



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO I

**PROPUESTA DEL DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA PARA LA EMPRESA MACC
MEDICAL EN TEGUCIGALPA, HONDURAS.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
INGENIERO EN BIOMÉDICA**

PRESENTADO POR:

11711300 JOSÉ CARLOS NÚÑEZ SIERRA

ASESOR: ING. FERNANDA CÁCERES

CAMPUS TEGUCIGALPA; SEPTIEMBRE, 2022

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia.

Mi padre José Rafael Núñez y mi madre Nubia Esther Sierra, los autores principales de mi vida, quienes me forjaron como la persona que soy en la actualidad y por ser el más grande aliciente para el cumplimiento de mis objetivos, a mis hermanos Nubia, Rafael, Esther, Víctor y Brianda con quienes a su lado he aprendido más de la vida y porque me han mostrado el camino de la superación y el éxito.

Todos mis logros se los debo a ustedes, entre los que se incluye este.

Muchas gracias.

-José C. Núñez Sierra.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi luz y guía siempre, a mis amigos Saul Bonilla, José Casco y Steven Reyes quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento y demostraron su apoyo y ánimo en todo momento. También a todas aquellas personas que durante estos años de mi carrera universitaria estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Agradezco a mis maestros Lic. Ricardo Salgado, Ing. Daniel Trimarchi e Ing. Fernanda Cáceres, personas de gran sabiduría y quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en donde me encuentro y sobre todo por haberme enseñado todo lo que sé y más que eso.

Agradezco al Ing. Mario Andrés Cerrato y a todo el personal de MACC Medical por permitirme desarrollar mi proyecto de graduación en sus instalaciones.

Todo este agradecimiento es por y para ustedes.

Muchas gracias.

EPÍGRAFE

“No hay mar que no sea navegable, ni tierra que no pueda ser habitada”.

Robert Thorne.

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente el departamento de Ingeniería Biomédica en MACC Medical realiza diversas funciones como ser brindar mantenimiento correctivo a los diferentes equipos médicos comercializados por la empresa, diagnosticar y resolver problemas que puedan presentar los equipos, realizar entrega de equipos médicos y la documentación necesaria conforme lo solicite la orden de compra y su jefatura inmediata, entre otros. La realización de estas funciones en dicho departamento no se desarrolla en base a una planificación. Esto permite el mal uso de todos los recursos tecnológicos con los que cuenta la institución, ofreciendo servicios al personal médico y a los servicios clínicos de manera desorganizada.

Por tal razón, al implementar un departamento de biomédica en dicha empresa es de vital importancia hacer uso de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado donde se centralice la información de mantenimiento y facilite los procesos de las operaciones de mantenimiento y ayude a optimizar la utilización de equipos físicos, insumos y repuestos.

La comparación de múltiples sistemas reconocidos expuso a MaintainX como un candidato para proveer una solución inmediata ante la problemática que presenta este departamento en la gestión de los equipos.

Por tal motivo, la implementación de una herramienta moderna para la gestión proporcionó 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 de esta plataforma proveyó una mejora en el uso de los recursos económicos para brindarle mejor atención de la salud pública a la población hondureña.

Este documento propone el uso de una plataforma capaz de funcionar como herramienta para la gestión de los equipos médicos en la empresa MACC Medical luego de la realización de un estudio de campo en la empresa como en los servicios prestados en el campo. Se realizó una prueba piloto que reflejó las ventajas obtenidas por el uso de la plataforma como ser generación de ordenes de trabajo a comparación de los registros manuales. Adicionalmente, el personal logró aprender un poco más acerca de la importancia de la implementación de este departamento junto con todos los procesos que se deben de cumplir dentro del mismo.

ABSTRACT

Currently, the Biomedical Engineering department at MACC Medical performs various functions such as providing corrective maintenance to the different medical equipment marketed by the company, diagnosing, and solving problems that the equipment may present, delivering medical equipment and the necessary documentation as requested by the purchase order and his immediate leadership, among others. The performance of these functions in said department is not carried out based on planning. This allows the misuse of all the technological resources that the institution has, offering services to medical personnel and clinical services in a disorganized manner.

For this reason, when implementing a biomedical department in said company, it is of vital importance to make use of a computerized maintenance management system where maintenance information is centralized and facilitates the processes of maintenance operations and helps optimize the use of resources. physical equipment, supplies and spare parts.

The comparison of multiple recognized systems exposed MaintainX as a candidate to provide an immediate solution to the problems that this department presents in the management of equipment.

For this reason, the implementation of a modern tool for management provided several benefits such as the effective maintenance of the equipment, thus avoiding the prolonged disuse of equipment and the saving of economic resources by avoiding the unnecessary purchase of new equipment. The sum of the benefits of this platform provided an improvement in the use of economic resources to provide better public health care to the Honduran population.

This document proposes the use of a platform capable of functioning as a tool for the management of medical equipment in the MACC Medical company after conducting a field study in the company as well as in the services provided in the field. A pilot test was carried out that reflected the advantages obtained by using the platform, such as the generation of work orders compared to manual records. Additionally, the staff managed to learn a little more about the importance of the implementation of this department along with all the processes that must be fulfilled within it.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

I.	Introducción.....	3
II.	Planteamiento del Problema.....	4
2.1	Precedentes Del Problema.....	4
2.2	Definición del Problema.....	5
2.3	Justificación	5
2.4	Preguntas De Investigación.	6
2.5	Objetivos.....	6
2.5.1	Objetivo General.	6
2.5.2	Objetivos Específicos.....	6
III.	Marco Teórico.....	7
3.1	Rol del Ingeniero Biomédico en una Empresa.....	7
3.2	Análisis del Macroentorno.....	8
3.3	¿Qué son los Dispositivos Médicos?.....	10
3.3.1	Clasificación de los Dispositivos Médicos.....	11
3.4	Departamento de ingeniería Biomédica (DIB).....	12
3.4.1	Funciones del Departamento de Ingeniería Biomédica.....	12
3.5	Mantenimiento de Equipos Médicos.	13
3.5.1	Inspección y Mantenimiento Preventivo (IMP).	13
3.5.2	Mantenimiento Correctivo (MC).	14
3.5.3	Factores que Influyen en la Falla de los Equipos.....	16
3.5.4	Inspección de Seguridad.....	17
3.5.5	Calibración de Equipo Médico.....	18
3.5.6	Registros de Resultados.....	20
3.6	Programa de Mantenimiento.....	20

3.6.1	Planificación de un Programa de Mantenimiento.....	21
3.6.2	Inventario.....	22
3.6.3	Datos de un Inventario.....	23
3.6.4	Recepción de Equipo.....	24
3.6.5	Capacitación del Personal de Mantenimiento.....	24
3.7	Herramienta y Equipos de Medición.....	27
3.7.1	Equipo de Medición por Categoría de Dispositivo Médico.....	29
3.8	Análisis del Microentorno en Venta de Equipo Biomédico.....	29
3.9	Formatos o Fichas Utilizadas en un DIB.....	30
3.10	Ingeniería de Métodos.....	30
3.10.1	Mapeo de Procesos.....	31
3.10.2	El Lenguaje y los símbolos en ingeniería de Métodos.....	33
3.11	Lineamientos Para la Adquisición de Equipo Médico.....	33
3.11.1	Identificación de Proveedores.....	34
3.11.2	Información Necesaria del Equipo para una buena Gestión.....	34
3.11.3	Recomendaciones para Adquisición de Tecnologías Médicas.....	35
IV.	Metodología.....	36
4.1	Enfoque.....	36
4.2	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	37
4.2.1	Variable Independiente.....	37
4.2.2	VARIABLES DEPENDIENTES.....	37
4.3	Técnicas e Instrumentos.....	38
4.3.1	Entrevistas.....	38
4.3.2	Juicio de Expertos.....	39
4.3.3	Observaciones.....	39
4.3.4	Análisis de Datos Cualitativos.....	39
4.3.5	Recopilación Bibliográfica.....	39
4.4	Materiales.....	40
4.5	Metodología de Estudio.....	41

4.5.1	Visitas en la Empresa y sus Procesos de Atención en el Campo.....	41
4.5.2	Entrevistas al Personal.....	41
4.5.3	Diagrama de Procesos de Trabajo en Biomédica.....	42
4.5.4	Definición del Espacio Físico en Biomédica.....	42
4.5.5	Definición del Personal en Biomédica.....	42
4.5.6	Definición del Equipamiento.....	42
4.5.7	Búsqueda de Plataforma para Implementación de Procesos.....	42
4.5.8	Revisión Bibliográfica.....	43
4.5.9	Elaboración de Propuesta.....	43
4.5.10	Pruebas Piloto sobre la Plataforma y su Funcionamiento.....	43
4.5.11	Retroalimentación de Usuarios.....	43
4.6	Cronograma de Actividades.....	45
V.	Resultados y Análisis.....	46
5.1	Estado Actual de Biomédica En MACC Medical.....	46
5.1.1	Visitas en la empresa y sus Procesos de Atención en el Campo.....	46
5.1.2	Entrevistas al Personal.....	48
5.1.3	Mapeo del Flujo de Trabajo Actual en Biomédica.....	50
5.1.4	Espacio Físico Actual en Biomédica.....	51
5.1.5	Definición del Personal en Biomédica.....	53
5.1.6	Definición del Equipamiento en Biomédica en MACC Medical.....	54
5.1.7	Inventario de Equipos en Bodega en Macc Medical.....	56
5.1.8	Revisión Bibliográfica.....	59
5.1.9	Formatos de Trabajo Actual en Biomédica en Macc Medical.....	59
5.1.10	Capacitaciones.....	60
5.2	Propuesta De implementación del Departamento de Biomédica en MACC Medical.....	62
5.2.1	Visitas en los Procesos de Atención en el Campo.....	63
5.2.2	Mapeo del Flujo de Trabajo.....	63
5.2.3	Definición de Espacio Físico.....	63
5.2.4	Definición del Personal en Biomédica.....	66

5.2.5	Definición de Equipamiento.....	66
5.2.6	Inventario de Equipos en Garantía.....	66
5.2.7	Elaboración de Propuesta del Departamento de Biomédica en MACC Medical.	67
5.2.8	Búsqueda de Plataforma.....	68
5.2.9	MaintainX.....	70
VI.	Conclusiones.....	87
VII.	Recomendaciones.....	89
VIII.	Aplicabilidad.....	90
IX.	Evolución del Trabajo Actual.....	90
X.	Bibliografía.....	91
XI.	Anexos.....	96

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Componentes de un programa de mantenimiento.....	13
Ilustración 2. Factores claves para la identificación del mantenimiento.	21
Ilustración 3. Ciclo de gestión de tecnología médica.	23
Ilustración 4. Diagrama de flujo de los pasos a seguir para elaborar el plan de capacitación del personal.	26
Ilustración 5. Modelo de capacitación al personal asistencial.....	27
Ilustración 6 .Diagrama del desarrollo de la metodología de estudio.....	41
Ilustración 7. Instalaciones MACC Medical.	47
Ilustración 8. Visita al Hospital Regional del Sur y Hospital de San Lorenzo.	47
Ilustración 9. Visita a Liga contra el Cancer en San Pedro Sula y Hospital Maria en Tegucigalpa.48	
Ilustración 10. Visita al Centro Urológico Hondureño y Hospital Santa Lucia.	48
Ilustración 11. Estado actual del departamento de biomédica en MACC Medical.	49
Ilustración 12. Entrada del departamento de Biomédica.	49
Ilustración 13. Departamento de biomédica en su exterior.....	50
Ilustración 14. Plano vista aérea del plano del departamento de biomédica.	51
Ilustración 15. Plano #2 del departamento de biomédica.....	52
Ilustración 16. Plano externo del departamento de biomédica.....	52
Ilustración 17. Flujograma de la empresa MACC Medical.	54
Ilustración 18. Herramientas de trabajo utilizadas en instalación y mantemiento.....	55
Ilustración 19. Analizadores utilizados para instalación y mantenimiento de equipos.....	55
Ilustración 20. Equipo nuevo ingresado en bodega en MACC Medical.	57
Ilustración 21. Rotulación de insumos y equipo en bodega de MACC Medical.	58

Ilustración 22. Instalación y capacitación al personal médico de cabina pletismográfica en Honduras Medical Center.....	61
Ilustración 23. Vista área de distribución de espacio físico del departamento de biomédica.....	64
Ilustración 24. Plano #2 de propuesta de departamento de biomédica.....	65
Ilustración 25. Plano externo del departamento de biomédica.....	65
Ilustración 26. Comparación de softwares CMMS en Capterra.	69
Ilustración 27. Pantalla Inicial de MaintainX.....	71
Ilustración 28. Funciones de MaintainX.....	72
Ilustración 29. Interfaz de la sección Ordenes de trabajo.	72
Ilustración 30. Interfaz de la sección Ordenes de trabajo con sus respectivos campos.....	73
Ilustración 31. Sección de reportes en MaintainX.....	74
Ilustración 32. Ingreso de nuevo equipo médico en MaintainX.....	75
Ilustración 33. Información que ingresar para inventario de nuevo equipo.....	75
Ilustración 34. Distintos campos con los que cuenta la sección Categoría.....	76
Ilustración 35. Casilla de proveedores en la plataforma MaintainX.....	77
Ilustración 36. Interfaz de la aplicación MaintainX en celular.....	79
Ilustración 37. Creación de orden de servicio en Aplicación MaintainX.....	80
Ilustración 38. Ejemplo de orden de servicio en MACC Medical.....	81
Ilustración 39. Gráfico resultante para pregunta #1.....	82
Ilustración 40. Gráfico resultante de la pregunta #2.....	83
Ilustración 41. Gráfico resultante de la pregunta #3.....	83
Ilustración 42. Gráfico resultante de la pregunta #4.....	84
Ilustración 43. Gráfico resultante de la pregunta #5.....	84

Ilustración 44. Gráfico resultante de pregunta #6.....	85
Ilustración 45. Pregunta abierta #7.....	85
Ilustración 46. Gráfico resultante de la pregunta 8.....	86

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Datos de un Inventario.....	Error! Bookmark not defined.
Anexo 2. Categoría de dispositivo médico y equipo requerido.	98
Anexo 3. Simbología utilizada en diagrama de procesos.	100
Anexo 4. Entrevistas realizadas al Personal.....	101
Anexo 5. Diagrama actual de proceso de ventas en MACC Medical.....	107
Anexo 6. Clasificación de proceso de venta según codificación.	107
Anexo 7. Propuesta de proceso de ventas en MACC Medical.	108
Anexo 8. Propuesta de clasificación de proceso de venta según codificación.....	109
Anexo 9. Diagrama actual del proceso de biomédica en la adquisición de equipos en MACC Medical.....	110
Anexo 10. Clasificación de proceso de biomédica según codificación.....	111
Anexo 11. Propuesta del proceso de biomédica según clasificación.....	112
Anexo 12. Propuesta de clasificación de proceso de biomédica según clasificación.	113
Anexo 13. Diagrama actual de proceso de mantenimiento correctivo en MACC Medical.....	114
Anexo 14. Clasificación del proceso de mantenimiento correctivo según codificación.	115
Anexo 15. Propuesta de diagrama de proceso de mantenimiento correctivo en MACC Medical.	116
Anexo 16. Clasificación de proceso de mantenimiento correctivo en MACC Medical.....	117
Anexo 17. Inventario de equipos en garantía en MACC Medical.	118
Anexo 18. Informe de ordenes de entrega en MACC Medical.....	122
Anexo 19. Informe de mantenimiento correctivo de silla odontológica en MACC Medical.	123
Anexo 20. Informe de entrega de mantenimiento realizado en MACC Medical.	124

Anexo 21. Comparación de distintos softwares CMMS.....	125
Anexo 22. Inventario de insumos y repuestos en bodega en MACC Medical.....	126
Anexo 23. Cuestionario de satisfacción aplicado al personal.....	129

LISTADO DE SIGLAS

AAMI Association for the Advancement of Medical Instrumentation (Asociación para el avance de la instrumentación médica).

ANSI American National Standards Institute (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares).

ASME Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

CMMS Computerized Maintenance Management System (Sistema de gestión de mantenimiento computarizado).

DIB Departamento de Ingeniería Biomédica.

ECRI Emergency Care Research Institute (Instituto de Investigación en Atención de Urgencias).

GCTTS Grupo Consultivo Técnico sobre Tecnología Sanitaria.

GIHT Global Initiative on Health Technologies (Iniciativa Mundial sobre Tecnologías Sanitarias).

GMDN Global Medical Device Nomenclature (Nomenclatura mundial de dispositivos médicos).

GTS Gestión de Tecnologías Sanitarias.

ICONTEC Instituto Colombiano de Normas y Técnicas y certificaciones.

IMP Inspección y Mantenimiento Preventivo.

MAPA Monitor ambulatorio de Presión Arterial.

MC Mantenimiento Correctivo.

MTS Mantenimiento de la Tecnología Sanitaria.

OMS Organización Mundial de la Salud.

SOC2 System and Organization Controls. (Controles del sistema y de la organización).

UMDNS Universal Medical Device Nomenclature System (Sistema universal de nomenclatura de dispositivos médicos)

WHO World Health Organization (Organización Mundial de la Salud).

I. INTRODUCCIÓN

Un Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) en una empresa tiene diversas funciones, las cuales tienen por objetivo: “la suma de todos los procedimientos de ingeniería y gerencia que están aunados en una sola disciplina (Ingeniería Clínica). Esto permite asegurar el uso óptimo de todos los recursos tecnológicos con los que cuenta la institución, ofreciendo apoyo al personal médico y a los servicios clínicos que lo requieran enfocándose en la venta, adquisición y reparación de tecnología médica. (Martínez, 2017).

Sin embargo, hoy en día se ha brindado la oportunidad para que ingenieros biomédicos ejecuten procesos enfocados al diseño, capacitación, desarrollo del mantenimiento y administración eficiente de la tecnología para mejorar las actividades clínicas en el ambiente empresarial.

MACC Medical es una empresa fundada en 2011 dedicada a la importación y comercialización de equipo médico en Honduras. En los últimos dos años la empresa ha vendido 300 equipos y la empresa se encuentra en continuo crecimiento. La empresa está compuesta por doce colaboradores, de las cuales dos personas corresponden al servicio técnico y tres subcontratados para cumplir con la carga de trabajo.

Actualmente en la empresa no existe un departamento de ingeniería biomédica en funcionamiento, solamente hay una persona que realiza diversas funciones en dicha área, por tal motivo se ve limitado con ciertos procesos que son vitales en el manejo de los equipos médicos, siendo una necesidad primordial la propuesta de implementación de dicho departamento.

En consecuencia, se elaborará una propuesta de un departamento de biomédica para MACC Medical que cumpla con los lineamientos mínimos de los fabricantes de las marcas distribuidas por la empresa a nivel nacional. A su vez, se identificará el estado actual de la misma, se organizará el espacio físico para su respectivo acondicionamiento y se diseñarán procesos de trabajo para el personal proponiendo una plataforma electrónica para la gestión de equipos. En este informe se presentará estructurado el planteamiento del problema, el marco teórico que sustentará la parte teórica de la investigación, la metodología del trabajo y por ultimo los resultados y conclusiones.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA.

Según Gismondi Glave (2020) en la década de los sesenta, el departamento de ingeniería Biomédica se basaba en el trabajo realizado por ingenieros dentro del ambiente hospitalario y su interacción con la tecnología biomédica, enfocándose en la venta, adquisición y reparación de tecnología médica.

Exactamente en el año de 1970 empieza un proceso de cambio para la Ingeniería biomédica, al publicarse un artículo en donde se afirmaba que, durante ese año, 1200 estadounidenses habían sufrido choques eléctricos mientras se les practicaban procedimientos clínicos (Gismondi Glave, 2020).

Esta información motivó el mejoramiento y desarrollo del departamento ingeniería biomédica correspondiente a la gestión y seguridad del equipamiento biomédico, todo esto siendo impulsada por el Emergency Care Research Institute (ECRI) (Gismondi Glave, 2020).

Se brindó así la oportunidad para que los ingenieros biomédicos ejecutaran procesos enfocados al diseño, capacitación, cumplimiento de estándares de seguridad eléctrica, desarrollo del mantenimiento y administración eficiente de la tecnología biomédica con el fin de mejorar las actividades clínicas en el ambiente hospitalario y sector empresarial (Gismondi Glave, 2020).

Sin embargo, hoy en día en muchas empresas, aún se da poca importancia a la labor del departamento de Ingeniería Biomédica, y su existencia se limita en ocasiones a ser un instrumento para cumplir con las exigencias mencionadas anteriormente, sin otorgarle la importancia o el poder de decisión necesarios para contribuir adecuadamente al buen desempeño de éstas (González-Vargas et al., 2016).

MACC Medical es una empresa fundada en 2011 que ha estado en constante desarrollo, dedicada a la importación, distribución y comercialización de equipo médico. Ha vendido aproximadamente 300 equipos en los últimos dos años y continua en permanente crecimiento aún en situación de pandemia.

La empresa está compuesta por doce colaboradores, donde cinco de ellos se desempeñan en el servicio técnico, de los cuales tres son subcontratados, uno es ingeniero en sistemas, otro es técnico en biomédica y tres son técnicos en electricidad, cubriendo de esta manera la carga de trabajo en esta área.

La función principal de los técnicos subcontratados es la instalación de equipo electromecánico y también del mantenimiento de equipos especializados y los de servicio técnico de la empresa se encargan del mantenimiento correctivo y preventivo del resto de los equipos.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

En la empresa MACC Medical el gerente general, que también es Ingeniero biomédico, desempeña múltiples funciones dentro de la misma. Al no contar con un departamento de biomédica y el no poder cumplir con todas las responsabilidades necesarias que caen sobre él, se presentan atrasos en los servicios brindados tanto en él cómo en las personas encargadas del servicio técnico. Debido a ello, se ve la necesidad de proponer la implementación de un departamento de biomédica debidamente estructurado y organizado.

2.3 JUSTIFICACIÓN

En toda empresa que comercializa y distribuye equipo médico debe existir un departamento de ingeniería biomédica que participa en los procesos de planificación, evaluación y adquisición de la nueva tecnología. También es el responsable de la supervisión y calificación del mantenimiento del equipo.

Por tal razón, en MACC Medical es necesario un departamento de biomédica ya que actualmente no cuentan con uno. Este permitirá manejar adecuadamente la administración de los recursos tecnológicos y evitará sobre costos, ineficacia en el servicio, falta de planificación en los distintos protocolos, etc. Así que, la propuesta de la implementación del departamento de Ingeniería Biomédica se convierte en el centro de apoyo de la empresa en el área de la tecnología médica. El que se convierte en el responsable de todos los sistemas biomédicos, de administración, los sistemas de apoyo operacional y los programas de seguridad y calidad, optimizando de esta manera el buen funcionamiento de la empresa.

Esta propuesta podría marcar la pauta para la implementación de un departamento de biomédica en distintas empresas abriendo las puertas de oportunidades laborales a ingenieros biomédicos.

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.

1. ¿Cuáles son los procesos de trabajo que deben implementarse en un departamento de biomédica dentro de una empresa?
2. ¿Qué importancia tienen las plataformas electrónicas en un departamento de biomédica?
3. ¿Cómo debe organizarse y acondicionarse un departamento de biomédica?
4. ¿Cuáles serían las responsabilidades del ingeniero biomédico en un establecimiento empresarial?
5. ¿En qué procesos de la empresa MACC Medical se involucra el ingeniero Biomédico?

2.5 OBJETIVOS.

2.5.1 OBJETIVO GENERAL.

Elaborar una propuesta de un departamento de biomédica para la empresa MACC Medical en Tegucigalpa que cumpla con los lineamientos mínimos de los fabricantes de las marcas distribuidas a nivel nacional.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar el proceso de trabajo actual relacionado con la gestión de equipos médicos dentro de la empresa.
- Diseñar una propuesta de distribución del espacio físico para el acondicionamiento del departamento de biomédica.
- Diseñar procesos de trabajo para el personal de biomédica de la empresa.
- Proponer una plataforma electrónica para la gestión de inventarios y ordenes de trabajo de biomédica.

III. MARCO TEÓRICO.

3.1 ROL DEL INGENIERO BIOMÉDICO EN UNA EMPRESA.

El ingeniero biomédico en una empresa es aquel capaz de aplicar principios eléctricos, mecánicos, ópticos, y otros propios de la ingeniería al entender, modificar o controlar sistemas biológicos (ej. Humanos y animales), así como diseñar, capacitar, vender, manufacturar dispositivos que puedan monitorear las funciones fisiológicas y asistir en el diagnóstico y tratamiento de pacientes. Al encontrarse trabajando directamente en una empresa se le conoce más apropiadamente como ingenieros clínicos (Herrera Rodríguez, 2020).

Es notable que durante muchos años este rol se vio solventado por el ingeniero electricista o el ingeniero electrónico y muchas nociones sobre lo que debería o no debería hacer un ingeniero biomédico se vieron establecidas en generaciones y generaciones de personas muchas de las cuales aún viven y mantienen dichas nociones sobre la especialidad (es, 2022).

Es correcto afirmar que en las empresas de Honduras la gran mayoría del personal en las áreas de biomédica no son ingenieros biomédicos como resultado del fenómeno del "empirismo" producto del tardío aparecimiento y formalización de la especialidad en nuestro país, y aquellos que se han logrado incorporar a dichos ambientes lo han hecho como técnicos en el área de mantenimiento por la ausencia de estos (es, 2022).

La razón de esto posiblemente se encuentra en que no es hasta el siglo XXI cuando las primeras sociedades formales de ingenieros biomédicos ven su nacimiento en Europa y Norte América y se establecen nociones generales y esquematizaciones más concretas sobre lo que significa ser un ingeniero biomédico y se establece su rol en la sociedad y en el ámbito del sector salud (Herrera Rodríguez, 2020).

Por tanto, se puede ver como esto repercute en mantener la imagen del ingeniero biomédico como un ingeniero que debe "reparar" equipo como su único rol, más como un técnico o personal auxiliar (Herrera Rodríguez, 2020).

Por lo anteriormente expuesto, el papel del ingeniero biomédico en la sociedad hondureña ha sido hasta el día de hoy minimizado en cuanto a su participación e injerencia en el sector salud,

esto disminuye en gran manera el impacto con que la participación de dichos profesionales puede contribuir en el desarrollo de la sociedad (es, 2022).

Teniendo por entendido que tecnología es un término que se refiere no solo a los equipos electrónicos, sino también a infraestructuras, procesos, etc. Que su misión dentro de una empresa es la de ser un intermediario entre el personal clínico / administrativo y dichas tecnologías para facilitar su uso, mejorar su comprensión y aumentar la calidad del servicio prestado al paciente y la satisfacción del personal clínico en su interacción con cualquier dispositivo orientado a su uso médico (es, 2022).

3.2 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO.

Actualmente las empresas distribuidoras de equipo biomédico enfrentan múltiples cambios tecnológicos, para poder mantenerse a la vanguardia y brindar atención de calidad a la población para estos deben de actualizar constantemente sus equipos biomédicos y servicios, a la vez hacerlo de acuerdo con las nuevas tendencias del mercado y exigencias de sus clientes. En la actualidad los dispositivos biomédicos tienen una fuerte influencia formando parte de la vida cotidiana del personal médico y empresas dedicadas a la distribución influyendo en sus actividades y gestiones de negocios (*Vista de Prospectiva Escenarios futuribles para empresas importadoras de equipos médicos en el Ecuador, s. f.*).

La innovación no es únicamente la incorporación de los avances tecnológicos, lo cual no constituye garantía suficiente de supervivencia para la organización, sino que consiste en ir más allá tratando de adelantarse a las necesidades del mercado y ofrecer productos y servicios de alta calidad, bajo costo y novedosas funcionalidades. Además, proporciona a la empresa la habilidad para reaccionar a los cambios globales y permitir su supervivencia a largo plazo (*Vista de Prospectiva Escenarios futuribles para empresas importadoras de equipos médicos en el Ecuador, s. f.*).

Estos avances tecnológicos han revolucionado la medicina de hoy en día, ya sea en el diagnóstico de enfermedades o en el control por ejemplo un ultrasonido que nos permite ver la evolución del desarrollo de un embrión, con el uso de este equipo se pueden diagnosticar mal formaciones o

identificar algún tipo de enfermedad (*Vista de Prospectiva Escenarios futuribles para empresas importadoras de equipos médicos en el Ecuador, s. f.*)

Con los avances tecnológicos nacen también agencias que regulan y controlan todos los dispositivos lanzados al mercado para asegurar y garantizar la vida de los pacientes. En el área del equipamiento biomédico las agencias más importantes a nivel internacional son: American National Standards Institute (ANSI), Instituto Colombiano de Normas y Técnicas y certificaciones (ICONTEC), Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) (*Vista de Prospectiva Escenarios futuribles para empresas importadoras de equipos médicos en el Ecuador, s. f.*).

La certificación, o evaluación de la conformidad, es la actividad que respalda que una organización, producto, proceso o servicio cumple con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas. Las marcas de conformidad de ICONTEC se constituyen en un elemento diferenciador en el mercado, mejorando la imagen de productos y servicios ofrecidos y generando confianza frente a clientes, consumidores y el entorno social de las organizaciones (Mendes & Toledo, 2020).

La carrera de Ingeniería Biomédica ha sido catalogada como una de las profesiones mejor pagadas a nivel mundial. Un estudio de CareersCast, portal líder en la búsqueda de empleo, la situó recientemente como la segunda en el ranking de las especialidades con mejor retribución, con una media anual de 81 mil dólares. Asimismo, en la lista de los 10 mejores trabajos que elabora el New York Times junto a la CNN, la Ingeniería Biomédica figura como uno de los mejores empleos en la actualidad, y se proyecta con un crecimiento mayor a 61% en los próximos 10 años (Mendes & Toledo, 2020).

La especialidad, resultado de la aplicación de principios, conocimientos y técnicas de la ingeniería al campo de la medicina, permite el diseño y construcción de productos y tecnologías sanitarias como equipos médicos, dispositivos de diagnósticos, prótesis, unidades de terapia, entre otros. De ahí la importancia que viene cobrando en el mundo del bienestar y la salud (Mendes & Toledo, 2020).

Está información nos confirma que hay una oportunidad de crecimiento en la carrera de ingeniería biomédica así mismo en las empresas dedicadas a la venta y reparación de equipo biomédico, en un mundo altamente competitivo ninguna empresa puede estancarse, la tecnología alcanza a todos los rubros de negocios y las empresas deben de estar a la vanguardia adaptándose a las necesidades de sus clientes (Mendes & Toledo, 2020).

3.3 ¿QUÉ SON LOS DISPOSITIVOS MÉDICOS?

Según Dongo (2019) los dispositivos médicos son cualquier instrumento, aparato, máquina, software, equipo biomédico u otro artículo similar o relacionado, utilizado solo o en combinación, incluyendo sus componentes, partes, accesorios y programas informáticos que intervengan en su correcta aplicación, destinado por el fabricante para el uso en seres humanos en los siguientes casos:

- Diagnóstico, prevención, supervisión o alivio de una enfermedad (por ejemplo, un eco cardiógrafo, endoscopio, laringoscopio, etc.)
- Tratamiento, alivio o compensación de una lesión de una deficiencia (Por ejemplo, un desfibrilador, espéculo, suturas, laparoscópico , etc.).
- Investigación, sustitución, modificación o soporte de la estructura anatómica o de un proceso fisiológico (Por ejemplo, marcapasos, válvulas cardíacas, Prótesis de Cadera, etc.).

No todos los dispositivos médicos desarrollan una acción terapéutica, como sí lo hacen los medicamentos, los cuales ejercen su acción principal por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos; sin embargo, muchas veces el dispositivo es utilizado para administrar productos farmacéuticos, por ejemplo, una bomba de infusión (Dongo, 2019).

También existen Dispositivos Médicos Combinados, es decir cuando forman con un fármaco un sólo producto destinado a ser utilizado exclusivamente en esta combinación como por ejemplo una máquina de anestesia que se usa para sedar a un paciente por medio de un fármaco (Dongo, 2019).

3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS MÉDICOS.

La clasificación de los dispositivos médicos realizada por el fabricante se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico (Dongo, 2019).

3.3.1.1 Clase I.

Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión (Dongo, 2019).

3.3.1.2 Clase II-A.

Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad (Dongo, 2019).

3.3.1.3 Clase II-B.

Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad (Dongo, 2019).

3.3.1.4 Clase III.

Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión (Dongo, 2019).

Según Presterl et al., (2019) la clasificación de dispositivos médicos se originó en 1970 por Earle H. Spaulding. La clasificación de Spaulding es la siguiente:

- **Dispositivos no críticos:** Son los dispositivos que entran en contacto con piel intacta o superficial.

- **Dispositivos semi-críticos:** Son los dispositivos que entran en contacto con la membrana mucosa, heridas o piel no intacta.
- **Dispositivos críticos:** Son los dispositivos que penetran la piel, entran en contacto con tejido estéril, membranas mucosas u órganos. Por ende, también se relaciona con sangre y secreciones corporales (Presterl et al., 2019).

Adicionalmente, los dispositivos pueden clasificarse de acuerdo con su tipo de reprocesamiento. Existen dispositivos que requieren una mayor limpieza por lo que demandan un procedimiento previo. Estos incluyen los siguientes dispositivos:

- Termoestable: esterilizable al vapor a 134°C.
- Termolábil: no esterilizable al vapor.

Las altas demandas que sugieren los dispositivos termolábiles es que requieren otros métodos de esterilización diferentes al vapor a alta presión como ser los métodos a bajas temperaturas mediante agentes químicos (Presterl et al., 2019).

3.4 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA (DIB).

Un Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) tiene diversas funciones, las cuales tienen por objetivo: "la suma de todos los procedimientos de ingeniería y gerencia que aunados en una sola disciplina (Ingeniería Clínica) permiten asegurar el uso óptimo de todos los recursos tecnológicos con que cuenta la institución, ofreciendo apoyo al personal médico y a los servicios clínicos que lo requieran (Muriel Balanta, 2022).

3.4.1 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA.

Según Muriel Balanta (2022) el Departamento de ingeniería Biomédica DIB de una empresa u hospital realiza diversas funciones, que de manera general se pueden dividir en funciones operativas:

- Mantenimiento preventivo y correctivo a equipo médico de acuerdo con el fabricante.
- Rutinas de revisión.
- Capacitación interna al personal del DIB y externa a los hospitales.

- Renovación o adecuación de instalaciones.
- Recepción, instalación y entrega de equipo nuevo.
- Funciones administrativas

Según Muriel Balanta (2022) por la frecuencia con que se realizan estas funciones se clasifican en dos grandes grupos:

- Mantenimiento Preventivo (MP).
- Mantenimiento Correctivo (MC).

3.5 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS.

El mantenimiento se refiere a toda acción realizada con un equipo médico que esté ligada a su perfecto funcionamiento como ser: calibraciones, limpieza, cambio de partes, pruebas, etc. El mantenimiento de los equipos médicos se puede dividir en dos principales categorías: inspección y mantenimiento preventivo (IMP) y mantenimiento correctivo (MC) como se muestra en la Ilustración 1 (World Health Organization, 2016b).

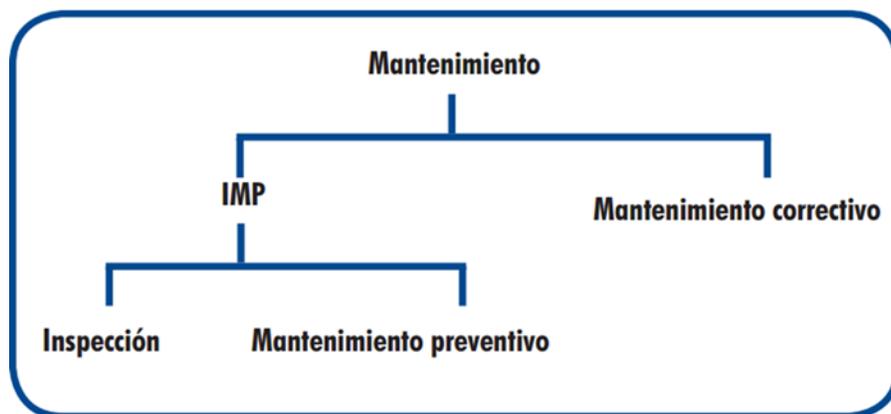


Ilustración 1. Componentes de un programa de mantenimiento.

Fuente: (World Health Organization, 2016a)

3.5.1 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO (IMP).

Por IMP se entienden todas las actividades programadas que aseguran la funcionalidad de los equipos y previenen averías o fallas. Las inspecciones de funcionamiento y seguridad son

procedimientos sencillos que permiten verificar el funcionamiento adecuado y el uso seguro del dispositivo (World Health Organization, 2016b).

Los dispositivos médicos son bienes con un efecto directo sobre la vida humana. Exigen una inversión considerable y muchas veces tienen altos costos de mantenimiento. Por lo tanto, es importante contar con un programa de mantenimiento adecuadamente planificado y gestionado, para que los equipos médicos de un centro de salud sean fiables y estén disponibles cuando se los necesita para procedimientos diagnósticos y para el tratamiento y seguimiento de los pacientes (World Health Organization, 2016a).

El mantenimiento preventivo (MP) comprende todas las actividades que se realizan para prolongar la vida útil de un dispositivo y prevenir desperfectos por ejemplo, calibración, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza, etc (World Health Organization, 2016a).

El mantenimiento preventivo (MP) se realiza con el fin de prolongar la vida útil de los equipos y reducir la frecuencia de desperfectos. Además, en una inspección programada pueden salir a la luz algunos problemas ocultos. Sin embargo, inspeccionar los equipos sólo garantiza que el dispositivo esté en condiciones de funcionar en el momento de la inspección y no excluye la posibilidad de fallas en el futuro; una característica de la mayoría de los componentes eléctricos y mecánicos es que pueden fallar en cualquier momento (World Health Organization, 2016a).

3.5.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC).

El mantenimiento correctivo (MC) restituye la función de un dispositivo averiado y permite ponerlo nuevamente en servicio y se considera el proceso para restaurar la integridad, la seguridad o el funcionamiento de un dispositivo después de una avería. El mantenimiento correctivo y el mantenimiento no programado se consideran sinónimos de reparación por ejemplo, un llamado de un hospital informando que no funciona el mamógrafo, o no funciona la silla de odontología, etc (World Health Organization, 2016b).

Resolución de problemas y reparación las fallas de los equipos se detectan cuando un usuario informa sobre un problema con el dispositivo. Como se mencionó, también puede ocurrir que

durante el procedimiento de IMP un técnico del departamento de ingeniería clínica observe que un dispositivo no está funcionando como debería (World Health Organization, 2016b).

Con el fin de que el equipo vuelva a estar en servicio en el menor tiempo posible, es necesario un procedimiento de resolución de problemas eficiente, en el que se verifique el desperfecto y se determine su origen. En algunos casos los técnicos observarán que el equipo se ha averiado y que es necesario repararlo. El técnico determina entonces qué pasos son necesarios para corregir el problema y que el dispositivo vuelva a funcionar correctamente. El técnico inicia el mantenimiento correctivo, lleva a cabo algunos de los pasos necesarios y recurre a los conocimientos especializados disponibles en el establecimiento o, si esto no basta, a los proveedores externos (World Health Organization, 2016b).

Según World Health Organization (2016b) el mantenimiento correctivo se puede realizar en distintas fases:

- Componentes. En este nivel, lo que falla es un solo componente y la resolución de problemas y la reparación se limitan a reemplazarlo. Con frecuencia, este es el enfoque más eficaz para la reparación de dispositivos eléctricos, dispositivos mecánicos y componentes diferenciados de dispositivos electrónicos (como resistencias o condensadores en un circuito electrónico, o fusibles).
- Tablillas de circuitos. En los dispositivos electrónicos es habitual detectar fallas en una tablilla en particular; en este caso se reemplaza la tablilla y no un componente electrónico individual.
- Dispositivo o sistema. En algunos casos, incluso la resolución de problemas y la reparación de la tablilla es una tarea demasiado compleja o que llevaría demasiado tiempo. En situaciones así, puede ser más costo eficaz reemplazar el dispositivo o subsistema completo.
- Para cada situación, es importante seleccionar un nivel apropiado de mantenimiento. Esto depende de la disponibilidad de recursos financieros, materiales y humanos, y también de la urgencia de un pedido de reparación en particular. En el caso de los equipos de alta prioridad, por ejemplo, es posible que convenga reparar directamente el dispositivo. Cuando se dispone de más tiempo, tal vez sea posible reparar el componente o la tablilla.

Si se propone una reparación de componentes, quizá sea necesario sustituir una pieza. Este enfoque permite optar entre distintas alternativas.

- El reemplazo se puede hacer utilizando repuestos especiales provistos por el fabricante, repuestos genéricos con las mismas características o incluso más complejos (por ejemplo, fusibles) o repuestos obtenidos de equipos fuera de servicio u obsoletos (solo después de una evaluación de riesgos exhaustiva y la autorización del gestor del departamento de ingeniería clínica).

En algunos casos, el técnico observará que el dispositivo funciona de acuerdo con las características de diseño especificadas por el fabricante. De ser así, es necesario ponerse en contacto con el usuario y examinar el entorno de trabajo para establecer por qué el dispositivo no funciona como se esperaba (World Health Organization, 2016b).

3.5.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FALLA DE LOS EQUIPOS.

Cuando se investiga una falla, se deben tomar en cuenta los factores ambientales. Por ejemplo, los problemas con el suministro eléctrico pueden afectar a los dispositivos médicos que funcionan con electricidad. En la medida de lo posible, el voltaje del suministro eléctrico debe ser estable (del valor apropiado), sin distorsiones transitorias, como picos, oscilaciones o caídas de tensión, y también fiable, es decir que las interrupciones del suministro son excepcionales (Ferner & Aronson, 2020).

Lamentablemente, en muchos países en desarrollo estas condiciones ideales no existen. El personal técnico debe colaborar con los responsables del sistema de suministro eléctrico en el establecimiento sanitario y ayudar a que el sistema funcione con la mayor eficacia posible (Ferner & Aronson, 2020).

Con este fin se pueden adquirir reguladores de voltaje, instalar sistemas de alimentación ininterrumpida, usar estabilizadores de tensión y evitar la conexión en serie de cables de extensión/tableros de conexiones. Además, el personal técnico debe trabajar con el personal del establecimiento para asegurarse de que el generador auxiliar esté instalado y funcione, y que el cambio la fuente de suministro alternativa se realiza en menos de diez segundos. Otra posibilidad es seleccionar y adquirir equipos que funcionen con baterías (Ferner & Aronson, 2020).

Las características excepcionales del entorno, como las altas temperaturas , polvo, vibraciones, golpes y la humedad, pueden afectar negativamente a equipos médicos diseñados para climas templados o entornos controlados. Los procedimientos de mantenimiento en un país o una región en particular deberán adaptarse a estos factores locales (Ferner & Aronson, 2020).

La antigüedad y las condiciones de los establecimientos sanitarios también pueden ser un factor que influye en los desperfectos de los equipos médicos. Con el tiempo, los servicios básicos se deterioran y pueden estar sobrecargados o ser obsoletos. Es posible que los establecimientos más antiguos hayan sido construidos según parámetros anticuados. Incluso los establecimientos más nuevos algunas veces no satisfacen todos los requisitos. Por lo tanto, con frecuencia es preciso verificar la infraestructura de servicios y no suponer que funciona correctamente (Ferner & Aronson, 2020).

3.5.4 INSPECCIÓN DE SEGURIDAD.

Se realizan para asegurar que usar el dispositivo es seguro en relación con sus componentes eléctricos y mecánicos. Las inspecciones también pueden incluir verificaciones de radiación, fuga de gases peligrosos o contaminantes químicos. Una vez realizadas las inspecciones , los resultados se comparan con los valores establecidos en la normativa nacional o regional y también con los especificados por el fabricante (Pérez Hernández et al., 2021).

La frecuencia de las inspecciones de seguridad puede ser diferente de la del mantenimiento programado y las inspecciones del funcionamiento; habitualmente se basan en requisitos de reglamentación del fabricante (Pérez Hernández et al., 2021).

Es esencial que todos los establecimientos sanitarios, independientemente de su tamaño, adopten un programa de mantenimiento para los equipos médicos. La complejidad del programa depende del tipo y del tamaño del centro, su ubicación y los recursos requeridos. Sin embargo, los principios de un buen programa de mantenimiento serán los mismos en una zona urbana de un país de altos ingresos que en una zona rural de un país de ingresos intermedios (Lozano, 2021).

Un programa eficaz de mantenimiento de equipos médicos exige planificación, gestión y ejecución adecuadas. En la planificación se toman en cuenta los recursos financieros, materiales y

humanos necesarios para realizar adecuadamente las tareas de mantenimiento. Una vez definido el programa, se examinan y gestionan continuamente los aspectos financieros, relativos al personal y operativos para garantizar que el programa se mantiene sin interrupciones y que se realizan las mejoras necesarias. En última instancia, la ejecución apropiada del programa es esencial para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos (Lozano, 2021).

3.5.5 CALIBRACIÓN DE EQUIPO MÉDICO.

Algunos equipos médicos, en particular aquellos cuya salida de energía se usa con fines terapéuticos (desfibriladores, electrocauterios, estimuladores fisioterápicos, etc.) requieren calibración periódica (Galván & Rafael, 2021).

Esto significa que los niveles de energía se deben medir y que si hay discrepancia con respecto a los indicados es preciso realizar ajustes hasta que el dispositivo funcione conforme a las especificaciones. Los dispositivos con los que se realizan mediciones (electrocardiógrafos, equipos de laboratorio, básculas, espirómetros) también requieren calibración periódica para asegurar su precisión según parámetros establecidos (Galván & Rafael, 2021).

Calibración es el conjunto de operaciones que establecen, bajo ciertas condiciones específicas, la relación entre los valores de las magnitudes que indica un instrumento o un sistema de medición, o las cantidades representadas por una medida materializada o por un material de referencia y las cifras correspondientes determinadas por medio de los patrones (Camacho-Cogollo et al., 2017).

Esto quiere decir que la calibración es simplemente medir, comparar contra un patrón y hallar el error y la duda en la medición; el documento que entrega los resultados de esa medición se llama certificado de calibración, el cual debe tener unas características mínimas, dentro de las cuales están la trazabilidad y la incertidumbre (Camacho-Cogollo et al., 2017).

Se deben tener en cuenta las características del equipo que se va a medir, para determinar entre qué valores se encuentra, conforme a las especificaciones del fabricante y a los requerimientos del personal sanitario, ya que no existen mediciones absolutas. Dichos valores reciben el nombre de tolerancia (Camacho-Cogollo et al., 2017).

Como la calibración es un proceso de calidad que se puede denominar la auditoría del ajuste o, en términos más específicos, la auditoría del mantenimiento es fundamental demostrar una independencia real entre el que realiza el ajuste o mantenimiento y quien elabora la calibración, para no ser juez y parte del mismo proceso (Camacho-Cogollo et al., 2017).

Según Galván & Rafael (2021) una calibración confiable debe constar de los siguientes aspectos:

- En la empresa: estar legalmente constituida, contar con un responsable jurídico y un director técnico, utilizar patrones adecuados y demostrar independencia, para no ser juez y parte.
- En el personal: educación, experiencia, capacitación y entrenamiento.

A su vez, según Galván & Rafael (2021) en el certificado de calibración, contener, como mínimo:

- Título (por ejemplo, certificado de calibración), nombre y dirección del laboratorio de metrología y el lugar donde se realizaron las calibraciones, si son diferentes de las del laboratorio.
- Número de identificación único del certificado de calibración, el cual debe estar escrito en cada página, para asegurar que forma parte del certificado.
- Nombre y dirección del cliente.
- Identificación del método usado.
- Descripción no ambigua de los ítems calibrados.
- Fecha de ejecución de la calibración.
- Resultados de la calibración, con sus unidades de medida.
- Los nombres, funciones y firmas de la/las personas que autorizan el certificado de calibración.
- Condiciones ambientales en las que se realizó la calibración.
- Incertidumbre de la medición.
- Evidencia de que las mediciones son trazables.
- Declaraciones de cumplimiento, en las que se debe tener en cuenta la incertidumbre de la medición.

- Informe de los resultados de las calibraciones, antes y después del ajuste o reparación del instrumento para calibración.

3.5.6 REGISTROS DE RESULTADOS.

Por lo general, para registrar los resultados del trabajo de IMP el técnico cuenta con una lista de verificación detallada que debe seguir paso a paso. Esta lista también sirve como recordatorio de los pasos del proceso y, por lo tanto, ayuda a evitar olvidos u omisiones de pasos específicos. Registrar las mediciones y documentar los resultados finales (ya sea en forma de “aprobado/no aprobado” o en valores numéricos) es útil para el trabajo de mantenimiento futuro, incluido el de reparación (World Health Organization, 2016b).

Disponer de las últimas listas de verificación de IMP anteriores para utilizarlas como referencia es extremadamente útil a la hora de adoptar decisiones. Por ejemplo, cuando se trata de equipos que generan energía con fines terapéuticos, disponer de un registro de las últimas lecturas en el formulario de la siguiente inspección ayuda a identificar posibles problemas, ya que los niveles de energía pueden disminuir progresivamente con el tiempo (World Health Organization, 2016c).

3.6 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Los dispositivos médicos pueden ser relativamente simples o extremadamente complejos. Por ejemplo, los dispositivos manuales para medir la presión arterial (esfigmomanómetros) tienen solo algunos componentes que son fáciles de reparar si se dispone de las piezas, los instrumentos de calibración y las herramientas básicas. Los dispositivos de imagenología o de laboratorio se sitúan en el extremo opuesto (Hermosilla Aedo, 2018).

La reparación de un sistema de resonancia magnética involucra gran cantidad de recursos financieros, materiales y humanos. Entre estos extremos están las bombas de infusión, los desfibriladores, los electrocardiógrafos, y otros dispositivos de complejidad variable (Hermosilla Aedo, 2018).

En las fases iniciales del proceso de planificación de un programa de mantenimiento, es esencial determinar qué tipos de dispositivos se deben incluir en el programa. Esto dependerá del tipo de

establecimientos que el programa deba cubrir, de clínicas de atención primaria a hospitales de atención terciaria, y de la gama de dispositivos en esos centros (Hermosilla Aedo, 2018).

El departamento de ingeniería biomédica debe identificar y seleccionar los dispositivos que es preciso registrar en el inventario, y resolver cuáles de ellos se deben incluir en el programa de mantenimiento. Hay quienes prefieren registrar todos los equipos del centro (y es posible que algunos organismos gubernamentales así lo exijan), pero los estudios han demostrado que no es necesario incluir en el inventario, inspeccionar o mantener todos los equipos, y muy pocos hospitales u organizaciones de atención sanitaria tienen suficiente personal para realizar una tarea de esta magnitud (Hermosilla Aedo, 2018).

3.6.1 PLANIFICACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

La planificación del mantenimiento forma parte de un trabajo más amplio para establecer un programa integral de mantenimiento de la tecnología sanitaria (MTS). Este proceso incluye un examen de los factores clave, como se muestra en la Ilustración 2. El reto para los planificadores es equilibrar estos factores para elaborar un programa de mantenimiento apropiado y costo eficaz acorde con la situación (World Health Organization, 2016c).



Ilustración 2. Factores claves para la identificación del mantenimiento.

Fuente: (World Health Organization, 2016c).

3.6.2 INVENTARIO.

Tipo y cantidad de dispositivos médicos que el hospital o empresa debe registrar y cuales se incluyen específicamente el programa de mantenimiento. Un inventario es una relación detallada de los activos que posee una organización o institución. Para ser útil, un inventario debe mantenerse y actualizarse continuamente de modo que refleje la situación actual de cada activo. Según la naturaleza de la organización y de sus activos asociados, se controlan y actualizan diferentes datos cuando se producen cambios (World Health Organization, 2016a).

Según World Health Organization (2016a) el objetivo es disponer de un registro exacto y actualizado de todos los activos que posee la organización, en el que se refleje la situación actual en cada momento. En el marco de la Gestión de tecnologías sanitarias (GTS), un inventario es el primer instrumento, y el más importante, para lograr una serie de metas generales entre las cuales se pueden mencionar:

- Un inventario de equipos médicos ofrece una evaluación técnica de la tecnología disponible, con información sobre el tipo de su cantidad, y sobre su situación operativa actual.
- El inventario proporciona la base para una gestión eficaz de los activos, facilitando la programación del mantenimiento preventivo y el seguimiento de las tareas de mantenimiento, reparaciones, alertas y órdenes de baja de equipos.
- El inventario puede aportar información financiera para respaldar evaluaciones económicas y presupuestarias.
- El inventario es la base imprescindible para organizar un departamento.
- En el marco general del inventario de equipos se crean, gestionan y mantienen elementos como historiales y cuadernos de uso de los equipos, manuales de uso y reparación, y procedimientos e indicadores de análisis y aseguramiento de la calidad.
- Por otra parte, los inventarios de accesorios, material fungible y repuesto se vinculan directamente con el inventario principal de equipo médico.

Es importante comprender que mantener un inventario exacto no es la finalidad del proceso de GTS, sino que el inventario es una aportación para las numerosas actividades del ciclo de GTS. Ilustración 3.

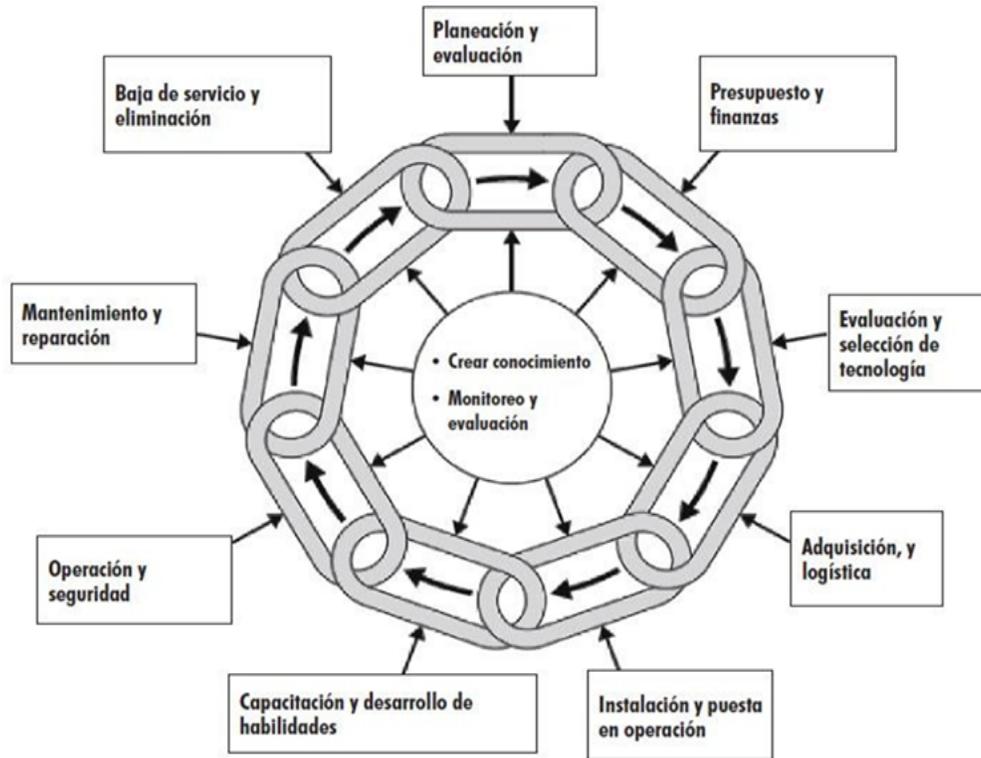


Ilustración 3. Ciclo de gestión de tecnología médica.

Fuente: (World Health Organization, 2016c).

3.6.3 DATOS DE UN INVENTARIO.

Los inventarios son propios de las empresas, hospitales y algunos asignan algún código numérico, letras o combinaciones a los equipos que no son del fabricante. El centro de atención sanitaria tiene distintas necesidades en cuanto a la información que debe incluirse en el inventario sobre cada artículo. En la tabla 1 se muestra una lista de datos que pueden incluirse. En la parte superior del cuadro figura la información mínima que siempre suele incluirse, que proporciona a cualquier departamento la información sobre un equipo que puede resultar necesaria incluso para el sistema de GTS más básico. La tabla 1 se encuentra en la sección **Error! Reference source not found.** (Martínez-Chávez & Martínez-Chávez, 2017).

3.6.4 RECEPCIÓN DE EQUIPO.

Según Martínez-Chávez & Martínez-Chávez (2017) al momento de recibir el equipo médico existen dos condiciones cuando se recibe en la oficina y cuando este es recibido por el hospital o clínica. La verificación al momento de recibir la información es:

- Lista de Empaque.
- Verificar que las cajas este sellada y no dañada.
- Verificar el equipo físicamente que no esté quebrado ni rayado.
- Verificar si trae todos sus accesorios según la lista de empaque.
- Encender el quipo y hacer pruebas de funcionamiento.
- Verificar los manuales técnicos y de servicio.
- Verificar la garantía de fábrica.
- Hacer el ingreso al inventario
- Notificar al proveedor que todo se recibió bien y en su defecto si hay reclamos hacerlos en los próximos 5 días en que se recibió el quipo.
- Ubicar el equipo en el lugar de almacenaje según las indicaciones de fabricante.

Según Martínez-Chávez & Martínez-Chávez (2017) cuando es entrega de equipo al hospital se revisa y entrega de la siguiente manera:

- Entrega el equipo al almacén correspondiente.
- Se procede a la instalación del equipo en la sala o lugar destinado para ello.
- Se capacita el personal que lo usará.
- Se entregan garantías y facturas correspondientes.

3.6.5 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.

La tecnología médica requiere procesos detallados de capacitación. Uno de los aspectos más importantes a considerar más no el único es la clasificación de riesgo de los dispositivos médicos, el cual es un factor muy importante porque pue de cambiar el tiempo y costo de la capacitación (Ortiz-Posadas et al., 2018).

En las instituciones prestadoras de servicios en salud, es necesario una continua capacitación, a causa de las diferentes rotaciones de personal, la adquisición de nuevas tecnologías o la falta de conocimiento por parte del personal asistencial (médico y de enfermería) acerca del uso de los dispositivos médicos (Arias Medina, 2019).

Según Arias Medina (2019) para la capacitación se debe tener en cuenta si es una tecnología nueva, gestionar la capacitación por parte del proveedor y el riesgo de la tecnología. Los factores que hay que considerar al momento de una capacitación son:

- La detección de las necesidades de capacitación.
- La cantidad del personal que va a asistir a la capacitación.
- Los turnos del personal a capacitar.
- Verificar que se tengan todas las herramientas necesarias para la capacitación, es decir, el material teórico, los instrumentos, herramientas y que las instalaciones fuera del hospital sean adecuadas.
- Instructor profesional encargada de ofrecer la capacitación.
- El método de difusión de la capacitación, es decir, el lugar, la fecha, la hora en caso de ser presencial.
- Crear guías rápidas de los equipos.
- Se debe de elaborar una estrategia con diversas herramientas para que el personal sea capacitado en su mayoría.
- Ejecutar el plan de capacitación y verificar por medio de evaluaciones el conocimiento adquirido en la capacitación.
- Documentar los resultados y el personal que asistió a la capacitación.

La Ilustración 4 muestra los pasos a seguir para elaborar el modelo de capacitación.

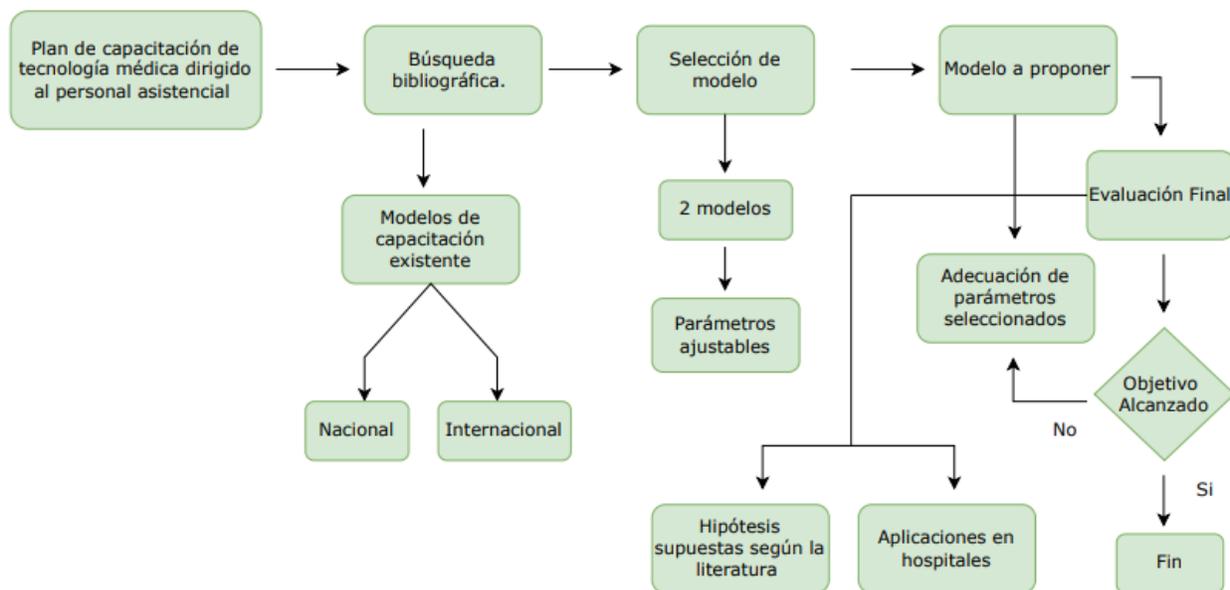


Ilustración 4. Diagrama de flujo de los pasos a seguir para elaborar el plan de capacitación del personal.

Fuente: (Arias Medina, 2019).

Luego de elaborar el plan de capacitación se debe programar con los jefes de los departamentos con que regularidad se realizará la capacitación teniendo en cuenta las necesidades del personal y el área. Además, en que días y en que horario se llevarán a cabo las capacitaciones, esta programación debe contener la fecha en la que se realizará la capacitación, la hora, la duración, el lugar, el nombre del equipo, el modelo y la marca (Arias Medina, 2019).

Y finalmente, se debe ejecutar el plan de capacitación donde se debe pasar la lista de asistencia al iniciar y finalizar la capacitación, aplicar un examen antes de iniciar y uno al finalizar la capacitación para medir los conocimientos adquiridos al personal capacitado (Arias Medina, 2019).

El paso por seguir después de la capacitación y su respectiva evaluación es el análisis de los resultados para detectar las falencias y mejoras necesarias del plan actual de capacitación, ya que este plan se realizará de manera continua y permanente con el personal asistencial, por lo tanto, todo el proceso deberá ser documentado y registrado. El modelo de capacitación se encuentra

resumido en la Ilustración 5 donde se muestran los pasos a seguir y los aspectos más importantes (Arias Medina, 2019).

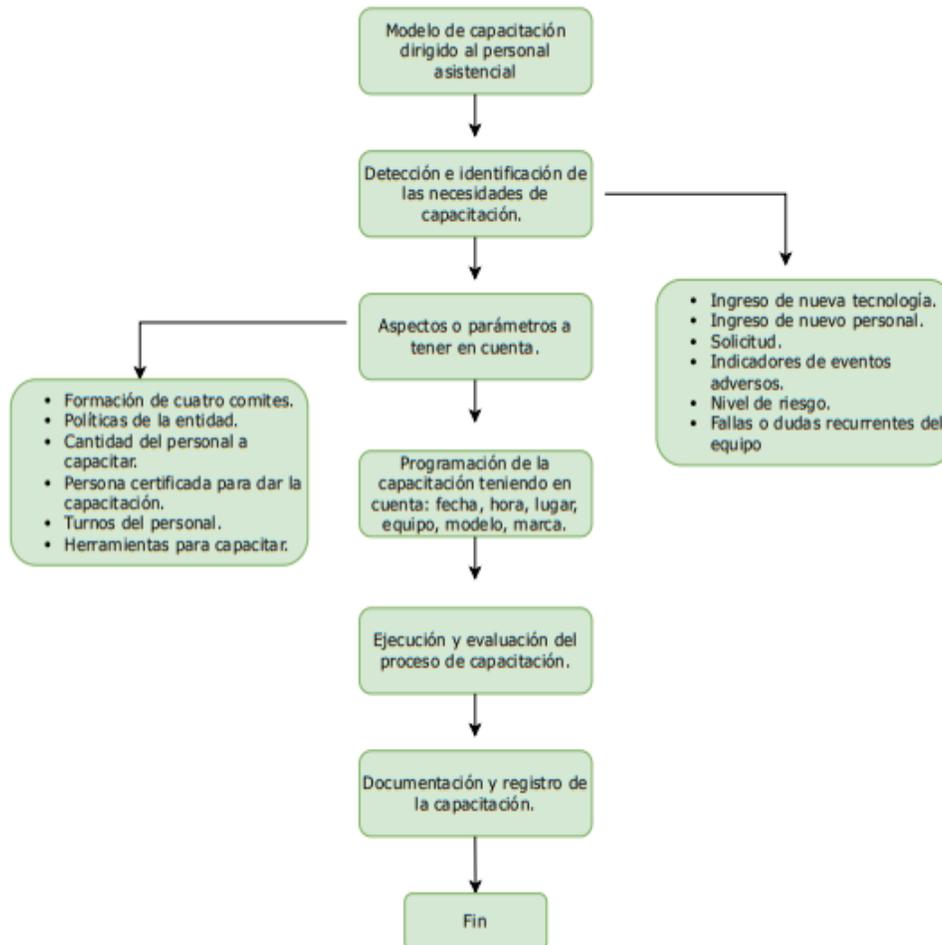


Ilustración 5. Modelo de capacitación al personal asistencial.

Fuente: (Arias Medina, 2019).

3.7 HERRAMIENTA Y EQUIPOS DE MEDICIÓN.

La productividad de los técnicos de equipos biomédicos será limitada si no disponen de las herramientas y los equipos de medición apropiados (Morales Tabares et al., 2016).

Cuando se planifican las compras, se debe tomar en cuenta que la inversión en herramientas y equipos de medición permitirá disminuir los costos de mantenimiento. Además, con el equipo correcto aumentará considerablemente la fiabilidad de las lecturas, la precisión de la calibración

y el margen de seguridad para los pacientes y el personal, así como la eficiencia del personal a cargo del mantenimiento (Morales Tabares et al., 2016).

Los procedimientos de IMP y MC requieren diferentes herramientas y equipos de medición, según el tipo de dispositivo. Es posible realizar una gran parte de los procedimientos de IMP y MC satisfactoriamente con un conjunto básico de herramientas y equipos de medición para el mantenimiento de dispositivos electrónicos (medidores de temperatura, voltímetros, dinamómetros, osciloscopios, cajas de sustitución de resistencia y capacitancia, medidor de seguridad eléctrica) (Morales Tabares et al., 2016).

Los hospitales pequeños o clínicas con una cantidad limitada de dispositivos médicos pueden ejecutar su programa con solo algunos instrumentos básicos (por ejemplo, simulador fisiológico, analizador de seguridad y algunas herramientas básicas). En los centros más grandes, con equipos más complejos, es posible que se precisen herramientas y aparatos de prueba más avanzados. Por ejemplo, en un hospital grande con bastantes salas de cirugía y equipos modernos de electrocirugía, un analizador de dispositivos electro quirúrgicos puede ser una compra prudente (Morales Tabares et al., 2016).

La compra de herramientas y equipos más avanzados para realizar pruebas permitirá al personal técnico de ingeniería clínica calibrar, mantener y reparar una gama más amplia de equipos médicos. Si no es posible comprar y mantener determinados equipos de medición, tal vez no convenga aceptar la responsabilidad del mantenimiento del dispositivo relacionado. Con el mantenimiento adecuado, la vida útil de las herramientas y los equipos de medición puede superar los 10 años (Morales Tabares et al., 2016).

Habitualmente, los equipos de medición se pueden usar durante alrededor de siete años. Los productos altamente especializados como los programas de resolución de problemas y las computadoras portátiles que se conectan a la computadora del laboratorio o los equipos de imágenes pueden tener un ciclo de vida más corto porque las tecnologías de la imagen y de laboratorio cambian a toda velocidad. Las herramientas y en particular los equipos de medición también requieren mantenimiento. Se los debe conservar en buenas condiciones, calibrar a intervalos apropiados y reparar según necesidad (Morales Tabares et al., 2016).

Cuando los recursos son limitados, se debe ser creativo; si se establece una red de técnicos e ingenieros tal vez se pueda compartir las herramientas. Los centros con escasos recursos financieros pueden considerar la posibilidad de rentar o compartir las herramientas y los equipos de medición más costosos con otros hospitales cercanos. El libro *Medical instrumentation in the developing world* (Instrumentación médica en el mundo desarrollado) recomienda un mínimo de herramientas y equipos de medición para los lugares en que escasean los recursos. Estas recomendaciones implican el nivel más básico de inversión en herramientas y equipos de medición para garantizar el mantenimiento satisfactorio de los dispositivos médicos (Morales Tabares et al., 2016).

3.7.1 EQUIPO DE MEDICIÓN POR CATEGORÍA DE DISPOSITIVO MÉDICO.

En Anexo 2 se muestra la tabla con la categoría de los dispositivos médicos y el equipo requerido según (World Health Organization, 2016b).

3.8 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO EN VENTA DE EQUIPO BIOMÉDICO.

Actualmente existen varias compañías dedicadas a la venta de equipo biomédico que operan internacionalmente que ya cuentan con departamentos de ingeniería biomédica como parte de su estructura organizacional en varios países de Latinoamérica como México, Colombia y Costa Rica, Guatemala, El Salvador y Honduras.

La gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos se hace cada vez más importante en el mundo debido a la creciente demanda de servicios médicos hospitalarios, a los altos costos de la tecnología, a su constante crecimiento y evolución, a la necesidad de mejorar procesos para ser más competitivos y para el mejoramiento de los procesos de calidad, de los equipos de alta, media y baja tecnología, así como para aumentar la seguridad del paciente y del usuario del equipo (Lozano, 2021).

En Honduras actualmente las empresas dedicadas a la venta y reparación de equipo médico están creciendo significativamente actualmente participan en licitaciones públicas de compra de equipo biomédico alrededor de ocho y veinticinco empresas en las cuales figuran: Distribuidora Comercial (DICOSA), implementos de laboratorio (IMLAB), Meyko, Comercial Médico Industrial

Honduras (CMI), Healthcare Products Centroamérica, MACC Medical, DIMEX Médica, DICOSA distribuidora comercial etc.

3.9 FORMATOS O FICHAS UTILIZADAS EN UN DIB.

Según Barriere Ávalos (2016) algunos de los formatos que se pueden desarrollar en el DIB son:

- Orden de servicio: se registra cada servicio realizado, ya sea programado o solicitado en cada área del hospital y contiene información general del área, equipo, tipo de servicio y solución efectuada.
- Rutina de revisión: se registran las condiciones generales del equipo durante una revisión simple de sus funciones dentro del área en la que está asignado.
- Inventario: se lleva el registro del equipo médico con que cuenta el hospital, incluyendo localización, marca, modelo, serie , etc.

Estos formatos van a depender si es una empresa distribuidora de equipo médico, un hospital, clínica, CESAMO, CLIPER, etc.

3.10 INGENIERÍA DE MÉTODOS.

La ingeniería de métodos se define como la rama de la ingeniería industrial que se encarga de reconocer y determinar los problemas que una empresa puede poseer en todas sus formas existentes y se planea su mejora mediante el análisis de los servicios de forma ordenada (Palacios, 2016).

La ingeniería de métodos considera el papel de una persona en cualquier parte de la organización, desde el gerente hasta el último de los trabajadores (Palacios, 2016).

La importancia de la ingeniería de métodos radica en el desempeño efectivo del personal en cualquier tarea, ya que el costo de contratar, capacitar y entrenar a una persona es cada vez más alto. Es evidente que el ser humano es y será por mucho tiempo, una parte importantísima del proceso de producción en cualquier tipo de planta. Pero también es cierto, que su óptimo aprovechamiento dependerá del grado de utilización de su inteligencia, de su potencial de ingenio y creatividad (Palacios, 2016).

Palacios (2016) afirma que generalmente se deben analizar los siguientes aspectos:

- La aplicación de los recursos.
- El desarrollo de los procesos.
- La generación de bienes o servicios.

Así mismo, asegura que este análisis se realiza con los siguientes propósitos:

- Incrementar la productividad.
- Simplificar los procesos, procedimientos, productos y demás elementos.
- Analizar a profundidad las operaciones.
- Diseñar procesos que involucran la interacción de personas con maquinaria.

3.10.1 MAPEO DE PROCESOS.

El mapeo de procesos posibilita a la organización identificar los procedimientos y su estructura. Realizar un mapa facilita identificar las interacciones que se llevan a cabo, también permite comprender como se desarrollan y como una entrada es transformada en salida (Lago, 2016).

Como primer paso se deberá determinar los procesos que necesitan organización, en otras palabras, que procesos deben aparecer estructurados en los sistemas. Según Lago (2016) los factores fundamentales para la determinar los procesos a estructurar son:

- Influencia en la satisfacción del cliente.
- Los efectos en la calidad del producto/servicio.
- Influencia en factores clave de éxito.
- Influencia en la misión y estrategia.
- Cumplimiento de requisitos legales o reglamentarios.
- Los riesgos económicos y de insatisfacción.
- Utilización intensiva de recursos.

3.10.1.1 Clasificación de Procesos.

Según Lago (2016) para facilitar la identificación de los procesos que serán estructurados existe la siguiente clasificación:

- Procesos estratégicos: comprenden las responsabilidades que se realizan de la dirección y a largo plazo.
- Procesos tácticos: comprenden las responsabilidades de los mandos medios y a medio plazo.
- Procesos operativos: comprenden los procesos que se encuentran estrechamente relacionado con la realización del producto y/o prestación del servicio
- Procesos de apoyo: comprenden los procesos que son de apoyo a los procesos operativos como ser de mantenimiento o calidad.
- Procesos de planificación: comprenden los procesos estrechamente relacionados con el área de responsabilidades de la dirección.
- Procesos de gestión y recursos: comprenden los procesos que se encargan de identificar, mantener y proporcionar los recursos necesarios.
- Procesos de realización del producto: comprenden los procesos que permiten la producción del producto y/o servicio que ofrece la empresa.
- Procesos de medición, análisis y mejora: comprenden los procesos que permiten el seguimiento de otros procesos de medición, análisis y acciones de mejora.

3.10.1.2 Estandarización de Procesos.

La estandarización es el desarrollo sistemático, aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas, y no es un proceso nuevo, ha existido desde hace mucho tiempo y constituye un método excelente para controlar los costos de materiales, eliminar el número de proveedores y ayudar a la gente a identificar los productos en donde quiera que se encuentre (Lago, 2016).

Una de las estrategias de estandarización de productos en el mercado es la Generación de ideas. Las ideas para la estandarización de productos pueden provenir de distintas fuentes: los mismos clientes, competidores, proveedores, personal del departamento de ventas, mercadotecnia, agencia de publicidad encargada de la cuenta, investigación y desarrollo, entre otras. La forma de detectar si las necesidades, gustos, requerimientos, entre otras, son similares entre dos países

puede ser por medio de encuestas, sesiones de grupo, quejas y sugerencias o cualquier actividad en la que se tenga contacto con los consumidores finales (Lago, 2016).

Los elementos básicos que debiera tener cualquier estrategia de estandarización, según Lago (2016) son:

1. El establecimiento de la misión, objetivos, propósitos y metas que se pretenden alcanzar con el producto estandarizado por país, esto con el fin de tener una misión acorde a la organización y lograr la creación de una cultura organizacional. Se destaca este punto como la base de partida de cualquier aspecto o decisión a tomar ante proyectos futuros.
2. El desarrollo de un plan que logre definir claramente el qué, cómo, dónde y quién de lo que se pretende realizar, cuidando que esté relacionado con el establecimiento de actividades a largo plazo.
3. La elección de un líder que dirija las acciones de cada uno de los elementos, además de tomar las decisiones al final de cada una de las fases. Generalmente el líder del proyecto es un gerente de marca. A pesar de la dificultad que implica el proceso de estandarización de productos, es necesario que una persona se encuentre involucrada en todos los aspectos que se realicen en cada una de las áreas, monitoreando cada elemento que determina su desarrollo.

3.10.2 EL LENGUAJE Y LOS SÍMBOLOS EN INGENIERÍA DE MÉTODOS.

Los diagramas o mapas son utilizados para proporcionar una descripción más rápida y eficiente llevando la secuencia de un proceso. El lenguaje y símbolos utilizados para la construcción de dichos diagramas fue propuesto por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) el 21 de mayo de 1947 y se siguen utilizando por su sencilla comprensión (Palacios, 2016). La simbología utilizada se encuentra en el Anexo 3.

3.11 LINEAMIENTOS PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPO MÉDICO.

Se debe tomar en cuenta que para obtener más información y conocimiento sobre las marcas y los modelos de equipos médicos disponibles en una empresa, no está demás buscar estrategias que amplíen el panorama a la hora de decidir cual comprar, por ejemplo; obtener folletos

detallados o especificaciones técnicas de cada uno de los equipos, buscar en bases de datos de las diferentes empresas que comercializa equipo en la región, buscar orientación con proveedores y fabricantes, así como contar con una biblioteca de información técnica de los productos y especificaciones de los equipos médicos con los que ya se cuenta dentro de empresa (Múnera Hincapie, 2017).

Existen actividades previas que deberán tomarse en cuenta en la compra del equipo médico:

- Considerar el tipo de Hospital, clínica o entidad que lo necesita y las cantidades requeridas.
- Necesidad real de compra la tecnología médica.
- Estudio de Mercado.
- Realizar un estudio de factibilidad de la tecnología (Múnera Hincapie, 2017).

3.11.1 IDENTIFICACIÓN DE PROVEEDORES.

Según Múnera Hincapie (2017) es recomendable contar con una lista de proveedores ya sea fabricantes nacionales o internacionales, distribuidores y organizaciones internacionales de suministro. Con la elaboración de la orden de compra o licitación solicitada por el hospital, cliente o institución, la empresa se asegura que los equipos a adquirir tengan las siguientes características:

- Calidad bajo normas nacionales e internacionales.
- Seguridad para pacientes y operativos
- Tiempo de entrega de acuerdo con lo programado
- La capacidad técnica de ofrecer asesoramiento técnico (brindar mantenimiento, reparación de accesorios, consumibles y/o piezas de repuesto).
- Empresas con experiencia en el ramo objeto de la compra/licitación.
- Equipos que cumplan con las normas nacionales y estándares internacionales.

3.11.2 INFORMACIÓN NECESARIA DEL EQUIPO PARA UNA BUENA GESTIÓN.

Para una adecuada gestión tecnológica la empresa deberá revisar y garantizar que las características de estos sean las establecidas dentro de propuesta técnica aceptada contando con lo siguiente:

- Registros sanitarios
- Certificados de calidad según el lugar de origen.
- Listado de consumibles e insumos necesarios
- Listado de entrega de accesorios con número de parte del fabricante, nombre genérico y costo.
- Listado de refacciones necesarias para el correcto funcionamiento del equipo médico con número de parte del fabricante, nombre genérico y costo.
- Entrega de Manuales, catálogos, fichas o folletos en el idioma de origen y traducción simple al idioma del país o región. Se recomienda solicitar dos guías rápidas de operación.
- El proveedor elegido deberá dar a conocer el tipo de instalación /adecuación del área para garantizar el correcto funcionamiento de su equipo, así como las condiciones en las que deberá operar, así como entregar guías mecánicas para la instalación de sus equipos.
- Garantía de mantenimientos preventivos y/o correctivos (refacciones o piezas incluidas).
(Temas - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud, s. f.)

3.11.3 RECOMENDACIONES PARA ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍAS MÉDICAS.

Está claro que es necesario contratar ingenieros biomédicos a cargo de la planeación y gestión de equipo médico seguido de asignar recursos para el mantenimiento del equipo, priorizar las necesidades para adquisiciones y para lograr proveer la máxima eficiencia y productividad con capacitación adecuada (Múniera Hincapie, 2017).

Según Múniera Hincapie (2017) se recomienda previamente realizar también un análisis sobre:

- la existencia y necesidades actuales
- la población que deberá ser atendida
- la cantidad de insumos y consumibles que se utilizarán la composición del equipo o instrumental quirúrgico que se va a adquirir
- Definir la fuente de financiamiento y/los recursos necesarios.

IV. METODOLOGÍA.

4.1 ENFOQUE.

Esta investigación se realizó mediante un enfoque cualitativo, ya que busca conocer los procesos, formatos, personal y equipamiento mediante la recolección de información que permita el análisis de los hallazgos para desarrollar la investigación. Los datos cualitativos son los datos que se analizaron para lograr documentar el flujo de trabajo en la empresa para proponer la implementación de un departamento de biomédica que trabaje de manera organizada para cumplir sus funciones.

Se utilizó un método de alcance descriptivo, ya que pretende identificar los procedimientos que utiliza la empresa MACC Medical, en lo referente al interés que representa la propuesta de

implementación de este departamento. Esta propuesta tiene un enfoque cualitativo porque el objetivo de la investigación cualitativa es el de proporcionar una metodología de investigación que permita comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.

4.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

- Propuesta del departamento de Ingeniería Biomédica.

La propuesta del departamento de biomédica para la empresa MACC Medical es la variable que está compuesta por la organización del departamento en espacio físico, personal, procesos, formatos, etc. Esta variable es la idea principal, ya que se relaciona directamente con el objetivo general de la investigación.

4.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES.

- Talento humano del departamento de biomédica.

Se refiere a la cantidad del personal que labora dentro del departamento de biomédica junto con los horarios y responsabilidades de trabajo que deben cumplir.

- Funciones del departamento de biomédica.

Son todas las labores que se deben realizar en el departamento de ingeniería biomédica para realizar el trabajo de forma ordenada.

- Equipamiento del departamento de biomédica.

Es toda la maquinaria desde equipo de protección personal como ser mascarillas, guantes, alcohol hasta herramientas de trabajo, repuestos e insumos de los diferentes equipos a los cuales se les dará mantenimiento.

- Inventarios y registros del departamento de biomédica.

Son una lista ordenada de bienes y cosas valorables que pertenecen al departamento y tienen la finalidad que conocer el estado actual dentro de este.

- Formatos de trabajo del departamento de biomédica.

Son todos los formularios que deben realizarse para darle coherencia y sentido al trabajo plasmado dentro del departamento de biomédica.

- Espacio Físico del departamento de biomédica.

Es el lugar donde se llevarán a cabo las labores técnicas del departamento de biomédica. Aquí se llevarán a cabo todas las funciones que se deben de realizar que fueron mencionadas anteriormente.

- Plataforma electrónica para la gestión de equipos.

Las plataformas digitales son soluciones digitales que posibilitan la ejecución de diversas tareas en un mismo lugar a través de internet esto con el fin de trabajar de forma más eficiente en los procesos de gestión de equipos. Se estudiaron distintas opciones de plataforma para seleccionar la ideal para el departamento de biomédica en MACC Medical.

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Las técnicas e instrumentos para la recopilación de datos en la investigación fueron entrevistas, juicio de expertos, observaciones, análisis de datos cualitativos, los cuales se describirán a continuación.

4.3.1 ENTREVISTAS.

Como técnica para la recolección de información sobre el tema de investigación, se realizaron diversas entrevistas, utilizando como instrumento el formato del cuestionario. Las personas entrevistadas fueron el dueño de MACC Medical, el ingeniero biomédico quien ejerce el cargo de Gerente General en la empresa, el ingeniero en sistemas de la empresa, así como al coordinador del departamento de ventas.

Se realizaron diferentes entrevistas con preguntas abiertas al personal de la jefatura sobre los detalles de los procesos en biomédica, así como al personal encargado del área de ventas. Esto permitió la recopilación de datos sobre el estado actual del departamento del biomédica en la

empresa e identificar las necesidades y los protocolos que se deben proponer para la implementación de este.

4.3.2 JUICIO DE EXPERTOS.

Se contó con el apoyo de ingenieros internacionales y locales sobre el manejo de los procesos, protocolos de trabajo del departamento de biomédica en una empresa. Además, brindaron asesoramiento para identificar como suplir las necesidades inmediatas y determinar el orden de prioridades de las distintas funciones que se deben de cumplir.

4.3.3 OBSERVACIONES.

Se realizaron observaciones en la empresa y también sus procesos de atención en el campo como ser visitas de los mantenimientos correctivos, visitas para venta de equipo, entre otros, esto con el propósito de analizar el flujo de trabajo de los empleados dentro de la misma. Así mismo, se observó el espacio físico destinado a biomédica en donde se deben de realizar las funciones y procesos. Se documentó el orden del proceso que se da en el departamento de biomédica y se tomaron observaciones sobre los aspectos a tomar en cuenta para la propuesta de implementación de este.

4.3.4 ANÁLISIS DE DATOS CUALITATIVOS.

El análisis de datos cualitativos consistió en analizar las variables dependientes de estudio para poder establecer el flujo de trabajo dentro del departamento de biomédica. También se realizó el análisis de los datos recopilados de las bibliografías y la forma en la que se adaptó al departamento para poder definir la mejor forma de trabajo dentro del mismo.

4.3.5 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

La recopilación bibliográfica consistió en poder obtener información de fuentes confiables ya que es aquella información que está respaldada por una institución reconocida o tiene como soporte teorías o métodos propios de la investigación científica sobre un departamento de biomédica a nivel empresarial. Algunas de estas pueden ser las bases de datos del CRAI, Google académico,

Scielo, ScienceDirect, libros de textos, tesis de otros alumnos etc. Esta recopilación se realizó para construir el marco teórico y tener una base teórica para brindar una propuesta.

4.4 MATERIALES.

Los materiales que se utilizaron en el desarrollo de la investigación fueron:

- **SketchUp**

Es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D) basado en caras. Se utilizó para el modelado del espacio físico del departamento de ingeniería biomédica.

- **Teléfono Móvil**

Se utilizó un teléfono móvil con el cual se tomaron fotografías dentro del espacio físico del departamento de biomédica, así como de las visitas realizadas a distintos hospitales y clientes en los cuales la empresa ha suministrado algún equipo. Además, con este mismo dispositivo se grabaron las entrevistas al personal y se realizaron anotaciones de las observaciones adicionales.

- **Computadora**

Se utilizó una computadora para poder diseñar el espacio físico e identificar una plataforma de apoyo para todos los procesos y protocolos que se propondrán para su implementación. Adicionalmente, se necesitó para consultar las referencias bibliográficas, para documentar el flujo de trabajo y realizar los correspondientes diagramas.

- **Draw.io**

Es un software utilizado para diseñar diagramas de forma gratuita y sin necesidad del uso del internet y, además facilita la integración con múltiples plataformas y programas. Se utilizó para el mapeo de los procesos dentro del departamento de ingeniería biomédica. Esta plataforma cuenta con la simbología necesaria según los lineamientos establecidos por la ingeniería de métodos.

4.5 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.

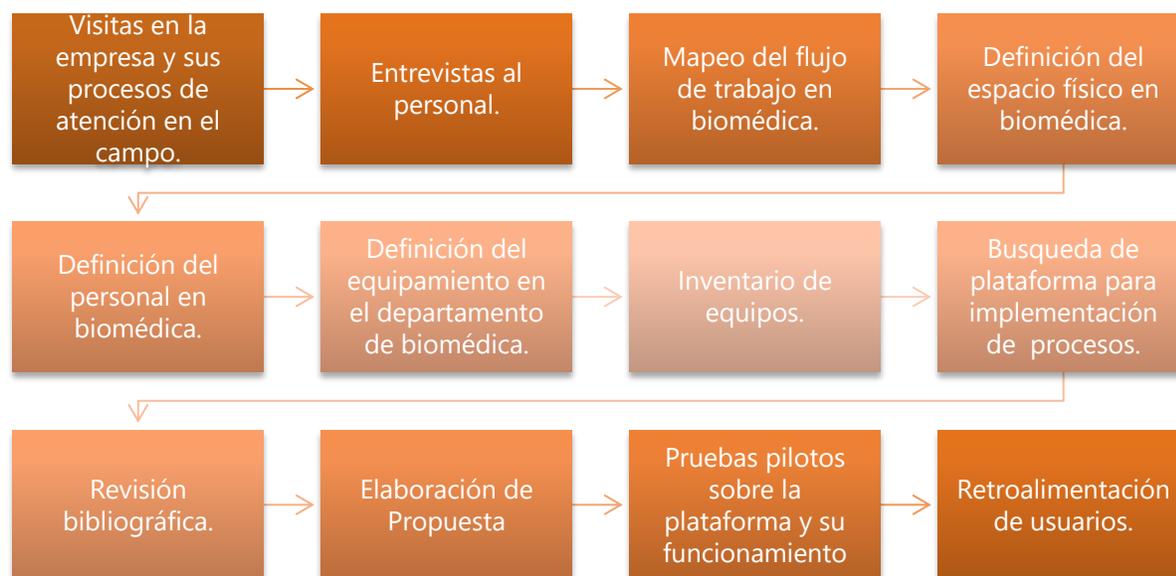


Ilustración 6 .Diagrama del desarrollo de la metodología de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1 VISITAS EN LA EMPRESA Y SUS PROCESOS DE ATENCIÓN EN EL CAMPO.

Se realizaron visitas en la empresa y los procesos de trabajo en el campo con el propósito de observar el proceso de trabajo de la empresa y su interacción con el cliente con respecto a los equipos médicos. Estas observaciones fueron necesarias para poder determinar los aspectos a tomar en cuenta para establecer las funciones que deben realizarse en el departamento para obtener un buen desempeño de los equipos.

4.5.2 ENTREVISTAS AL PERSONAL.

Se realizaron preguntas abiertas al personal con el propósito de conocer la forma de trabajo actual dentro de la empresa y a su vez identificar las herramientas y equipos que poseen actualmente. Estos datos recopilados fueron la base para realizar los diagramas de flujos actual en los que interviene biomédica en MACC Medical y establecer un punto de partida para mejorar el trabajo dentro del mismo. Estas entrevistas se encuentran en el Anexo 4.

4.5.3 DIAGRAMA DE PROCESOS DE TRABAJO EN BIOMÉDICA.

Ya que el flujo de trabajo correspondiente a biomédica no se encontraba documentado, se realizó un diagrama del proceso de trabajo actual donde se ve involucrado biomédica de acuerdo con la información que se obtuvo en las entrevistas ya que permitió un estudio más claro de lo que se ha realizado en dicho departamento. Todos los diagramas se realizaron a partir de la información obtenida en las entrevistas realizadas al personal.

4.5.4 DEFINICIÓN DEL ESPACIO FÍSICO EN BIOMÉDICA.

Se diseñó una distribución del espacio físico del departamento para llevar a cabo todas las funciones que deben de realizarse dentro del mismo. Para esto, se utilizó un metro para la medición de todo el espacio físico; luego de esto, se diseñó el espacio con SketchUp. Una vez definido el espacio, se realizó una limpieza y se ordenó toda la pieza.

4.5.5 DEFINICIÓN DEL PERSONAL EN BIOMÉDICA.

Se conversó con el gerente general que es el ingeniero biomédico de la empresa para conocer el flujo y procesos de trabajo de los empleados y asimismo conocer y analizar las funciones que estos realizan, así como comprender las funciones de instalación, capacitación y soporte técnico que se llevan a cabo. Cabe mencionar que esta información fue obtenida en base a las mismas entrevistas realizadas anteriormente.

4.5.6 DEFINICIÓN DEL EQUIPAMIENTO.

Se ejecutó una revisión de todo el equipo actual con el que cuenta biomédica y en base a ello se elaboró una propuesta del equipamiento necesario que se debe adquirir para el servicio de mantenimientos correctivos y preventivos que se deben de proporcionar a los clientes que se les ha comercializado equipo médico.

4.5.7 BÚSQUEDA DE PLATAFORMA PARA IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS.

En vista de que no se cuenta con una plataforma electrónica para gestionar los trabajos de Biomédica se definieron los criterios o características mínimas que debe tener para uso en MACC

Medical. La propuesta de una plataforma es poder atender las necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo bajo un esquema sistemático, organizado y sencillo. Al definirse estos criterios, que fueron establecidos en base al análisis cualitativo de las entrevistas y visitas, se realizó una búsqueda de plataformas para determinar la adecuada de acuerdo con los criterios establecidos para implementarse dentro del mismo.

4.5.8 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Se realizó una revisión bibliográfica de toda la información obtenida, esto con el propósito de analizarlo e implementarlo en la propuesta del departamento de biomédica en MACC Medical. Esta revisión fue de gran ayuda porque ayudó a identificar qué se sabe y qué se desconoce del tema.

4.5.9 ELABORACIÓN DE PROPUESTA.

En base a la revisión bibliográfica, entrevistas y diagramas de proceso se elaboró una propuesta de implementación de un departamento de biomédica en MACC Medical, esto llevado a cabo en base a las necesidades identificadas. La elaboración de la propuesta es el resultado final luego de conocer, visitar y adquirir la información.

4.5.10 PRUEBAS PILOTO SOBRE LA PLATAFORMA Y SU FUNCIONAMIENTO.

Se realizó una prueba piloto de la plataforma con los ingenieros de la empresa realizando ordenes de trabajo como ejemplificación, esto para evaluar los criterios y requisitos definidos para el departamento de biomédica.

4.5.11 RETROALIMENTACIÓN DE USUARIOS.

Se entrevistó al personal y se les pidió llenar un cuestionario para conocer qué puntos de mejora podrían considerarse en la plataforma y que les pareció la plataforma en base a las necesidades que presenta el departamento actualmente. Para ello se aplicó un cuestionario de satisfacción a todo el personal para tomar en cuenta las opiniones y las cosas que podrían ser mejor. Este se encuentra en el Anexo 23.

4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Actividad	Julio		Agosto					Septiembre		
	Semana 1: 18-22	Semana 2: 25-29	Semana 3: 1-5	Semana 4: 8-12	Semana 5: 15-19	Semana 6: 22-26	Semana 7: 29-2	Semana 8: 5-9	Semana 9: 12-16	Semana 10: 19-23
Planteamiento del problema de investigación.										
Visita a la empresa.										
Entrevistas al personal.										
Investigación sobre mapeo de procesos.										
Diseño de diagrama sobre el flujo de trabajo en biomédica.										
Levantamiento de Inventario de Equipos.										
Propuesta de plataforma digital para cumplimiento de protocolos.										
Diseño de documentos a usar en el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo.										
Test de prueba de plataforma finalizada.										
Aplicación de encuesta de satisfacción al personal.										
Análisis de retroalimentación.										

Fuente: Elaboración propia.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados al inicio de este proyecto, se procede a interpretar los resultados obtenidos de las entrevistas aplicadas para analizar la información que se ha obtenido en la empresa MACC Medical, en la viabilidad de proponer la implementación del departamento de ingeniería biomédica en la misma. En la primera sección se describirá el proceso de trabajo actual en biomédica, la segunda y tercera constarán de la descripción del proceso de diseño de distribución de espacios del departamento e inventario de equipo e insumos, en la cuarta se presenta la propuesta de plataforma a implementar en base a las necesidades del departamento y también la prueba piloto de la misma y finalmente en la última sección se expone la retroalimentación obtenida por parte del personal de biomédica.

5.1 ESTADO ACTUAL DE BIOMÉDICA EN MACC MEDICAL.

El estado actual de biomédica en MACC Medical se definió a través de visitas, entrevistas, mapeo, inventario, búsqueda de plataforma etc. los cuales se explicarán y se dará a conocer la forma en que se está llevando a cabo todo el trabajo hasta este momento y se describirán a continuación:

5.1.1 VISITAS EN LA EMPRESA Y SUS PROCESOS DE ATENCIÓN EN EL CAMPO.

A través de las visitas realizadas y los procesos de atención en el campo se identificó el flujo de trabajo dentro de la empresa, se conoció la infraestructura, instalaciones y actividades que realizan dentro de la misma y se identificaron los equipos y tecnologías que se utilizan para poder conocer los procesos de adquisición de equipos. Estas pueden observarse en la Ilustración 7.

Estas visitas se realizaron con la finalidad de determinar las necesidades en el departamento de biomédica, así como los logros que se han obtenido y también los desafíos que se presentan dentro del mismo. De igual forma, se conoció el personal que labora dentro de la empresa junto con las funciones que realizan cada uno de ellos.

Se tuvo la oportunidad de realizar visitas fuera de la empresa con el personal de ventas y también del servicio técnico. El control de estas visitas a los clientes (doctores de diferentes especialidades y hospitales) tuvo el beneficio de monitorear el desempeño del equipo vendido y la satisfacción

del cliente junto con los protocolos de atención hacia ellos en las distintas regiones del país. Estas pueden observarse en la Ilustración 8, Ilustración 9 y Ilustración 10.



Ilustración 7. Instalaciones MACC Medical.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 8. Visita al Hospital Regional del Sur y Hospital de San Lorenzo.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 9. Visita a Liga contra el Cáncer en San Pedro Sula y Hospital María en Tegucigalpa.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 10. Visita al Centro Urológico Hondureño y Hospital Santa Lucía.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 ENTREVISTAS AL PERSONAL.

El proceso llevado a cabo en biomédica en MACC Medical fue analizado principalmente a través de entrevistas recopilando los datos necesarios para su comprensión. Este análisis fue necesario para entender el flujo de trabajo y estado actual del departamento y los procesos en los que interviene biomédica e identificar las necesidades, los protocolos y formatos que se deben realizar para la implementación de este, así como establecer una dirección para la plataforma a proponer a utilizarse. Las entrevistas se realizaron a cuatro personas y con esta información se recabó la información que permitió diseñar el mapeo de procesos actual de biomédica.

Las instalaciones de biomédica en MACC Medical consta de una habitación personal, en donde se almacenan algunos equipos, herramientas y utensilios que se utilizan para la instalaciones y mantenimientos correctivos. Estas pueden observarse en la Ilustración 11, **Error! Reference source not found.** e Ilustración 13. Contiguo se encuentra el departamento de ventas y en el segundo piso se encuentra la gerencia y las bodegas donde se encuentra almacenado la mayoría de equipo grande. Las entrevistas realizadas al personal se encuentran en el **Error! Reference source not found.**



Ilustración 11. Estado actual del departamento de biomédica en MACC Medical.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 12. Entrada del departamento de Biomédica.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 13. Departamento de biomédica en su exterior.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 MAPEO DEL FLUJO DE TRABAJO ACTUAL EN BIOMÉDICA.

Una vez realizadas las entrevistas se realizó el mapeo de trabajo actual perteneciente a las funciones que lleva a cabo el departamento de biomédica en el cual se especifica las funciones que se desarrollan en este.

Se realizaron distintos mapas destinados al departamento de biomédica, ventas y mantenimientos. La función de estos mapeos fue poder identificar necesidades y en base a esas necesidades planteadas, identificar posibles mejoras y correcciones, así como nuevas oportunidades de crecimiento.

El principal objetivo de estos mapas de procesos destinados al departamento de biomédica fue delimitar correctamente todos los aspectos claves de los procesos: su responsabilidad, las interrelaciones con otros procesos y, en general, toda la información sobre cómo llevarlos a cabo a la práctica.

Los mapas de procesos se encuentran en Anexo 5, Anexo 9 y Anexo 13.

5.1.4 ESPACIO FÍSICO ACTUAL EN BIOMÉDICA.

El departamento de biomédica consta de un área de 2.8m x 2.9m donde incluye un baño interno dentro de la habitación con un área de 1m x 1.7m. De igual forma cuenta con un mueble de trabajo y un mueble con gavetas para almacenar las herramientas de trabajo. El plano puede observarse en la Ilustración 15.

Para el diseño del departamento de biomédica se seleccionó el espacio físico ya establecido y posteriormente se procedió a realizar el plano arquitectónico en SkechUp. En el diseño del departamento de biomédica se tomó en consideración las herramientas y utensilios necesarios a utilizar para ejecutar los mantenimientos correctivos, procesos y formatos para el buen funcionamiento de este ya que actualmente está acondicionado únicamente para almacenar equipos. Este diseño puede observarse en la Ilustración 14, Ilustración 15 e Ilustración 16.

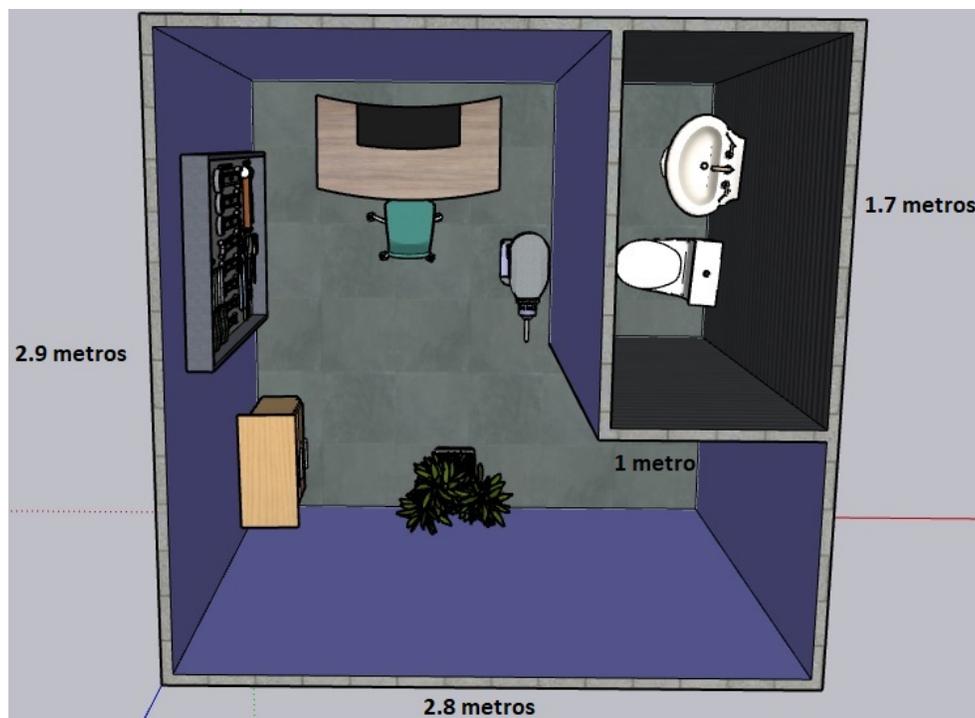


Ilustración 14. Plano vista aérea del plano del departamento de biomédica.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 15. Plano #2 del departamento de biomédica.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 16. Plano externo del departamento de biomédica.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 DEFINICIÓN DEL PERSONAL EN BIOMÉDICA.

Actualmente el personal que realiza las funciones pertenecientes a biomédica está compuesto por seis personas que se desempeñan en el servicio técnico, de los cuales tres son subcontratados, uno es ingeniero en sistemas, otro es técnico en biomédica y otro es técnico en electricidad, cubriendo de esta manera la carga de trabajo en esta área. A través de las entrevistas realizadas, las funciones que se identificaron que son realizadas en el departamento de biomédica en MACC Medical por este personal son:

1. Brindar mantenimiento correctivo a los diferentes equipos médicos comercializados por la empresa.
2. Diagnosticar y resolver problemas que puedan presentar los equipos médicos.
3. Realizar entrega de equipos médicos y la documentación necesaria conforme lo solicite la orden de compra y su jefatura inmediata.
4. Ocasionalmente, realizar capacitaciones de usuario a los diferentes clientes y departamentos conforme lo solicite la orden de compra y su jefatura inmediata.
5. Ocasionalmente, dar soporte a los clientes con respecto a dudas o preguntas del equipo.
6. Cooperar con el área administrativa con respecto al control de la garantía de los equipos médicos.
7. Cooperar en la recepción y revisión de equipos nuevos que lleguen a la empresa.
8. Búsqueda y cotización de equipos solicitados por los clientes.
9. Realizar los registros sanitarios para el ingreso de equipo etc.

Cabe mencionar que estas funciones se realizan sin una debida planificación. De acuerdo con lo conversado con el personal y visto en las visitas, la propuesta de implementar este departamento brindará soporte, sostenibilidad, orden y rapidez en la atención de los servicios de venta y mantenimientos tanto correctivos como preventivos. Actualmente el departamento de biomédica está a cargo del ingeniero biomédico que es el gerente general de la empresa y cuenta con el apoyo del ingeniero en sistema y los técnicos. Esta información se encuentra en la Ilustración 17.

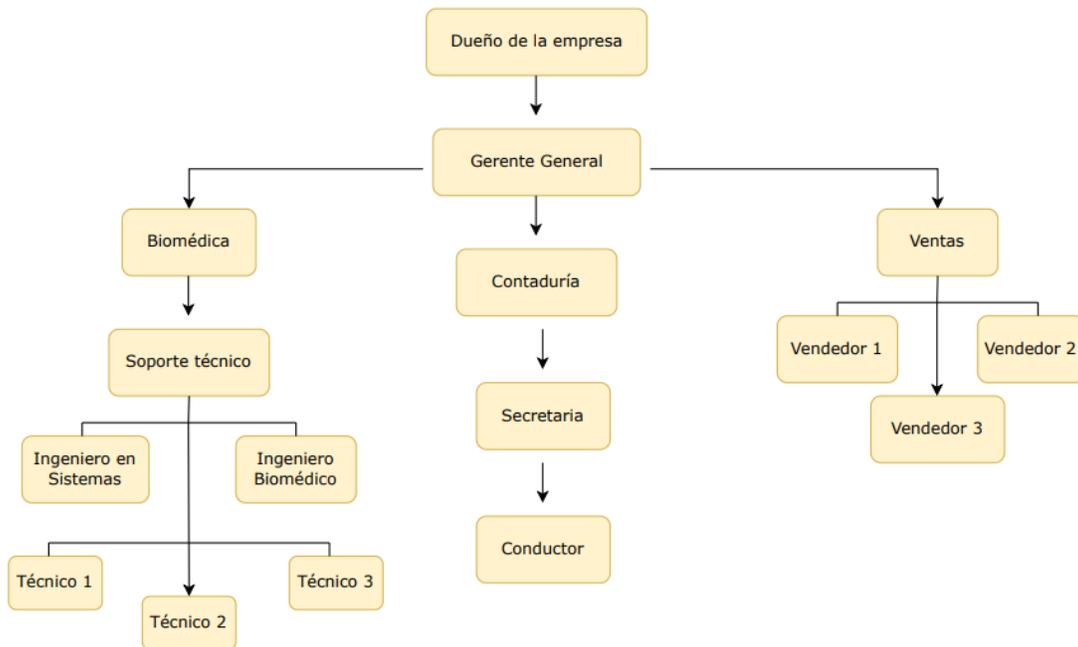


Ilustración 17. Flujograma de la empresa MACC Medical.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.6 DEFINICIÓN DEL EQUIPAMIENTO EN BIOMÉDICA EN MACC MEDICAL.

El departamento de biomédica actualmente cuenta con herramientas de trabajo para la instalación y mantenimiento correctivo de equipos. Estas herramientas e insumos se ubican en un mueble donde se encuentran destornilladores, llaves hexagonales, tornillos, estilete, estaño, caudín entre otros. Estas pueden observarse en la Ilustración 18.

Del mismo modo, biomédica cuenta con analizadores con el propósito de diagnosticar el rendimiento y buen funcionamiento de los equipos médicos. Contar con estos dispositivos brinda confiabilidad al cliente a la hora de hacer la entrega del equipo ya que antes de realizar la entrega de estos se realizan pruebas preliminares como verificación de buen funcionamiento del equipo.

Los analizadores con los que se cuenta actualmente son:

- Analizador de Monitor de signos vitales.
- Analizadores de red de tierra.
- Analizador de radiación dispersa.
- Osciloscopios.

- Prueba de descarga de Rayos X.
- Calibradores para MAPA.



Ilustración 18. Herramientas de trabajo utilizadas en instalación y mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 19. Analizadores utilizados para instalación y mantenimiento de equipos.

Fuente: Elaboración propia.

Los analizadores con los que cuenta biomédica actualmente se utilizan principalmente para la instalación y fallas de los equipos de imágenes. Esto se observa en la Ilustración 19. También se cuenta con analizadores de signos vitales que tienen el propósito de mostrar los parámetros fisiológicos en el equipo que han sido determinados por el usuario.

Las tareas en las que se utiliza estos equipos son para diagnosticar que los equipos nuevos ingresen sin ninguna falla y se encuentren en óptimas condiciones para su entrega, también para verificar que los equipos vendidos y actualmente se encuentren en uso estén realizando sus funciones a cabalidad y de igual forma, el contar con herramientas de trabajo es de vital importancia para el desmontaje del equipo ya que no todo equipo utiliza los mismos utensilios.

5.1.7 INVENTARIO DE EQUIPOS EN BODEGA EN MACC MEDICAL.

Con los archivos encontrados en las bases de datos de la empresa, se inició el proceso de actualización de la información del inventario general de los equipos e insumos. Luego se procedió a la revisión de los repuestos existentes y la verificación de las cantidades para saber la demanda de insumos que son necesario en base a los equipos distribuidos por la empresa. También se realizó un inventario de los equipos en garantía vendidos por la empresa ya que actualmente no se cuenta con ello. Estas se encuentran en la Ilustración 20.

La adquisición de esta información para desarrollar un inventario dentro de biomédica en MACC Medical es de vital importancia por los siguientes motivos:

1. Tener control de la mercancía.
2. Generar reportes de la situación económica de la empresa
3. Conocer disponibilidad del producto.
4. Facilidad para cumplir con los plazos de entrega del servicio que se presta.

El inventario general de equipos e insumos actualmente en MACC Medical cuenta con las siguientes casillas:

- Código: A través de estos, se llevan a cabo registros, enmascaramientos, ordenaciones, identificaciones, agrupaciones y clasificaciones de fenómenos para poder trabajar más cómodamente.
- Descripción: Esta casilla proporciona la información relevante del equipo como ser las especificaciones técnicas del mismo.
- Unidad: Brinda la información del área a la cual pertenece el equipo.
- Existencia: Brinda la información de la cantidad que se encuentra disponible en bodega.

El inventario de insumos, repuestos y equipo actual en bodega se encuentra en el Anexo 22.



Ilustración 20. Equipo nuevo ingresado en bodega en MACC Medical.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 21. Rotulación de insumos y equipo en bodega de MACC Medical.

Fuente: Elaboración propia.

Los equipos de mayor venta en los últimos años han sido:

- Monitor de signos vitales marca Edan.
- Electrocardiógrafos marca Schiller.
- Bomba de Infusión marca MedCaptain.
- MAPA marca Schiller.
- Holter marca Schiller.
- Rayos X Estacionarios y portátiles marca DRGEM.
- Esterilizador marca Tuttnauer.

La relación de los equipos más vendidos con un inventario general es de gran relevancia porque a través de ello se puede ver el alcance de compra, de igual forma para mantener una cantidad mínima en bodega y que no haya tiempo de paradas en la entrega de equipos, todo esto realizado en base a una planificación de los tiempos de llegada de estos desde el extranjero.

También, contar con estos equipos dentro de un inventario en garantía mejorará los servicios de mantenimiento correctivo como preventivo porque se identifican los insumos y repuestos que más se dañan o presentan fallas y el servicio prestado por la empresa será eficiente ya que el trabajo no quedará sin realizarse.

5.1.8 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

La revisión bibliográfica se realizó para sustentar teóricamente el estudio, también implicó analizar enfoques teóricos, investigaciones y antecedentes en general que se consideraron válidos para el estudio como ser revistas, libros electrónicos, manuales etc. Asimismo, tuvo como propósito principal conocer la metodología de implementación de un departamento de biomédica en otras regiones desde sus inicios. Esta recopilación se realizó para construir el marco teórico y tener una base teórica para brindar una propuesta del departamento.

5.1.9 FORMATOS DE TRABAJO ACTUAL EN BIOMÉDICA EN MACC MEDICAL.

Los formatos de trabajo con los que cuenta actualmente biomédica son: ordenes de entrega, orden de mantenimiento e informe de reparación de mantenimiento correctivo, sin embargo, en la mayoría de las situaciones no se le proporciona al cliente una vez solicitado o realizado el trabajo. Tampoco se lleva un control interno de los formatos en biomédica. Esto se identificó a través de los procesos de atención en el campo, instalación de equipo y en la realización de mantenimientos correctivos.

El establecer formatos de trabajo dentro de biomédica es una necesidad primordial porque se obtendrá un programa eficaz de mantenimiento de equipos médicos donde se implementarán ordenes de servicio, ordenes de trabajo, entre otros, y también habrá planificación, gestión y ejecución adecuadas dentro de los mismos.

En la planificación de este plan se debe tomar en cuenta los recursos financieros, materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente las tareas de mantenimiento. Una vez definido el programa, se debe examinar y gestionar continuamente los aspectos financieros, relativos al personal y operativos para garantizar que el programa se mantendrá sin interrupciones y que se realizarán las mejoras necesarias.

Recabar esta información fue de gran importancia para proponer la implementación de una plataforma que cumpla con los requerimientos mínimos que han sido establecidos por biomédica y establecer nuevos formatos que serán de beneficio en la gestión de este departamento.

Los formatos de trabajo que actualmente se utilizan en la empresa se encuentran en el Anexo 18, Anexo 19, Anexo 20 ya que estos brindan información de gran relevancia para la propuesta de implementación de una plataforma.

- ✓ La hoja de comprobante de entrega incluye el nombre del equipo, la marca, el modelo, la serie y la cantidad que se vendió. Asimismo, incluye el tiempo de garantía con el que cuenta el equipo.
- ✓ El informe de reparación proporciona la información del mantenimiento del equipo y todo lo que se realizó paso a paso. De igual forma, se dan las recomendaciones que se deben considerar para cuidar del equipo.
- ✓ La hoja de mantenimiento realizado incluye una tabla con el trabajo realizado y el estatus de cada parte del equipo, así como la condición en la que se encuentra actualmente.

5.1.10 CAPACITACIONES.

5.1.10.1 Capacitación de parte del proveedor hacia MACC Medical.

Se identificó que las capacitaciones de parte del proveedor para biomédica en MACC Medical están enfatizadas en gran parte a la parte comercial. Cabe mencionar que la empresa en la actualidad comercializa actualmente equipo de siete empresas mundiales que son:

- Schiller con sede en Suiza.
- Chison con sede en China.
- Penlon con sede en Inglaterra.
- Edan con sede en China.
- Tuttnauer con sede en USA.
- DRGEM con sede en Corea.

Cabe mencionar que el soporte técnico de parte de estas empresas hacia MACC Medical es ineficiente ya que en muchas ocasiones los equipos médicos presentan fallas una vez instalados

y en estos casos se debe de solicitar el apoyo directamente a fabrica ya que no ha existido un servicio de capacitación que pueda suplir las necesidades inmediatas. La empresa Schiller es la excepción ya que MACC Medical es el proveedor autorizado a nivel nacional y por ende existe capacitación de forma continua en caso de surgir fallas en los equipos.

Durante el desarrollo de la investigación, la empresa recibió la visita del ingeniero encargado de la marca Schiller a nivel de Latinoamérica ya que se instaló una cabina pletismográfica. Se brindó la capacitación tanto al personal médico como al personal de la empresa en caso de que surjan inconvenientes en el equipo. Estas se muestran en la Ilustración 22.

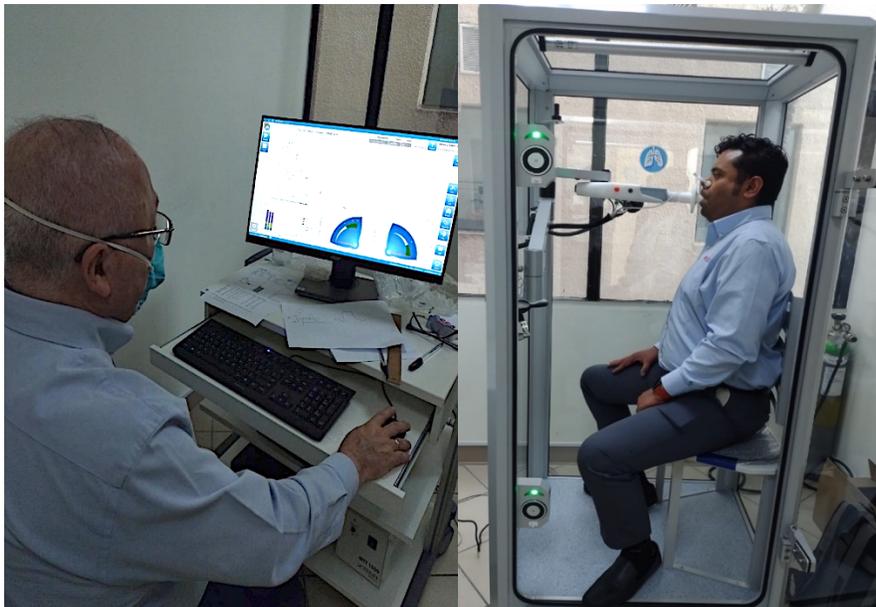


Ilustración 22. Instalación y capacitación al personal médico de cabina pletismográfica.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.10.2 Capacitación de parte de biomédica hacia los empleados de MACC Medical.

El sistema de capacitación de parte de biomédica hacia el personal técnico y los vendedores no se lleva a cabo en base a una planificación y en la mayoría de los casos no se realiza. El método de capacitación básicamente consta en tener una reunión donde se dan las especificaciones del equipo y las mejoras que tiene el equipo en comparación con otras marcas.

Según Bermúdez Carrillo (2016) la capacitación no sólo se trata de instruir al colaborador a realizar su trabajo con mayor eficiencia y eficacia, va mucho más allá y se puede ver en sus consecuencias. Si no se capacita a un colaborador, se corren diferentes riesgos con efectos negativos, como la pérdida de productividad o el costo de rotación de trabajadores. Se debe considerar también la posibilidad de que los clientes perdidos, pueden haber sido causa de errores cometidos por los colaboradores capacitados inadecuadamente.

Dentro de las consecuencias que se pudo ver en el personal de la empresa al no existir un sistema de capacitación se determinan las siguientes:

- Deterioro del desempeño individual.
- Disminución de la motivación del personal.
- Se imposibilita el desarrollo a largo plazo de la empresa.

Se concluye que una empresa con un programa de capacitación pobre o sin él, provoca que los administradores traten con colaboradores poco preparados, lo que puede causar estrés en la administración, debido a que los administradores ya tienen una serie de tareas que cumplir cada día, y el tener que asegurarse de que los empleados entiendan cómo realizar su trabajo es agotador. Asimismo, los trabajadores que no están debidamente preparados pueden frustrarse por su incapacidad para alcanzar puestos más altos, lo que los lleva a buscar otro empleo o simplemente conformarse con un rendimiento menor.

5.2 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA EN MACC MEDICAL.

La propuesta de implementación del departamento es la ejecución o puesta en marcha de una idea programada, ya sea, de un plan, diseño específico o estándar. Dentro de los puntos que se tomaron en consideración para la propuesta de implementación están las visitas hacia los clientes, mapeo de procesos, capacitaciones, inventario, búsqueda de plataforma. Cada uno de estos se describirán a continuación.

5.2.1 VISITAS EN LA EMPRESA Y EN LOS PROCESOS DE ATENCIÓN EN EL CAMPO.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, las visitas se deben realizar a través de una planificación en donde se debe de llevar una solución al cliente, así como los catálogos de los equipos en el cual el cliente se puede interesar, estar listo para responder las preguntas del cliente. Esto conlleva, el personal de ventas y de biomédica debe ser capacitado previamente para realizar una presentación rigurosa y concisa.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se determinó presentar un nuevo diagrama de proceso del servicio de ventas. Este diagrama puede observarse en el Anexo 7.

5.2.2 MAPEO DEL FLUJO DE TRABAJO.

Al realizar los mapeos de flujo actual en la empresa se identificaron algunos puntos de mejora que son de vital importancia en MACC Medical para el buen desempeño de la empresa. El desarrollo de la propuesta de los mapas de flujos permitirá descubrir cómo y dónde mejorar y asimismo identificar los procesos que se deben implementar en la atención al cliente y a su vez, estructurar un estado futuro eficiente. Estos diagramas de flujo se encuentran en el Anexo 7, Anexo 11 y Anexo 15.

5.2.3 DEFINICIÓN DE ESPACIO FÍSICO.

La propuesta de definición de espacio en el departamento de biomédica debe ser como mínimo de 7m*5m esto con el propósito de realizar los trabajos de mantenimiento de la mejor forma, asimismo, porque el entorno físico laboral constituye un elemento fundamental en el rendimiento y desarrollo de todas las tareas que deben ser efectuadas diariamente.

Cabe mencionar que por ser un departamento en el cual trabajan varias personas es recomendable contar con más de un escritorio de trabajo, así como contar con espacio libre y disponible que esté establecido para la reparación de equipos así como para la inspección de los equipos ingresados, también se debe contar con más de un mueble para almacenar las herramientas e insumos que se utilizarán diariamente.

La Ilustración 23, Ilustración 24 e Ilustración 25 dá a conocer la propuesta del espacio físico deseado para realizar el trabajo de biomédica de forma óptima. Por lo expuesto anteriormente, es recomendable contar con un sanitario fuera, esto con el propósito de optimizar espacio ya que generalmente en este departamento, en su mayoría se cuenta con equipo que es grande para poder realizar los mantenimientos y trabajos requeridos.

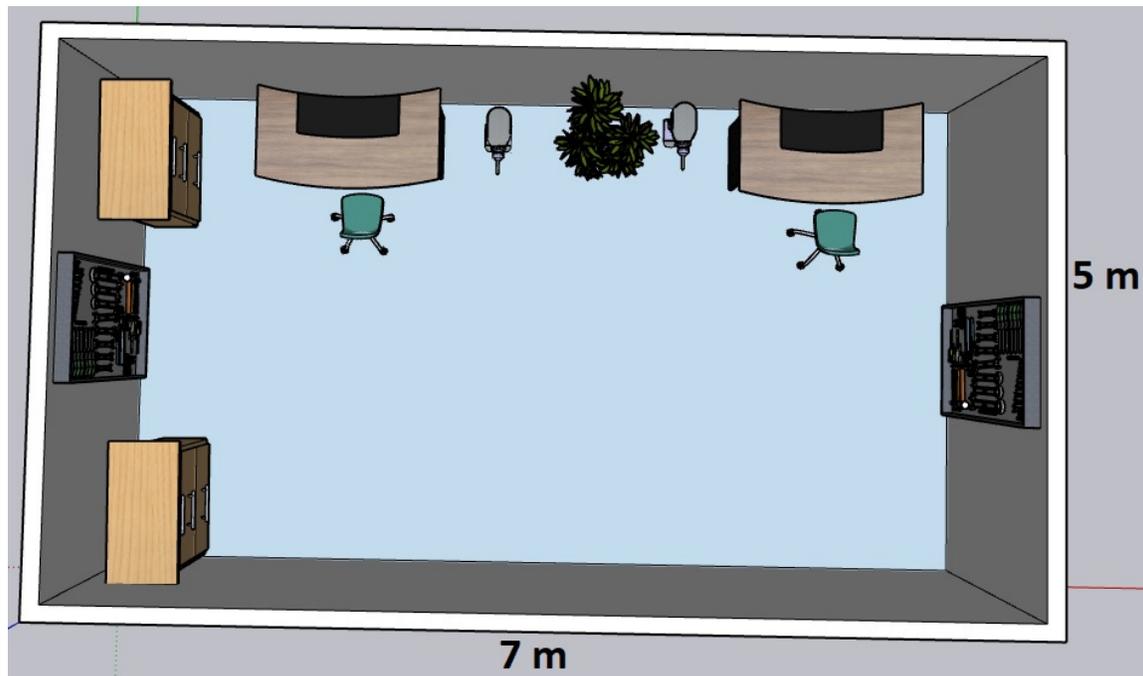


Ilustración 23. Vista área de distribución de espacio físico del departamento de biomédica.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 24. Plano #2 de propuesta de departamento de biomédica.

Fuente: Elaboración propia

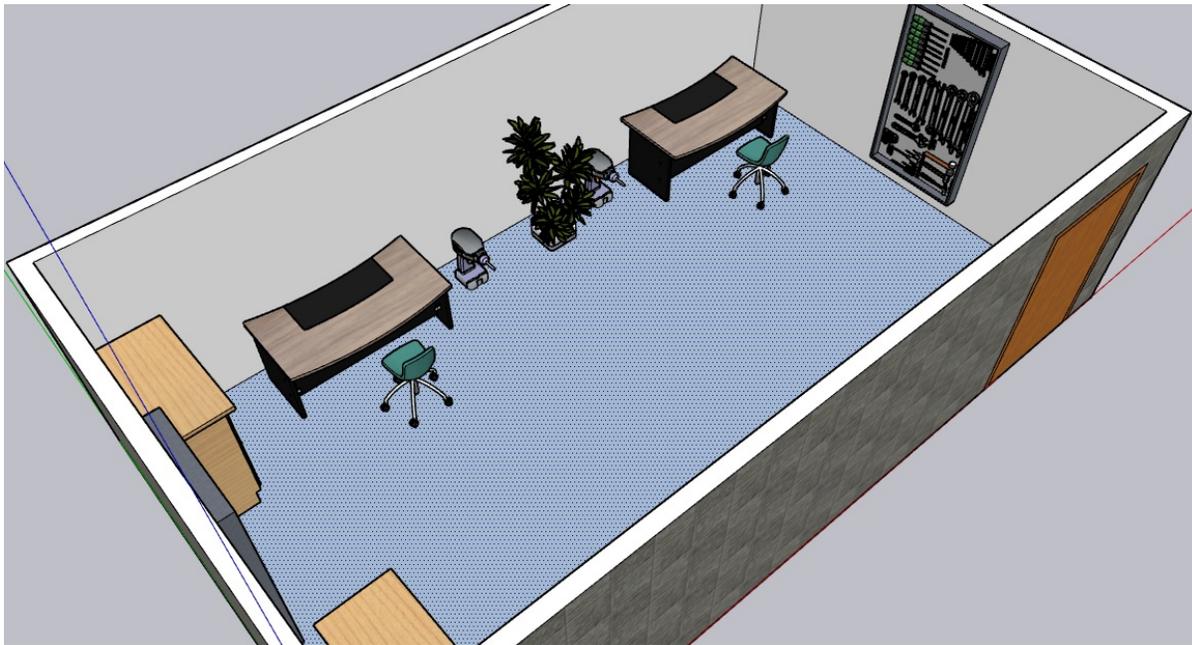


Ilustración 25. Plano externo del departamento de biomédica.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 DEFINICIÓN DEL PERSONAL EN BIOMÉDICA.

La cantidad del personal que labora en este departamento está acorde a la carga de trabajo que realizan. Sin embargo, para efectuar este trabajo de la mejor forma, se debe delegar responsabilidades específicas a cada uno de ellos y dar a conocer los procesos que debe realizar biomédica de forma ordenada a través del mapeo establecido para llevar a cabo todo el trabajo en equipo y que sea de la mejor forma.

La forma de delegar las responsabilidades al servicio técnico de la mejor manera es mediante una identificación de las fortalezas de cada uno de ellos con respecto a la reparación e instalación de los equipos y en base a ello, distribuir la carga de trabajo de acuerdo con los conocimientos que posee cada uno de ellos. Una vez identificados, se debe realizar un plan de entrenamiento y capacitación el cual cada uno del personal compartirá sus conocimientos en base al soporte técnico a los demás compañeros. El realizar la planificación de esta forma proporcionará eficacia y rapidez en la reparación e instalación de los equipos.

5.2.5 DEFINICIÓN DE EQUIPAMIENTO.

Actualmente se cuenta con analizadores específicamente para el área de imágenes, sin embargo, se recomienda realizar un plan de inversión a corto, mediano y largo plazo para adquisición de analizadores de los equipos que más se comercializan en la empresa, esto con el propósito de brindar confiabilidad al cliente al momento de entregar los equipos y que al momento de brindar un servicio de mantenimiento certifique que el equipo está realizando su trabajo correctamente.

5.2.6 INVENTARIO DE EQUIPOS EN GARANTÍA.

La empresa tiene un solo inventario general de todos los equipos e insumos con los que se cuenta, sin embargo, se debe implementar un inventario separado de equipos y otro netamente de insumos y repuestos. Asimismo, se recomienda realizar un inventario de los equipos vendidos que actualmente se encuentran en garantía y otro inventario que sea de insumos y repuestos de los equipos que más presentan fallas y defectos. Todo esto, para poder establecer un buen servicio en los trabajos efectuados e implementar planes de mantenimiento correctivo y preventivo para todos los clientes que se les ha vendido equipo.

La información relevante que debe tener todo inventario es:

- ✓ Nombre del equipo: Esta información es el inicio de todo inventario y es importante para saber la cantidad real vendida y en existencia.
- ✓ Modelo: Colocar el modelo del equipo sirve para identificar los insumos y repuestos que puede utilizar en caso de falla y desperfectos.
- ✓ Número de serie: El número de serie es un código alfanumérico que se asigna a un producto individual por el que tendrá siempre, dicho producto, una identificación cierta. Es importante contar con esta información dentro del inventario porque es un número único de cada equipo.
- ✓ Garantía: La garantía es la obligación temporal y solidaria que tienen a cargo los proveedores o expendedores de responder al consumidor por calidad, seguridad, buen estado y funcionamiento de los bienes y servicios que producen o proveen. Esta casilla aplica si el inventario que se está realizando es de los equipos en garantía y tiene el propósito de darle prioridad a estos equipos y realizar un plan de mantenimiento para realizar visitas tomando como punto de partida lo dicho en el manual.
- ✓ Fecha inicio/final de garantía: La fecha de inicio y fin de la garantía es el intervalo de tiempo en el cual se toman en consideración los desperfectos o fallas que presente un equipo en caso de que el equipo no haya sufrido algún daño o caída. En este tiempo se deben realizar visitas para realizar inspecciones y verificar el funcionamiento del equipo e identificar que este se encuentre trabajando en óptimas condiciones.
- ✓ Ubicación del equipo: Información importante que da a conocer el lugar en donde se encuentra el equipo y sirve para que, al momento de realizar giras a nivel nacional, se visiten los equipos y se hagan las inspecciones/mantenimientos necesarios para alargar la vida útil del equipo.

El inventario de equipos en garantía se encuentra en el Anexo 17.

5.2.7 ELABORACIÓN DE PROPUESTA DEL DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA EN MACC MEDICAL.

Se realizó la elaboración de propuesta de implementación del departamento de biomédica luego de recabar toda la información. Para llegar a este punto fue de vital importancia tomar en

consideración toda la información actual como ser las visitas, entrevistas, conocer la forma de trabajo de los empleados y también, el haber realizado la revisión bibliográfica de forma minuciosa. También se tomó en consideración los aportes brindados tanto por los ingenieros nacionales como internacionales. Esta propuesta se planteó en base a las necesidades inmediatas identificadas a lo largo de las diez semanas y que traerán un impacto positivo ya que se fortalecerán diversas áreas de la empresa que trabajan de forma directa con biomédica.

La planificación de la propuesta de implementación tiene muchos beneficios, siendo el éxito del proyecto el más importante de todos. Al implementar un plan de proyecto se establece una hoja de ruta para ejecutar el proyecto sin inconvenientes.

Otros beneficios de tener un plan de implementación:

- Una mejor organización y gestión de los recursos
- Responsabilidades más claras para todos los colaboradores del proyecto
- Cronograma y flujo de trabajo diario más estructurados
- Colaboración simplificada entre los miembros del equipo

5.2.8 BÚSQUEDA DE PLATAFORMA.

Se realizó una comparación de distintas plataformas que funcionan como herramientas para la gestión de mantenimiento de equipos. Las plataformas que fueron seleccionadas son:

- Fiix.
- MaintainX.
- Fractal One.
- UpKeep.

También se hizo uso de Capterra. Capterra es un portal web que se autodefine como “la mayor plataforma de opiniones y selección de software” (MaintainX, 2022). La página brinda una herramienta para la comparación de softwares CMMS, contrastando precios y funciones, primordialmente. También dispone de un apartado que enlista múltiples softwares CMMS y los evalúa de acuerdo con reseñas elaboradas por usuarios de la aplicación. Los softwares 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 seleccionadas fueron comparadas con base en:

- Requerimientos especificados en las distintas entrevistas realizadas con encargados del área de mantenimiento y
- 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 las plataformas web y sus funciones son mostradas en el Anexo 21.

	Fiix Por Rockwell Automation	MaintainX Por MaintainX	Rosmiman Por Rosmiman Software	UpKeep Por UpKeep Technologies
Precio Inicial	45,00 US\$/mes	10,00 US\$/mes	Sin información del proveedor	45,00 US\$/mes
Valoración	General ★★★★☆ (542 opiniones)	General ★★★★☆ (270 opiniones)	General ★★★★☆ (40 opiniones)	General ★★★★☆ (1.231 opiniones)
Ideal Para	Diseñado para facilitar el mantenimiento, los órdenes de trabajo y la gestión de activos. Ya sea un equipo de 5 o 500, administrando 1 o 100 sitios. Fiix es la herramienta que necesitas para hacer avanzar los proyectos en cualquier sector.	Fabricación, industria, gerentes de instalaciones, gobierno, escuelas, hostelería, equipos operativos, gerentes de flotas, restaurantes, almacenes, iglesias, comercio minorista y líderes de seguridad/EHS (salud, seguridad y medio ambiente, por sus siglas en inglés). Empresas de todos los tamaños.	Rosmiman® se adapta de forma nativa a sectores como Industria, Facility Management, Gobierno & Smart Cities, Real Estate, Salud, Infraestructuras, Medioambiente, Tráfico & Transporte, etc. Además, Rosmiman® es altamente parametrizable bajo demanda.	Fabricación, administración de instalaciones, flota, hoteles, petróleo y gas, construcción, municipios, distribución, almacenamiento, restaurantes, servicios públicos, iglesias, educación, procesamiento de alimentos, embalaje.
Funciones	10 / 10	10 / 10	10 / 10	10 / 10

Ilustración 26. Comparación de softwares CMMS en Capterra.

Fuente: (Meira et al., 2020)

La búsqueda de una plataforma permite dirigir eficiente y puntualmente las tareas de mantenimiento preventivo, evitando paros en la producción. En general, los CMMS contribuyen

de manera significativa a garantizar una continuidad en los procesos de producción, además de prolongar la vida útil de los equipos.

Muchos son los beneficios tangibles e intangibles que pueden obtenerse por la implementación de un CMMS como ser reducción de imprevistos, incremento de la vida útil de los equipos, reducción de los niveles de inventario, disminución de accidentes, documentación de la información, entre otros.

Los criterios de selección que se definieron para la plataforma fueron los siguientes:

1. Ordenes de trabajo en donde se detalla el tipo de trabajo que se realizará ya se mantenimiento preventivo, correctivo, capacitación, instalación, ordenes de servicio etc.
2. Orden de procedimiento de mantenimiento preventivo en donde se detalle el trabajo realizado y la fecha del próximo mantenimiento.
3. Orden de procedimiento de mantenimiento correctivo en donde se mencione lo que se realizó y también se identifique la falla del equipo y los repuestos e insumos sustituidos.
4. Informes de mantenimiento correctivo detallando al personal lo que deben de hacer para alargar la vida útil del equipo y la forma en como se debe usar el equipo para evitar una falla en el equipo etc.
5. Procedimientos de seguridad para proteger la confidencialidad de los datos en base a la cartelera de clientes esto para evitar filtración de la información.
6. Inventario en donde se detalle toda la información de cada equipo, el estado en el que se encuentre actualmente y la ubicación del equipo.

La comparación realizada expone a MaintainX como el sistema de gestión más adecuado para la gestión de equipos médicos en MACC Medical, pues es la plataforma que logra cumplir con la mayoría de los requisitos enlistados.

5.2.9 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.

5.2.9.1 Interfaz.

MaintainX cuenta con una interfaz amigable, intuitiva y de fácil aprendizaje. Esta que revela la mayoría de sus funciones en una pantalla inicial. Esto provee un acceso fácil a las herramientas que se requieran. El sistema dispone de distintas categorías que disponen de módulos donde se puede visualizar o ingresar información. No cuenta con ninguna restricción para la cantidad de formatos que se desean crear. Tampoco existe una restricción de campos a establecer para la creación de cada formato. Esto se puede observar en la Ilustración 27.

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.



Ilustración 27. Pantalla Inicial de MaintainX.

Fuente: (MaintainX, 2022)

5.2.9.2 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.

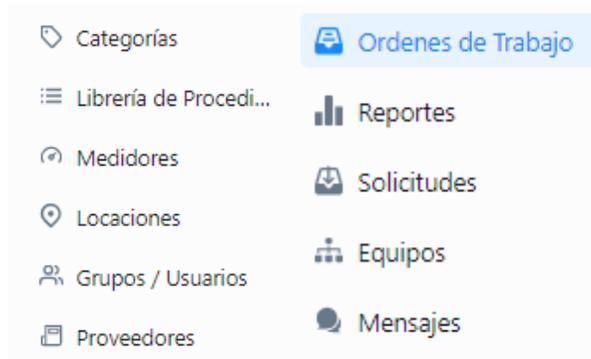


Ilustración 28. Funciones de MaintainX.

Fuente: (MaintainX, 2022)

Cada una de las funciones de la Ilustración 28 se definirán a continuación:

- Ordenes de trabajo: En esta función se crean todos los formatos que se desean implementar dentro de un departamento en base a las necesidades identificadas. Esto puede ser ordenes de trabajo, ordenes de mantenimiento preventivo, ordenes de mantenimiento correctivo, etc.

A screenshot of the 'Nueva Orden de Trabajo' (New Work Order) form interface. The form is titled 'Nueva Orden de Trabajo' and is divided into several sections. The first section is 'Procedimiento', which includes a text input field and a button labeled '+ Añadir Procedimiento'. The second section is 'Asignar a', which includes a search input field with the placeholder text 'Empiece a escribir...'. The third section is 'Fecha de vencimiento y horario', which includes a date input field with the placeholder text 'mm/dd/aaaa' and a calendar icon. Below the date input field, there is a link that says 'Añadir calendario de repetición'.

Ilustración 29. Interfaz de la sección Ordenes de trabajo.

Fuente: (MaintainX, 2022)

Al momento de crear una orden de trabajo se deben de llenar distintos campos para definir cuál es el proceso que se realizará. En el campo titulado procedimiento se puede añadir las plantillas ya diseñadas por el usuario con los distintos campos. Luego de esto, se deben llenar los campos para llevar un registro ordenado de lo que se está llevando a cabo. Esta se puede observar en la Ilustración 29.

Cabe mencionar que un campo de vital importancia que trae esta plataforma es establecer el orden de prioridad de cualquier formato diseñado. Esto con el fin de que el usuario pueda identificar el orden de prioridad de llevar a cabo el trabajo. Esto se puede observar en la Ilustración 30.

The image shows a web form titled "Nueva Orden de Trabajo". It contains several input fields and a priority selection section. The "Fecha de vencimiento y horario" field has a date input with the placeholder "mm/dd/aaaa" and a calendar icon, with a link below it that says "Añadir calendario de repetición". The "Prioridad" section has four buttons: "Ninguna" (highlighted in blue), "Baja", "Media", and "Alta". The "Locación" field is a search-style input with the placeholder "Empiece a escribir..." and a dropdown arrow. The "Equipo" field is a search-style input with a placeholder "Empiece a escribir...".

Ilustración 30. Interfaz de la sección Ordenes de trabajo con sus respectivos campos.

Fuente: (MaintainX, 2022).

- Reportes: En la sección de reportes se puede identificar las estadísticas de acuerdo con el orden de prioridad y al estado actual de la orden. De esta forma, se pueden identificar la cantidad de trabajo realizado y lo falta por efectuar. Asimismo, es de vital importancia porque se identifica cual es el trabajo que más y menos se efectúa y determinar que se debe hacer para mejorar la calidad del trabajo de acuerdo con el proceso a efectuar. El

reporte en esta plataforma permite evaluar el desempeño de la estrategia, también ayuda tomar decisiones tanto al cliente como a la empresa. Esto se puede observar en la Ilustración 31.



Ilustración 31. Sección de reportes en MaintainX

Fuente: (MaintainX, 2022).

- Equipos: En la sección de equipos se puede establecer a través de un inventario, los equipos con los que cuenta, tanto los vendidos y están en garantía, así como otro inventario de los equipos e instrumentos con los que cuenta la empresa. También se puede incluir un inventario de los repuestos de los distintos equipos comercializados por la empresa que presentan desperfectos. Esto quiere decir, se puede realizar un inventario de cada equipo de forma individual de acuerdo con la clasificación definida por el usuario o se puede adjuntar un archivo en Excel con los inventarios realizados fuera de la plataforma. Esto es muy importante porque se tiene un control de lo que actualmente se tiene y lo que ya fue vendido. Esto se puede observar en la Ilustración 32 e Ilustración 33.

Nuevo Equipo

Ingrese el nombre del Equipo

Agregue o arrastre imágenes

Localión

Q General

Descripción

Ilustración 32. Ingreso de nuevo equipo médico en MaintainX.

Fuente: (MaintainX, 2022)

Nuevo Equipo

Serial Number

Empiece a escribir...

Model

Empiece a escribir...

Manufacturer

Empiece a escribir...

Year

Empiece a escribir...

Crear

Ilustración 33. Información que ingresar para inventario de nuevo equipo.

Fuente: (MaintainX, 2022).

- Categorías: La sección de categoría es una casilla que especifica el tipo de trabajo que se realizara en el equipo médico, de igual forma la plataforma permite que se pueda crear un campo personalizado en caso de que lo necesitado no se encuentre en dicho campo. Este campo aparece siempre que se realice una nueva orden de trabajo y el usuario debe seleccionar lo solicitado por el cliente. Esto se observa en la Ilustración 34.

Categorías

 Daño
 Eléctrico
 Inspección
 Mecánico
 Preventivo
 Proyecto
 Refrigeración
 Seguridad
 Procedimiento operativo estándar

Ilustración 34. Distintos campos con los que cuenta la sección Categoría.

Fuente: (MaintainX, 2022).

- Proveedor: En esta sección se coloca todos los proveedores de los equipos que comercializa la empresa actualmente con la información relevante de cada uno de ellos

como números de teléfono, ubicación y archivos adjuntos. Esto se observa en la Ilustración 35.

The screenshot shows the 'Nuevo Proveedor' (New Provider) form in the MaintainX platform. At the top left, the word 'Proveedores' is displayed with a list icon. To the right is a search bar labeled 'Q. Buscar Proveedores' and a blue button labeled '+ Nuevo Proveedor'. The main form area is titled 'Nuevo Proveedor' and contains the following fields: a text input for 'Introduce el nombre de Proveedor', an image upload area with a camera icon and the text 'Agregue o arrastre imágenes', a color selection section titled 'Color del Proveedor' with eight colored circles (blue, green, yellow, red, teal, pink, purple, orange), a description text area with the placeholder 'Agregue una descripción', and a blue 'Crear' button at the bottom right.

Ilustración 35. Casilla de proveedores en la plataforma MaintainX.

Fuente: (MaintainX, 2022).

En conclusión, este CMMS siendo especializado para la gestión de mantenimiento de equipo médico, 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.

Toda la información del CMMS está centralizada sobre la base de datos o inventario de activos del departamento. El inventario o registro de activos es por tanto el punto central sobre toda la creación de la estructura del sistema.

Este CMMS puede ayudar a reducir los costos de mantenimiento y beneficiar al departamento de biomédica con una mejor organización y optimización de los trabajos, lo que redundará en una reducción de costos.

5.2.9.3 Seguridad.

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

5.2.9.4 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. La **Error! Reference source not found.** muestra la disponibilidad de la aplicación en los dispositivos móviles. Cabe mencionar que esta aplicación en los teléfonos tiene la misma interfaz

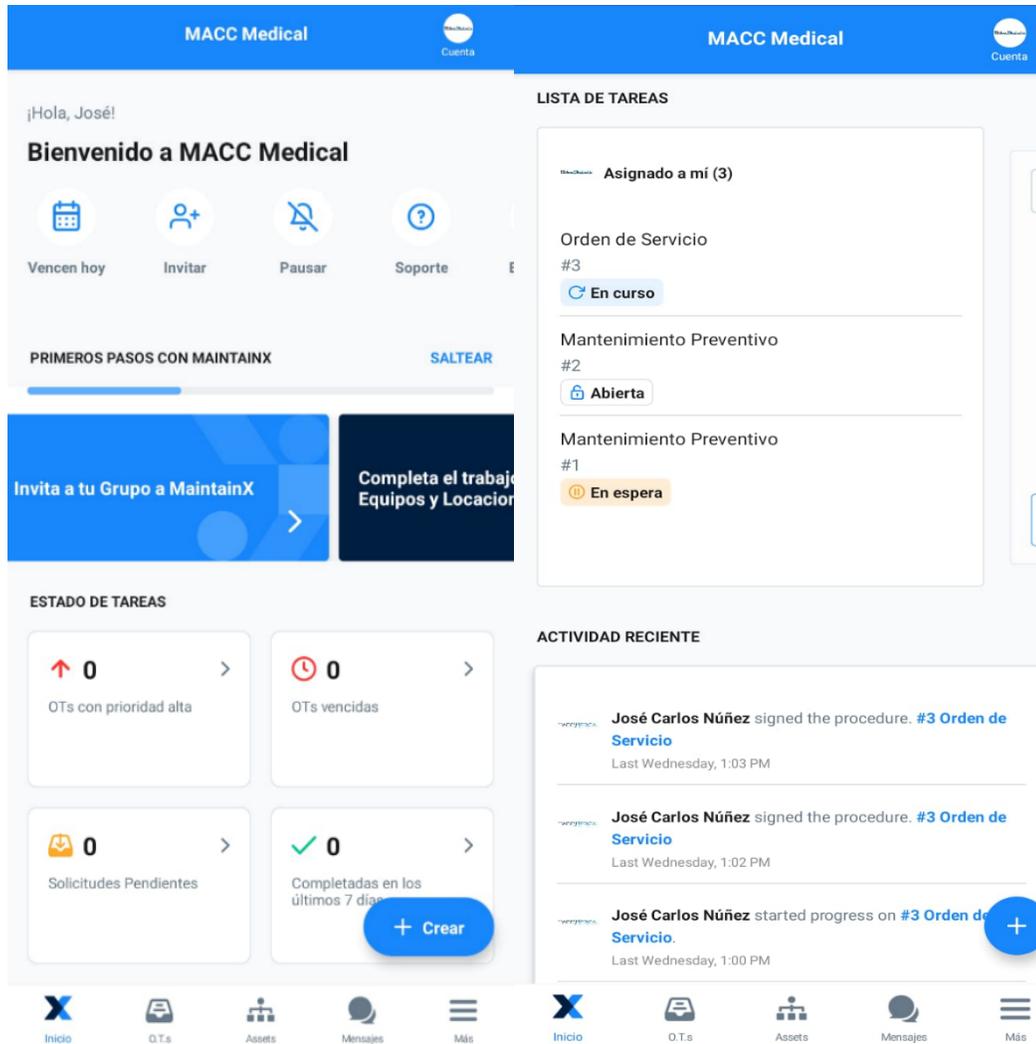


Ilustración 36. Interfaz de la aplicación MaintainX en celular.

Fuente: (MaintainX, 2022).

5.2.9.5 Resultados de la plataforma MaintainX.

Luego de conocer la plataforma tanto en la computadora como en la aplicación del celular se realizaron ejemplos de ordenes de trabajo y servicio enfocadas al mantenimiento correctivo y preventivo para poder mostrarlas al personal de la empresa y darles a conocer las necesidades inmediatas del departamento. La prueba piloto tuvo el propósito de dar a conocer la plataforma y al mismo tiempo que ellos se familiaricen con la misma. Esta se realizó con tres empleados de

la empresa para conocer diferentes puntos de vista y conocer el grado de satisfacción de ellos. Las Ilustración 36 e Ilustración 37 muestran la interfaz de la plataforma en el celular.

The image displays two side-by-side screenshots of the MaintainX mobile application interface for creating a service order. The left screenshot, titled "Section 2/4", shows the "Orden de Servicio." form with the following fields: "Folio *" (23565), "Nombre *" (José Carlos Núñez), "Ubicación" (Tegucigalpa, Honduras), and "Fecha de Solicitud" (09/21/2022). The right screenshot, titled "Section 3/4", shows the "Datos del Equipo" section with fields for "Nombre del equipo" (Monitor de signos vitales), "Marca" (EDAN), "Modelo" (MN50), and "No. de Serie" (M75797). Below this is the "Datos de Servicio Solicitado" section with a radio button for "Mantenimiento Preventivo" (unchecked) and "Mantenimiento Correctivo" (checked). Both screens feature a blue "Siguiete >" button at the bottom.

Ilustración 37. Creación de orden de servicio en Aplicación MaintainX.

Fuente: (MaintainX, 2022).

Ilustración 38. Ejemplo de orden de servicio en MACC Medical.

Fuente: (MaintainX, 2022).

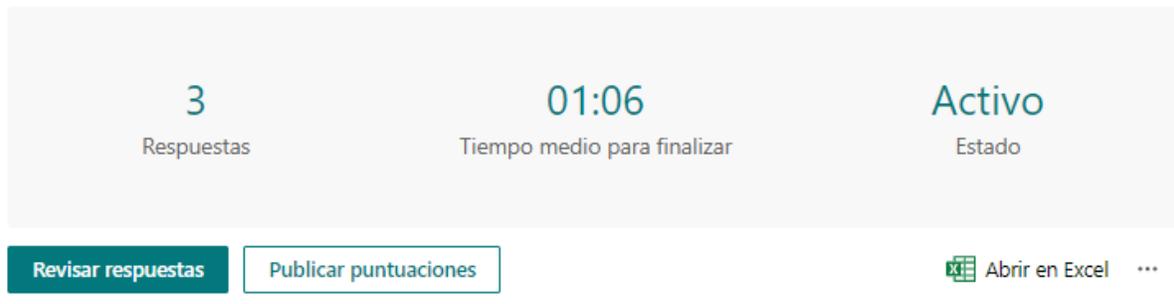
Uno de los propósitos por los cuales se escogió esta plataforma es porque su interfaz es muy amigable y le permite al usuario crear sus propias plantillas de acuerdo con las necesidades definidas por el usuario. En la Ilustración 37 e Ilustración 38 se muestra un ejemplo de la creación de una plantilla de ordenes de servicio para el departamento de biomédica con los campos más importantes que proporcionen la información relevante que se debe llenar.

Es importante recalcar que esta plataforma permite facilidad rápida del ingreso de los datos en cualquier lugar en el que se encuentre el usuario ya que se puede realizar tanto desde una computadora portátil, tableta o celular. Asimismo, la generación de los formatos de las ordenes de trabajo son hechas de forma breve definidas en base a los parámetros definidos por el personal del servicio técnico. Luego de realizar la prueba piloto y mostrar la plataforma al personal y realizar algunos ejemplos, no se vio la necesidad de realizar una capacitación adicional ya que todo lo explicado fue entendido de la mejor forma.

5.2.9.6 Cuestionario de retroalimentación de la prueba piloto.

Al finalizar la prueba piloto se envió un cuestionario de retroalimentación a tres empleados de la empresa MACC Medical. Las preguntas del cuestionario aplicados al personal se encuentran en el Anexo 23. Los resultados del cuestionario se encuentran a continuación:

Cuestionario de Retroalimentación de la plataforma MaintainX.



1. ¿Considera usted que la plataforma MaintainX es útil en el departamento de biomédica? (0 punto)

[Más detalles](#)



Ilustración 39. Gráfico resultante para pregunta #1.

Fuente: Elaboración propia.

2. ¿Considera usted que la plataforma es fácil de usar? (0 punto)

[Más detalles](#)

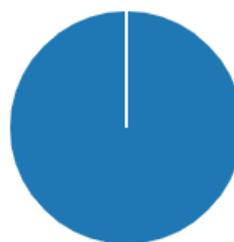


Ilustración 40. Gráfico resultante de la pregunta #2.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la pregunta 1 y 2 se concluye que al personal que se le mostró la plataforma, reconoció que en biomédica se debe utilizar un sistema computarizado, principalmente que sea fácil de usar, amigable y que se implemente de forma rápida ya que es una necesidad primordial que traerá beneficios en los servicios brindados al cliente. Esto equivale a un 100% de satisfacción con la plataforma.

3. ¿Considera usted que necesita capacitación para utilizar esta plataforma? (0 punto)

[Más detalles](#)



Ilustración 41. Gráfico resultante de la pregunta #3.

Fuente: Elaboración propia.

En base a la pregunta 3, dos empleados que equivale a un 67% respondieron que no es necesario una capacitación adicional a la que se les dio al momento de mostrarles la plataforma, pero uno de ellos que equivale al 33% sí ve la necesidad. Se concluye que, es necesario una capacitación

adicional aun cuando parezca que no es útil pero este método de enseñanza es eficaz y mejora el buen desempeño del empleado.

4. ¿Cuales considera usted que son los mayores beneficios de esta herramienta? (0 punto)

[Más detalles](#)

● Facilidad de ingreso de datos	0
● Generación de formatos breves ...	1
● Interfaz amigable	1
● Optimización de procesos	1



Ilustración 42. Gráfico resultante de la pregunta #4.

Fuente: Elaboración personal.

Los beneficios que trae la implementación de una plataforma fueron distintos a criterio personal de cada uno de los colaboradores que se les mostró la plataforma, siendo un 33.3% preferencia en cada una de las opciones mencionadas en el cuestionario. Cabe mencionar que esto es beneficioso porque cada usuario identificó algo que fue atractivo y de gran importancia.

5. ¿Considera usted que es necesaria una plataforma de este tipo en el departamento de biomédica en MACC Medical? (0 punto)

[Más detalles](#)

● Si	3
● No	0

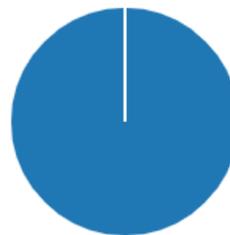


Ilustración 43. Gráfico resultante de la pregunta #5.

Fuente Elaboración propia.

El 100% de los encuestados están de acuerdo que es necesario trabajar con una plataforma que tenga los formatos de trabajo de forma digital y que a través de ello se pueda saber cómo se están realizando los trabajos y las cosas en las que se debe mejorar.

6. ¿Considera usted que el uso de la plataforma le cargará más trabajo? (0 punto)

[Más detalles](#)



Ilustración 44. Gráfico resultante de pregunta #6.

Fuente: Elaboración propia.

Esta pregunta es de vital importancia en implementación de una plataforma porque muchas de las inconformidades que pueden existir en los empleados se da porque puede existir mayor carga de trabajo, sin embargo, en biomédica de MACC Medical proporcionará un buen soporte y será de apoyo en el día a día para llevar a cabo todos los procesos.

7. ¿Que le agregaría usted a la plataforma? (0 punto)

[Más detalles](#)

3
Respuestas

Respuestas más recientes

"Quitarle el pie de pagina donde está el logo del creador"

"Una opcion donde los clientes mismos puedan solicitar un soporte o mante..."

"Por los momentos nada"

Ilustración 45. Pregunta abierta #7.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Resultados para la pregunta #7.

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
"Por los momentos nada"	1	33.3%
"Una opción donde los clientes mismos puedan solicitar un soporte o mantenimiento. También sería bueno poder definir si el soporte que se dio fue presencial o remoto".	1	33.3%
"Quitarle el pie de página donde está el logo del creador".	1	33.3%

Esta pregunta define que es lo que usuario percibió que debe de tener o se le debe agregar, ya que como se mencionó anteriormente, la plataforma cuenta con plantillas que se pueden crear de acuerdo con las necesidades inmediatas de la empresa y en base a ello poder mejorar el servicio con los clientes y de igual forma con los procesos llevados a cabo de forma interna.

8. ¿Qué calificación le daría usted a la plataforma según sus actividades diarias? Siendo 1 el más bajo (0 y 5 el más alto. punto)

[Más detalles](#)

● 1	0
● 2	0
● 3	0
● 4	1
● 5	2



Ilustración 46. Gráfico resultante de la pregunta 8.

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de la población encuestada, siendo el 67%, calificó la plataforma con la calificación más alta en una escala de 1 a 5 reflejando la satisfacción del producto final en el personal médico y un 33% dio una calificación de 4. En base a esto, se concluye que MaintainX es una plataforma que tuvo un impacto positivo en el personal de biomédica de la empresa MACC Medical.

La relevancia que tuvo los resultados de la plataforma fue conocer el grado de satisfacción del personal en cuanto a la implementación de este sistema, asimismo, saber la forma en cómo se podrán optimizar los procesos y se llevarán a cabo de forma organizada. Asimismo, facilita la gestión de equipos y permite enfrentar mejor cualquier problema o fallo en cualquiera de ellos.

VI. CONCLUSIONES.

1. El estado actual de biomédica en MACC Medical se definió a través de visitas en la empresa y los servicios prestados en el campo, entrevistas, diagramas de procesos, inventario, etc., esto con el propósito de conocer la metodología de trabajo en este departamento y las funciones que se realizan. Se concluye que las actividades que se llevan a cabo no se efectúan en base a una planificación, y los formatos y procesos establecidos no se utilizan ni se trabajan de forma ordenada a través del uso de diagramas de procesos. Esto conlleva la no identificación de forma rápida de los problemas y dónde se producen. Por lo tanto, es más difícil saber dónde se crean los cuellos de botella, las responsabilidades de dicha área y los puntos de decisión.
2. La propuesta de distribución de espacio físico se diseñó con el software SketchUp con un área de 7m*5m tomando como referencia el espacio físico actual. Dicha área se definió en base a la cantidad de personal y mobiliario que se emplea en biomédica ya que actualmente no existe un espacio físico idóneo para realizar los procedimientos de mantenimiento, ni los procesos de trabajo que se deben de efectuar en este departamento. Asimismo, para la distribución del espacio físico se tomó en consideración herramientas, insumos y mobiliario a utilizar para efectuar todo el trabajo correctamente.
3. Los procesos de trabajos con los que cuenta la empresa actualmente se documentan como hojas de entrega de mantenimiento explicado de forma general, hoja de entrega de mantenimiento correctivo y hoja de ordenes de entrega como se muestran en el Anexo 19, sin embargo, no se han utilizado correctamente. Por lo tanto, con el apoyo de la plataforma, se han diseñado ordenes de trabajo que suplan las necesidades inmediatas y de igual forma mejorar los formatos en existencia. Se concluye que la implementación de estos formatos proporciona un medio eficiente para solicitar, asignar y dar seguimiento al trabajo realizado por el personal de mantenimiento y también proporcionan un método para transmitir instrucciones escritas sobre cómo se debe hacer el trabajo.
4. La implementación de una plataforma de gestión del mantenimiento de los equipos médicos en MACC Medical es un tema que requiere atención inmediata ya que una de las principales ventajas es que este sistema permite dejar documentada toda la información

del departamento de mantenimiento. Por este motivo, de acuerdo con las necesidades identificadas, la plataforma MaintainX suplirá lo anteriormente expuesto, ya que cuenta con una interfaz amigable, intuitiva y de fácil aprendizaje. Esta plataforma dispone de distintas categorías que disponen de módulos donde se puede visualizar o ingresar información. La implementación de esta plataforma evitará pérdida de información de vital importancia de las ordenes de trabajo ya que toda la información tendrá un respaldo seguro y no existirá ningún inconveniente al haber cambios en el personal de mantenimiento, también en la información sobre los trabajos que se deben realizar, trabajos realizados, fallas, historiales, etc.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Esta propuesta de proyecto pretende servir como una solución inmediata a desafíos administrativas presentadas en la empresa en el mantenimiento de sus equipos médicos. La pronta implementación de este programa brindaría acceso a poder realizar estrategias y tareas de mantenimiento en los equipos.
2. Se recomienda capacitar al personal técnico y de ventas tanto en la parte comercial como en el soporte técnico de forma continua para que se puedan reparar y vender los equipos de manera eficaz.
3. Los inventarios son una parte vital en el éxito de toda empresa, por tal motivo se recomienda dar prioridad a todo tipo de inventario que proporcione la información específico de acuerdo con la categoría que se está realizando.
4. Implementar las ordenes de trabajo en el departamento de biomédica será de gran relevancia ya que no sólo son herramientas sencillas para programar y asignar tareas de trabajo, sino que también ayudan a controlar la variedad de recursos destinados al mantenimiento.
5. Se deberá tomar en cuenta las mejoras planteadas por el personal para un aumento de satisfacción y uso de la plataforma.

VIII. APLICABILIDAD.

Se deben considerar los requerimientos mencionados anteriormente para lograr una correcta implementación de MaintainX en el departamento de biomédica en MACC Medical 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. Este estudio y la propuesta de aplicación de la plataforma MaintainX está destinada al departamento de biomédica teniendo una conexión directa con el departamento de ventas y el departamento de contabilidad.

IX. EVOLUCIÓN DEL TRABAJO ACTUAL.

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, sino que sea netamente con los formatos y registros que el departamento necesite .

La consulta a esta investigación evitará la dependencia de seguir trabajando en papel y también en muchos casos, no llevar un control de todos los trabajos realizados ya que, repercutirá no solamente en el buen desempeño del departamento de biomédica sino en todos los departamentos de la empresa.

El siguiente paso por dar es la aceptación por parte del personal y gerencia de la empresa y consecuentemente, la implementación de la plataforma de gestión de mantenimiento para verificar su adaptabilidad y funcionalidad.

X. BIBLIOGRAFÍA.

- Arias Medina, K. J. (2019). Diseño de un programa de capacitación en el uso seguro de la tecnología biomédica para el personal de salud de la Clínica San Juan de Dios de La Ceja. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/16924>
- Barriere Ávalos, L. R. (2016). Estado de la técnica y prospectiva de la Biomédica en El Salvador y la región centroamericana.
- Bermúdez Carrillo, L. A. (2016). Capacitación: Una herramienta de fortalecimiento de las pymes. *InterSedes*, 16(33), 01-25.
- 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>
- Dongo, V. (2019). Ley N.º 29459 Ley de los productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(4), 517-529.
- es, el E. (2022). Ingeniero biomédico: El perfil profesional que demandan las farmacéuticas. *El Economista*. <https://www.proquest.com/docview/2669376366/citation/182C7C2EAD4848D1PQ/2>
- Ferner, R. E., & Aronson, J. K. (2020). Medical Devices: Classification and Analysis of Faults Leading to Harms. *Drug Safety*, 43(2), 95-102. <https://doi.org/10.1007/s40264-019-00879-2>

- Galván, R., & Rafael, K. (2021). Mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipos biomédicos e industriales de uso hospitalario. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/35577>
- Gismondi Glave, G. (2020). Ingeniería biomédica. *Revista Ciencia y Cultura*, 24, 99-118.
- González-Vargas, A., Collazos, M., García, L. J., Ladino, J. A., Cano, A., & González, S. A. (2016). Análisis del estado actual de la Ingeniería Clínica en las instituciones hospitalarias de Cali. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9(18), Article 18. <https://doi.org/10.24050/19099762.n18.2015.770>
- Hermosilla Aedo, D. C. del P. (2018). Aplicación del problema de asignación en mantenimiento de equipos médicos. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/2843>
- Herrera Rodríguez, R. (2020). El ingeniero biomédico en la comunidad: Una experiencia a través de la cátedra del adulto mayor. En: *Memorias Universidad 2008*. <https://elibro.net/en/ereader/unitechn/81182>
- Lago, A. E. (2016). *INGENIERÍA INDUSTRIAL: Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Alfaomega Grupo Editor.
- Lozano, O. del P. V. (2021). Metodología gerencial para el mantenimiento preventivo de equipos médicos mínimos usados en habilitación de cirugías ambulatorias. *SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión*, 13(1), 80-97. <https://doi.org/10.15332/24631140.6342>
- MaintainX. (2022). <https://www.getmaintainx.com/about/>

- Martínez-Chávez, G. A., & Martínez-Chávez, G. A. (2017). Experiencia en la Elaboración de un Inventario Funcional de Equipo de Imagenología. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 38(2), 507-515. <https://doi.org/10.17488/rmib.38.2.6>
- 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>
- Mendes, G. H. de S., & Toledo, J. C. de. (2018). Explorando prácticas do desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas do setor de equipamentos médico-hospitalares. *Gestão & Produção*, 19, 103-117. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2012000100008>
- Morales Tabares, Z. E., Vázquez Silva, E., & Caballero Mota, Y. (2017). Optimización del stock de piezas de repuesto para equipos médicos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 9(2), 99-114.
- Múnera Hincapie, C. J. (2017). Plan de mercadeo para la distribución de equipos médicos hospitalarios Primus, Skytron y Consolidate por la empresa Ihm Ingeniería. *instname:Universidad Autónoma de Occidente*. <http://hdl.handle.net/10614/9801>
- Muriel Balanta, J. F. (2022). Diseño de un modelo organizacional del Departamento de Gestión de la Tecnología Biomédica en el Hospital Universitario del Valle. <https://hdl.handle.net/10614/13970>

Ortiz-Posadas, M. R., Mora-García, T. R., & Piña-Quintero, M. F. (2018). Un Indicador de Evaluación Técnica para Determinar la Prioridad de Sustitución de Equipo Médico. *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica*, 5(1), 526-529.

Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos* (2a. ed.). Ecoe Ediciones.
<https://elibro.net/es/ereader/unitechn/114350>

Pérez Hernández, Y., Vanega Osorio, R., Montero Sotolongo, F., Isaac, Z. J., Caveda Medina, O., Pérez Hernández, Y., Vanega Osorio, R., Montero Sotolongo, F., Isaac, Z. J., & Caveda Medina, O. (2021). La capacitación del electromédico en gerencia para el mantenimiento a equipos médicos. *Educación Médica Superior*, 35(1).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21412021000100016&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Presterl, E., Diab-El Schahawi, M., Lusignani, L. S., Paula, H., & Reilly, J. S. (2019). Medical Instruments and Devices. En E. Presterl, M. Diab-El Schahawi, & J. S. Reilly (Eds.), *Basic Microbiology and Infection Control for Midwives* (pp. 29-33). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02026-2_4

Temas—OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. (s. f.). Recuperado 27 de agosto de 2022, de <https://www.paho.org/es/topics>

Vista de Prospectiva Escenarios futuribles para empresas importadoras de equipos médicos en el Ecuador. (s. f.). Recuperado 27 de agosto de 2022, de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/ECASinergia/article/view/1340/1732>

World Health Organization. (2016a). Guía de recursos para el proceso de adquisición.

Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44826>

World Health Organization. (2016b). Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico.

Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44817>

World Health Organization. (2016c). Introducción al programa de mantenimiento de equipos

médicos. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44830>

XI. ANEXOS.

Anexo 1. Datos de un inventario.

Elemento	Breve descripción / finalidad	Tipo de inventario
Datos mínimos incluidos en la ficha de inventario		
Número de identificación de inventario	Identificador único para cada equipo	Equipos médicos
Tipo de equipo/artículo	Informa sobre la naturaleza del artículo, utilizando una nomenclatura uniforme y estándar, por ejemplo, el Universal Medical Device Nomenclature System (Sistema universal de nomenclatura de dispositivos médicos, UMDNS) o la Global Medical Device Nomenclature (Nomenclatura mundial de dispositivos médicos, GMDN)	Todos
Breve descripción del equipo/artículo	Describe el artículo y su función o finalidad	Todos
Fabricante	Identifica la empresa que fabrica el artículo, indicando su nombre, dirección y datos de contacto.	Todos
Modelo / número de catálogo	Identificador único de la línea de productos (asignado por el fabricante)	Todos
Número de serie	Identificador único del artículo (asignado por el fabricante).	Todos
Ubicación física en el centro de atención sanitaria	Incluye el número de habitación, o área; permite localizar el equipo o médico cuando deba someterse a mantenimiento preventivo; puede incluir información sobre el lugar de almacenamiento del material fungible y las refacciones.	Todos
Estado / estatus operativo	Indica si el equipo está "en servicio" o "fuera de servicio", y en el segundo caso indica el motivo: por ejemplo, pendiente de calibración o de mantenimiento preventivo, en reparación, en espera de refacciones o dañado sin posibilidad de reparación.	Todos

Alimentación eléctrica	Indica la alimentación eléctrica necesaria para el equipo, por ejemplo, de 110 V, 220 V, 380 V o trifásica; puede ser útil para señalar los equipos que necesiten transformadores u otras medidas especiales.	Todos
Requisitos de funcionamiento y mantenimiento	Describe cualquier requisito especial necesario para el funcionamiento o el mantenimiento del equipo.	Todos
Fecha inicial de registro en el inventario y de actualización	Fecha en la que se registró el equipo en el inventario y fecha de la actualización más reciente de la información.	Todos
Proveedor del servicio de mantenimiento	Proporciona información sobre el proveedor incluyendo el nombre, contacto y, en caso de contar con una empresa o taller externo para el mantenimiento del equipo, incluir detalles del contrato (incluyendo vigencia de la garantía); información que indique fecha en que se realizó el mantenimiento.	Todos
Proveedor de compra	Se usa como contacto para compras, pedidos de reposición, sustituciones en garantía, etc.	Todos

Fuente: (World Health Organization, 2016b)

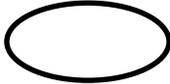
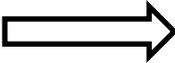
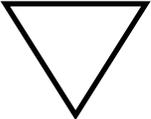
Anexo 2. Categoría de dispositivo médico y equipo requerido.

Categoría de dispositivo médico	Equipo Requerido
Unidades de electrocirugía	Analizador de radiofrecuencia electroquirúrgica
Desfibriladores	Analizador de desfibrilador
Todos los equipos eléctricos	Analizador de seguridad eléctrica
Equipos de anestesia, ventiladores	Pulmón de prueba
Equipo cardiopulmonar, equipos de diálisis	Medidor del flujo de líquido
Equipos de anestesia, ventiladores, insufladores de CO ₂ , reguladores de succión, rayos láser.	Medidor del flujo de gases
Monitor fisiológico, bombas de balón intraaórticas, desfibriladores, encefalógrafo, electrocardiógrafo.	Simuladores fisiológicos.
Monitor de UCI, electrocardiógrafos.	Simuladores de arritmia.
Bomba IV, bomba de irrigación quirúrgica.	Cilindro graduado.
Equipos de radiografía y fluoroscopia.	Cámara ionizante/analizador de radiación/medidor de kVp
Rayos láser oftálmicos y quirúrgicos.	Medidor de potencia del láser/placas de imagen termo sensibles para láser.
La mayoría de los equipos eléctricos	Multímetro/osciloscopio/generador de función.
Mamógrafos, ultrasonido, Tomógrafo, Resonancia Magnética.	Fantasma
Mezcladores aire-O ₂ , sistemas de gases medicinales.	Analizador de oxígeno
Marcapasos	Analizador de marcapasos.
Básculas, unidades de tracción	Báscula, dinamómetro, báscula con plataforma, balancín, pesos.
Ventiladores, equipo cardiopulmonar, equipo de anestesia	Probador neumático, medidor de flujo neumático.

Sistemas de gases medicinales, insufladores, láser, equipos de hemodiálisis, reguladores de succión.	Medidor de presión.
Incubadoras, calentadores radiantes para neonatos, hornos del laboratorio.	Sonda de temperatura/termómetro
Bombas de infusión, unidades de tracción.	Cronómetro/temporizador.
Centrífugas	Fototacómetro o tacómetro de contacto
Bocas de tomacorriente	Probador de receptáculo
Sistemas de suministro de energía aislados	Probador de aislamiento eléctrico
Monitores de presión arterial no invasivos	Simulador de presión arterial no invasivo
Equipo de diálisis	Medidor de ph/conductímetro.

Fuente: (World Health Organization, 2016c)

Anexo 3. Simbología utilizada en diagrama de procesos.

Simbología	Significado
	Operación: Este símbolo ocurre cuando se cambian intencionalmente las características físicas o químicas de elementos como ser cuando se prepara para otra actividad posterior.
	Inspección: Esta toma acción cuando un elemento es examinado con el propósito de verificar su conformidad de acuerdo con estándares de calidad previamente establecidos.
	Transporte: Sucede cuando un elemento u objeto es trasladado de una ubicación a otra, excepto cuando dicho traslado es parte de una operación realizada por el operario.
	Almacenaje: Simboliza cuando un objeto se guarda contra un traslado no autorizado. Es decir, el elemento solo puede ser trasladado con una orden.
	Demora: Este simboliza cuando un elemento combina características físicas o químicas con otro elemento de forma intencional, sin embargo, las condiciones no permiten la posterior etapa del proceso.
	Actividad combinada: Esta se utiliza cuando dos actividades se realizan a la vez.
	Terminal: Indica el inicio y final de un proceso.
	Operación: Sucede cuando se transforma la información recibida o crea una nueva.
	Decisión o alternativa: Representa el momento en que el proceso puede tomar varios caminos alternativos.
	Documento: Representa la generación de un documento en la etapa del proceso.

Fuente: (Palacios, 2016).

Anexo 4. Entrevistas realizadas al Personal.

Entrevista #1

1. ¿Cuál es el proceso de la adquisición de equipos en la empresa hasta llegar al cliente?
 - I. Se envían los requisitos o requerimientos que el cliente solicita al ingeniero biomédico de la empresa.
 - II. Si el equipo se encuentra en bodega se realiza una demostración de este al cliente. Si el cliente se encuentra en Tegucigalpa se planifica una visita y si esta fuera de la capital se realiza mediante una reunión virtual.
 - III. Si el equipo no se encuentra en bodega, el ingeniero biomédico debe comunicarse con el proveedor de la marca y solicita un pedido en el cual el asesor comercial le envía una factura proforma con los costos totales del equipo.
 - IV. El equipo llega a aduana en el tiempo establecida por la marca y pasa por los procesos burocráticos establecidos por el país.
 - V. Al llegar a la empresa, la secretaria ingresa el equipo al sistema.
 - VI. El ingeniero o asesor de ventas encargado del equipo lo recibe y en algunos casos el equipo se abre, se revisa, se realizan pruebas y se idéntica que el equipo esté en óptimas condiciones de entrega. En otros casos solamente se recibe y se entrega al comprador sin análisis previo.
 - VII. Se realiza una orden de entrega del equipo para el cliente.
 - VIII. Se entrega el equipo, se instala y se dá la capacitación. (La parte de capacitación a veces se omite dependiendo del asesor comercial y el ingeniero encargado de la instalación).
2. Una vez el equipo instalado ¿Qué procesos de seguimiento realiza el departamento de biomédica?
 - I. Llamadas de vez en cuando al cliente.
 - II. En general, cuando el equipo se encuentra en garantía y falla, se localiza a la empresa, el encargado de la instalación del equipo determina la magnitud de la falla del equipo en base a lo que ha sido mencionado por el cliente y se determina una visita en base a la falla del equipo. Todo este proceso se lleva a cabo a través de mantenimientos correctivos, no hay una planificación de mantenimientos preventivos de la mayoría de

los equipos en base a los requerimientos establecidos por fabrica y determinados por la empresa.

- III. Cuando los equipos vendidos no cuentan con garantía, generalmente no se brinda un acompañamiento o seguimiento establecido en base a una planificación definida por fabrica para poder brindar un soporte técnico de calidad.
- IV. Si se realizan mantenimientos preventivos de los equipos distribuidos por las empresas no se cuenta con procesos estandarizados de parte de los encargados para la realización de estos.
- V. Los mantenimientos preventivos fuera de la ciudad capital a los clientes a veces son planificados, sin embargo, la mayoría del tiempo se realizan si se encuentran cerca del lugar donde se está llevando a cabo un mantenimiento correctivo.

Entrevista #2.

1. ¿Con qué analizadores cuenta la empresa?

- ✓ Analizador de Monitor de signos vitales.
- ✓ Analizadores de red de tierra.
- ✓ Analizador de radiación dispersa.
- ✓ Osciloscopios.
- ✓ Prueba de descarga de Rayos X.
- ✓ Calibradores para MAPA.
- ✓ Analizadores de redes de datos.

2. ¿Con qué frecuencia se capacita el personal de biomédica de la empresa?

- I. Generalmente se dan cuando entra un nuevo equipo, ya que el proveedor da una capacitación o inducción previa y a su vez, envía manuales, diagramas de conexión, videos etc.
- II. En el caso de los equipos de radiología, el ingeniero encargado determina un cronograma y un estudio físico para la instalación del equipo.

- III. Cuando hay algún inconveniente con la instalación de algún equipo se cuenta con un chat privado con el proveedor de la marca para asesoramiento y solución de problemas de forma inmediata.
- IV. Las capacitaciones a veces son de forma presencial en donde el personal tiene que viajar al extranjero y también se realizan de forma virtual. Cuando la capacitación es de forma presencial asiste una persona, máximos dos para optimizar costos en la empresa y en caso de que sea de forma virtual generalmente asisten las mismas personas.
- V. Existe falta de interés en participar de las capacitaciones en vivo ya sea de forma presencial o virtual porque en su mayoría son en inglés o en otro idioma y los empleados en su mayoría carece de un segundo idioma.
- VI. Las capacitaciones de forma presencial generalmente están enfocadas a la parte técnica y las capacitaciones virtuales tienen un enfoque orientado al área comercial.

3. ¿Qué protocolos realiza biomédica para capacitación del personal de ventas?

- I. Generalmente se brinda una inducción básica de lo que se debe de comunicar al cliente sobre el equipo, pero no existe una planificación de capacitación.
- II. Se estableció una política en donde todos los sábados el personal de ventas asista a la empresa para conocer cada equipo comercializado y pueda utilizarlo en caso de que surjan preguntas de parte del cliente, sin embargo, actualmente no se ha cumplido.
- III. Cuando el personal de ventas no se siente preparado o no ha sido capacitado con respecto al equipo se realiza la visita con uno de los ingenieros de la empresa.

4. ¿Qué protocolos sigue biomédica cuando no cuenta con analizadores o equipos de calibración de las marcas distribuidas por la empresa para el mantenimiento de equipos?

La empresa cobra un costo adicional por la calibración del equipo cuando no cuenta con el equipo y se hace un convenio con fabrica para brindar ese servicio si el cliente lo solicita. Este proceso se realiza entre la empresa y el proveedor. El adquirir analizadores o calibradores

provoca una inversión elevada hacia la empresa y no genera ingresos si es bajo el mercado de los equipos a comercializar en el país.

5. ¿Cómo realiza los protocolos de mantenimiento biomédica dentro de la empresa?

En los equipos de imágenes se tiene establecidos realizar tres veces por año los mantenimientos preventivos donde se hace una limpieza general, lubricación e inspección del equipo, sin embargo, a veces no se cumple este protocolo.

Para los mantenimientos correctivos la visita se realiza dependiendo de la magnitud de la falla con la que cuenta el equipo.

En caso de los otros equipos comercializados por la empresa no se tiene establecido una planificación de mantenimiento preventivo de manera formal con el cliente, y el mantenimiento correctivo se maneja de igual forma que la establecida con los equipos de imágenes. A su vez, no se cuenta con protocolos de mantenimiento de forma estandarizada dentro de la empresa.

6. ¿Existen protocolos de ordenes de trabajo, de servicio, de mantenimiento preventivo y correctivo con el cliente?

No existe, sin embargo, algunas veces cuando el cliente lo solicita se le proporciona un informe o una hoja en donde se explica lo que se realizó como respaldo.

Entrevista #3.

1. ¿Cuáles son las funciones que cumple biomédica actualmente dentro de la empresa?

- I. Búsqueda de equipos solicitados por el cliente tomando en cuenta las siguientes consideraciones:
 - ✓ Marca de calidad.
 - ✓ Buen soporte técnico postventa.
 - ✓ Precio competitivo en el mercado.
- II. Hacer pedidos del equipo en base a lo que el cliente necesite o en base a la tendencia que tiene el mercado.
- III. Realizar los registros sanitarios para el ingreso de equipo en aduana.

- IV. Instalación, capacitación y entrega del equipo.
2. ¿Cuáles son los lineamientos mínimos que establecen las marcas para la comercialización de equipos en MACC Medical?
- I. Ser una empresa solvente financieramente donde el fabricante solicita estados financieros y venta de equipos de otras marcas.
 - II. Mantener una cuota mínima anual de ventas en el cual el proveedor exige resultados de forma trimestral.
 - III. La empresa debe dar retroalimentación de forma continua a los fabricantes de los proyectos establecidos por la misma.
 - IV. Contar con soporte técnico calificado. Esto conlleva:
 - ✓ Capacitación continua al personal técnico con respecto a la especialidad de los equipos promovidos por la marca.
 - ✓ Tener conocimiento y experiencia mínima en el rubro que se comercializará.
 - ✓ De las marcas que actualmente comercializa la empresa, no es indispensable tener una cantidad establecida de ingenieros biomédicos o técnicos dentro del departamento de biomédica, sin embargo, debe existir al menos una persona capacitada con conocimiento y experiencia en el área.
 - V. El fabricante se compromete a cumplir con lo siguiente:
 - ✓ Brindar toda la documentación para trabajar legalmente dentro del país.
 - ✓ Proporcionar capacitación técnica y comercial.
 - ✓ Precio de equipos.
 - ✓ Precios de repuestos e insumos.
 - ✓ Materiales de marketing para proporcionar la marca en el país.
 - ✓ Información de la competencia.
 - ✓ Viajes y visitas locales hacia la empresa para hacer acompañamientos y conocer la cartelera de clientes y ayudar al soporte técnico.

Entrevista #4.

1. ¿Cómo realizan el trabajo los encargados de venta?

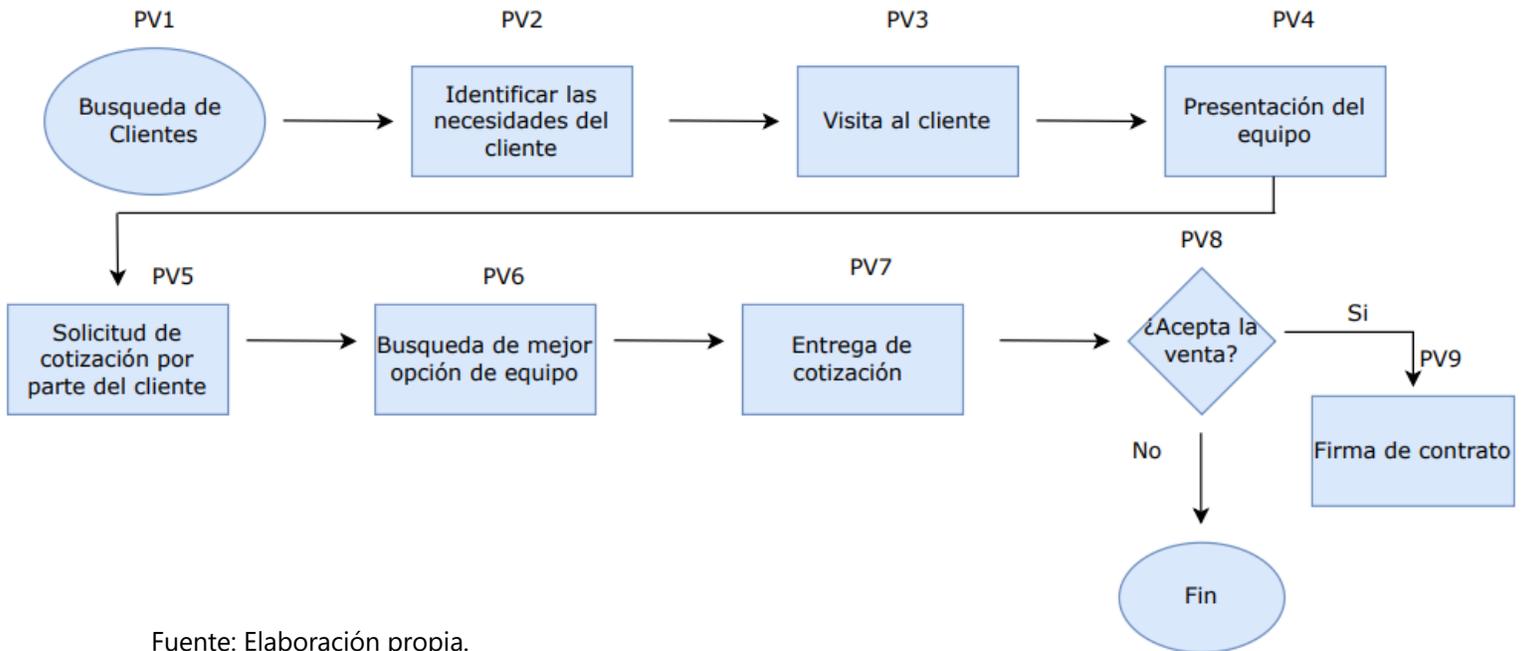
Se encuentran sectorizados, algunos trabajan en el distrito central con clínicas y centros de salud, otros con hospitales públicos y privados. Fuera de la ciudad están dividido por regiones, uno de los vendedores está en la región centro-sur, otro vendedor visita la zona norte y otra persona visita la zona oriente y Olancho, sin embargo, la mayoría del tiempo todos están en el distrito central.

Los vendedores venden todas las marcas, no están seccionados por marcas solo por regiones.

2. ¿Cómo funciona el concurso para participar en una licitación?

- I. Se debe estar ingresando a la página del gobierno ya que ahí se debe de ver cuando se van aperturar los nuevos procesos y descargar los nuevos pliegos en donde ahí aparecen todos los requerimientos de lo que el estado desea.
- II. Se debe de enviar toda la documentación solicitada de la empresa al estado.
- III. Se envía toda la información de lo solicitado en un sobre cerrado y están todas las empresas que están participando.
- IV. A veces esa participación se realiza de forma publica en el cual todas las empresas participantes pueden ver las propuestas y en otras ocasiones se realiza de forma privada.
- V. La administración del hospital decide el ganador.

Anexo 5. Diagrama actual de proceso de ventas en MACC Medical.



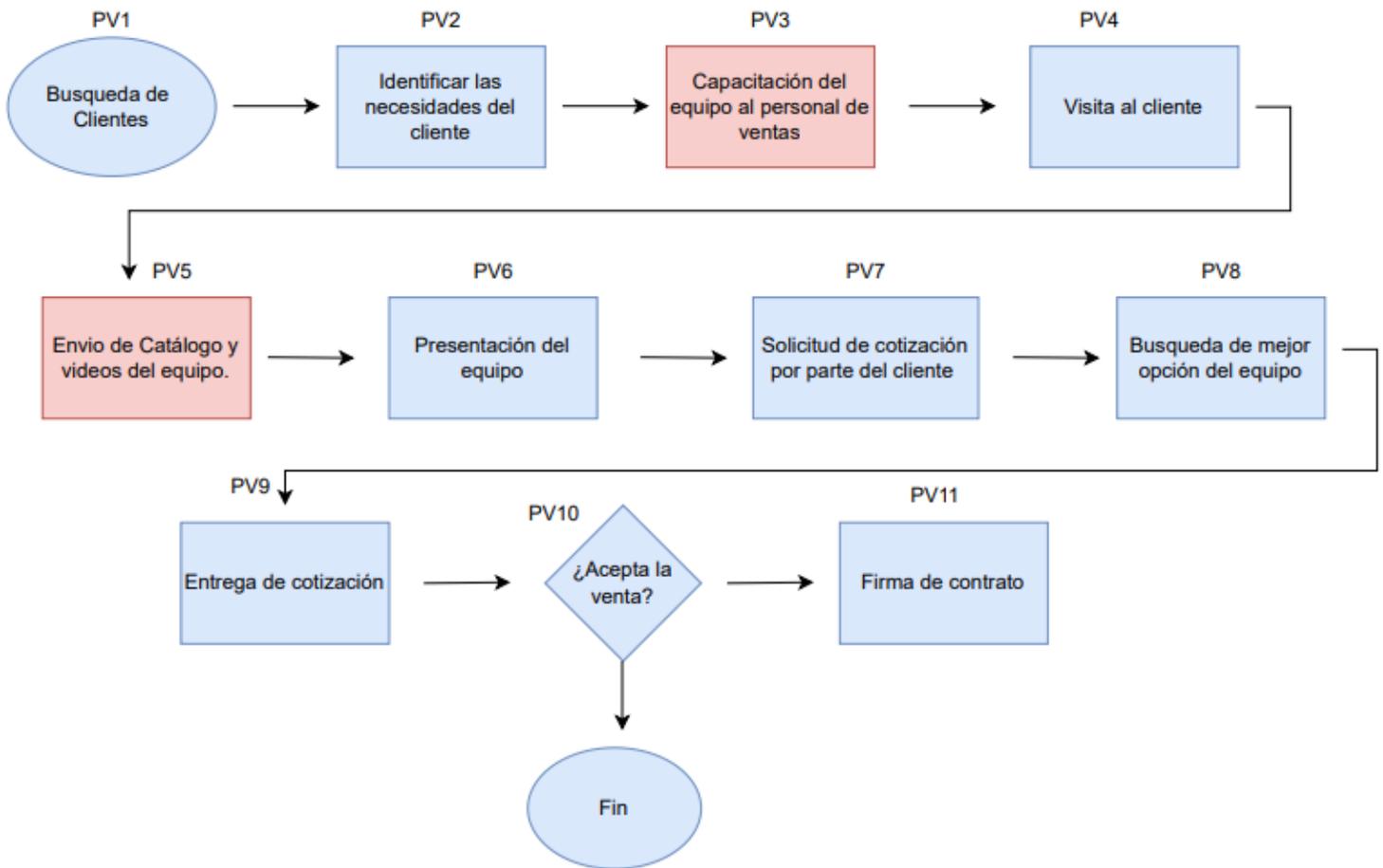
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Clasificación de proceso de venta según codificación.

Código	Descripción	Responsable
PV1	El personal de ventas realiza una búsqueda de clientes potenciales de las distintas especialidades de acuerdo con la región dada por el encargado para ofrecer el servicio de los equipos comercializados por la empresa.	Ventas
PV2	Una vez seleccionados los clientes potenciales se realiza una lista de los equipos que se les puede ofrecer que sean de interés para ellos.	Ventas/biomédica.
PV3	Se contacta con el cliente potencial a través de correo electrónico o llamada para establecer una fecha de visita.	Ventas
PV4	En muchas ocasiones, cuando se realiza la visita se lleva el equipo para realizar la demostración, si el equipo no se encuentra en bodega solamente se le presentan las especificaciones técnicas del equipo y demás dudas que presente el cliente.	Ventas/biomédica.
PV5	Una vez presentado el equipo se envía una cotización del costo total y tiempo de entrega.	Ventas
PV6	Si el cliente no se encuentra satisfecho con la propuesta del equipo presentado, se realiza una búsqueda de otro equipo que esté acorde a lo pedido.	Ventas
PV7	Se entrega una cotización de todas las opciones pedidas por el cliente para que él pueda definir cuál es la de mayor conveniencia,	Ventas
PV8	La parte más compleja del proceso de ventas es la aceptación del equipo para poder firmar el contrato.	Ventas
PV9	El protocolo final del proceso de venta es firmar el contrato con las especificaciones y garantía del equipo.	Ventas

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Propuesta de proceso de ventas en MACC Medical.



Fuente: Elaboración propia.

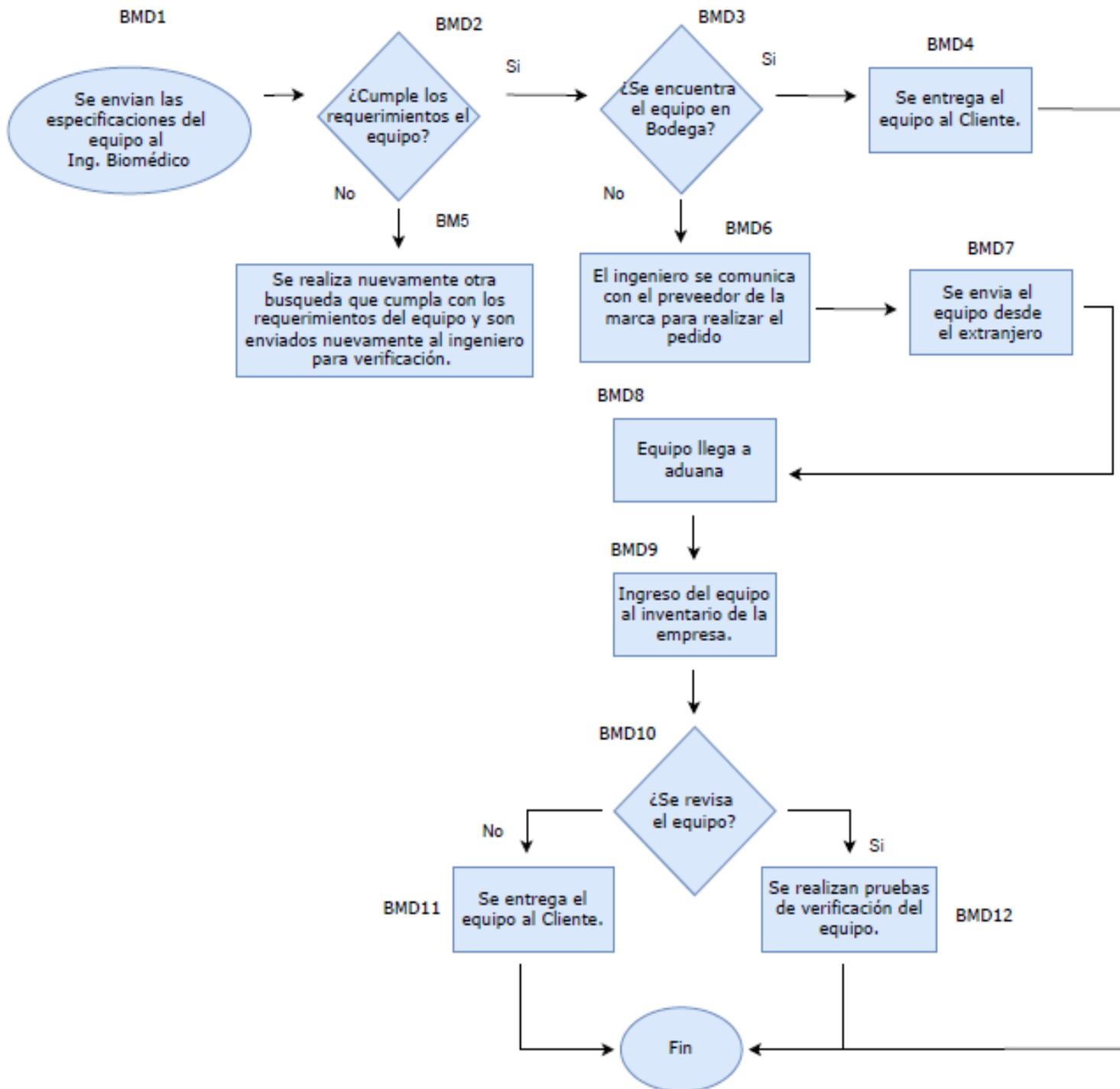
Observación: En la propuesta de procesos, algunos pasos de los diagramas se encuentran identificados en color rojo ya que esto muestra el cambio que se propone realizar para mejorar la forma del trabajo en las distintas áreas que se encuentra involucrada biomédica.

Anexo 8. Propuesta de clasificación de proceso de venta según codificación.

Código	Descripción	Responsable
PV1	El personal de ventas realiza una búsqueda de clientes potenciales de las distintas especialidades de acuerdo con la región dada por el encargado para ofrecer el servicio de los equipos comercializados por la empresa.	Ventas
PV2	Una vez seleccionados los clientes potenciales se realiza una lista de los equipos que se les puede ofrecer que sean de interés para ellos.	Ventas/biomédica.
PV4	Se contacta con el cliente potencial a través de correo electrónico o llamada para establecer una fecha de visita.	Ventas/biomédica.
PV6	En muchas ocasiones, cuando se realiza la visita se lleva el equipo para realizar la demostración, si el equipo no se encuentra en bodega solamente se le presentan las especificaciones técnicas del equipo y demás dudas que presente el cliente.	Ventas
PV7	Una vez presentado el equipo se envía una cotización del costo total y tiempo de entrega.	Ventas
PV8	Si el cliente no se encuentra satisfecho con la propuesta del equipo presentado, se realiza una búsqueda de otro equipo que esté acorde a lo pedido.	Ventas
PV9	Se entrega una cotización de todas las opciones pedidas por el cliente para que él pueda definir cuál es la de mayor conveniencia,	Ventas
PV10	La parte más compleja del proceso de ventas es la aceptación del equipo para poder firmar el contrato	Ventas
PV11	El protocolo final del proceso de venta es firmar el contrato con las especificaciones y garantía del equipo.	Ventas
PV3	Se debe capacitar al personal que realizará la demostración del equipo nuevo y luego practicar las posibles preguntas que puedan surgirle al cliente.	Ventas
PV5	Se debe enviar un catálogo del equipo con las especificaciones, costos y la información solicitada por el cliente antes de la visita, esto con el propósito de asegurar que el equipo a presentar cumpla con lo pedido.	Ventas

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Diagrama actual del proceso de biomédica en la adquisición de equipos en MACC Medical.



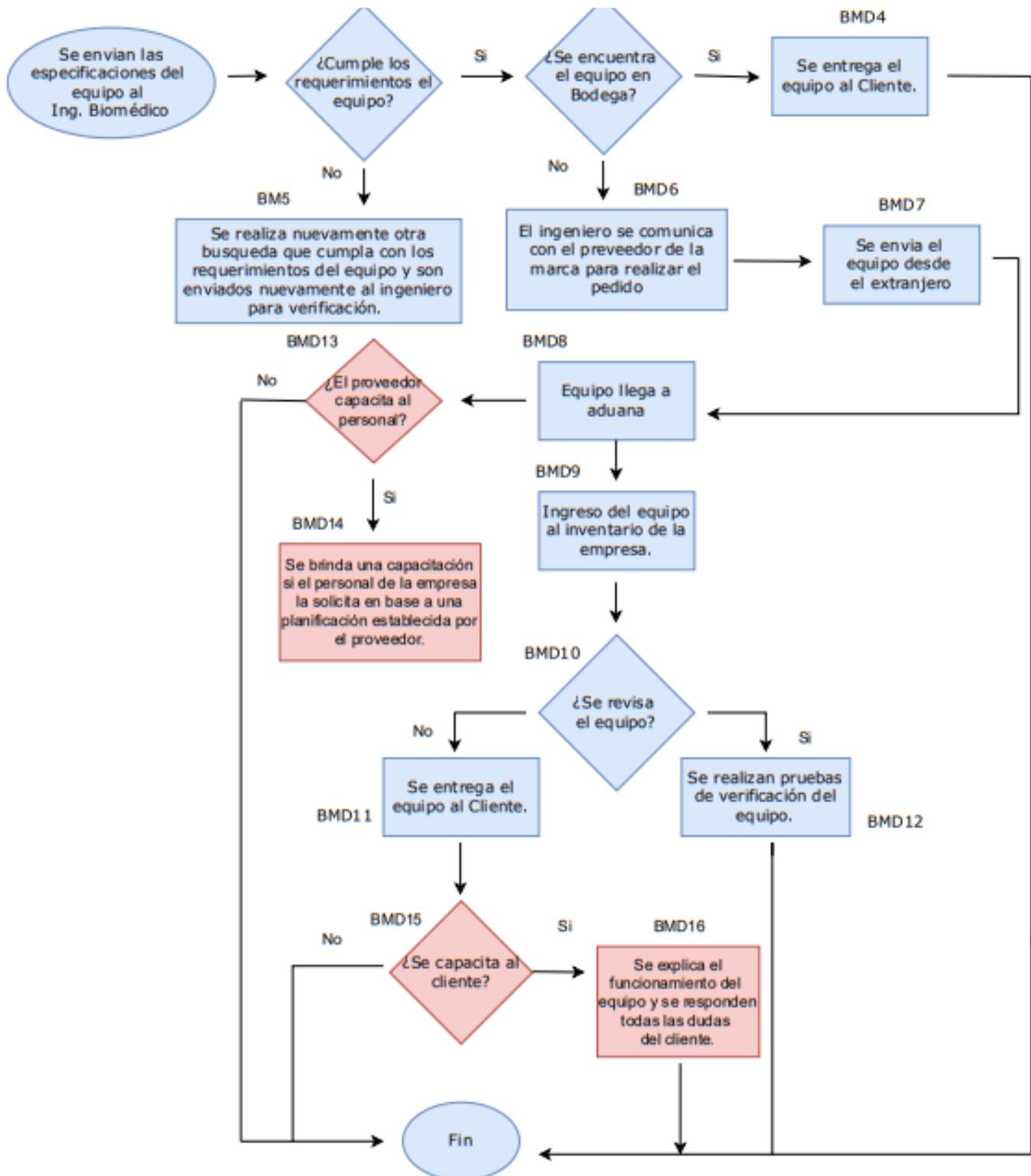
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10. Clasificación de proceso de biomédica según codificación.

Código	Descripción	Responsable
BMD1	El personal de ventas realiza una búsqueda de las especificaciones del equipo solicitadas por el cliente y son enviadas al ingeniero biomédico para la aprobación de él.	Ventas
BMD2	Una vez buscadas las especificaciones se debe de comprobar si lo solicitado cumple con los requerimientos y este proceso es verificado por el ingeniero biomédico.	Biomédica
BMD3	Si el cliente decide comprar el equipo y cumple los requerimientos establecidos por este se busca en la bodega para su respectiva entrega.	Administración
BMD4	Se entrega el equipo al cliente y se instala	Ventas/biomédica
BMD5	Si el equipo no cumple los requerimientos solicitados por el cliente con respecto al código BMD3 se realiza nuevamente la búsqueda de un equipo que cumpla con tales requerimientos.	Ventas/biomédica
BMD6	Si el equipo no se encuentra en bodega, el ingeniero se encarga de comunicarse con el proveedor para solicitar el equipo.	Biomédica
BMD7	Se envía el equipo y se determina el tiempo de entrega hasta Honduras para comunicarle al cliente al respecto.	Administración
BMD8	El equipo llega a aduana y es comunicado hacia la administración de la empresa a través de correo electrónico o llamada.	Administración
BMD9	Una vez que el equipo llega a la empresa es ingresado al inventario de la empresa y colocado en su bodega respectiva.	Ventas
BMD10	En algunos casos se revisa el equipo y se verifica que todo está funcionando de la mejor forma.	Biomédica.
BMD11	Se entrega el equipo al cliente una vez establecido una fecha de entrega.	Biomédica/Ventas
BMD12	Cuando se revisa el equipo se realizan pruebas de verificación para identificar que se encuentra en buen funcionamiento.	Biomédica.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11. Propuesta del proceso de biomédica según clasificación.



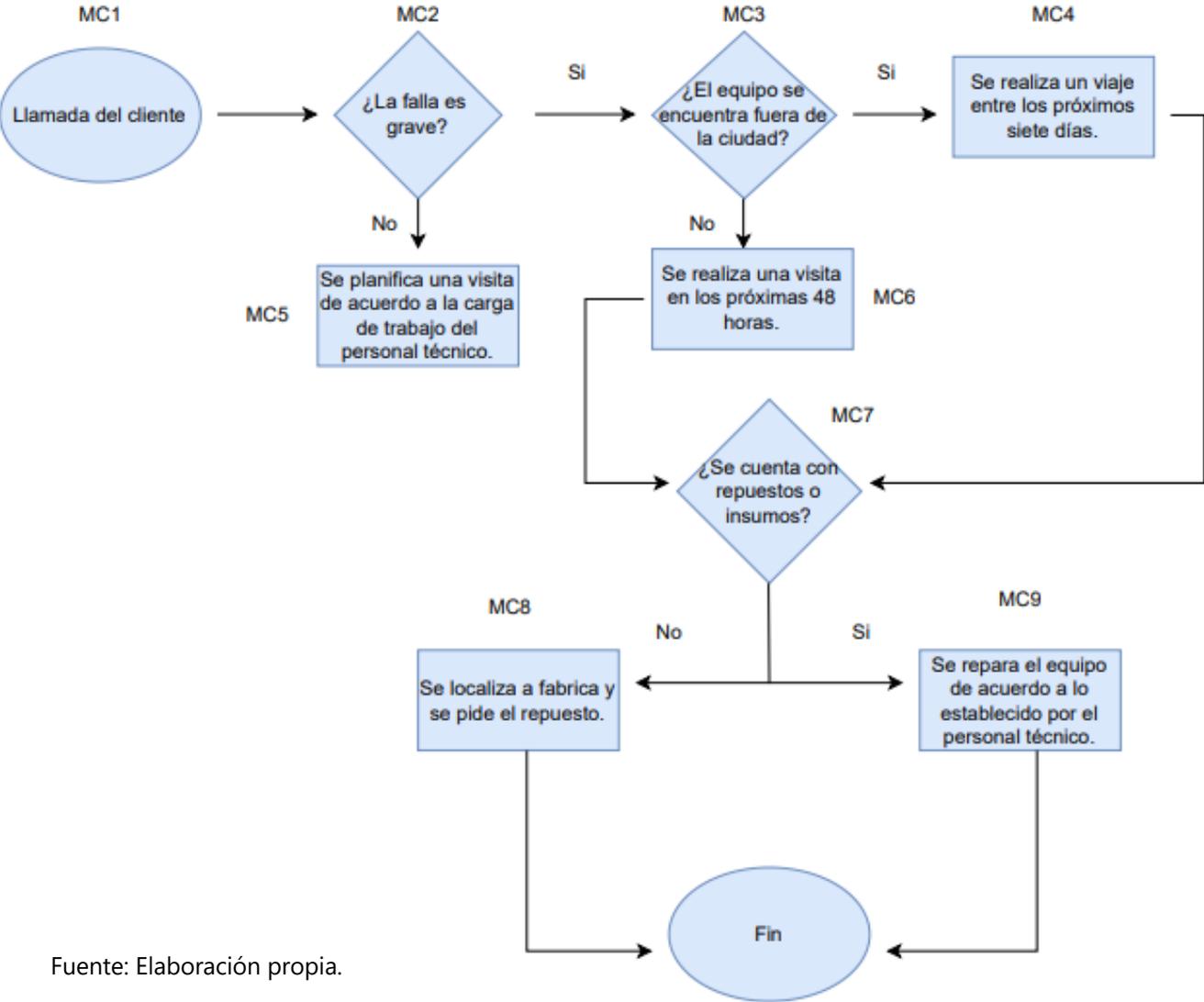
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12. Propuesta de clasificación de proceso de biomédica según clasificación.

Código	Descripción	Responsable
BMD1	El personal de ventas realiza una búsqueda de las especificaciones del equipo solicitadas por el cliente y son enviadas al ingeniero biomédico para la aprobación de él.	Ventas
BMD2	Una vez buscadas las especificaciones se debe de comprobar si lo solicitado cumple con los requerimientos y este proceso es verificado por el ingeniero biomédico.	Biomédica
BMD3	Si el cliente decide comprar el equipo y cumple los requerimientos establecidos por este se busca en la bodega para su respectiva entrega.	Administración
BMD4	Se entrega el equipo al cliente y se instala	Ventas/biomédica
BMD5	Si el equipo no cumple los requerimientos solicitados por el cliente con respecto al código BMD3 se realiza nuevamente la búsqueda de un equipo que cumpla con tales requerimientos.	Ventas/biomédica
BMD6	Si el equipo no se encuentra en bodega, el ingeniero se encarga de comunicarse con el proveedor para solicitar el equipo.	Biomédica
BMD7	Se envía el equipo y se determina el tiempo de entrega hasta Honduras para comunicarle al cliente al respecto.	Administración
BMD8	El equipo llega a aduana y es comunicado hacia la administración de la empresa a través de correo electrónico o llamada.	Administración
BMD9	Una vez que el equipo llega a la empresa es ingresado al inventario de la empresa y colocado en su bodega respectiva.	Ventas
BMD10	En algunos casos se revisa el equipo y se verifica que todo está funcionando de la mejor forma.	Biomédica.
BMD11	Se entrega el equipo al cliente una vez establecido una fecha de entrega.	Biomédica/Ventas
BMD12	Cuando se revisa el equipo se realizan pruebas de verificación para identificar que se encuentra en buen funcionamiento.	Biomédica.
BMD13	Uno de los puntos que más se mencionará en estos mapas es la capacitación, esto no debe ser opcional, debe realizarse siempre tanto de parte del proveedor como hacia el cliente.	Biomédica.
BMD14	Al recibir la capacitación se debe de realizar prácticas del equipo con el personal de ventas y de biomédica para verificar que todo lo enseñado está claro.	Biomédica.
BMD15	La capacitación interna dentro de la empresa es de vital importancia que se realice de forma continua, esto con el propósito de actualizarse cada vez que se recibe equipo nuevo y de igual forma verificar que el personal entiende el funcionamiento del equipo.	Biomédica.
BMD16	Se realiza una verificación con el cliente con respecto al funcionamiento del equipo.	Biomédica.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13. Diagrama actual de proceso de mantenimiento correctivo en MACC Medical.



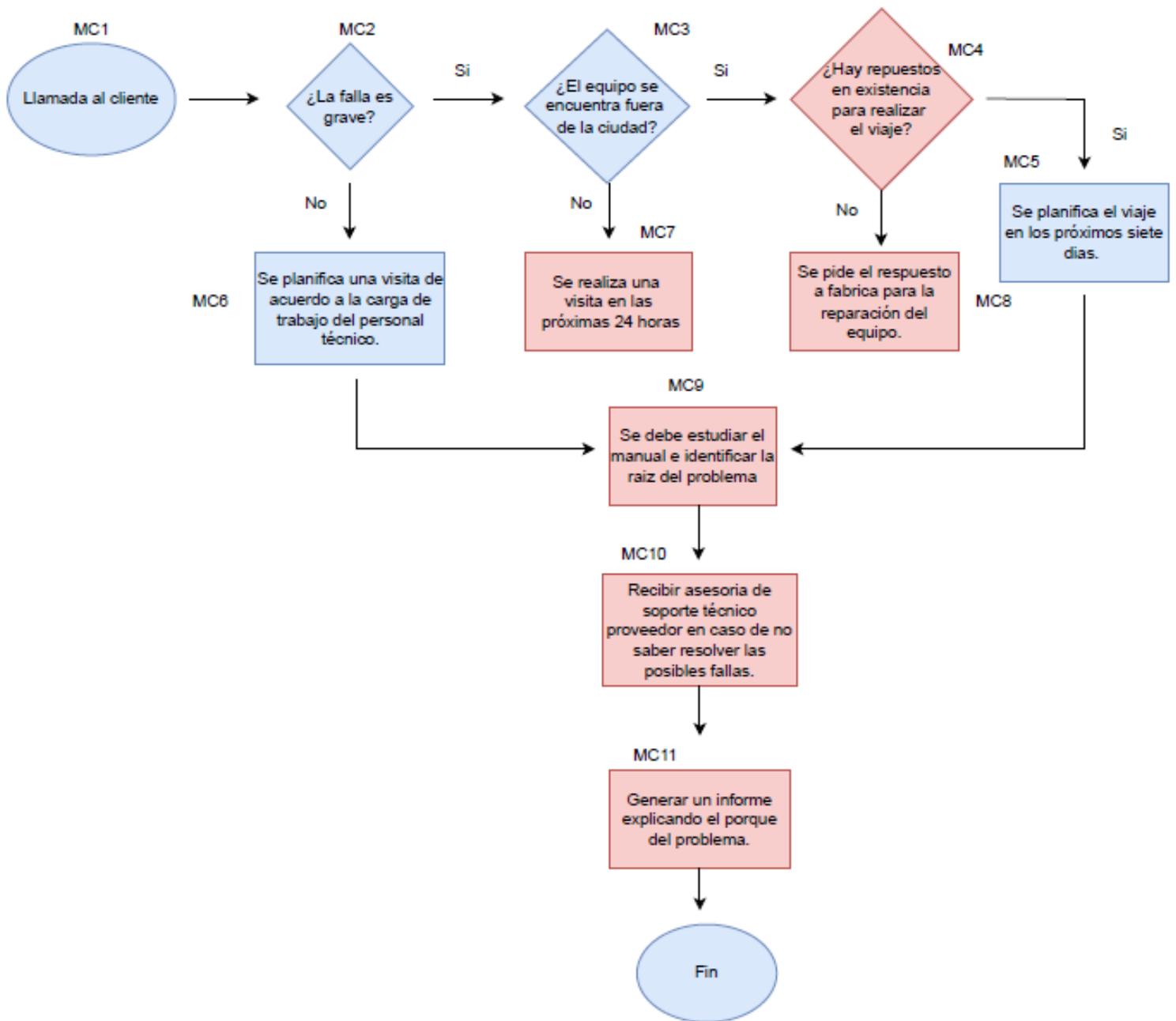
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Clasificación del proceso de mantenimiento correctivo según codificación.

Código	Descripción	Responsable
MC1	Se recibe la llamada del cliente en el cual se da la explicación de la falla del equipo.	Biomédica.
MC2	A través de la llamada e información proporcionada por el cliente se determina la gravedad de la falla del equipo y las cosas por mejorar.	Biomédica.
MC3	Luego de esto se identifica la ubicación del equipo para planificar la visita.	Ventas
MC4	Se va al lugar de trabajo y se lleva toda la maquinaria y herramientas que utilizarán para la reparación del equipo.	Ventas/biomédica.
MC5	Si la falla del equipo no es grave, se determina una fecha de visita en los próximos días para enmendar la falla.	Ventas
MC6	Se va al lugar donde se encuentra el equipo en las próximas 48 horas de acuerdo con la carga de trabajo que presenta el equipo.	Biomédica
MC7	Si la falla ocurre por algún componente del equipo se verifica si se cuenta con ello en bodega.	Biomédica.
MC8	Si no se cuenta con el equipo dentro de bodega, se pide a fabrica el repuesto y se le explica al cliente el tiempo en el que estará para realizar el mantenimiento.	Biomédica.
MC9	Si se encuentra el repuesto en bodega se va de inmediato al lugar si se encuentra dentro de casco urbano, y si es fuera se realiza el viaje en los próximos días.	Biomédica.

Anexo 15. Propuesta de diagrama de proceso de mantenimiento correctivo en MACC

Medical.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16. Clasificación de proceso de mantenimiento correctivo en MACC Medical.

Código	Descripción	Responsable
MC1	Se recibe la llamada del cliente en el cual se da la explicación de la falla del equipo.	Biomédica.
MC2	A través de la llamada e información proporcionada por el cliente se determina la gravedad de la falla del equipo y las cosas por mejorar.	Biomédica.
MC3	Luego de esto se identifica la ubicación del equipo para planificar la visita.	Ventas
MC5	Si la falla del equipo no es grave, se determina una fecha de visita en los próximos días para enmendar la falla.	Ventas/biomédica.
MC6	Si la falla del equipo no es grave, se determina una fecha de visita en los próximos días para enmendar la falla.	Biomédica
MC4	Si la falla ocurre por algún componente del equipo se verifica si se cuenta con ello en bodega.	Biomédica
MC7	Se va al lugar donde se encuentra el equipo en las próximas 48 horas de acuerdo con la carga de trabajo que presenta el equipo.	Biomédica
MC8	Si no se cuenta con el equipo dentro de bodega, se pide a fabrica el repuesto y se le explica al cliente el tiempo en el que estará para realizar el mantenimiento.	Biomédica.
MC9	Es de vital estar actualizado con el equipo y las fallas más frecuentes que pueden presentar por tal razón se debe verificar en el manual y estudiar para realizar el trabajo de la mejor manera.	Biomédica.
MC10	En caso de que el problema no pueda ser resuelto directamente por soporte técnico de la empresa, se debe de pedir la asesoría del servicio técnico de fabrica para poder solucionar el problema de la mejor manera.	Biomédica.
MC11	Es de vital importancia generar un informe dando una explicando de la falla para que el personal sepa donde surgió el problema y asimismo para llevar una estadística del buen o mal funcionamiento del equipo y en base a ello generar un plan de mantenimiento preventivo.	Biomédica.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17. Inventario de equipos en garantía en MACC Medical.

Nombre equipo	Marca	Modelo	No. Serie	Área	Inicio garantía	Final garantía
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	914-201-210-3864	Hospitalización	2-08-2021	2-08-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	914-201-210-3847	Hospitalización	2-08-2021	2-08-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	914-201-210-3883	Hospitalización	2-08-2021	2-08-2022
Desfibrilador	Schiller	HD-7	130-980-001-034	Cardiología	9-08-2021	9-08-2022
Unidad de Rayos X	PerLove	7800D		Radiología	16-09-2021	16-09-2022
Video Colposcopio	Edan	C6A	860-004-M217-026-200-01	Ginecología	2-08-2021	2-08-2022
Laptop	DELL	5400		Ginecología	2-08-2021	2-08-2022
Electrocardiógrafo	Schiller	AT-1 G2	1070-005-741	Cardiología	2-08-2021	2-08-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	914-201-210-8981	Hospitalización	9-11-2021	9-11-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	914-201-210-8986	Hospitalización	9-11-2021	9-11-2022
Monitor signos vitales	Edan	iM8	360-001-M21-B17-200-010	Hospitalización	20-12-2021	20-12-2022
Colposcopio	Edan	C6A	860-004-M21-811-220-001	Ginecología	30-12-2021	30-12-2022
Espirómetro	Schiller	SpiroScout	D108-201-890-002-664	Neumología	2-03-2022	2-03-2023
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010		Hospitalización	7-03-2022	7-03-2023
Holter	Schiller		306-000-916-7	Cardiología	8-03-2022	8-03-2023
Electrocardiógrafo	Schiller	FT-1	106-200-375-9	Cardiología	8-03-2022	8-02-2023
Monitor signos vitales con sensor CO2	Edan	iM8	360-001-M21-B17-210-001	Hospitalización	20-12-2021	20-12-2022
Monitor signos vitales con sensor CO2	Edan	iM8	360-001-M21-B17-210-002	Hospitalización	20-12-2021	20-12-2022
Monitor signos vitales	Edan	iM8	360-001-M21-B17-200-002	Hospitalización	20-12-2021	20-12-2022
Espirómetro	Schiller	SpiroScout	D108-201-890-002-656	Neumología	25-02-2022	25-02-2023

Mango de Bisturi No.4				Quirófano	9-02-2022	9-02-2023
Pieza Hemostática	HalStead	Mosquito		Quirófano	9-02-2022	9-02-2023
Separador Abdominal	Doyen			Quirófano	9-02-2022	9-02-2023
Pinza para Tejido e intestino	ALLIS			Quirófano	9-02-2022	9-02-2023
Separadores	PARKER-LANGENBECK			Quirófano	9-02-2022	9-02-2023
Pinzas Hemostáticas	KELLY			Quirófano	9-02-2022	9-02-2023
Detector de panel de rayos X	i Ray Technology		HV30-Z011-T0928-2100-50	Radiología	16-02-2022	16-02-2023
Impresora Digital Térmica	HU.Q		2191-2350-6903.00	Radiología	16-02-2022	16-02-2023
Monitor	HACER		MMLY-7AA00-8001-7135-6985-1L	Radiología	16-02-2022	16-02-2023
CPU	DELL		2XB-L9N2	Radiología	16-02-2022	16-02-2023
Teclado	DELL		CN-0G4D2W-M6D00-05D-03B1-A01	Radiología	16-02-2022	16-02-2023
Mapa de presión ambulatoria	Schiller	BR-102 PLUS	293-14191	Cardiología	24-11-2021	24-11-2022
Espirómetro	Schiller	SpiroScout	F10-720-219-000-3885	Neumología	19-05-2022	19-05-2023
Electrocardiógrafo	Schiller	AT-1 G2	1070-006524	Cardiología	18-05-2022	18-05-2023
Holter	Schiller	Medilog AR	3060-0107-61	Cardiología	8-04-2022	8-04-2023
Electrocardiógrafo	Schiller	FT-1	1062-003-761	Cardiología	19-04-2022	19-04-2023
Mapa de presión ambulatoria	Schiller	BR-102 PLUS	C293-150-27	Cardiología	21-04-2022	21-04-2023
Mapa de presión ambulatoria	Schiller	BR-102 PLUS	293-150-28	Cardiología	19-04-2022	19-04-2023
Desfibrilador	Schiller	HD7	130-980-001-404	Cardiología	3-02-2022	3-02-2023
Centrifuga	UNICO	C858	LT2101-932	Laboratorio	17-12-2021	17-12-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	9142-0121-09072	Hospitalización	10-11-2021	10-11-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6011	9142-0121-09295	Hospitalización	10-11-2021	10-11-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6012	9142-0121-08980	Hospitalización	10-11-2021	10-11-2022

Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6013	9142-0121-08936	Hospitalización	10-11-2021	10-11-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6014	9142-0121-08974	Hospitalización	10-11-2021	10-11-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6015	9142-0121-09030	Hospitalización	10-11-2021	10-11-2022
Tonómetro	TonoPlus		GS1-128	Oftalmología	4-10-2021	4-10-2022
Electrocardiógrafo	Schiller	FT-1	1062-003-757	Cardiología	26-10-2021	26-10-2022
Centrifuga	UNICO	C858	LT-210-1278	Laboratorio	4-10-2021	4-10-2022
Centrifuga	UNICO	C858	LT-210-1265	Laboratorio	4-10-2021	4-10-2022
Centrifuga	UNICO	C858	LT-210-1275	Laboratorio	4-10-2021	4-10-2022
Centrifuga	UNICO	C858	LT-210-1258	Laboratorio	4-10-2021	4-10-2022
Centrifuga	UNICO	C858	LT-210-1266	Laboratorio	4-10-2021	4-10-2022
Electrocardiógrafo	Schiller	Cardiovit AT-102 G2	1080-002-901	Cardiología	29-09-2021	29-09-2022
Electroencefalógrafo	Neurovirtual		BWWIII2021-3665	Neurología	29-09-2021	29-09-2022
Computadora	HP		5YJ0-6US#ABA	Neurología	29-09-2021	29-09-2022
Gastroscópio	Olympus	GIF-H180	200-3457	Gastroenterólogo	29-09-2021	29-09-2022
Mapa de presión ambulatoria	Schiller	BR-102 PLUS	293-136-34	Cardiología	31-08-2021	31-08-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	914-201-210-3890	Hospitalización	17-08-2021	17-08-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	914-201-211-04035	Hospitalización	17-08-2021	17-08-2022
Bomba de Infusión	MEDCaptain	SYS 6010	914-201-210-3920	Hospitalización	17-08-2021	17-08-2022
Esterilizador de calor seco	Wayne Metal	S-500	29805	CEYE	12-08-2021	12-08-2022
Mamógrafo Digital	Perlove	BTX-9800D	202-120-04	Radiología	14-09-2021	14-09-2022
Computadora	DELL		150-814-11	Radiología	14-09-2021	14-09-2022
Impresora Digital	HU-Q			Radiología	14-09-2021	14-09-2022
Monitor de Signos Vitales	EDAN	X8	262200-M218123-40001	Hospitalización	9-09-2021	9-09-2022
Holter	EDAN		3360-242-M218-119-30001	Cardiología	10-09-2021	10-09-2022

Monitor de Signos Vitales	EDAN	X12	261-594-M218-123-50001	Hospitalización	8-09-2021	8-09-2022
Mapa de presión ambulatoria	Schiller	BR-102 PLUS	293-136-33	Cardiología	8-09-2021	8-09-2022
Mapa de presión ambulatoria	Schiller	BR-102 PLUS	293- 136-35	Cardiología	8-09-2021	8-09-2022
Torre Endoscópica	Olympus	Exera II CV180	CLV-180	Gastroenterólogo	4-03-2022	4-03-2023
Holter	Schiller		3060-007-482	Cardiología	8-09-2021	8-09-2022
Holter	Schiller		3060-007-478	Cardiología	8-09-2021	8-09-2022
Holter	Schiller	Medilog AR	3060-009-171	Cardiología	18-02-2022	18-02-2023
Ultrasonido	Mindray	DP-50 EXPERT	HJS-1A000708	Radiología	8-02-2022	8-02-2023
Transductor Lineal	Mindray	75L38EA	AGC-1A14-7817	Radiología	8-02-2022	8-02-2023
Transductor Convexo	Mindray	35C50EA	ABG-1A16-0228	Radiología	8-02-2022	8-02-2023
Transductor Endocavitario	Mindray	65EC10EA	CY4V-1613-6201	Radiología	8-02-2022	8-02-2023
Ultrasonido	Mindray	DP-50 EXPERT	HJ5-1C000802	Radiología	28-04-2022	28-04-2025

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 18. Informe de ordenes de entrega en MACC Medical.



COMPROBANTE DE ENTREGA

Tegucigalpa MDC. 05/09/22

Por medio de la siguiente se hace constar que se hace entrega a [REDACTED] el siguiente equipo:

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANTIDAD
Oftalmoscopio Digital	PEEK RETINA	1703	3
Dermatoscopio	MOLESCOPE	1703	3
Endoscopio Orofaringeo		1703	3

equipo se entrega NUEVO funcionando a la perfección con los siguientes accesorios:

El equipo cuenta con un año de garantía por desperfecto de fábrica, la garantía no cubre mal uso, golpes o caídas

Firma Entregado

Firma Recibido

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 19. Informe de mantenimiento correctivo de silla odontológica en MACC Medical.



Informe de reparación

Fecha: 26/03/21

Equipo: Silla odontológica

Marca: Ritter

Serie: RE12082588

Descripción del mantenimiento:

El equipo se encontraba completamente inoperante debido a que tenía un problema con la válvula hidroneumática que va dentro de la caja de abastecimiento, esta válvula tenía dañado el empaque y se tuvo que reemplazar toda ya que se fugaba agua por en medio de ella.

Luego de reemplazar esta válvula se encontró problemas en una de las piezas triples ya que no tiraba agua, esto debido a que en la manguera de agua había demasiado sucio acumulado provocando una obstrucción, se purgo esta manguera y quedó funcionando muy bien.

Luego de esto encontramos fuga en varias mangueras que están dentro del bloque de abastecimiento, estas se socaron de nuevo y se colocó teflón para poder eliminar las fugas.

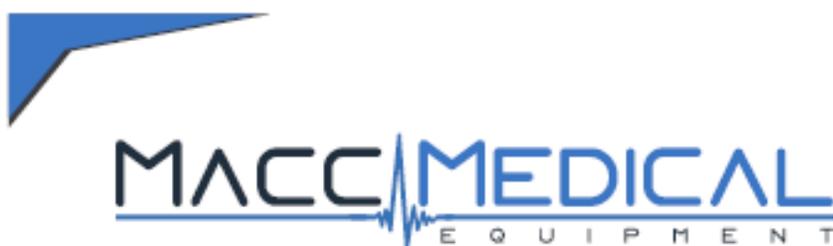
Por último se instaló el compresor del policlinico para regular la presión de agua y de aire con la que la silla quedaría funcionando, verificamos que la presión de entrada de aire fuera de 90 psi según lo menciona el manual y la silla quedó funcionando correctamente, la dra probó la presión de aire y la presión de agua y quedó configurado en base a los requerimientos de ella.

Se recomienda hacer una revisión general de la toda la silla con respecto a las mangueras internas ya que muchas de ellas pueden estar por dañarse y debido a eso estas se deben de cambiar.


Firma Entregado

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 20. Informe de entrega de mantenimiento realizado en MACC Medical.



Fecha : 26/05/2021

Equipo: Agitador Giratorio

Marca: K

Modelo: VRN-210

Serie: 1516187

Mantenimiento realizado:

Trabajo Realizado	Estatus
Limpieza Interna	Completado
Limpieza Externa	Completado
Limpieza de motor interno	Completado
Limpieza de plato porta muestras	Completado
Verificación de perilla de ajuste de velocidad	Completado
Verificación de Perilla de Timer	Completado
Verificación de selector de VR y Fixed	Completado
Verificación botón de Encendido/Apagado	Completado

Comentarios

Se realizo limpieza interna y externa, los timer están funcionando correctamente, se realizo lubricación al mismo y este quedo funcionando a la perfección.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 21. Comparación de distintos softwares CMMS.

	MaintainX	Fiix	Fractal One	UpKeep
Control de acceso individual	x	x		x
Generación de órdenes de trabajo en tiempo real	x	x	x	x
Activos ilimitados	x	x	x	x
Personalización de módulos	x	x		x
Personalización de formato de módulos	x	x	x	x
Generación de reportes	x			
Fácil de usar	x			x
Interfaz amigable al usuario	x		x	x
Orden de trabajo con activos específicos		x	x	
Comunicación entre administrador y usuario	x	x		x
De uso gratuito	x	x	x	x
Portable en dispositivos móviles	x	x		x
Integración con otro software (Excel)	x	x	x	x
Software disponible al completo en español	x	x	x	

Anexo 22. Inventario de insumos y repuestos en bodega en MACC Medical.

Código	Descripción	Existencia
2200000002	Gel 3.78 LTS KIN	5
2200000003	Gel para manos	19
2200000009	Sierra Gigil de acero inoxidable	9
2200000010	ChoiceMMed Oxímetro de pulso de muñeca	1
2200000026	Electrodo Kendal TAB	25
2200000027	Delantales térmicos criogénicos NATIONAL	26
2200000035	Regulador de voltaje AR-1000 180-260V	2
2200000041	Regulador de voltaje 110V AR-3000	5
22100001	Schiller desfibrilador HD-7	1
22100002	Schiller Electrocardiógrafo AT-1G2	3
22100004	Schiller Adaptadores para electrodos	3
22100005	Schiller boquilla Espirómetro	4
22100006	Schiller Nomoline Canula SO20 Monitor	24
22100008	Schiller Papel AT-102	18
22100009	Schiller Papel AT-1	16
22100010	Schiller Papel AT-1 G2	1
22100011	Schiller Papel AT-2	17
22100012	Schiller papel FT-1	3
22100013	Schiller Parches adulto DEA	5
22100014	Schiller parches pediátricos DEA	8
22100015	Schiller espirómetro 044210001	1

22100016	Schiller monitor de signos vitales	1
22100018	Schiller Oxímetro de pulso de muñeca	1
22100020	Schiller adaptador ECG SUBX-10	1
22100021	Cable de derivaciones Electro	1
22100022	Schiller cable ECG	1
22100024	Schiller brazalete para MAPA S	2
22100025	Schiller brazalete para MAPA XL	3
22100026	Schiller brazalete para MAPA L	2
22100029	Schiller Boquilla P/Espirómetro	1
22100001	Lapices de cauterio	578
221100001	MedLine Electrodo ECG	19
221100001	3M Electrodo Red Dot	502
221200001	3M Filtro cuadrado 7093	2
221200003	3M Filtro para N95	20
221200004	3M Full Face 6800	1
221200005	3M Mascarilla 1860	1
221200006	3M Estetoscopio Littman 5835	2
221200008	3M Estetoscopio Littman 5822	2
221300001	Olympus Aguja Aspiración Transbronquial	5
221300002	Olympus cepillo de citología M0051601	5
221300003	Olympus pinza de biopsia con aguja M0051	13
221300004	Olympus pinza de biopsia sin aguja FB-21	5
221300011	Olympus trampa mucosa 10F12	20
221300012	Olympus puerto para endoscopio	56

221400001	Paños de limpieza de equipo	3
221500001	Papel Electrocardiografo	5
221600001	Weaver Ten 20	58
221600002	Weaver Nufrep	102
221900001	Electrodos	51
22200001	ElectroGel Neurovirtual	6
22200002	EEG Neurovirtual	1
22200003	Electrodo capa de oro Neurovirtual	2
222000001	Ambu Electrodo ECG	33
222100001	Skintact Electrodo para ECG FS-VB011	29
222200001	Conmed Placa para cauterio 7-382	70
222300002	Welch Allyn Esfigmomanómetro Adulto	17
222300003	Welch Allyn Especulo vaginal	8
22300005	Welch Allyn sonda p/termómetro 05031	10
222300006	Welch Allyn Otoscopio de pared 77710-71	7
222300007	Welch Allyn cable P/USB	1
222300008	Welch Allyn Brazaletes	1
222300009	Peck retina retinoscopio	1
22400001	Contec Oxímetro de pulso CMS50M	38
22500001	Contec Oxímetro de pulso CMS560M Neonatal	54
222500002	HUQ Filminas Dryfil 8x10	1
222600001	HUQ Filminas Dryfil 10x12	18
222600002	HUQ Filminas Dryfil 14x17	18

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 23. Cuestionario de satisfacción aplicado al personal.

1. ¿Considera usted que la plataforma MaintainX es útil en Biomédica?
_Si
_No
2. ¿Considera usted que la plataforma es fácil de usar?
_Si
_No
3. ¿Considera usted que necesita capacitación para utilizar esta plataforma?
_Si
_No
4. ¿Cuáles considera usted que son los mayores beneficios de esta herramienta?
Facilidad de ingreso de datos
Generación de formatos breves y concisos
Interfaz amigable
Optimización de procesos
5. ¿Considera usted que es necesaria una plataforma de este tipo en el departamento de biomédica en MACC Medical?
_Si
_No
6. ¿Considera usted que el uso de la plataforma le cargará más trabajo?
_Si
_No
7. ¿Qué le agregaría usted a la plataforma?
R/
8. ¿Qué calificación le daría usted a la plataforma según sus actividades diarias? Siendo 1 el más bajo y 5 el más alto.