo, marca, etc.

3.3.2.5. *Instalación y aceptación*

Los procesos de instalación pueden ser ejecutados por personal técnico de la institución, en caso que estos estén familiarizados con el equipo. Estos pueden también supervisar el proceso cuando el proveedor brinda el servicio de instalación.

3.3.2.6. *Formación de usuarios*

El correcto entrenamiento del personal operador de los dispositivos médicos puede brindar un mejor cuidado que ayude a prolongar la vida útil de los dispositivos médicos. Los errores del operador son unas de las causas más frecuentes en el mal funcionamiento de los equipos médicos.

3.3.2.7. *Monitoreo de uso y desempeño*

El mantenimiento preventivo es importante en toda institución que cuente con equipamiento médico, a pesar de que este cuente con garantías del proveedor. Se debe contar con un monitoreo periódico para verificar la integridad de los distintos equipos.

3.3.2.8. *Mantenimiento*

Se deben utilizar órdenes de trabajo para organizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo. Muchos equipos requieren calibración y limpieza externa periódica para aumentar su efectividad y precisión.

3.3.2.9. *Reemplazo/descarte*

Algunos equipos en desuso pueden proveer partes importantes antes de ser descartados. El descarte de los equipos médicos debe seguir lineamientos de seguridad para proteger a las personas en la institución (Cheng & Dyro, 2004, p. 109).

Muchos factores en estas etapas son causantes directos de complicaciones en gran medida del mantenimiento correctivo de los equipos. Sin embargo, cuando se consideran las capacidades de mantenimiento durante la etapa inicial de planificación y adquisición, se pueden minimizar los problemas asociados.

3.3.2.10. *Otros factores influyentes*

Bahreini et al. (2019) realizó un estudio cualitativo con el fin de determinar los factores influyentes en la gestión de mantenimiento del equipo médico en los hospitales. En este, se menciona que

los dispositivos médicos requieren calibración, mantenimiento, reparaciones, entrenamiento al usuario y actividades de mantenimiento. Estas actividades son usualmente manejadas por ingenieros clínicos/biomédicos.

Bahreini (2019) también argumenta que es necesario el uso de agendas para el mantenimiento programado, además de un registro para el control del mantenimiento preventivo y correctivo.

En este último estudio, se sintetizaron los temas influyentes en la gestión de equipos mediante el análisis de documentación e información obtenida por entrevistas. Estos elementos son mostrados en la tabla 2.

Tabla 2- Factores influyentes en la gestión de equipos médicos.

Tema	Subtema
Recursos	Recursos físicos
	Recursos humanos
	Recursos financieros
Control de calidad	Pruebas de seguridad
	Pruebas de funcionamiento
	Ajustes y calibración
Documentación	ID de dispositivos médicos
	Uso de evidencia local y global
	Manuales de usuario
	Registro de procesos ejecutivos
Educación	Entrenamiento técnico y práctico
Servicio	Mantenimiento correctivo
	Desmantelamiento
	Externalización
	Sistema de reforma y mejora
	Reporte de eventos
Inspección y mantenimiento preventivo	Inspección periódica interna
	Personal capacitado
Diseño e implementación	Gestión de procesos
	Gestión de compras

Fuente: (Bahreini et al., 2019)

Bahreini (2019) afirma que cuando se logra ejercer un mantenimiento correcto de los equipos médicos, su vida útil puede llegar hasta a ser el doble de lo que sería si estos no tienen un programa de mantenimiento. Es importante un análisis de los factores influyentes en la gestión de los equipos médicos y de las asignaciones correspondientes a los hospitales que tienen la tarea de gestionar el mantenimiento de estos equipos.

El conocimiento de estos elementos permite contar con un panorama más amplio para seleccionar una herramienta moderna de gestión que se adecúe a las necesidades identificadas en la administración del mantenimiento en un hospital.

3.4. SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO (CMMS)

Según Yousefli (2020a), la creciente urbanización es causa de una creciente demanda en productividad, calidad y disponibilidad en el sector de la salud. Esta ha contribuido, con la ayuda de tecnologías emergentes, a la progresiva fabricación de máquinas más complejas y costosas que ayudan a satisfacer las necesidades de una institución.

Camacho-Cogollo (2017) afirma que “la gestión de la tecnología contribuye a una eficiencia en el sector salud y propicia un servicio de salud sostenible”. Se deben “establecer responsablemente y de manera periódica, procedimientos de gestión y control de los equipos biomédicos con el fin de conservar la tecnología, minimizando así costos en la prestación de los servicios y dando cumplimiento a las recomendaciones de los fabricantes” (2017, p. 77).

Otros autores han afirmado lo siguiente:

La gestión del mantenimiento implica varias actividades, tales como: planificación de acciones de mantenimiento preventivo; programación de actividades considerando los recursos disponibles y la producción planificada; gestión de repuestos; análisis de datos para reducir la ocurrencia de fallas y mejoras en el desempeño de la función de mantenimiento. (Lopes et al., 2016)

Todas las actividades mencionadas anteriormente tienen como factor común el manejo de información. La información es uno de los recursos más importantes para cumplir las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo y es un elemento que debe manejarse de manera inteligente y ordenada. En las instituciones de la salud, el acceso a la información permite una optimización de los servicios mediante la organización estratégica de los recursos.

En la actualidad, existen sistemas modernos para el manejo de información, de carácter digital y que cuentan con una variedad de opciones modificables para satisfacer las necesidades individuales de cada institución. Los sistemas digitales de información para apoyar la función de

mantenimiento se conocen como sistemas de gestión de mantenimiento computarizados (Computerized Maintenance Management System o CMMS).

Según Karunaratne y Abeyratne (2020):

Un CMMS es un software de computadora diseñado para simplificar operaciones de gestión de mantenimiento. Este programa, rastrea y monitorea el mantenimiento actividades para proporcionar una gama de informes e información sobre costos, artículos componentes y actividades del personal. Simplemente, actúa como una base de datos que contiene información sobre la empresa, trabajadores, almacén, equipo y mantenimiento.

Según Lopes (2016):

Un CMMS es una herramienta para respaldar la estrategia de mantenimiento basada en un sistema de información y un conjunto de funciones que procesan datos para producir indicadores que respalden las actividades de mantenimiento. Por lo general, un CMMS tiene asignado un conjunto de funciones y aplicaciones, que incluyen:

- Gestión de Activos: que consiste en registrar todos los activos (o equipos) y un registro histórico de lista de repuestos y reparaciones.
- Gestión de Órdenes de Trabajo: permite establecer y liberar órdenes de trabajo al mantenimiento técnico.
- Gestión de Mantenimiento Preventivo: que apoya la planificación, programación y control de actividades;
- Control de inventario: da acceso a repuestos disponibilidad.
- Gestión de informes: almacén extenso de información y producción de indicadores de rendimiento. (Lopes et al., 2016, p. 269)

Lopes (2016) afirma que estas funciones permiten optimizar la efectividad del mantenimiento ya que se logra tomar ventaja de la información para precisar necesidades y planificar estrategias que ayuden a reducir los costos implicados en mantenimiento o compra innecesaria de equipo nuevo.

También afirma que algunos de los beneficios brindados por los sistemas de gestión de mantenimiento computarizados son:

- Rápido acceso a información pertinente
- Registro de actividades de mantenimiento
- Acceso remoto a información
- Comunicación instantánea proveedor-cliente. (2016, p. 269)

Si bien Yousefli (2020) propone la implementación de un sistema BIM (Modelado de Información de Construcción) en un hospital en Holanda para eliminar las limitantes mencionadas anteriormente, el CMMS destaca por su sencillez y facilidad de uso. Esto resulta conveniente para hospitales públicos en países de menor desarrollo, donde se cuenta con menos herramientas tecnológicas y donde el personal encargado no suele tener una formación multidisciplinaria y no es capaz de manejar software avanzado.

Los beneficios presentados pueden ayudar a disminuir el tiempo exigido en tareas administrativas para lograr una optimización del tiempo de trabajo del personal encargado de esta tarea. También se afirma que una gestión de mantenimiento eficaz ayuda a alcanzar niveles altos de productividad, incremento en la seguridad laboral y a la reducción de costos (Meira et al., 2020).

3.5. LIMITANTES DE UN CMMS

A pesar de los muchos beneficios que provee un sistema computarizado, existen algunas limitantes que suelen dificultar la iniciación de un sistema computarizado. Ejemplos de estos pueden ser la falta de recursos tecnológicos o de resistencia al cambio por parte de los trabajadores encargados de la gestión.

“Puede haber varias razones por las que un CMMS no cumple con las expectativas de los usuarios, por ejemplo, la falta de esfuerzo y preparación en el proceso de selección de CMMS, la falta de vender los beneficios a la alta dirección y la falta de capacitación sobre cómo operar el sistema” (Meira et al., 2020, p. 1574)

Karunaratne y Abeyratne (2020) reafirman que la mayoría de las complicaciones en la implementación de estos sistemas es el error humano. Es importante contar con un entrenamiento del personal, lo cual permite eliminar la mayoría de las surgentes limitaciones.

Se especifican otros posibles factores específicos que pueden complicar el proceso, como la poca percepción de utilidad de plataforma o desagrado con la interfaz del sistema por parte de los usuarios. El estudio realizado por Karunaratne y Abeyratne (2020) afirma que una facilidad de uso e interfaz amigable le brindan una experiencia cómoda al usuario de los CMMS, lo cual provoca que su uso se vuelva recurrente y beneficioso en la rutina de mantenimiento.

3.6. SELECCIÓN DE CMMS

La incorporación de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado que satisfaga las necesidades específicas de una institución conlleva la selección de distintos parámetros y funciones que logren registrar los datos pertinentes de los equipos médicos y crear sistemas de comunicación con el proveedor.

Según Biacoub et al. (2021), resulta algo difícil obtener información actualizada del estado funcional de los equipos médicos ya que la mayoría de los ministerios de salud no cuentan con un inventario de activos que faciliten el control de los equipos.

3.6.1. PROCESO DE JERARQUÍA ANALÍTICA

Meira (2020) expande sobre los requerimientos para la selección de un CMMS que se adecúe a las necesidades de una institución en un estudio para evaluar la calidad de las características funcionales. Él basa su metodología en la normativa ISO/IEC 25010:2011 (requerimientos y evaluación de calidad de software) y en el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP, por sus siglas en inglés), la cual es una técnica multi-criterio para la toma de decisiones que se ha aplicado en la selección de software en distintos estudios.

La técnica AHP sirve "para lidiar con problemas complejos, considerando múltiple criterios y contribuciones para manejar información cualitativa y cuantitativa. Permite desplegar un sistema complejo organizando sus aspectos críticos en una estructura jerárquica" (Meira et al., 2020, p. 1574).

Meira et al. (2020) enlista una serie de criterios a considerar para la correcta selección del CMMS a utilizar:

- **Rendimiento:** este criterio considera las características intrínsecas de un CMMS que permiten un rendimiento óptimo. Ejemplos de este son la capacidad de módulos permitidos, su interconexión, flexibilidad para la personalización por parte del usuario o la frecuencia de actualizaciones que recibe el software. Este sub-criterio abarca la importancia de la personalización del CMMS para satisfacer las necesidades específicas de una institución.
- **Usabilidad:** Se busca que el programa brinde efectividad, eficiencia y satisfacción cuando se utilice. El sistema debe brindar una interfaz amigable, estética y sencilla para facilitar la tarea rutinaria y satisfacer la interacción con el usuario.
- **Compatibilidad y portabilidad:** La compatibilidad es importante para que el sistema sea capaz de asociarse con otros programas para la exportación y el manejo de data pertinente. Esto permite interlazar información entre plataformas para lograr realizar análisis, comparaciones u otras actividades que la institución necesite. También es recomendado que el sistema cuente con portabilidad en dispositivos móviles, pues esto resulta relevante para acciones como el registro de intervenciones de mantenimiento, gestión de stocks, monitoreo en tiempo real, etc.
- **Seguridad:** El sistema debe contar con condiciones de seguridad. Esto suele consistir en un acceso de control mediante permisos por usuario y contraseña establecidos por un administrador de manera predeterminada.
- **Factores relacionados con el proveedor:** Una de las funciones más valiosas de los CMMS es la comunicación entre los clientes y el proveedor. Se pretende que los CMMS brinden un canal para el servicio de asistencia remota/en línea o para notificarle al proveedor de fallos en el producto, en caso que se haya acordado algún tipo de garantía.

Meira et al. (2020) también expone cada uno de estos criterios en una jerarquía para proveer una mejor explicación de los requerimientos que debe cumplir un CMMS. Los criterios y sus sub-criterios son mostrados en la estructura jerárquica de la ilustración 2.

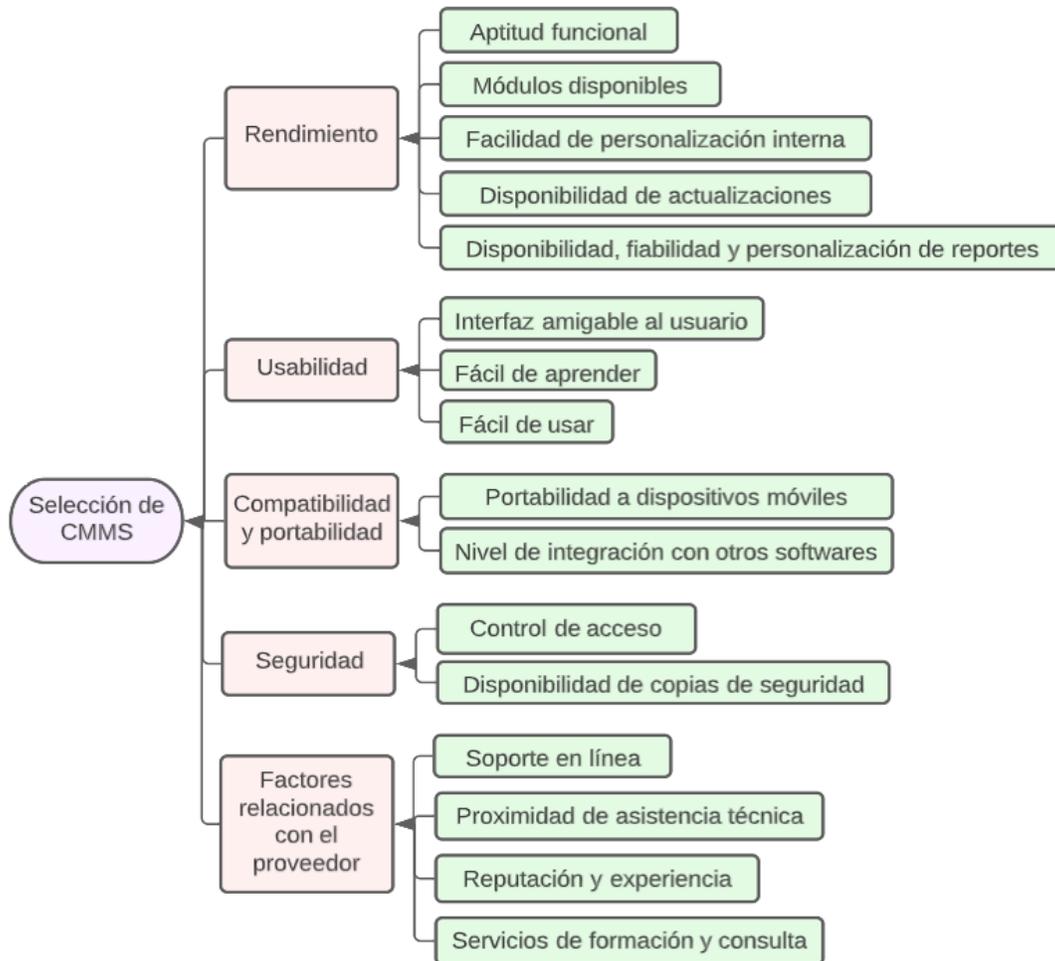


Ilustración 2- Estructura jerárquica para la selección de CMMS.

Fuente: (Meira et al., 2020)

Se afirma que “la estructura jerárquica descrita anteriormente fue aplicada en una empresa productora de espumas sintéticas localizada en Portugal, para ayudar a seleccionar un sistema de gestión computarizado que satisfaga las necesidades específicas de la organización” (Meira et al., 2020, p. 1577). Esto es un indicador de lo útil que puede ser la integración de un CMMS y que es una modalidad creciente en distintos países del mundo para mejorar los procesos administrativos.

3.7. CMMS EN PAÍSES DE BAJOS RECURSOS

Las tecnologías informáticas surgentes ha sido una adquisición valiosa para el ser humano moderno. Los sistemas CMMS han sido implementados en distintas partes del mundo y, cuando el proceso de implementación ha sido adecuado, los programas han resultado muy beneficiosos.

Meira (2020) afirma:

La capacidad de un CMMS para administrar grandes cantidades de datos en tiempo real ha permitido el desarrollo de nuevos y más enfoques flexibles para gestionar activos físicos. Los beneficios de la implementación de CMMS se evidencian en muchos estudios.

Se ha demostrado que en las industrias estadounidenses y canadienses la productividad del sector de mantenimiento aumentó de aproximadamente 35% a 70 – 80% y los costos de inventario se redujeron en 5 a 12% después de la implementación de CMMS. Otros estudios revelaron que después de 7 meses de implementación de CMMS en una empresa textil, fue posible reducir los costos de repuestos, mejorar la disponibilidad del equipo, reducir los plazos de entrega y reducir los gastos no programados actividades de mantenimiento, con un periodo de retorno de la inversión de solo 0,46 año (p. 1574)

Un estudio realizado por Medenou et al. (2019) en Africa Sub-sahariana, expuso una implementación de un CMMS en centros de salud del país de Benín, África. Se argumenta en este trabajo, que “los sistemas de computarización para la gestión de información ofrecen importantes oportunidades para optimizar y encarar dificultades de la economía local y dificultades organizacionales” (2019, p. 222). Esto resulta muy importante para las comunidades con menor desarrollo, pues decrece el tiempo de trabajo de los empleados y aumenta la fuerza del desarrollo tecnológico del país.

Otro estudio que documenta la implementación de un CMMS fue realizado por Biacoub et al. (2021) en Burundi, Africa. En este, se afirma lo siguiente:

Este estudio demuestra que una implementación sostenible de un CMMS es factible y muy útil en entornos de bajos recursos, si (i) la implementación se realiza en un entorno técnico propicio con talleres y equipos de mantenimiento adecuados, (ii) se asegure la cooperación activa de las autoridades administrativas, (iii) se realicen los esfuerzos de formación suficientes, (iv) disponibilidad del hardware y la conectividad a Internet están disponibles y (v) se puede proporcionar un soporte técnico local adecuado. (p. 655)

Se citan los estudios cuantitativos realizados por Jamkhaneh et al. (2018) sobre los impactos de los CMMS en la efectividad de mantenimiento productivo en industrias de manufactura en Irán. Estos revelaron, mediante encuestas y modelos de ecuaciones estructurales, que el término CMMS se asocia positivamente a factores organizacionales de apoyo relevantes.

Otro estudio realizado por Pannu, Chawla y Tewari (2019), confirma los beneficios de utilizar un CMMS para la administración de información. En este, se implementa un CMMS para trabajos de mantenimiento en una planta térmica en Hisar, India:

Se afirma que el sistema “provee un modo sistemático de coleccionar y preservar información que puede ser fácilmente utilizada por el personal de mantenimiento para mejorar la planificación, organización, agendas y controlar las actividades de mantenimiento” (Pannu et al., 2019, p. 5).

Distintos estudios sobre el beneficio de una implementación de sistemas de gestión han sido desarrollados también en América latina y en el resto del mundo.

Flores y Sancho (2019) realizaron un estudio para determinar cómo la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento ayudaría a incrementar la productividad de la línea de extrusión del área de una compañía de empaques flexibles en Huachipa, Perú. Mediante el planteamiento de variables, muestreo y técnicas de análisis de datos, ellos exponen en sus resultados un incremento de producción del 56.98% a un 78.36%.

Un año después, Salazar Quirós (2020) realizó el diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para mejorar el rendimiento de Gualapack en Costa Rica. Gualapack es una empresa internacional líder en bolsas verticales con boquilla prefabricadas para uso alimenticio y no alimenticio, en la cual su principal producción es la fabricación de empaques para alimentos de bebés.

En este estudio se afirma lo siguiente:

La empresa adquirió el software de mantenimiento PROMAT, con el objetivo de digitalizar el sistema de mantenimiento correctivo, preventivo y programado de la base actual de las máquinas de última generación, realizar un mejor manejo de la información como manejo

de fallas, control en la programación del mantenimiento, buscar las mejoras continua según la norma ISO 9001, reducir la utilización del uso de papel y tintas, colaborar con el ambiente siguiendo la norma ISO 14001, ahorro de espacio físico de almacenaje (2020, p. 61).

La implementación de estos programas en distintos escenarios muestra un avance en la organización de los activos de distintas industrias e instituciones, así como un avance en el desarrollo de comunidades.

IV. METODOLOGÍA

4.1. ENFOQUE

El proyecto tuvo un enfoque cualitativo exploratorio (investigación interpretativa). El desarrollo, situado en una fase preliminar, comprendió el estudio de los distintos elementos que contribuyen a una correcta gestión del mantenimiento de los equipos médicos. Esto se realizó para lograr exponer las diferencias entre los recursos ideales con los que debe contar una institución, con los recursos reales que se utilizan para estas tareas administrativas y de mantenimiento en la Secretaría de Salud de Honduras.

Según Sampieri (2018), una investigación con enfoque cualitativo estudia la naturaleza y el carácter de los fenómenos donde se examinan los hechos actuales y previos que conciernen al sujeto de estudio. Estos hechos se expanden a medida se va desarrollando la investigación.

El análisis de la caracterización del proceso actual de gestión de equipos médicos en la SESAL y de sus respectivas tareas es algo que resulta fundamental para la optimización de un nuevo sistema que ayude a fortalecer la tarea administrativa de la institución. Tal análisis permitió estudiar el proceso tradicional para precisar debilidades y proponer soluciones ante situaciones adversas que suelen presentarse frecuentemente con el sistema tradicional.

4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Se definieron como variables de una investigación a todas las cualidades relevantes de los factores involucrados en el análisis del sujeto de estudio. Las variables a investigar se muestran en la ilustración 5:

Variable independiente

- Plataforma de gestión de equipos médicos seleccionada: Este es el elemento a trabajar que no cambia bajo ninguna circunstancia y de aquí se desprenden las circunstancias a estudiar. La elección del software adecuado tiene como raíces, las variables dependientes y los requerimientos necesarios para el cumplimiento de los objetivos.

VARIABLES DEPENDIENTES

- El personal encargado de mantenimiento en los hospitales de la red de la SESAL: El recurso humano con el que cuenta la Secretaría de Salud, sus tareas individuales y sus disciplinas de oficio.
- Métodos de gestión de mantenimiento en países de la región: Formas de gestionar el equipo médico en países próximos.
- Datos relevantes de los equipos médicos necesarios para su registro: Ciertos datos, como el número de identificación ID, número de serie o modelo, resultan esenciales para lograr un registro único de los equipos en una base de datos.
- Funciones y características necesarias en la plataforma a seleccionar: El software debe contar con funciones que se adapten a la institución y a su forma de registrar los datos. Ejemplos de estos son la compatibilidad (integración) con otros sistemas de información y una interfaz amigable que permita un aprendizaje intuitivo.

La ilustración 3 resume el desprendimiento de las distintas variables dependientes de la investigación.



Ilustración 3- Variables de investigación

Fuente: Elaborado por el autor.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

- Recopilación de datos cualitativos para establecer lineamientos y funciones con las que debe contar la plataforma.
- Análisis de datos para la comparación y selección de elementos adecuados.
- Entrevistas: se realizaron sesiones virtuales mediante Zoom para recopilar información pertinente para el cumplimiento de los objetivos.
- Capacitaciones: Se realizaron sesiones virtuales mediante Zoom y Google Meet para demostrar el funcionamiento y la utilidad de la plataforma seleccionada a los encargados de mantenimiento.

4.4. MATERIALES

- Handbook de ingeniería clínica: Utilizado para estudiar los estándares de los requerimientos o caminos a seguir en la gestión de mantenimiento de los equipos médicos en un hospital.
- Cámara fotográfica para evidenciar las visitas a los hospitales y los hallazgos.
- Grabador de audio: Destinado para la documentación auditiva de las entrevistas realizadas.
- Microsoft Excel para la elaboración de tablas comparativas y demostrativas.

4.5. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

El proyecto consistió de cinco etapas en su desarrollo. Estas comprendieron la recolección de datos, definición de elementos que guiarían el desarrollo, selección, personalización de la plataforma y demostración del programa a encargados de mantenimiento.

4.5.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizó mediante una investigación del estándar para la gestión de equipos médicos en distintos países y de entrevistas a personal biomédico y encargados de mantenimiento del sector público en Honduras.

Se llevó a cabo una investigación de los lineamientos de la institución pública (SESAL) con respecto a las actividades de mantenimiento del equipamiento médico en las instituciones públicas del país. Esto es evidenciado en los anexos 2, 3 y 4, donde se exponen las preguntas esenciales que se le realizaron a encargados de mantenimiento en hospitales públicos de los municipios de Francisco Morazán, San Pedro Sula y La Ceiba.

4.5.2. DEFINICIÓN DE ELEMENTOS GUÍA

Los elementos guía son todas aquellas características que deben caracterizar a la plataforma, el registro específico de activos en esta y el desarrollo del proyecto en general. La definición de estos elementos se basó en las necesidades para la resolución del problema y la información requerida para lograr el objetivo, las cuales se obtuvieron mediante información obtenida en entrevistas y el estudio de estándares de administración hospitalaria encontrados en el handbook (manual) de ingeniería clínica.

Entre estos elementos se encuentran las distintas funciones requeridas del programa que permitan una adaptación efectiva en la institución, el listado e información referente para el registro de los equipos médicos y todos aquellos elementos que favorecen al desarrollo del proyecto.

4.5.3. SELECCIÓN DE PLATAFORMA

Los elementos guía que definen las necesidades de la SESAL en el registro de equipos, junto a las características que definen una buena implementación de una plataforma CMMMS según Meira (2020), fueron referidos para hacer una comparación de múltiples plataformas.

Se realizó una tabla comparativa que enlistó dichas características para lograr contrastar las ventajas y desventajas brindadas por los programas para la gestión de mantenimiento, en base a los datos encontrados en la investigación teórica y los requerimientos especificados durante las entrevistas. con

4.5.4. PERSONALIZACIÓN DEL PROGRAMA

Una vez que la plataforma más adecuada fue seleccionada, se realizó una personalización de los campos de esta. El objetivo de esta etapa fue configurar la plataforma de manera que esta dispusiera de los parámetros y etiquetas necesarias para ser capaz de efectuar el registro y monitoreo de los equipos médicos específicos de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Secretaría de Salud de Honduras en la primera entrevista con el jefe encargado (ver anexo 1).

4.5.5. DEMOSTRACIÓN DEL PROGRAMA

Una vez fue la plataforma seleccionada y personalizada, se programaron sesiones virtuales en Zoom y en Google Meet con el jefe del departamento de mantenimiento en la Secretaría de Salud y después con la ingeniera biomédica encargada de procesos administrativos en el Hospital Escuela-Universitario (ver anexos 5 y 6). En estas, se discutió posible implementación del programa en hospitales del sector de salud con encargados de gestión y mantenimiento de equipos médicos en el sector público para precisar posibles mejoras en el programa.

Además, se realizó una demostración de utilidad presencial en el Hospital Regional Atlántida en el municipio d La Ceiba. La demostración consistió en la conexión a la plataforma desde dos computadores distintos. Esto fue de utilidad para lograr comprobar las funciones de comunicación entre el perfil del administrador con los solicitantes en la plataforma y mostrar las funciones de la plataforma. Se analizó que tan intuitiva resulta el uso de la plataforma para el equipo de mantenimiento. Esta demostración es ilustrada en el anexo 11.

4.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

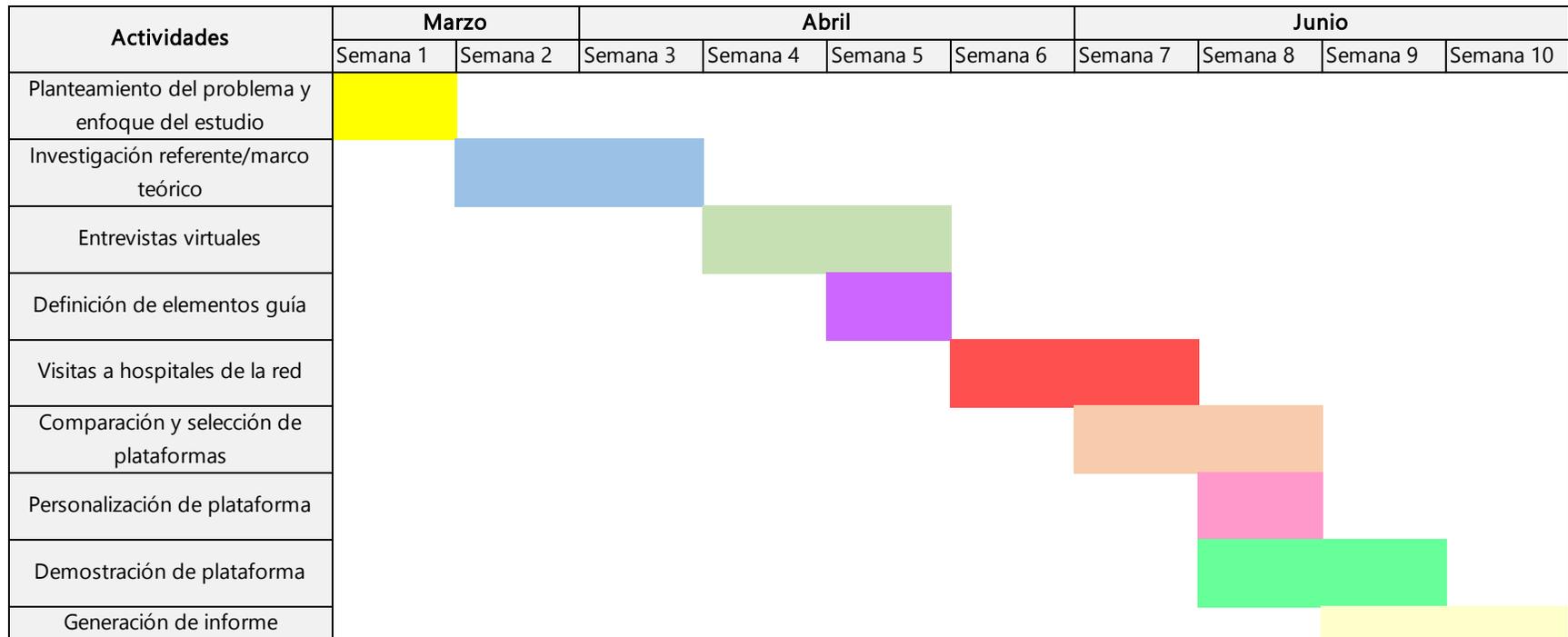


Ilustración 4 – Cronograma de actividades

Fuente: Elaborado por el autor

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La gestión y mantenimiento de equipos médicos en los hospitales de la red de la Secretaría de Salud de Honduras es una problemática real que es causada por diversos factores. Los resultados obtenidos mediante la investigación teórica, observacional y las encuestas realizadas se exponen a continuación:

5.1. LA TAREA DE GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS EN LA SESAL

La SESAL (2014) establece su deber de asumir las funciones de mantenimiento del equipo médico del primer y segundo nivel y de los procesos de licitación y supervisión de obras de infraestructura que son financiadas con fondos nacionales (p. 35).

Para fines prácticos, el estudio se delimitó a estudiar las actividades de mantenimiento en 3 hospitales de tres distintos departamentos del país. Estos fueron considerados y escogidos en base a datos presentados por el Instituto Nacional de Estadística de Honduras (2022) con respecto al desarrollo, población, extensión territorial, conveniencia y tiempo para el desarrollo del proyecto. Los municipios seleccionados fueron: Francisco Morazán, San Pedro Sula y La Ceiba.

Se realizaron cuatro entrevistas con encargados de mantenimiento del sector público para lograr entender la situación actual de Honduras en el ámbito de la gestión hospitalaria (ver anexos 1, 2, 3 y 4) y dos entrevistas para la demostración de utilidad de la plataforma (ver anexos 5 y 6). Mediante la primera entrevista realizada al jefe del departamento de mantenimiento de la Secretaría de Salud de Honduras (anexo 1), se descubrió lo siguiente:

- La Secretaría de Salud no dispone de un equipo multidisciplinario que se haga cargo de las tareas de gestión y mantenimiento de los equipos médicos de los hospitales de la red.
- El departamento de mantenimiento de la SESAL se compone únicamente de un integrante, el cual es el mismo jefe de mantenimiento.
- En la actualidad, la Secretaría de Salud hace uso del sistema tradicional (registro en papel) para la administración de las tareas de mantenimiento y el almacén de datos correspondientes.

- La SESAL no lleva un registro de los equipos médicos en los hospitales públicos de la red. Cuando un equipo presenta fallas, este es usualmente removido de su respectiva sala y almacenado junto a otros equipos en desuso (ver anexo 8, 9 y 10).

Las carencias presentadas en la entrevista 1 exponen el funcionamiento inadecuado de los procesos administrativos que se llevan a cabo en el sector público de salud. La incorrecta administración desemboca en una falta de recursos necesarios para ejecutar de forma adecuada los procesos.

Los datos obtenidos en las entrevistas 2, 3 y 4 demuestran que la SESAL no cuenta con un plan para el mantenimiento preventivo o correctivo de sus equipos médicos. Dichos equipos terminan apilados en bodegas o hasta en zonas importantes como quirófanos. Esto se evidencia en la ilustración 5



Ilustración 5 - Quirófano en desuso en Hospital Regional Atlántida

Fuente: Elaborado por el autor.

Estas deficiencias impactan directamente a la población hondureña, pues muchas veces no se logra brindar un servicio completo a los problemas de salud presentados por la población, pues

no se cuenta con los recursos necesarios en muchos casos. Esto obliga a dicha población a recurrir a la atención de salud en el sector privado.

5.2. REQUERIMIENTOS PARA UNA CORRECTA IMPLEMENTACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL PROGRAMA

La implementación de un CMMS comprende varios desafíos en instituciones ya establecidas. El sistema de gestión computarizado debe contar con características que faciliten la adaptación y el reemplazo del sistema actual de la institución.

Mediante la obtención de datos en la primera entrevista con el jefe de mantenimiento (ver anexo 1), se establecen los siguientes requerimientos para su implementación y utilización en la SESAL:

Con respecto a la plataforma:

- El software debe contar con la función de integración de datos. Esta debe ser compatible con Microsoft Excel, pues es el sistema más utilizado para el almacenamiento de datos en Honduras.
- El software debe permitir la modificación de las etiquetas en el formulario para el ingreso de datos. La personalización de los campos para ingresar los datos de los equipos o las ordenes de trabajo permitirá adecuar el sistema a las necesidades de la institución destino.
- Es esencial que el sistema permita la elaboración de fichas para órdenes de trabajo. Es deseable que estas incluyan el equipo a trabajar, designado con un código único para su identificación.
- El software debe ser de uso gratuito.

Con respecto a las instituciones destino:

- La Secretaría de Salud, así como los distintos hospitales de la red en los que se haría uso de la plataforma, deben contar con al menos un computador con conexión a Internet.
- La Secretaría de Salud, así como los distintos hospitales de la red en los que se haría uso de la plataforma, deben contar con al menos un encargado de la gestión/mantenimiento de los equipos médicos de la institución.

Con respecto al encargado de implementar la plataforma:

- El encargado de la implementación debe brindar consultaría (capacitaciones) del sistema de gestión al personal que hará uso de este.

5.3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL REGISTRO DE EQUIPOS MÉDICOS

La primera entrevista al jefe del departamento de mantenimiento de la SESAL también expuso los datos que la SESAL requiere para el correcto registro del equipamiento médico. Estos son enlistados a continuación:

- Fecha en la que se entregó el equipo médico: Fecha exacta en la que el equipo ingresó al hospital.
- Fecha en la que el equipo se puso en marcha: Fecha exacta en la que se hizo uso del equipo por primera vez en el hospital.
- Fechas de interrupciones en el uso del equipo: Fechas exactas en las que el equipo entró en estado de desuso por fallas técnicas.
- Tiempo que el equipo lleva fuera de servicio: Lapso de tiempo en que el equipo no recibió mantenimiento desde que presentó fallas.
- Fechas de mantenimiento preventivo del equipo: Fechas exactas en que se le debe dar mantenimiento preventivo al equipo.
- Piezas dañadas: Componentes del equipo que fueron encontrados en mal estado durante mantenimiento.
- Materiales utilizados en mantenimiento preventivo/correctivo: Todos aquellos materiales que se emplearon en ejecutar las tareas de mantenimiento.
- Fecha de inicio y fin de la garantía: Muchos de los equipos cuentan con una garantía que provee mantenimiento. Se deben registrar las fechas exactas de la iniciación y finalización de dichas garantías.
- Proveedor(es) del equipo.
- Número de serie del equipo: Cada equipo cuenta un número único de fábrica para su identificación y diferenciación.

Los datos mencionados anteriormente proveen un registro exacto de los equipos médicos que se ingresan en la base de datos. Esto permite precisar un equipo en dicha base de datos para para confirmar su existencia o para confirmar su eliminación cuando se descarte por obsolescencia.

Mediante la entrevista realizada al ingeniero biomédico encargado en el hospital Mario Catarino Rivas, se reveló que las instituciones públicas también tienen otro número específico asignado para su identificación única.

- Número de bienes nacionales asignado al equipo: Algunos equipos pertenecientes al sector público cuentan con una etiqueta que contiene un número único asignado por el gobierno, para su registro específico en una base de datos.

5.4. DEFINIR EL SOFTWARE A UTILIZAR

Se realizó una comparación de distintas plataformas que funcionan como herramientas para la gestión de mantenimiento (CMMS). Los programas fueron escogidos mediante una investigación de las funciones y herramientas que brindan a la gestión, sus críticas y puntajes de usuarios, sencillez en su plataforma y las necesidades demandadas por el sector de salud para la gestión del equipamiento médico, entre otros factores.

Las plataformas que fueron seleccionadas son:

- Fiix
- MaintainX
- Fracttal One
- Hippo CMMS
- UpKeep
- ManWinWin
- Dynaway EAM
- FMX

Las plataformas seleccionadas fueron comparadas con base en (i) requerimientos especificados en las distintas entrevistas realizadas con encargados del área de mantenimiento y (ii) características ideales con las que deben cumplir estos sistemas para lograr una buena adaptación

e implementación en las instituciones destinadas, según Meira et al (2020). La comparación de plataformas web y sus funciones es mostrada en el anexo 7.

La comparación realizada expuso a MaintainX como el sistema de gestión que cumple con más necesidades/requerimientos presentados por la SESAL para la gestión de equipos médicos y su mantenimiento. A continuación, se describen las características referentes y funcionales de la plataforma MaintainX.

5.5. MAINTAINX

Según el sitio oficial del software (*MaintainX*, 2022), MaintainX es un software en línea que se autodenomina en su sitio web, como un sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS). Fundado en octubre 2018 por un equipo de San Francisco, California, MaintainX consiste en una plataforma web portable y fácil de usar, dedicada a proveer un registro de elementos críticos y particularidades de los procesos de mantenimiento técnico para facilitar y optimizar el control de tareas administrativas.

5.5.1. INTERFAZ

MaintainX cuenta con una interfaz amigable, intuitiva y de fácil aprendizaje. La pantalla inicial revela la mayoría de las funciones de la plataforma. Esta provee un acceso fácil a las herramientas que se requieran. El sistema dispone de distintas categorías que disponen de módulos donde se puede visualizar las utilidades en un panel izquierdo y de las etiquetas modificables para el ingreso de información en el derecho. Esto se muestra en la ilustración 5.

5.5.2. MÓDULOS

El programa cuenta con distintos módulos personalizables que permiten ingresar información que se relaciona entre sí para lograr un registro preciso de los elementos. Estos se encuentran en la parte izquierda de la pantalla y despliegan una serie de etiquetas para el ingreso o visualización de información cuando se seleccionan.

Los módulos para el registro y análisis de información en la aplicación en la pantalla inicial del programa son mostrados en la ilustración 6.

5.5.3. FUNCIONES

MaintainX dispone de funciones de utilidad para instituciones ya establecidas y que ya contaban con un sistema de registro anterior. El programa brinda integración (importación y exportación) de datos desde Excel y soporte en línea.

Siendo especializado para la gestión de mantenimiento, el programa permite generar órdenes de trabajo en tiempo real y brinda un análisis de datos automático que permite generar reportes de mantenimiento realizado para medir la efectividad.

5.5.4. MODALIDAD DE USUARIOS

El sistema designa al creador de la organización (cuenta) como el administrador. Es posible añadir usuarios de la plataforma de manera ilimitada. Los usuarios de la plataforma son categorizados como: administrador, usuarios completos y solicitantes.

En general, el administrador y los usuarios completos tienen permisos para editar activos y órdenes de trabajo, mientras el solicitante solo es capaz de enviar solicitudes y usar el canal de mensajes del sistema. Las funciones accesibles para cada tipo de usuario son definidas en el sitio web de MaintainX (2022). Estas son enlistadas a continuación:

5.5.4.1. *Administrador*

- Agregar/eliminar usuarios de la organización.
- Crear y editar órdenes de trabajo.
- Modificar activos y ubicaciones.
- Cambiar el tipo de usuario de los usuarios (ascender a administrador o degradar a usuario completo, etc.).
- Aceptar/rechazar solicitudes de órdenes de trabajo de los solicitantes.
- Ver los perfiles de los miembros del equipo y sus números de teléfono.
- Ver y actualizar la información de facturación.

5.5.4.2. *Usuario completo*

- Se puede asignar a órdenes de trabajo.

- Modificar activos y ubicaciones.
- Crear y editar órdenes de trabajo.
- Función de mensajería.

5.5.4.3. *Solicitante*

- Solo puede enviar solicitudes, enviar y recibir mensajes y ver los equipos y usuarios en la organización.
- No puede asignar órdenes de trabajo
- No puede ver órdenes de trabajo, activos o ubicaciones.
- Si puede ver el estado y comentar las solicitudes de trabajo enviadas.

5.5.5. SEGURIDAD

Según el sitio web:

MaintainX se ha sometido al cumplimiento de seguridad SOC2 para mantener la integridad de nuestros datos. Un informe SOC es una revisión independiente de una firma de CPA sobre los controles en una organización de servicios relacionados con la seguridad, la disponibilidad, la integridad del procesamiento, la confidencialidad o la privacidad. Estos informes están destinados a satisfacer las necesidades de una amplia gama de usuarios que necesitan información detallada y seguridad sobre los controles en una organización de servicios (*MaintainX, 2022*).

Se establece, en la política de seguridad del sitio web de MaintainX, lo siguiente sobre el uso de información almacenada:

MaintainX utiliza su información personal para brindarle el Servicio de MaintainX, para brindarle una experiencia de cliente superior y para administrar nuestro negocio. Usamos su información personal para:

- Cree un perfil de MaintainX al que pueda iniciar sesión desde cualquier dispositivo.
- Proporcionarle información y recomendaciones.

- Proporcionarle ofertas especiales, promociones y otros programas de marketing y noticias que puedan ser de su interés.
- Responder las preguntas que nos haga con respecto al servicio de MaintainX o recomendaciones.
- Comunicarnos con usted sobre seguridad, privacidad y cuestiones administrativas.
- Validar que es mayor de edad para utilizar el servicio de MaintainX.
- Probar y mejorar nuestros sistemas y el Servicio de KeepX.
- Administrar nuestro negocio.

Los datos no personales se utilizan como se describe anteriormente y de otras formas permitidas por las leyes aplicables, incluida la combinación de datos no personales con datos personales (*MaintainX*, 2022).

MaintainX también afirma estar certificada por la ISO 27001:2013, normativa que establece estándares de seguridad informática. (*MaintainX*, 2022)

5.5.6. PORTABILIDAD

MaintainX dispone de aplicaciones móviles para el manejo de información desde cualquier lugar donde se pueda tener una conexión a internet. Esto es de gran ayuda, pues permite un acceso fácil e instantáneo a la información pertinente, lo cual genera un sistema de supervisión constante. Poder acceder a esta información desde el dispositivo móvil puede ayudar a reducir los tiempos de trabajo y a contar con información correspondiente en el sitio de trabajo de mantenimiento.

La ilustración 7 muestra la disponibilidad de la aplicación en las distintas tiendas de los dispositivos móviles.

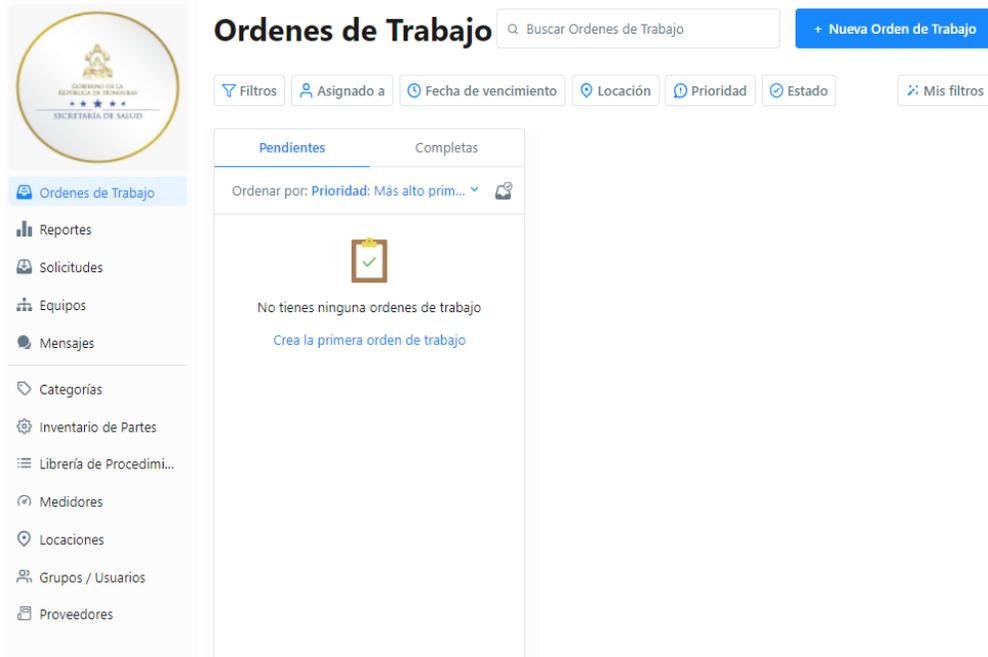


Ilustración 6- Pantalla inicial de MaintainX en perfil de administrador.

Fuente: (MaintainX, 2022)

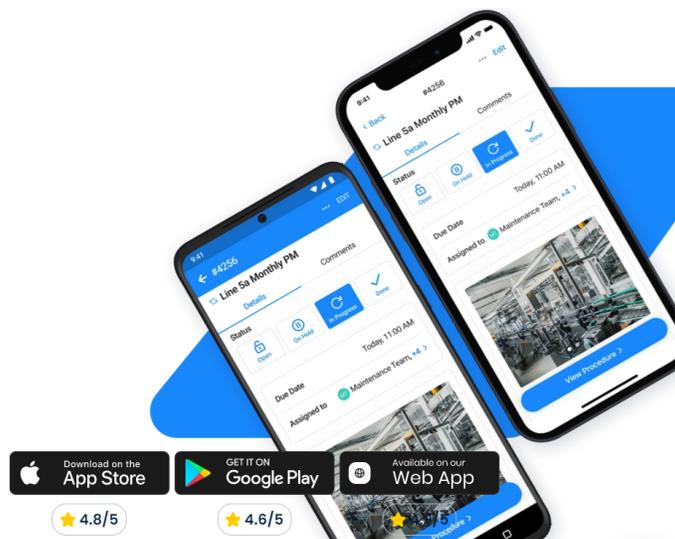


Ilustración 7- Aplicación móvil de MaintainX.

Fuente: (MaintainX, 2022)

5.6. DEMOSTRACIONES DE UTILIDAD

Las demostraciones de la utilidad de MaintainX se llevaron a cabo en los tres municipios seleccionados. Dos de las tres demostraciones se realizaron con el encargado de mantenimiento de la Secretaría de Salud y con un encargado biomédico del Hospital Escuela-Universitario. Estas demostraciones fueron de modalidad virtual y se muestran en los anexos 5 y 6.

Los encargados entrevistados señalaron, mayormente, la importancia de la seguridad de la información en una aplicación ajena y la de precisar los equipos médicos según un número único de identificación (código serial) en las órdenes de trabajo. La entrevista evidenciada en el anexo 6 aportó nuevas funcionalidades para la aplicación, como ser, un apartado donde se despliegan los equipos en desuso que se encuentran en buen estado. Esto, para lograr abastecer instituciones que requieran dicho equipo médico y no ocupen invertir en la compra de uno nuevo.

La demostración presencial al equipo encargado de mantenimiento en el Hospital Regional Atlántida denotó facilidad de uso y una interfaz intuitiva de la plataforma. El ingeniero y el licenciado encargado del departamento de mantenimiento probaron la aplicación en modo solicitante. Después de una prueba de uso entre una cuenta de administrador y una de solicitante, ellos argumentaron sobre la facilidad de uso y la rapidez en la comunicación. También enfatizaron en la gran necesidad de un sistema de gestión moderno, como lo son las plataformas CMMS.



Ilustración 8 - Demostración de utilidad en Hospital Regional Atlántida.

Fuente: Elaborado por el autor.

VI. CONCLUSIONES

La Secretaría de Salud de Honduras tiene el deber de brindar acompañamiento técnico y servicios de mantenimiento de los equipos médicos en los hospitales de su red, especialmente cuando los equipos cuentan con garantía técnica. La institución debe llevar un control de los equipos en los hospitales públicos y debe tener contacto con los encargados para coordinar trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo en dichas instituciones. No obstante, en la actualidad, la SESAL no lleva un control de la mayoría de sus equipos médicos en las instituciones de la red y no precisa trabajos de mantenimiento cuando estos lo requieren.

Es de suma importancia la implementación de un sistema que permita la comunicación entre la SESAL y las instituciones de su red y la generación de órdenes de trabajo en tiempo real. La personalización de etiquetas para el registro de datos, la identificación única de activos, el uso gratuito, la facilidad de uso y la integración de datos con el sistema usado actualmente son factores claves para la implementación de un nuevo sistema de gestión computarizado.

La información recolectada de los equipos médicos debe comprender fechas de garantía, de entrada, salida e interrupciones de uso del equipo en el hospital, proveedores, piezas y especificaciones únicas para la identificación de los equipos.

En cuanto a la plataforma, MaintainX fue seleccionada por su sencillez de uso y las múltiples herramientas de las que dispone para gestionar los procesos de mantenimiento. La plataforma brinda una experiencia amigable y sencilla a su usuario mediante paneles intuitivos, dispone de módulos personalizables para el registro de equipos médicos, permite generar órdenes de trabajo y reportes. También permite la integración de datos de Excel mediante un servicio de ayuda en línea por el equipo de soporte del programa, lo cual facilitaría el cambio de sistema con el que cuenta actualmente la SESAL. Además, el sistema puede configurarse en español, es gratis y completamente portable, pues puede usarse desde la aplicación móvil en el celular.

Las demostraciones virtuales y presenciales demostraron la facilidad del equipo técnico y administrativo para utilizar la plataforma. Esto es de suma importancia para incrementar la fuerza de adaptabilidad en la institución, pues el desuso de los sistemas CMMS por dificultad de aprendizaje es una de las limitantes más frecuentes.

Los hospitales visitados exponen la necesidad del uso de un nuevo sistema de gestión de los equipos. La evidencia de equipos en desuso en hospitales públicos en los anexos 8, 9 y 10 demuestran que el método tradicional de registro a papel que se utiliza actualmente resulta ineficiente para la demanda moderna de la creciente tecnología médica en Honduras. Este desuso y descarte de equipos médicos en estado recuperable encamina a pérdidas económicas de la institución cuando se compra equipo nuevo en vez de reparar el equipo que requiere mantenimiento. Consecuentemente, esto guía a contar con menos recursos para las tareas correspondientes a brindar un servicio de salud óptimo a los pacientes.

La evidencia también resalta la necesidad de disponer de personal biomédico capacitado para gestionar actividades que favorezcan el crecimiento de la institución. La implementación de un sistema de gestión inteligente supondría una mejora en la administración de los trabajos de mantenimiento en los hospitales públicos, reduciendo el desuso y descarte innecesario de los equipos médicos y un incremento en recursos destinados para brindar atención de salud de calidad a la población hondureña. El uso de la plataforma MaintainX pretende brindar una solución inmediata a los problemas en la gestión y desuso de los equipos médicos que presenta la SESAL.

VII. RECOMENDACIONES

Este estudio pretende servir como una solución inmediata a carencias administrativas presentadas por la Secretaría de Salud en el mantenimiento de sus equipos médicos. Se recomienda la pronta implementación de un programa CMMS para brindar acceso a la programación y asignación de tareas de mantenimiento en los equipos que se encuentran en estado recuperable y detenidos en bodegas en los hospitales públicos del país.

La comunicación con entidades o encargados en el sector público es algo necesario para la implementación de una herramienta de este tipo en el sector público. Sin embargo, ese es un tema que puede llegar a complicarse o a extenderse más de lo anticipado en un plan de trabajo. Este estudio también pretende servir como referencia a especificaciones que caracterizan los procedimientos públicos de gestión del mantenimiento de los equipos médicos.

La referencia a este documento ayudaría a acelerar el tiempo de trabajo en el desarrollo de una plataforma y enfocar el proyecto en la optimización de las características y funciones de una nueva plataforma que resulte lo suficientemente amigable para lograr una adaptación fácil y un uso permanente en las distintas instituciones públicas.

VIII. APLICABILIDAD/IMPLEMENTACIÓN

Se deben considerar los requerimientos mencionados anteriormente para lograr una correcta implementación de MaintainX en el sector público como una respuesta inmediata ante las dificultades en la gestión de mantenimiento.

El uso de la plataforma propone modernizar los procesos de gestión, facilitando las tareas administrativas y optimizando la disponibilidad del equipamiento en el que se pretende trabajar.

El estudio y la propuesta de aplicación de la plataforma MaintainX está destinada a la Secretaría de Salud y los hospitales de la red de dicha institución. Sería conveniente realizar pruebas pilotos en instituciones no tan centralizadas y con menor fuerza tecnológica para probar la funcionalidad del subsistema y la efectividad en la comunicación entre la SESAL y las instituciones a las que se brindará servicio cuando se utiliza la plataforma.

IX. TRABAJO FUTURO

Este estudio también pretende servir como referencia a futuras investigaciones y el desarrollo de un programa estructurado desde cero para no depender de una aplicación ajena.

La consulta a esta investigación evitará la dependencia de muchas reuniones con encargados del sector público, logrando así optimizar el tiempo de trabajo dedicado al desarrollo y optimización de una plataforma que logre cumplir con las expectativas establecidas por las entidades públicas.

El siguiente paso a dar es la aceptación por parte de la Secretaría de Salud de Honduras y consecuentemente, la implementación del programa en hospitales pequeños de la región para verificar su adaptabilidad y funcionalidad.

REFERENCIAS

- Arab-Zozani, M., Imani, A., Doshmangir, L., Dalal, K., & Bahreini, R. (2021). Assessment of medical equipment maintenance management: Proposed checklist using Iranian experience. *BioMedical Engineering OnLine*, 20(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12938-021-00885-5>
- Bahreini, R., Doshmangir, L., & Imani, A. (2019). Influential factors on medical equipment maintenance management: In search of a framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 25(1), 128-143. <https://doi.org/10.1108/JQME-11-2017-0082>
- Balouei Jamkhaneh, H., Khazaei Pool, J., Khaksar, S. M. S., Arabzad, S. M., & Verij Kazemi, R. (2018). Impacts of computerized maintenance management system and relevant supportive organizational factors on total productive maintenance. *Benchmarking: An International Journal*, 25(7), 2230-2247. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2016-0072>
- Beniacoub, F., Ntwari, F., Niyonkuru, J.-P., Nyssen, M., & Van Bastelaere, S. (2021). Evaluating a computerized maintenance management system in a low resource setting. *Health and Technology*, 11(3), 655-661. <https://doi.org/10.1007/s12553-021-00524-y>
- Camacho-Cogollo, J. E., Torres-Vélez, D. M., Chavarría, T., Camacho-Cogollo, J. E., Torres-Vélez, D. M., & Chavarría, T. (2017). Gestión de equipos médicos: Implementación y validación de una herramienta de auditoría. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 38(1), 76-92. <https://doi.org/10.17488/rmib.38.1.5>
- Cheng, M., & Dyro, J. F. (2004). 31—Good Management Practice for Medical Equipment. En J. F. Dyro (Ed.), *Clinical Engineering Handbook* (pp. 108-110). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012226570-9/50035-1>
- Codina, H. I. (2021). *Revista Médica Hondureña*. 89(1), 6.

- Díaz Flores, R. L., & Cañari Sancho, N. A. (2019). Implementación sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en la línea de extrusión del área de empaques flexibles, Huachipa, 2019. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49616>
- E.a.c.p, K., & A.s.m.a.r, A. (2020). Role of employee training and experience on the adaption of computerized maintenance management system. *Strategic Management*, 25(4), 3-16.
<https://doi.org/10.5937/StraMan2004003K>
- González, K. J. S. (2021). Deficiencias en el sistema de salud pública y su impacto en la pandemia del COVID-19. *Revista Médica Hondureña*, 89(2), 148-150.
<https://doi.org/10.5377/rmh.v89i2.12365>
- Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Interamericana.
- IAIP - Secretaría de Salud. (2022). <https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/index.php?portal=418>
- INE – Instituto Nacional de Estadística Honduras. (2022). Estadísticas INE.
<https://www.ine.gob.hn/V3/>
- Lopes, I., Senra, P., Vilarinho, S., Sá, V., Teixeira, C., Lopes, J., Alves, A., Oliveira, J. A., & Figueiredo, M. (2016). Requirements Specification of a Computerized Maintenance Management System – A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 268-273.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.047>
- MaintainX. (2022). <https://www.getmaintainx.com/about/>
- Medenou, D., Fagbemi, L. A., Houessouvo, R. C., Jossou, T. R., Ahouandjinou, M. H., Piaggio, D., Kinnouezan, C.-D. A., Monteiro, G. A., Idrissou, M. A. Y., Iadanza, E., & Pecchia, L. (2019). Medical devices in Sub-Saharan Africa: Optimal assistance via a computerized maintenance

- management system (CMMS) in Benin. *Health and Technology*, 9(3), 219-232.
<https://doi.org/10.1007/s12553-018-00283-3>
- Meira, D., Lopes, I., & Pires, C. (2020). Selection of computerized maintenance management systems to meet organizations' needs using AHP. *Procedia Manufacturing*, 51, 1573-1580.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.219>
- Pannu, N., Chawla, A., & Tewari, P. C. (2019). Computerized Maintenance Management System for Thermal Power Plant, Hisar. *Journal of Physics: Conference Series*, 1240(1), 012012.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1240/1/012012>
- Rodríguez, L. U. P., & Arévalo, Á. R. E. (2018). Caracterización del sistema de salud de Honduras. *Revista Médica Hondureña*, 86(1-2), 22-27.
- Salazar-Quirós, L. D. (2020). *Diseño de propuesta de modelo de gestión de mantenimiento para el Departamento de Mantenimiento de Gualapack Costa Rica S.A.*
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/11488>
- Secretaría de estado en el despacho de salud.* (2014). Secretaria de Salud Honduras.
<http://www.salud.gob.hn/site/index.php/component/edocman/acuerdo-406-14-reglamento-interno-de-organizaciones-y-funciones>
- Yousefli, Z., Nasiri, F., & Moselhi, O. (2020). Maintenance workflow management in hospitals: An automated multi-agent facility management system. *Journal of Building Engineering*, 32, 101431. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101431>

ANEXO

Anexo 1 – Entrevista 1 (con jefe de mantenimiento de la SESAL e ingenieros biomédicos)

Preguntas y respuestas referentes en la entrevista:

- P1: ¿Se realizan trabajos de mantenimiento en los equipos médicos de los hospitales de la red de la Secretaría de Salud?

Según el entrevistado, la SESAL no realiza mantenimiento en los equipos entregados a los hospitales de la red.

- P2: ¿Cuál es el sistema actual para la administración de los equipos médicos entregados?

Según el entrevistado, la SESAL utiliza en la actualidad, el sistema tradicional de papel y lápiz. El menciona que a pesar de que ese es el método utilizado, no es frecuentemente usado para la consulta de equipamiento médico específico y no se lleva un control ordenado.

- P3: ¿Cuáles son los datos necesarios para el registro de equipos médicos?

Según el entrevistado, se requiere llevar un registro de la fecha de cuando se entregó el equipo, cuando se puso en marcha, las paradas de funcionamiento del equipo, cuanto tiempo ha estado fuera de servicio, cuando le toca mantenimiento preventivo y si se hace, piezas que se dañaron, que materiales se utilizaron para dicho mantenimiento, cuando empieza y cuando termina la garantía, proveedores y el número de serie.

- P4: ¿Cuáles son las características requeridas en un sistema de gestión para que funcione en la SESAL?

Según el entrevistado, se requiere que el programa sea de uso gratuito. También se requiere que sea capaz de generar reportes y de integrar datos para transferir información de la plataforma utilizada actualmente (Excel).

- P5: ¿De cuántos integrantes se compone el equipo de mantenimiento de la SESAL?

Según el entrevistado, él es el único integrante. La SESAL no cuenta con un equipo multidisciplinario y a él le corresponden las distintas tareas de gestión y de mantenimiento.

(Gómez. 2022)

Anexo 2 – Entrevista 2 (con el ingeniero biomédico encargado del mantenimiento en el Hospital Catarino Rivas en San Pedro Sula)

Preguntas y respuestas referentes en la entrevista:

- P1: ¿Cómo se realizan trabajos de mantenimiento en los equipos médicos el hospital?

Según el entrevistado, se hace uso de documentación en papel para gestionar las órdenes de trabajo.

- P2: ¿Cuál es el sistema actual para la administración de los equipos médicos entregados?

Según el entrevistado, se hace uso de etiquetas con el número de bienes raíces. Esos números están registrados en la base de datos de los bienes del estado. Solo ciertos equipos cuentan con tales etiquetas.

- P3: ¿Cómo se documenta o planifica el mantenimiento preventivo en la institución?

Según el entrevistado, la institución no provee mantenimiento preventivo a sus equipos médicos. Los equipos se atienden hasta que presentan fallas.

(Sánchez, 2022)

Anexo 3 – Entrevista 3 (con la ingeniera biomédica encargada de la gestión y administración de mantenimiento en el Hospital Escuela Universitario en Tegucigalpa)

Preguntas referentes de entrevista:

- P1: ¿Cómo se realizan trabajos de mantenimiento en los equipos médicos el hospital?

Según la entrevistada, se hace uso de documentación en papel para gestionar las órdenes de trabajo.

- P2: ¿Cuál es el sistema actual para la administración de los equipos médicos entregados?

Según la entrevistada, se hace uso de etiquetas con el número de bienes raíces. Esos números están registrados en la base de datos de los bienes del estado. Ella menciona que se está trabajando en una base de datos en Excel para el registro de equipos.

- P3: ¿Cómo se documenta o planifica el mantenimiento preventivo en la institución?

Según la entrevistada, la institución no provee mantenimiento preventivo a sus equipos médicos más que limpiezas periódicas de los componentes externos e internos de los equipos.

(Méndez, 2022)

Anexo 4 – Entrevista 4 (con el ingeniero y el técnico encargado de mantenimiento en el Hospital Regional de Atlántida en La Ceiba)

Preguntas y respuestas referentes en la entrevista:

- P1: ¿Cómo se realizan trabajos de mantenimiento en los equipos médicos el hospital?

Según el entrevistado, se hace uso de documentación en papel para gestionar las órdenes de trabajo.

- P2: ¿Cuál es el sistema actual para la administración de los equipos médicos entregados?

Según el entrevistado, se hace uso de etiquetas con el número de bienes raíces. Esos números están registrados en la base de datos de los bienes del estado. Muchos equipos no tienen número de identificación adherido.

- P3: ¿Cómo se documenta o planifica el mantenimiento preventivo en la institución?

Según el entrevistado, la institución no cuenta con planes para el mantenimiento preventivo y en la mayoría de casos, ni siquiera se hace mantenimiento correctivo, pues la institución no dispone de un ingeniero biomédico. (Roque, 2022)

Anexo 5 – Entrevista 5 (con el jefe de mantenimiento de la SESAL e ingenieros biomédicos)

Preguntas de entrevista, una vez terminada la exposición de la aplicación MaintainX:

- P1: ¿Cuáles son las limitantes observadas de la plataforma presentada (MaintainX)?

Según el entrevistado, la plataforma no cuenta con una opción que permita visualizar los equipos con un identificador púnico cuando se crean las ordenes de trabajo. (Gómez, 2022)

- P2: *¿Que otras funciones le agregaría a la plataforma?*

El entrevistado no expresó funciones extra que desearía agregarle a la aplicación.

(Gómez, 2022)

Anexo 6 – Entrevista 6 (con personal biomédico del Hospital Escuela Universitario)

Preguntas de entrevista, una vez terminada la exposición de la aplicación MaintainX:

- P1: *¿Cuáles son las limitantes observadas de la plataforma presentada (MaintainX)?*

Según el entrevistado, la plataforma podría.

- P2: *¿Que otras funciones le agregaría a la plataforma?*

El entrevistado expresó la idea sobre la inclusión de un apartado para ver que equipos están funcionales, pero no en uso, para poder planear un traslado de esos equipos a locaciones que ocupen de ellos.

- P3: *¿Resultaría conveniente la implementación de un sistema CMMS en el sector público?*

Según el entrevistado, se haría de gran utilidad contar con una herramienta para administrar los procesos de mantenimiento y dejar de contar con el sistema tradicional del papel.

(Chávez, 2022)

Anexo 7 – Comparación de funciones de plataformas CMMS

	MaintainX	Fiix	Fractal One	Hippo CMMS	UpKeep	ManWinWin	Dynaway EAM	FMX
Control de acceso individual	x	x		x	x	x	x	x
Generación de órdenes de trabajo en tiempo real	x	x	x	x	x	x	x	
Activos ilimitados	x	x	x	x	x		x	x
Personalización de módulos	x	x		x	x	x	x	x
Personalización de formato de módulos	x	x	x		x			x
Generación de reportes	x			x		x		
Fácil de usar	x			x	x	x	x	x
Interfaz amigable al usuario	x		x	x	x	x	x	x
Orden de trabajo con activos específicos		x	x	x				
Comunicación entre administrador y usuario	x	x		x	x	x	x	x
De uso gratuito	x	x	x		x	x	x	
	x	x			x		x	

Portable en dispositivos móviles								
Integración con otro software (Excel)	x	x	x		x	x	x	x
Software completamente en español	x	x	x	x		x		

Fuente: Elaborado por el autor

Anexo 8 – Equipo en desuso en el Hospital Mario Catarino Rivas



Anexo 9 - Equipo en desuso en el Hospital Escuela Universitario



Anexo 10 - Equipo en desuso en el Hospital Regional Atlántida

