



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

FUNDACIÓN CAMO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

21941195 JENNIFER ELIZABETH ORELLANA MARTÍNEZ

ASESOR: ING. ALEJANDRO ZAVALA

CAMPUS SAN PEDRO SULA; DICIEMBRE, 2023

DEDICATORIA

A mi familia por todo el apoyo que me han brindado y por inspirarme a alcanzar todas mis metas y a mí misma por todo el esfuerzo que he realizado para estar donde estoy actualmente y por todo lo que fui, soy y seré.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Julio Orellana y Gennie Martinez y a mi tía Irma Martínez por haber sido un gran apoyo durante toda mi carrera universitaria, por confiar en mi e impulsarme a seguir mis sueños. A mi hermano mayor Cesar Orellana y mi hermana menor Isis Orellana por ser una fuente de inspiración constante para mí.

También quiero agradecer a mi amiga María José Alvarado por tantos años de amistad, por ser mi confidente y mi gran apoyo. También agradecer a mi amiga Alicia García por todo el apoyo brindado estos últimos años, por todas las risas, llantos y peleas que nos han llevado a donde estamos el día de hoy. De igual forma agradecer a mi amiga Pilar Ruiz por siempre estar a mi lado en cada una de estas etapas.

También agradecer a mis amigas Sary Noguera, Andrea Alvarado, María Aguilar y Andrea Aguilar por estar ahí para escucharme cada vez que lo necesito y por ayudarme a recuperar la confianza en mí misma cada vez que la perdía. Ustedes son una de las razones por las que nunca me rendí.

Por último, pero no menos importante agradecer a mis queridas mascotas Toby y Doki, por ser una de mis mayores fuentes de inspiración y alegría y a Taylor Swift por escribir cada una de las canciones con las que me he sentido escuchada y entendida.

EPÍGRAFE

Somos polvo de estrellas al que se le dio vida y al que el universo luego dio el poder para descifrarse a sí mismo. Y apenas hemos comenzado

- Neil deGrasse Tyson

RESUMEN EJECUTIVO

La Fundación CAMO (Central American Medical Outreach), ubicada en Santa Rosa de Copán, Honduras, se ha distinguido por sus múltiples aportes a la comunidad en busca de mejorar la calidad de vida de la población en el occidente del país. Fundada en 1993, la fundación se dedica a ofrecer servicios médicos, educación y desarrollo comunitario. Durante el período de práctica profesional, se tuvo la oportunidad de integrarse en las operaciones diarias de CAMO. La práctica se dividió entre el trabajo en el Hospital de Occidente y el departamento de CAMO, enfocándose en tareas como mantenimiento de equipos médicos, gestión de inventarios y manejo de bases de datos. La práctica tuvo como objetivo general el obtener una comprensión integral sobre el papel del ingeniero biomédico en un entorno clínico y de desarrollo comunitario, con énfasis en las necesidades específicas de la región occidental del país, evaluando y manteniendo equipos médicos en el Hospital Nacional de Occidente y la Fundación CAMO. Las responsabilidades incluyeron la ejecución de programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como el manejo eficiente del sistema FIIX para el mantenimiento de equipos médicos. La práctica profesional se llevó a cabo en un contexto de creciente importancia de la ingeniería biomédica en el sector de la salud hondureño. En el campo de la ingeniería biomédica, la integración de habilidades técnicas con la comprensión de las necesidades médicas es crucial para el avance de la atención sanitaria. En países como Honduras, donde los recursos en el sector salud pueden ser limitados, el papel del ingeniero biomédico adquiere una importancia aún mayor. La práctica profesional en la Fundación CAMO y el Hospital de Occidente proporcionó una experiencia integral en el campo de la ingeniería biomédica. Se logró un impacto significativo en la mejora y mantenimiento de los equipos médicos, contribuyendo así a la eficiencia y calidad de los servicios de salud en la región occidental de Honduras.

Palabras clave: Biomédica, centralización de equipo médico, mantenimiento preventivo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	3
II.	Generalidades de la Empresa.....	4
2.1	Descripción de la Empresa.....	4
2.1.1	Misión.....	5
2.1.2	CAMO y el Hospital de Occidente.....	5
2.2	Descripción del departamento o unidad.....	5
2.2.1	Convenio CAMO-INSSA.....	6
2.2.2	Convenio CAMO – Hospital de Occidente.....	7
2.2.3	Central de ingeniería en biomédica del hospital.....	9
2.3	Objetivos del puesto.....	11
2.3.1	Objetivo General.....	11
2.3.2	Objetivos Específicos.....	12
III.	Marco Teórico.....	13
3.1	Análisis del Sector.....	13
3.1.1	Importancia de la Ingeniería Biomédica.....	13
3.1.2	CAMO en el Occidente del país.....	14
3.2	Gestión tecnológica de CAMO.....	15
3.2.1	Procesos que Realiza CAMO.....	17
3.3	Equipos médicos.....	18
3.3.1	Aspirador Quirúrgico.....	18
3.3.2	Bomba de infusión.....	19

3.3.3	Incubadora Neonatal	20
3.3.4	Máquina de Anestesia	22
3.3.5	Micro-Centrífuga	23
3.3.6	Monitor de signos vitales	25
3.3.7	Ventilador Mecánico	27
3.4	Cmms	28
3.4.1	FIIX..... Error! Bookmark not defined.	
IV.	Desarrollo	30
4.1	Semana 1: 11-13 de Octubre	30
4.1.1	Objetivos.....	30
4.1.2	Introducción	30
4.1.3	Descripción de las actividades.....	30
4.2	Semana 2: 16-20 de Octubre	32
4.2.1	Objetivos.....	32
4.2.2	Introducción	32
4.2.3	Descripción de las actividades.....	33
4.3	Semana 3: 23-27 de Octubre	35
4.3.1	Objetivos.....	35
4.3.2	Introducción	35
4.3.3	Descripción de las actividades.....	35
4.4	Semana 4: 30 de Octubre-3 de Noviembre.....	36
4.4.1	Objetivos.....	36
4.4.2	Introducción	36

4.4.3	Descripción de las actividades.....	36
4.5	Semana 5: 6-10 de Noviembre.....	39
4.5.1	Objetivos.....	39
4.5.2	Introducción	39
4.5.3	Descripción de las actividades.....	40
4.6	Semana 6: 13-17 de noviembre	41
4.6.1	Objetivos.....	41
4.6.2	Introducción	41
4.6.3	Descripción de las actividades.....	42
4.7	Semana 7: 20-24 de noviembre	44
4.7.1	Objetivos.....	44
4.7.2	Introducción	44
4.7.3	Descripción de las actividades.....	44
4.8	Semana 8: 27 de noviembre - 01 de diciembre.....	47
4.8.1	Objetivos.....	47
4.8.2	Introducción	47
4.8.3	Descripción de las actividades.....	47
4.9	Semana 9: 04 - 08 de diciembre	51
4.9.1	Objetivos.....	51
4.9.2	Introducción	51
4.9.3	Descripción de las actividades.....	51
4.10	Semana 10: 11 - 15 de diciembre.....	54
4.10.1	Objetivos.....	54

4.10.2	Introducción	55
4.10.3	Descripción de las actividades.....	55
4.11	Cronograma de Actividades.....	59
V.	Conclusiones.....	60
VI.	Recomendaciones.....	61
6.1	Empresa.....	61
6.2	Universidad	61
VII.	Bibliografía.....	62
VIII.	Anexos.....	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Logo de Fundación CAMO	4
Ilustración 2:	Organigrama Fundación Camo Honduras (CAMO, 2023)	8
Ilustración 3:	Organigrama del Departamento de Biomédica en Fundación CAMO	9
Ilustración 4:	Flujo de trabajo dentro de la Central de Biomédica.....	11
Ilustración 5:	Procesos realizados por CAMO en el contexto de dispositivos médicos.....	17
Ilustración 6:	Incubadora Neonatal Cerrada.....	20
Ilustración 7:	Incubadora Neonatal Abierta	20
Ilustración 8:	Máquina de Anestesia	22
Ilustración 9:	Micro-centrífuga.....	24
Ilustración 10:	Monitor de Signos Vitales	26
Ilustración 11:	Equipo dentro de la Central de Biomédica.....	31
Ilustración 12:	Insuflador por dentro.....	32

Ilustración 13: Central de biomédica	33
Ilustración 14: Equipo que requirió de revisión en la central.....	34
Ilustración 15: Ventilador mecánico LTV2 2200 en revisión	34
Ilustración 16: Revisión de equipo médico en la central.....	36
Ilustración 17: Revisión de equipo proveniente del Hospital COVID.....	37
Ilustración 18: Izquierda: Monitor antes de reparación. Derecha: Pruebas de funcionamiento de monitor	38
Ilustración 19: Calibración y prueba del ventilador Crius V6.....	38
Ilustración 20: Revisión de equipo para entrega a la sala de emergencias	39
Ilustración 21: Revisión de bombas de infusión.....	40
Ilustración 22: Revisión de compresores de aire.....	41
Ilustración 23: Revisión de concentradores de oxígeno.....	42
Ilustración 24: Revisión de ventilador mecánico Crius v6.....	43
Ilustración 25: Revisión de monitor de signos vitales de UCIA	44
Ilustración 26: Aspirador en revisión	45
Ilustración 27: Imágenes del hospital COVID mientras se hacía la búsqueda de las bombas.....	46
Ilustración 28: Equipo de ambulancia en revisión	47
Ilustración 29: Bombas de infusión antes y después de la limpieza.....	48
Ilustración 30: Pruebas de funcionamiento de equipo centralizado	49
Ilustración 31: Revisión de ventiladores Lyra.....	50
Ilustración 32: Inspección de mesa de exploración ginecológica.....	50
Ilustración 33: Cambio de sensor de aire en línea de bomba de infusión Samtronic.....	52
Ilustración 34: Revisión de ECG con simulador de paciente.....	53

Ilustración 35: Lámpara cialítica en el Depósito Temporal de Residuos Hospitalarios	54
Ilustración 36: Revisión de monitores de signos vitales en Hospital COVID.....	56
Ilustración 37: Pruebas de funcionamiento de desfibrilador.....	57
Ilustración 38: Pruebas de funcionamiento de máquinas de anestesia	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Insuflador por dentro.....	66
Anexo 2: Ventilador Lyra	66
Anexo 3: Capacitación del personal de enfermería en el uso de equipos respiratorios impartido por voluntarios en la brigada de CAMO Octubre 2023	66
Anexo 4: Revisión de ventilador Crius V6	67
Anexo 5: Revisión de ventilador vivo 65.....	67
Anexo 6: Equipo médico en espera de revisión	67
Anexo 7: Revisión de ventilador Mindray SV300	68
Anexo 8: Pruebas de funcionamiento de nebulizadores para lactantes	68
Anexo 9: Limpieza y revisión de alto flujo	68
Anexo 10: Reportes de trabajo técnico realizado.....	69
Anexo 11: Bombas de infusión en revisión	70
Anexo 12: Revisión de bomba de perfusión.....	70
Anexo 13: Ventilador Northern Crius V6 en revisión.....	70
Anexo 14: Pruebas de funcionamiento de ventilador mecánico SV300.....	71
Anexo 15: Bomba de infusión ST1000 en revisión	71
Anexo 16: Mantenimiento de máquina de anestesia.....	72

LISTA DE SIGLAS

CAMO – Central American Medical Outreach

CMMS - Computerized Maintenance Management System

ECG – Electrocardiograma

EEG – Electroencefalograma

EMG – Electromiografía

INSSA – Inversiones Solidarias S.A

MC – Mantenimiento Correctivo

MP – Mantenimiento Preventivo

PNI – Presión No Invasiva

RESP – Respiración

SESAL – Secretaría de Salud

SpO2 – Saturación de Oxígeno en Sangre

UCI – Unidad de Cuidados Intensivos

GLOSARIO

CMMS: "Un CMMS, o Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado, es un software que centraliza la información de mantenimiento y facilita los procesos de operaciones de mantenimiento." (Christiansen, 2023)

Electrocardiograma (ECG): "Técnica que consiste en registrar la actividad eléctrica del corazón mediante la colocación de electrodos en lugares específicos del pecho, los brazos y las piernas para evaluar el funcionamiento del corazón." (*San Diego Hospital, Healthcare*, 2019)

FIIX: "FIIX es un sistema informático de gestión del mantenimiento (CMMS) basado en la nube y potenciado por IA. FIIX ayuda a las empresas a gestionar todo su mantenimiento, incluidos miles de activos, órdenes de trabajo y piezas." (*FactoryTalk*, 2021)

Mantenimiento Correctivo (MC): "Proceso de reparar o reemplazar equipos y componentes después de que han fallado, con el objetivo de restablecer la operatividad normal." (Deighton, 2016)

Mantenimiento Preventivo (MP): "Es un conjunto de actividades de mantenimiento programadas que se realizan periódicamente para evitar futuras anomalías e imprevistos en los equipos y sistemas. El objetivo principal de este tipo de mantenimiento es intervenir en los dispositivos antes de que fallen, mejorando así la eficiencia y la vida útil de los equipos." (Rondón, 2021)

Presión No Invasiva (PNI): "Medición de la presión arterial sin necesidad de técnicas invasivas, comúnmente mediante un esfigmomanómetro electrónico." (Meidert & Saugel, 2017)

Saturación de Oxígeno en Sangre (SpO2): "Es una medida que indica qué porcentaje de la hemoglobina en los glóbulos rojos está saturada con moléculas de oxígeno."(Ernstmeyer & Christman, 2022)

I. INTRODUCCIÓN

En el panorama actual de la atención médica en Honduras, cada vez son mayores las funciones que debe desarrollar un ingeniero biomédico en busca de mejorar la calidad y la eficiencia de los servicios de salud en el país. Este informe busca detallar las actividades realizadas en Fundación Central American Medical Outreach (CAMO) durante el periodo de práctica profesional mostrando de esta manera las tareas que realiza un ingeniero biomédico en esta institución y el estado de la ingeniería en biomédica en el occidente del país.

La Fundación CAMO, es reconocida por ser una de las empresas con uno de los departamentos de biomédico más estructurados en la región occidental del país. Esta institución nos brinda la oportunidad de formar parte de sus operaciones diarias, específicamente en el Departamento de Ingeniería Biomédica. Por el alcance que tiene esta institución en la región, la mitad de la práctica se estará realizando en el Hospital de Occidente y la otra mitad en el departamento de ingeniería en biomédica de la Fundación CAMO.

En el Hospital de Occidente, se estará realizando tareas que abarcan desde el apoyo directo al equipo biomédico del hospital hasta la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos, gestión de inventarios de equipos y repuestos, así como el manejo de bases de datos. En Fundación CAMO se realizarán labores similares junto con el equipo de biomédica de esta institución, con la diferencia que se realizarán mantenimientos e instalación de equipo en los distintos establecimientos en los que la empresa tiene convenios.

Este informe está dividido por capítulos en los que se destacará las generalidades de la empresa y del departamento de biomédica. Seguidamente se contará con un sólido marco teórico que contextualizará cada una de las acciones realizadas en el transcurso de la práctica profesional. Asimismo, se trazará un cronograma de actividades, proporcionando una visión detallada del aporte realizado al departamento de biomédica. En última instancia, se plasmarán las conclusiones que se obtengan y recomendaciones para la institución y la universidad.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el presente capítulo, se detallan las generalidades de la Fundación CAMO. A su vez, se explora a profundidad la estructura del Departamento de Ingeniería Biomédica, expresando su rol crucial en la implementación de tecnologías y servicios médicos en el área occidental del país. También se explican los objetivos que enmarcan el rol del estudiante en la Fundación.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La fundación CAMO es una organización ubicada en Santa Rosa de Copán que ofrece servicios médicos, en educación y desarrollo comunitario en Centroamérica. Fue fundada en 1993 por la ex enfermera del Cuerpo de Paz, Kathryn M. Tschiegg. "CAMO ofrece más de 140, 000 servicios que salvan vidas cada año a las personas pobres que de otra manera no tendrían acceso a la ayuda." («CAMO», 2021).

CAMO opera en tres áreas principales: capacitación y educación, servicios médicos, y el desarrollo comunitario. CAMO-EE.UU. recopila, ordena, repara y distribuye equipos y suministros donados para ayudar a cada una de estas áreas de servicio. Su labor se enfoca a través de 20 programas, dirigidos a brindar atención a la mujer y niños, servicios médicos hospitalarios y de educación. Además de los servicios médicos, CAMO contribuye al desarrollo comunitario y la educación. Esto incluye la construcción y equipamiento de infraestructuras como hospitales, gimnasios municipales, y escuelas de arte, así como programas de capacitación. CAMO también apoya programas en guarderías, incluyendo la provisión de alimentos y cuidado de niños para madres trabajadoras.



Ilustración 1: Logo de Fundación CAMO

Fuente: («CAMO», 2021)

2.1.1 MISIÓN

“Mejorar la calidad de vida de la gente fortaleciendo el sistema de salud y promoviendo el desarrollo sustentable de la comunidad.” («CAMO», 2021).

CAMO se dedica a mejorar los servicios de salud en el occidente del país, principalmente a través de donaciones y campañas. Ofrece servicios médicos especializados a personas con recursos limitados, incluyendo atención a la mujer, servicios para personas con discapacidad, y servicios quirúrgicos.

2.1.2 CAMO Y EL HOSPITAL DE OCCIDENTE

La fundación CAMO emprende proyectos encaminados, por un lado, al mejoramiento de las instalaciones físicas y condiciones médicas en el Hospital de Occidente. En el departamento de ingeniería en biomédica, CAMO ha hecho grandes contribuciones, apoyando con equipo médico, recursos humanos e infraestructura para ayudar a promover la salud de la región occidental del país.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

El departamento de Biomédica en Fundación CAMO se encarga de recibir donaciones de Estados Unidos y distribuir las a diferentes organizaciones del país. Las donaciones provienen principalmente de CAMO Estados Unidos y las distribuye a diversas organizaciones en Honduras, enfocándose principalmente en hospitales y centros de salud en el occidente del país.

CAMO trabaja en conjunto con INSSA (Inversiones Solidarias S.A.), una organización no gubernamental que actúa como brazo financiero de CAMO. Los servicios de biomédica, antes ofrecidos directamente por CAMO, ahora son manejados por INSSA. Esto incluye la instalación, el mantenimiento y reparación de equipos médicos donados. Esto asegura que los equipos estén en óptimas condiciones para su uso en los centros de salud. De igual forma, INSSA gestiona el inventario de CAMO.

A pesar de que CAMO es una institución sin fines de lucro, los servicios de mantenimiento y manejo de repuestos para los equipos se realizan por medio de INSSA, quienes cobran a las instituciones por estos servicios.

Este departamento también incluye al representante de CAMO en el Hospital de Occidente que se encarga de las operaciones de la Central de Biomédica recién inaugurada el 20 de octubre

de 2023 como apoyo al ingeniero biomédico del hospital para la realización del mantenimiento preventivo y correctivo, según sea programado o requerido en el hospital.

El departamento de Biomédica, por lo tanto, está conformado por la jefa del departamento INSSA/CAMO, el representante de biomédica de CAMO en el hospital encargado de la Central de Biomédica, los dos ingenieros encargados de brindar servicios de mantenimiento por parte de INSSA y de recibir y revisar los equipos para donaciones.

La estrategia de gestión de CAMO incluye trabajar en conjunto con INSSA, lo cual permite una mejor gestión y mantenimiento de los equipos médicos, priorizando el mantenimiento y la reparación de los equipos médicos donados para asegurar su máximo rendimiento y confiabilidad.

La cobertura de CAMO e INSSA no se limita solo al occidente, sino que se extiende a nivel nacional, incluyendo servicios en áreas como Tegucigalpa, San Pedro Sula y las Islas de la Bahía, sin embargo, CAMO solo presta servicios a en el ámbito público.

El Departamento, por lo tanto, tiene en gran medida una dependencia tanto operativa como estratégica con INSSA para ciertas funciones, como el mantenimiento de equipos y la revisión y adecuación del equipo donado.

2.2.1 CONVENIO CAMO-INSSA

El convenio entre CAMO y INSSA representa una estrategia de colaboración donde INSSA actúa como el brazo financiero y operativo en el mantenimiento de equipos médicos. Esta alianza permite:

- **Especialización y Eficiencia:** INSSA aporta su experiencia en el manejo de equipos biomédicos, lo que permite a CAMO enfocarse en otras áreas de su misión, como la recolección y distribución de donaciones.
- **Mejora en la Gestión de Mantenimiento:** INSSA se encarga específicamente de asegurar que los equipos médicos donados estén bien mantenidos y reparados, lo que mejora la calidad del servicio y la vida útil de los equipos.
- **Optimización de Recursos:** Este convenio permite que ambos entes maximicen el uso de sus recursos, compartiendo responsabilidades para un mejor servicio en el ámbito de la salud pública en Honduras.

2.2.2 CONVENIO CAMO – HOSPITAL DE OCCIDENTE

El convenio entre la Fundación CAMO y el Hospital de Occidente está diseñado para establecer una colaboración efectiva en el ámbito de la ingeniería biomédica. El objetivo principal es mejorar la calidad y eficiencia de los servicios de salud en el Hospital de Occidente mediante el apoyo técnico y operativo de la Fundación CAMO.

Los aspectos clave del convenio incluyen:

- Central de Ingeniería Biomédica: Como parte del convenio, CAMO ha contribuido a la creación de una Central de Ingeniería Biomédica en el Hospital de Occidente. Esta central facilita la organización y el flujo de trabajo para el mantenimiento de las instalaciones y del equipo médico.
- Mantenimiento de Equipos Médicos: La Fundación CAMO, a través de su Departamento de Biomédica y en colaboración con INSSA, se compromete a apoyar a mantener y reparar los equipos médicos del Hospital de Occidente a través de su representante en la Central. Esto incluye tanto mantenimientos preventivos como correctivos.
- Soporte Técnico y Operativo: CAMO proporciona soporte técnico para la gestión y operación de la Central de Biomédica en el hospital. Esto incluye la capacitación del personal en la plataforma FIIX y capacitaciones en distintas áreas técnicas, asistencia en la gestión de inventarios y asesoramiento técnico, así como el préstamo de los analizadores con los que cuenta el equipo de CAMO cuando se requieran.
- Cooperación en la Gestión de Donaciones: El departamento de Biomédica de CAMO juega un rol importante al donar equipos e insumos, asegurando que el Hospital de Occidente reciba equipos en buen estado y adecuados para sus necesidades.
- Mejora Continua de Servicios Médicos: El convenio busca una mejora continua en los servicios médicos ofrecidos en el Hospital de Occidente, enfocándose en la calidad, seguridad y eficiencia de los tratamientos y cuidados médicos, como en su último aporte al hospital con la restauración de la sala de emergencia del hospital.

Los beneficios del convenio incluyen:

- **Mejor Atención al Paciente:** Al asegurar que los equipos médicos estén en óptimas condiciones, el convenio contribuye directamente a mejorar la calidad de la atención al paciente.
- **Eficiencia Operativa:** La colaboración entre CAMO y el Hospital de Occidente permite una gestión más eficiente de los recursos y equipos médicos, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa del hospital.
- **Capacitación y Desarrollo:** El convenio también puede ofrecer oportunidades para la capacitación y el desarrollo profesional del personal del hospital, especialmente en áreas relacionadas con la ingeniería biomédica.
- **Ampliación del Alcance de Servicios:** Con el apoyo de CAMO, el Hospital de Occidente puede expandir y mejorar su gama de servicios médicos, beneficiando a una mayor población en la región occidental de Honduras.

Este convenio es un ejemplo claro de cómo la colaboración entre organizaciones no gubernamentales y entidades de salud pública puede resultar en mejoras significativas en la calidad y eficiencia de los servicios de salud. A través de este convenio, la Fundación CAMO y el Hospital de Occidente trabajan conjuntamente para garantizar que los equipos médicos sean mantenidos adecuadamente y que el personal del hospital esté apoyado en sus necesidades operativas y técnicas.

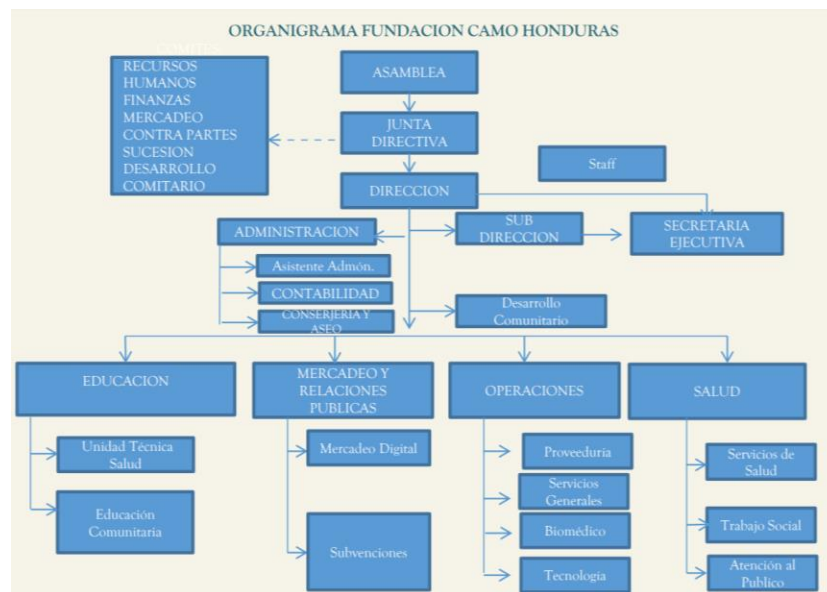


Ilustración 2: Organigrama Fundación CAMO Honduras (CAMO, 2023)

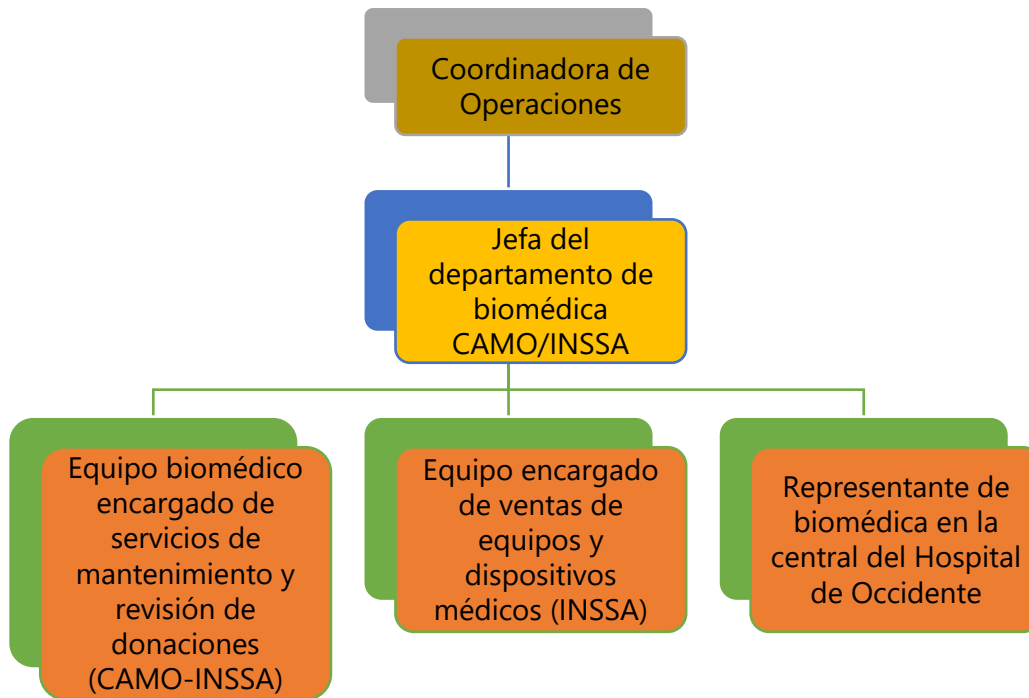


Ilustración 3: Organigrama del Departamento de Biomédica en Fundación CAMO

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3 CENTRAL DE INGENIERÍA EN BIOMÉDICA DEL HOSPITAL

La central de ingeniería en biomédica es un edificio donado por CAMO al Hospital de Occidente para cumplir con las funciones del equipo de biomédica y de mantenimiento en el hospital, mejorando el flujo y el orden para el mantenimiento de las instalaciones y del equipo médico en el hospital. Esta central cuenta con el área de recepción de equipo médico en la que se recibirán los equipos que necesitan mantenimiento o que ya no se estén utilizando dentro de las salas del hospital para su inspección, ingreso en el sistema de gestión de mantenimiento y posterior mantenimiento en el taller de biomédica. Al terminar el mantenimiento del equipo este se almacena en el área de despacho de equipo médico en buen estado.

Los procesos realizados en este espacio se pueden estructurar de la siguiente manera:

- Área de Recepción de Equipo Médico:

Función: Recepción de equipos médicos que requieren mantenimiento o que están fuera de uso.

Procesos Involucrados: Inspección inicial, registro del estado del equipo y necesidades de mantenimiento.

- Taller de Biomédica:

Función: Realización de mantenimiento preventivo y correctivo.

Procesos Involucrados: Reparaciones, calibraciones, pruebas funcionales y actualizaciones de software.

- Sistema FIIX:

Función: Gestión digitalizada de los procesos de mantenimiento.

Procesos Involucrados: Ingreso de datos de equipos en el sistema, programación de mantenimiento, seguimiento de órdenes de trabajo y gestión de inventarios.

- Área de Despacho de Equipo Médico:

Función: Almacenamiento y despacho de equipos médicos tras su mantenimiento.

Procesos Involucrados: Verificación de estado post-mantenimiento, registro de salida en el sistema FIIX, y preparación para reingreso al uso clínico.

Los recursos disponibles en la central son:

- Humanos:

- Ingeniero biomédico encargado de la gestión y el mantenimiento de los equipos del hospital.
- Ingeniero biomédico de CAMO encargado de la gestión de la Central de Biomédica del hospital.
- Personal administrativo para la coordinación de operaciones de la Central y encargado de la gestión del despacho del equipo médico.

- Tecnológicos:

- Herramientas y equipos especializados para el mantenimiento de dispositivos médicos. Como analizador de ventiladores mecánicos y otros analizadores proporcionados por CAMO cuando estos se requieran.
- Software de gestión de mantenimiento (FIIX) para el seguimiento y programación de actividades.

2.2.3.1 Gestión de Procesos de la central

El flujo de trabajo en la central se puede visualizar en el siguiente diagrama:

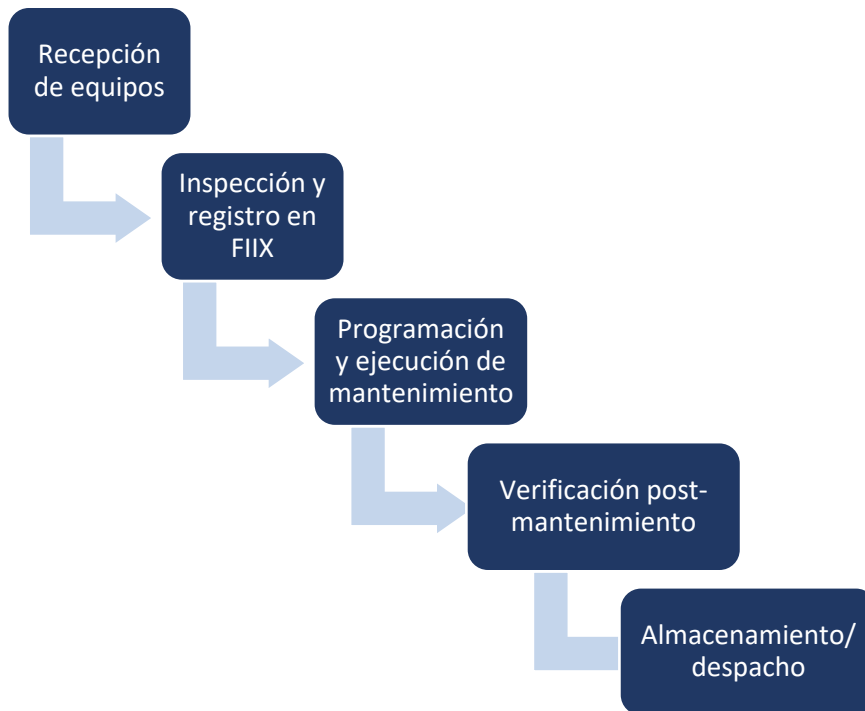


Ilustración 4: Flujo de trabajo dentro de la Central de Biomédica

Esta estructura de gestión en la Central de Ingeniería Biomédica representa un enfoque integral que abarca desde la recepción y registro de equipos hasta su mantenimiento y eventual reingreso en el hospital. Se caracteriza por su eficiencia operativa y una fuerte gestión de inventarios. La colaboración entre la Fundación CAMO y el Hospital de Occidente, facilitada por herramientas como FIIX, asegura una gestión eficiente de los equipos médicos, crucial para la calidad de la atención al paciente.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la eficiencia operativa y la calidad del mantenimiento y gestión de equipos médicos en Fundación CAMO y en la Central de Ingeniería Biomédica del Hospital de Occidente, aplicando los conocimientos y habilidades adquiridos en ingeniería biomédica.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Involucrarse en las actividades desarrolladas por un ingeniero biomédico en Fundación CAMO y el Hospital de Occidente.
- Integrarse en los procesos de gestión de mantenimiento en la utilización del sistema FIIX.
- Participar en la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo.

III. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se abordará la información correspondiente para el desarrollo de la práctica profesional. En donde se presentarán generalidades de Ingeniería Biomédica, equipos médicos, mantenimientos preventivos y correctivos.

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

En numerosos países de América, los sistemas de atención médica están mayormente respaldados por personal médico como médicos, enfermeras y farmacéuticos, entre otros, mientras que las funciones gerenciales, administrativas e ingenieriles a menudo son deficientes o informales. En el transcurso histórico, las entidades médicas han sido dirigidas por profesionales de la salud, quienes, debido a la falta de personal especializado, han asumido responsabilidades adicionales. Sin embargo, conforme progresa la tecnología médica, los profesionales se enfrentan al desafío de mantenerse actualizados, y la participación de campos científicos y técnicos se torna esencial (Gismondi, s. f.).

La gestión tecnológica en el sistema de salud del occidente de Honduras, y en contextos similares, enfrenta desafíos únicos. La adopción y manejo de tecnología médica avanzada en estas regiones a menudo se ve limitada por recursos económicos restringidos, falta de personal especializado e infraestructura insuficiente. Sin embargo, la necesidad de mantenerse al día con los avances tecnológicos es crítica para mejorar la calidad de la atención médica.

El sistema de salud en el occidente de Honduras, como en muchos otros países de América, históricamente ha estado apoyado principalmente por personal médico, con una menor participación de profesionales técnicos y administrativos. Esto ha llevado a:

- Gestión dirigida por profesionales de la salud con enfoques más clínicos que administrativos.
- Evolución Necesaria: La creciente complejidad de los servicios de salud requiere una mayor integración de competencias gerenciales y técnicas.

3.1.1 IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA BIOMÉDICA

Dentro de las instalaciones médicas, los ingenieros biomédicos asumen la responsabilidad del mantenimiento de bombas de infusión, monitores de signos vitales, ventiladores mecánicos, máquinas de anestesia, equipos de imágenes, entre otros equipos médicos. Además, se dedican

a perfeccionar los flujos de trabajo de atención médica mediante la integración de sistemas de información y herramientas tecnológicas para gestionar la salud del paciente (Cerrate, 2023).

La gestión de mantenimiento en el contexto de la ingeniería biomédica se refiere al conjunto de procesos y actividades destinadas a asegurar que los equipos médicos funcionen de manera eficiente, segura y efectiva. Esto incluye:

- Mantenimiento Preventivo y Correctivo: Inspecciones regulares, reparaciones, y calibraciones para prevenir fallos y responder a ellos cuando ocurren.
- Gestión de Inventario y Recursos: Supervisión de repuestos y herramientas necesarias para el mantenimiento de los equipos médicos.
- Integración de Sistemas de Información: Uso de herramientas tecnológicas para una gestión más eficiente y un seguimiento preciso de las actividades de mantenimiento.

3.1.2 CAMO EN EL OCCIDENTE DEL PAÍS

CAMO es una de las pocas instituciones en el occidente del país que brinda servicios de mantenimiento de equipo médico que ofrece más de 90,000 servicios cada año que salvan vidas a las personas de escasos recursos económicos que de otra manera no tendrían acceso a la ayuda. Del año 2021-2022 con la ayuda de CAMO se logró atender a 93,126 pacientes y donar 9,492 cajas de suministros y 550 piezas de equipo médico. («CAMO», 2021)

CAMO opera en un entorno desafiante, caracterizado por necesidades significativas en términos de atención médica y recursos limitados. Como una de las pocas instituciones en el occidente de Honduras que ofrece servicios de mantenimiento de equipo médico, CAMO desempeña un papel vital en el sistema de salud regional:

- Impacto Social: Atiende a poblaciones de escasos recursos, ofreciendo servicios vitales que de otro modo no estarían disponibles.
- Colaboración y Donaciones: Dependiendo de donaciones y colaboraciones para mantener sus operaciones, CAMO se esfuerza por mejorar continuamente sus capacidades y el alcance que tiene en Honduras, enfocándose en el occidente del país.

3.2 GESTIÓN TECNOLÓGICA DE CAMO

Un dispositivo médico se define como un sistema operativo y funcional que engloba componentes eléctricos, electrónicos o hidráulicos, así como programas de software, todos diseñados por el fabricante para asegurar su correcto desempeño. Este dispositivo está destinado a ser empleado en seres humanos con el propósito de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. (Promedco, 2022).

CAMO gestiona una variedad de equipos médicos, incluyendo:

- Equipos de Diagnóstico: Como monitores de signos vitales, máquinas de rayos X y ecógrafos.
- Equipos Terapéuticos: Incluyendo ventiladores mecánicos, bombas de infusión y equipos de anestesia.
- Equipamiento General del Hospital: Como camas de hospital, equipos quirúrgicos y otros dispositivos utilizados en la atención diaria de los pacientes.

Los equipos manejados por CAMO en colaboración con INSSA incluyen:

- Ventiladores Mecánicos (Adulto y neonato)
- Incubadoras abiertas
- Lámparas de fototerapia
- Incubadoras cerradas
- Nebulizadores
- Concentradores de oxígeno
- Equipo de endoscopia
- Máquinas de anestesia
- Mesas quirúrgicas
- Lámparas cialíticas
- Unidades de electrocirugía
- Microscopios de cirugía
- Electrocauterios
- Manómetros de oxígeno
- Electrocardiógrafos

- Desfibriladores
- Desfibriladores Externos Automáticos (DEA)
- Oxímetros de pulso
- Ultrasonidos
- Unidades de Rayos X
- Centrífugas
- Micro centrífugas
- Microscopios
- Sillas dentales
- Compresores de aire medicinal
- Lámparas dentales
- Autoclaves (calor seco y vapor)
- Oftalmoscopios
- Esfigmomanómetros
- Colposcopios
- Unidades de criocirugía

La gestión del inventario en la Fundación CAMO, especialmente en el departamento de ingeniería biomédica, implica:

- Registro y Seguimiento de Equipos: Llevar un registro detallado de todos los equipos médicos, incluyendo su estado, ubicación e historial de mantenimiento.
- Uso de Software de Gestión: Aplicar sistemas como FIIX para controlar el inventario de manera eficiente, incluyendo la programación de mantenimientos y el seguimiento de las necesidades de reparación. Así como los insumos y repuestos con los que cuenta la organización.
- Control de Repuestos: Mantener un inventario adecuado de repuestos y suministros necesarios para el mantenimiento y reparación de equipos médicos.

3.2.1 PROCESOS QUE REALIZA CAMO

La gestión de la tecnología médica que realiza CAMO incluye una serie de procesos esenciales para asegurar la eficacia y seguridad de los dispositivos médicos. Entre estos procesos se destacan:

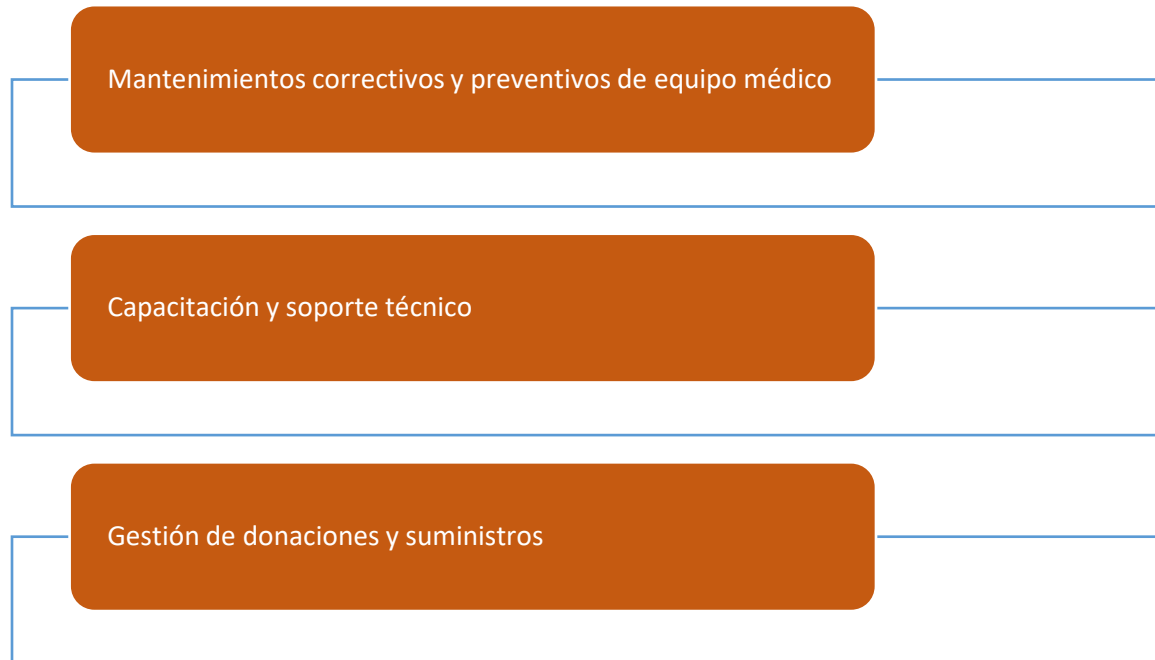


Ilustración 5: Procesos realizados por CAMO en el contexto de dispositivos médicos

3.2.1.1 *Proceso de Donación de Equipo Médico*

- **Recolección de Donaciones:** Las donaciones suelen provenir de CAMO Estados Unidos, donde se recolectan equipos y suministros médicos.
- **Evaluación de Necesidades:** La necesidad de equipos y suministros se define en base a las demandas y requerimientos específicos de los hospitales y centros de salud que CAMO apoya, priorizando a menudo las áreas con mayores carencias de recursos y las pertenecientes al occidente del país.
- **Evaluación de Equipos:** Los equipos donados se evalúan en términos de su funcionalidad, estado general y relevancia para las necesidades de los centros de salud locales.

Las donaciones generalmente provienen de entidades en Estados Unidos, incluyendo hospitales, clínicas y otras organizaciones médicas. Las necesidades se definen a través de una

evaluación continua de las condiciones y requerimientos de los centros de salud en la región occidental de Honduras. Esto puede incluir la comunicación directa con los hospitales y centros de salud, así como la evaluación de las tendencias de salud y los informes de necesidades médicas.

La evaluación del equipo donado se realiza para asegurar que cumpla con los estándares de calidad y seguridad necesarios. Esto incluye:

- Verificación de Funcionalidad: Asegurarse de que el equipo funcione correctamente.
- Control de Calidad: Evaluar si el equipo cumple con las normativas y estándares de calidad relevantes.
- Adaptabilidad y Relevancia: Determinar si el equipo es adecuado para el contexto específico del sistema de salud en Honduras.

3.3 EQUIPOS MÉDICOS

A continuación, se presentan características de equipos médicos con los que se ha tenido contacto en el establecimiento.

3.3.1 ASPIRADOR QUIRÚRGICO

Los aspiradores quirúrgicos funcionan creando presión negativa o succión en un sistema cerrado. Se conecta al depósito principal o sondas especiales que se instala en la zona de drenaje. Durante la extracción, el agua y las secreciones se bombean a través de estos tubos y se recogen en un recipiente colector (ATMOS, s. f.).

En la práctica, los profesionales sanitarios utilizan los aspiradores como parte integrante de un plan de tratamiento cuando las vías respiratorias de un paciente están parcial o totalmente obstruidas. (ZOLL Medical Corporation, s. f.). Algunos usos habituales son:

- Eliminar secreciones respiratorias cuando el paciente es incapaz de hacerlo.
- Ayudar a un paciente que está vomitando mientras convulsiona o está inconsciente.
- Eliminar sangre de las vías respiratorias.
- Extracción de una sustancia extraña de la tráquea y/o los pulmones de un paciente (aspiración pulmonar).

3.3.1.1 *Tipos de Aspiradores Quirúrgicos*

- Aspiradores de Pared: Estos dispositivos se instalan en la pared de las salas quirúrgicas y se conectan a una fuente centralizada de succión, proporcionando una solución eficiente y fija para la extracción de fluidos y desechos (ATMOS, s. f.).
- Aspiradores Portátiles: Se trata de unidades autónomas que ofrecen movilidad al poder ser desplazadas entre diversas áreas y salas del hospital según las necesidades específicas. Estos aspiradores son versátiles y brindan flexibilidad en su uso (ATMOS, s. f.).
- Aspiradores de Batería: Diseñados para la portabilidad, estos aspiradores funcionan con baterías recargables, lo que los hace ideales para su implementación en entornos donde la movilidad es esencial. Ofrecen una solución práctica para la aspiración en situaciones donde el acceso a una fuente de energía fija puede ser limitado (ATMOS, s. f.).

3.3.2 BOMBA DE INFUSIÓN

Las bombas de infusión funcionan mediante un sistema motorizado que controla el flujo del líquido a través de un tubo hacia el paciente. Se pueden administrar diferentes infusiones a una velocidad constante (infusión regular) o intermitentemente (infusión intermitente) (Díaz, 2023b).

3.3.2.1 *Tipos de Bombas de Infusión*

- **Bomba Volumétrica:** Administra un volumen específico de líquido en un período de tiempo determinado (Díaz, 2023b).
- **Bomba de Jeringa:** Utiliza jeringas desechables o recargables para infundir pequeñas cantidades de líquidos a velocidades precisas (Díaz, 2023b).
- **Bomba de Perfusión:** Diseñada para administrar medicamentos a bajas velocidades en procedimientos de perfusión continua (Díaz, 2023b).

Las bombas de infusión pueden funcionar eléctrica o mecánicamente. Cada bomba funciona de forma diferente. Por ejemplo:

En una bomba de jeringa, el fluido se mantiene en el depósito de una jeringa y un pistón móvil controla el suministro de fluido. En una bomba peristáltica, un conjunto de rodillos aprieta

un tubo flexible, empujando el fluido hacia delante. En una bomba multicanal, los fluidos pueden suministrarse desde varios depósitos a distintas velocidades. (Health, 2018)

3.3.3 INCUBADORA NEONATAL

Las incubadoras neonatales son equipos médicos esenciales diseñados para proporcionar un entorno controlado y seguro para los recién nacidos prematuros o enfermos. Estos dispositivos brindan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxígeno, simulan el entorno del útero materno y ayudan a los bebés a sobrevivir y desarrollarse adecuadamente (Kalstein, 2021).



Ilustración 6. Incubadora Neonatal Cerrada

Fuente: (Hospital, s. f.)



Ilustración 7. Incubadora Neonatal Abierta

Fuente: (*INCUBADORA ABIERTA O SERVOCUNA MEDIX SM401 – EQUITRONIC S.A., s. f.*)

3.3.3.1 *Principios de Funcionamiento*

La incubadora infantil suele tener la forma de un carrito con un pequeño colchón en la parte superior cubierta por una funda rígida de plástico transparente. La cámara de la incubadora proporciona un entorno limpio y ayuda a proteger al bebé del ruido, el polvo, las infecciones y el exceso de manipulación. Se pega un sensor de temperatura a la piel del bebé, y el calentador de la incubadora se ajusta para mantener al bebé a una temperatura constante o, la temperatura se controla mediante un termostato en la corriente de aire caliente.

Debajo del bebé hay un sistema de calefacción eléctrica por soplado de aire y sistema de humidificación que hace circular aire húmedo calentado a la temperatura y humedad deseadas por la cámara de la incubadora. (Ahmed, 2022)

3.3.3.2 *Características*

- **Control de Temperatura:** Las incubadoras ofrecen un control preciso y constante de la temperatura, ajustable según las necesidades específicas del bebé, garantizando un entorno térmico óptimo (Kalstein, 2021).
- **Humedad Controlada:** Manteniendo un nivel de humedad controlado, estas incubadoras evitan la pérdida de agua y aseguran la hidratación de la delicada piel del bebé (Kalstein, 2021).
- **Monitoreo y Alarmas:** Equipadas con sistemas de monitoreo, las incubadoras supervisan de manera continua parámetros críticos como la temperatura y la humedad. Las alarmas se activan para alertar sobre condiciones fuera del rango establecido, garantizando una respuesta inmediata ante cualquier anomalía (Kalstein, 2021).
- **Acceso y Visibilidad:** Diseñadas con puertas transparentes, las incubadoras permiten una visualización constante del bebé sin comprometer el entorno controlado. Este diseño facilita la observación continua por parte del personal médico y los padres (Kalstein, 2021).
- **Acceso a Tubos y Cables:** Incorporando puertos y aberturas estratégicas, las incubadoras posibilitan el acceso necesario a tubos y cables requeridos para tratamientos y monitoreo, garantizando la comodidad y seguridad en la administración de cuidados al neonato (Kalstein, 2021).

3.3.3.3 Tipos de Incubadoras

- **Incubadoras Radiantes:** Estas utilizan calentadores infrarrojos para calentar al bebé y mantener su temperatura (Pardell, 2023).
- **Incubadoras de Doble Pared:** Estas tienen una estructura de doble pared para un aislamiento térmico más eficaz (Pardell, 2023).
- **Incubadoras Transportables:** Están diseñadas para trasladar al bebé de manera segura dentro del hospital o entre unidades médicas (Pardell, 2023).

3.3.4 MÁQUINA DE ANESTESIA

La máquina de anestesia es un complejo instrumento de quirófano que incorpora un ventilador para optimizar la administración de anestésicos inhalados. El equipo de anestesia ha evolucionado gradualmente, pasando de ser simplemente un medio para anestesiarse y oxigenar a un paciente a una estación de trabajo de anestesia que incorpora modos de ventilación cada vez más complejos, monitores de CO₂, estimadores de la concentración alveolar mínima y un medio para monitorizar los signos vitales (Hill & Horn, 2023).



Ilustración 8. Máquina de Anestesia

Fuente: (Meison Medical, 2023)

3.3.4.1 *Principio de Funcionamiento*

La máquina de anestesia opera fundamentalmente proporcionando al paciente la precisa mezcla de gases médicos, como oxígeno y aire, junto con agentes de inhalación tales como isoflurano o sevoflurano. Este proceso se lleva a cabo mediante un sistema de suministro de gases y un vaporizador de anestésico. El control y monitorización del flujo de gases son esenciales para mantener la anestesia en un nivel seguro y efectivo. Este dispositivo garantiza la administración controlada y continua de la anestesia, asegurando así la estabilidad fisiológica del paciente durante procedimientos médicos. (Meison Medical, 2023).

3.3.4.2 *Módulos y Sensores*

- **Monitor de Gases Anestésicos:** Este módulo mide y controla la concentración de anestésicos inhalados en la mezcla de gases, garantizando una administración precisa y segura (Meison Medical, 2023).
- **Monitor de Flujo de Gases:** Controla el flujo de oxígeno y aire hacia el paciente, así como el flujo de gases exhalados. Ayuda a mantener una ventilación adecuada (Meison Medical, 2023).
- **Sensor de Oxígeno:** Mide la concentración de oxígeno en el gas inspirado y es esencial para asegurar una oxigenación adecuada del paciente (Meison Medical, 2023).
- **Monitor de Capnografía:** Controla el dióxido de carbono exhalado por el paciente, lo que ayuda a evaluar la ventilación y la eliminación de CO₂ (Meison Medical, 2023).
- **Presión de Vía Aérea:** Mide la presión en la vía aérea del paciente y alerta en caso de obstrucciones o cambios significativos (Meison Medical, 2023).

3.3.5 MICRO-CENTRÍFUGA

Una micro centrífuga es un tipo especial de centrífuga que realiza la función de centrifugar muestras que se encuentran en pequeños tubos capilares, con el fin de separar los componentes de estas muestras en dos fases (Kalstein, 2022).



Ilustración 9. Micro-centrífuga

Fuente: (Kalstein, 2022)

3.3.5.1 *Características Principales*

- **Tamaño Compacto:** Estos equipos de laboratorio se caracterizan por su diseño de tamaño compacto, ocupando un espacio relativamente reducido en una mesa de trabajo, lo que facilita su integración en entornos de laboratorio con limitaciones de espacio (Kalstein, 2022).
- **Alta Velocidad:** Las micro-centrífugas son capaces de girar a altas velocidades, lo que posibilita una separación eficiente de muestras en tiempos reducidos, optimizando así la eficacia del proceso de centrifugación (Kalstein, 2022).
- **Capacidad de Muestra:** Diseñadas para contener tubos pequeños, generalmente de 0.2 ml a 2 ml, estas centrífugas están específicamente adaptadas para el procesamiento de volúmenes de muestra de escala micro, siendo ideales para experimentos con volúmenes limitados (Kalstein, 2022).
- **Control de Velocidad y Tiempo:** La mayoría de las micro-centrífugas ofrecen la flexibilidad de ajustar la velocidad de centrifugación y el tiempo de funcionamiento. Este control preciso permite adaptar las condiciones de centrifugación a las necesidades particulares de cada experimento, optimizando los resultados (Kalstein, 2022).

- **Función de Enfriamiento:** Algunos modelos avanzados de micro-centrífugas van más allá al incorporar la capacidad de enfriar las muestras durante la centrifugación. Esta función es especialmente beneficiosa para preservar la integridad de muestras sensibles al calor, ampliando así las aplicaciones prácticas de estos dispositivos (Kalstein, 2022).

3.3.6 MONITOR DE SIGNOS VITALES

Los monitores de signos vitales son dispositivos médicos esenciales para medir y monitorear los signos vitales de un paciente, lo que ayuda a los profesionales de la salud a evaluar el estado y tomar decisiones médicas adecuadas. Estos monitores brindan información en tiempo real sobre factores que son un indicador importante de la condición física de un paciente (Shepard, 2020).

3.3.6.1 *Principio de funcionamiento*

Los monitores multiparamétricos se encargan de recoger, mostrar y almacenar todas las constantes vitales del paciente. Estos equipos funcionan de forma diferente para cada signo vital. Por ejemplo, para medir la frecuencia cardíaca, recoge la actividad eléctrica del corazón mediante electrodos y la amplifica. Para medir la frecuencia respiratoria, recoge y amplifica los movimientos respiratorios del tórax. Para determinar la cantidad de oxígeno que hace el paciente a través de su pulso. (Kalstein, 2020)

Todos estos parámetros se muestran por separado en el monitor de constantes vitales. En caso de que alguno de ellos esté por debajo o por encima de lo normal para la edad del paciente, o se genere cualquier otra actividad adversa, se activa una alarma para avisar a los profesionales médicos.

Existen cinco parámetros básicos que registran y muestran los monitores de constantes vitales actuales:

- **Electrocardiograma (ECG):** se colocan electrodos en el cuerpo del paciente que se encargan de registrar y amplificar los impulsos eléctricos del corazón.
- **Respiración (RESP):** controla la frecuencia respiratoria midiendo la impedancia torácica gracias a dos de los electrodos utilizados en el ECG.
- **Temperatura (TEMP):** mediante un termómetro, muestra también la temperatura que tiene el paciente en cada momento.

- Presión no invasiva (PNI): La presión arterial no invasiva se obtiene mediante un esfigmomanómetro electrónico, cuyo brazalete se coloca en el brazo del paciente.
- Saturación de oxígeno (SpO2): Se coloca en el dedo del paciente un pulsioxímetro que emite luz con dos densidades de onda diferentes para determinar su nivel de oxígeno en sangre.



Ilustración 10. Monitor de Signos Vitales

Fuente: («Monitor de signos vitales SONOSMART12 (6 Parámetros)», s. f.)

3.3.6.2 Módulos y sensores

Los monitores de constantes vitales pueden tener módulos y sensores intercambiables para medir diferentes parámetros. Los sensores de SpO2 miden la saturación de oxígeno en la sangre, mientras que los sensores de CO2 al final de la espiración miden el dióxido de carbono exhalado. Los monitores también pueden acceder a módulos para monitorear la actividad cerebral (EEG), la actividad muscular (EMG) y otras medidas básicas (Díaz, 2023a).

3.3.6.3 Tipos de Monitores

- Monitores Multiparamétricos: Estos dispositivos se distinguen por la capacidad de medir diversas constantes vitales de manera simultánea, presentando los resultados de manera integrada en una pantalla (Díaz, 2023a)..

- Monitores Portátiles: Diseñados para el monitoreo continuo de pacientes en movimiento, estos monitores se caracterizan por su extrema compacidad y son comúnmente utilizados en entornos como salas de recuperación o ambulancias (Díaz, 2023a).

- Monitores Centrales: Ubicados en unidades de cuidados intensivos (UCI), estos monitores tienen la función de supervisar y analizar datos provenientes de múltiples pacientes de manera simultánea (Díaz, 2023a).

- Monitores de Pacientes: Adaptados para su uso en camas de hospital, estos monitores están diseñados para proporcionar información en tiempo real sobre el estado del paciente (Díaz, 2023a).

3.3.7 VENTILADOR MECÁNICO

Los ventiladores mecánicos funcionan generando y controlando la presión y el flujo de aire o gases inhalados. Estos dispositivos pueden proporcionar respiración controlada, asistida o espontánea dependiendo de las necesidades del paciente. Los ventiladores pueden entregar un volumen específico de aire (ventilación volumétrica) o establecer una presión específica (ventilación por presión) (NIH, 2022).

Los respiradores mecánicos se utilizan en diversos entornos, desde el quirófano y la unidad de cuidados intensivos hasta el domicilio y los vehículos de transporte. Los ventiladores de la UCI se utilizan en pacientes adultos que se recuperan de lesiones pulmonares agudas.

Los primeros ventiladores se basaban en la presión negativa, pero actualmente se basan en la presión positiva. Entre las principales características de los respiradores se incluyen la protección frente a la interrupción del suministro eléctrico, la presión máxima al paciente, la precisión del tipo de respiración controlada por presión, la monitorización del oxígeno y la protección frente a fugas del sistema respiratorio (Baura, 2021).

3.3.7.1 *Modos de Ventilación*

- Ventilación Controlada: En este modo, el ventilador toma el control total del proceso respiratorio del paciente, regulando por completo las respiraciones de acuerdo con los parámetros establecidos (Subirana & Bazan, 2020).

- Ventilación Asistida: En este caso, el paciente inicia la secuencia respiratoria, y el ventilador proporciona el respaldo necesario, asistiéndolo para asegurar una ventilación

adecuada. Este modo permite una colaboración entre la acción del paciente y el soporte del ventilador (Subirana & Bazan, 2020).

- Ventilación Espontánea: Aquí, el paciente respira de forma autónoma, y el ventilador interviene ofreciendo un nivel de apoyo para garantizar una respiración efectiva. En este modo, se fomenta la independencia respiratoria del paciente al tiempo que se brinda el respaldo necesario (Subirana & Bazan, 2020).

3.4 CMMS

Un Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (CMMS) es un software que facilita la planificación, programación y seguimiento de las actividades de mantenimiento en una organización. Se basa en una base de datos centralizada que almacena información detallada sobre los activos, historiales de mantenimiento, inventario de repuestos y programación de tareas. (IBM, s. f.)

3.4.1 FIIX

FIIX es un CMMS que ayuda a las empresas a gestionar todo el mantenimiento, incluyendo miles de activos, órdenes de trabajo y piezas. (FIIX Computerized Maintenance Management System | FactoryTalk, 2021)

Dentro de sus usos se encuentran:

- Base de Datos de Activos: FIIX permite la creación y gestión de una base de datos integral de activos, incluyendo información técnica detallada, historiales de mantenimiento previos y configuraciones específicas.
- Programación Preventiva: Ofrece la capacidad de establecer rutinas de mantenimiento preventivo, programando automáticamente actividades regulares de inspección y mantenimiento para maximizar la eficiencia operativa.
- Orden de Trabajo Electrónica: Facilita la creación y gestión de órdenes de trabajo electrónicas, lo que incluye asignación de tareas, seguimiento del progreso y registro de datos en tiempo real durante la ejecución de trabajos de mantenimiento.
- Gestión de Inventarios: FIIX permite llevar un control detallado del inventario de repuestos y materiales necesarios para el mantenimiento. Asimismo, puede generar alertas cuando es necesario reponer existencias.

- Seguimiento de KPIs: Proporciona herramientas para el seguimiento de indicadores clave de rendimiento (KPIs) relacionados con el mantenimiento, permitiendo un análisis en profundidad del rendimiento operativo y del equipo.
- Análisis Predictivo: A través del análisis de datos acumulados, FIIX facilita la identificación de patrones y tendencias que pueden utilizarse para implementar estrategias de mantenimiento predictivo, mejorando así la confiabilidad del equipo.
- Integración de Datos: Puede integrarse con otros sistemas, como sensores IoT, para recopilar datos en tiempo real, permitiendo una toma de decisiones más rápida y precisa.

3.4.1.1 *FIIX en CAMO y el Hospital de Occidente*

FIIX es la plataforma que CAMO ha utilizado en estos últimos años para llevar registro de su inventario y sus órdenes de trabajo. Junto con la Central de biomédica, CAMO también proporcionó al Hospital de Occidente con esta plataforma para llevar un orden de los equipos médicos del hospital y los mantenimientos realizados.

Todos los equipos del hospital están registrados en FIIX. Se pueden programar mantenimientos regulares (por ejemplo, cada seis meses) y la plataforma notifica cuando estos deben realizarse. Los equipos tienen códigos que se pueden escanear, utilizando el teléfono celular, para acceder a su información detallada, como ubicación y descripción.

FIIX se utiliza para administrar las órdenes de trabajo relacionadas con los equipos, incluyendo inspecciones y reparaciones. La información sobre las acciones realizadas se registra detalladamente en la plataforma. Además, FIIX permite programar mantenimientos futuros y recordatorios, ayudando en la planificación anticipada de las tareas de mantenimiento.

FIIX permite realizar seguimientos de los cambios de ubicación de los equipos dentro del hospital. Esto incluye información sobre cuándo se mueve un equipo a una sala específica y su estado actual. Además de la información básica, se pueden agregar eventos, garantías e incluso fotografías de los equipos. Sin embargo, al ser una nueva plataforma para el Hospital de Occidente, el equipo de biomédica se encuentra aprendiendo a utilizar esta plataforma por lo que todavía existe cierta incertidumbre sobre algunas acciones que se utilizan en la plataforma.

IV. DESARROLLO

4.1 SEMANA 1: 11-13 DE OCTUBRE

4.1.1 OBJETIVOS

- Conocer las actividades a desarrollar dentro de la Fundación CAMO y el Hospital de Occidente.
- Conocer al equipo biomédico del Hospital de Occidente.
- Realizar mantenimientos correctivos junto con el personal del hospital.

4.1.2 INTRODUCCIÓN

En la primera semana se realizó un recorrido por las instalaciones de la Fundación CAMO y por las diferentes áreas del Hospital de Occidente. De igual forma se realizaron distintos mantenimientos correctivos del equipo del hospital

4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.1.3.1 *Necesidad: Adecuación de la central para su inauguración*

Responsables:

Ing. Ligia Pérez, Ing. Edwin Ortega, Fernando Calderón, Jennifer Orellana

Desarrollo:

Se realizó una inspección del equipo que se encontraba almacenado en la central de biomédica ya que este debía ser almacenado en un lugar distinto para la inauguración de la central. Posteriormente, se procedió a movilizar el equipo a un almacén temporal mientras sucedía la inauguración.

Conclusiones:

Se almacenó el equipo en la sala de diagnóstico que se encuentra sin utilizar dentro del hospital. Se realizó un inventario de todos los equipos con sus respectivo modelo y número de serie que se guardó en este lugar, al igual que los insumos que se almacenaron.



Ilustración 11: Equipo dentro de la Central de Biomédica

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2 Necesidad: Insuflador de sala de operaciones con error de funcionamiento

Responsables: Ing. Ligia Pérez, Fernando Calderón, Jennifer Orellana

Desarrollo:

Se realizó el mantenimiento correctivo de un insuflador que se encontraba en el área de quirófano. Este presentaba un error denominado Pr Error. Se abrió el equipo y se consultó en el manual las partes con las que contaba el equipo para analizar cual podría estar presentando el problema [Anexo1](#). Al final se calibraron los potenciómetros para arreglar el problema.

Conclusiones:

Al calibrar los potenciómetros del equipo este no volvió a presentar problemas por lo que se entregó a la sala para su uso.



Ilustración 12: Insuflador por dentro

4.2 SEMANA 2: 16-20 DE OCTUBRE

4.2.1 OBJETIVOS

- Acomodar la Central de biomédica para que esta se encuentre lista para su inauguración
- Realizar pruebas en los ventiladores mecánicos con los que cuenta la central, al igual que otros equipos.
- Realizar mantenimientos correctivos junto con el personal del hospital.
- Acompañar a los miembros de la Brigada Médica por parte de CAMO por las distintas salas del hospital realizando mantenimientos correctivos a equipos en mal estado.
- Reunirse con el personal de enfermería para explicar el funcionamiento de la Central de biomédica

4.2.2 INTRODUCCIÓN

En la segunda semana se realizó una adecuación de la Central de Biomédica para que esta se encuentre lista para la inauguración del 20 de octubre. De igual forma se contó con la presencia de miembros de una brigada de CAMO por lo que se tuvo que acompañar a los miembros en distintas actividades, apoyándolos con los equipos que necesitaran y ayudándolos a realizar mantenimientos en el equipo del hospital. De igual forma para servir de traductores entre ellos y el personal de enfermería.

4.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.2.3.1 *Necesidad: La central de biomédica se debe encontrar en óptimas condiciones para su inauguración.*

Responsables:

Ing. Ligia Pérez, Ing. Edwin Ortega, Fernando Calderón, Jennifer Orellana

Desarrollo:

Se realizó una limpieza exhaustiva de la central de biomédica. Se hizo un inventario de los equipos que se encontraban dentro de la central y sobre las herramientas e insumos con los que cuenta. De esta forma se mantuvo el orden dentro de la central para su inauguración.

Conclusiones:

Se alistaron las instalaciones de la central de biomédica para su inauguración como se puede ver en la siguiente imagen.



Ilustración 13: Central de biomédica

4.2.3.2 *Necesidad: Equipo médico proveniente de salas que necesita revisión*

Responsables:

Jennifer Orellana

Desarrollo: Se hizo una revisión de distintos equipos médicos provenientes de salas que necesitaban revisión para su ingreso a la central incluyendo ventiladores mecánicos, centrifugas y lámparas de fototerapia portátiles. Se hizo una limpieza de cada uno de los equipos y en el caso de los ventiladores mecánicos se realizaron las calibraciones y pruebas correspondientes para cada uno de ellos al igual que se utilizó el analizador para poder verificar los valores que brindaba el ventilador en los distintos modos de ventilación. En el caso de uno de los ventiladores [Anexo4](#) se requirió un cambio de sensor de oxígeno por lo que se utilizó un repuesto con el que contaba el departamento.

Conclusiones: Se logró realizar la revisión y mantenimiento preventivo de una serie de equipos para poder ser ingresados a la central y que estos puedan estar listos para su almacenamiento y posterior distribución en el hospital.



Ilustración 14: Equipo que requirió de revisión en la central



Ilustración 15: Ventilador mecánico LTV2 2200 en revisión

4.2.3.3 Necesidad: Apoyar a la Brigada Médica de octubre 2023

Responsables:

Jennifer Orellana, Fernando Calderón

Desarrollo: Se realizaron distintas actividades con los miembros de la Brigada Médica programada por CAMO apoyando tanto al programa de terapia respiratoria con el equipamiento necesario para realizar capacitaciones con el personal de enfermería [Anexo2](#), [Anexo3](#) y con el equipo de biomédica para realizar mantenimientos en las salas del hospital.

Conclusiones: La brigada médica culminó con la inauguración oficial de la Central de Biomédica, la cual fue un éxito. De igual forma, el personal que recibió capacitación en el uso de

ventiladores mecánicos para terapia respiratoria adquirieron conocimientos muy útiles de expertos en este tema.

4.3 SEMANA 3: 23-27 DE OCTUBRE

4.3.1 OBJETIVOS

- Revisar equipo médico en la central para su posterior almacenamiento y distribución
- Realizar mantenimiento preventivo al equipo proveniente de sala.
- Revisar los casos de equipo de sala que presenta fallas.

4.3.2 INTRODUCCIÓN

En la semana 3 se continuó con la revisión del equipo médico de la central y el equipo proveniente de sala, utilizando las herramientas con las que se cuenta dentro del hospital como el analizador de ventilador y las fuentes de oxígeno.

4.3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.3.3.1 Necesidad: Revisión de buen funcionamiento de equipo médico

Responsables: Jennifer Orellana, Valeria Coto

Desarrollo

Se realizó la revisión y calibración de distintos equipos como el ventilador mecánico LTV 2200, Crius V6, Lyra x2, Mindray SV300 [Anexo7](#) y vivo 65 [Anexo5](#) realizando todas las pruebas y calibraciones correspondientes y revisando los valores de los distintos parámetros del ventilador utilizando el analizador.

De igual forma se realizó la limpieza y la revisión de buen funcionamiento de una serie de monitores de signos vitales, haciendo una prueba de ECG, SpO2, presión no invasiva, temperatura y respiración.

Conclusiones

Se revisaron los distintos equipos exitosamente y se lograron almacenar en el área de despacho de equipo para que puedan poder ser despachados a las salas que lo requieran.



Ilustración 16: Revisión de equipo médico en la central

4.4 SEMANA 4: 30 DE OCTUBRE-3 DE NOVIEMBRE

4.4.1 OBJETIVOS

- Revisar equipo necesario para la apertura de la nueva sala de emergencia del hospital donada por CAMO.
- Revisar equipo proveniente del hospital COVID para su distribución a las salas que lo requieran
- Revisar equipo proveniente de sala que no se encuentra en uso o que necesita reparación.

4.4.2 INTRODUCCIÓN

Esta semana siguiendo con las actividades del ingeniero biomédico en la central del Hospital de Occidente se realizaron una serie de trabajos para asegurar el buen funcionamiento de los equipos médicos del hospital.

4.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.4.3.1 Necesidad: se requiere de hacer inventario y sacar el equipo del Hospital COVID que se encuentra fuera de servicio

Responsables: Ing. Ligia Pérez, Ing. Edwin Ortega, Jennifer Orellana, Valeria Coto

Desarrollo:

Se hizo una revisión del equipo que se encontraba almacenado en las salas del hospital COVID y posteriormente se movilizaron los equipos e insumos a la central de biomédica. Aquí los equipos fueron revisados y almacenados. Se realizó la calibración de distintos equipos como

bombas de perfusión [Anexo12](#) y se hizo una adecuación de un monitor de signos vitales que se encontraba en malas condiciones.

Conclusiones:

Se lograron realizar exitosamente las distintas actividades de esta semana y se pudieron revisar y dejar funcionales los equipos provenientes del hospital COVID.



Ilustración 17: Revisión de equipo proveniente del Hospital COVID

4.4.3.2 *Necesidad: se requiere de reparar el monitor de signos vitales que se encuentra fuera de servicio en la sala de medicina de mujeres*

Responsables: Jennifer Orellana

Desarrollo: Se llevó un monitor de signos vitales a la central de biomédica proveniente de la sala de medicina de mujeres. El equipo se encontraba con la carcasa abierta y los pines de abajo estaban dañados. Se desarmó el equipo para poder arreglar los pines y pegarlos con súper glue.

Conclusiones: Al terminar se revisó el equipo por algún daño y se realizaron pruebas de funcionamiento. Al finalizar el equipo terminó en estado funcional.



Ilustración 18: Izquierda: Monitor antes de reparación. Derecha: Pruebas de funcionamiento de monitor

4.4.3.3 Necesidad: Revisión de Ventilador Crius V6 proveniente de la sala de lactantes

Responsables: Jennifer Orellana

Desarrollo: El ventilador presentó un problema en sala al utilizar el modo de terapia de oxígeno [Anexo13](#). Se hicieron pruebas de funcionamiento del equipo y se le realizó una calibración del sensor de oxígeno

Conclusiones: Al terminar se revisó el equipo por algún daño y se realizaron pruebas de funcionamiento. Al finalizar el equipo terminó en estado funcional.

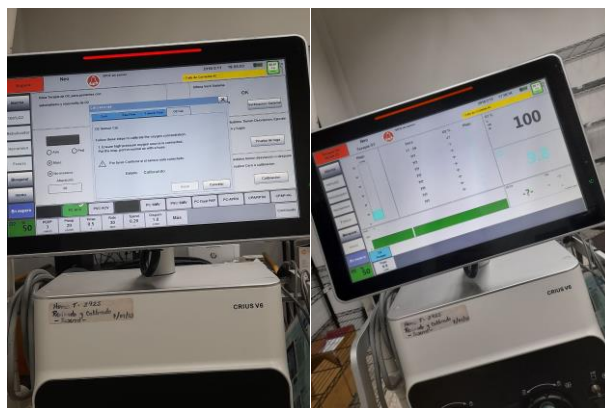


Ilustración 19: Calibración y prueba del ventilador Crius V6

4.4.3.4 Necesidad: Revisión y entrega de equipo para dotar nueva sala de emergencia del hospital

Responsables: Valeria Coto, Jennifer Orellana, Ing. Ligia Pérez e Ing. Edwin Ortega

Desarrollo: La inauguración de la nueva sala de emergencias del hospital requirió de la dotación de una serie de equipos como desfibriladores, monitores de signos vitales y ventiladores por lo que se realizó una inspección de los equipos que se entregarían al área para verificar su buen funcionamiento.

Conclusiones: Se realizaron pruebas con analizadores para monitor de signos vitales y para desfibrilador. Al finalizar se evaluó que los equipos se encontraban en buen estado y se procedió a su entrega a la sala de emergencias.



Ilustración 20: Revisión de equipo para entrega a la sala de emergencias

4.5 SEMANA 5: 6-10 DE NOVIEMBRE

4.5.1 OBJETIVOS

- Sacar el equipo de sala que no se utiliza y se piensa centralizar
- Realizar limpieza y calibración de las bombas de infusión provenientes de las distintas salas del hospital para poder centralizarlas.
- Revisar equipo que se encontraba almacenado en la sala de diagnóstico para proceder a centralizarlo y sacar de funcionamiento los que requieren repuestos con los que no cuenta el hospital.

4.5.2 INTRODUCCIÓN

En esta semana, se siguieron con las actividades de la central de biomédica y se pasó por cada una de las salas del hospital retirando equipo que previamente se evaluó con los responsables del hospital y de la central que se retiraría de las salas para proceder a centralizarlos. Esto incluían sobre todo bombas de infusión y concentradores de oxígeno que no se utilizaban

frecuentemente en las salas y equipo que llevaba tiempo en mal funcionamiento para proceder a su revisión y evaluación.

4.5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.5.3.1 *Necesidad: Equipar la central de biomédica con equipo centralizado que puedan aprovechar todas las áreas del hospital*

Responsables: Ing. Ligia Pérez, Ing. Edwin Ortega, Jennifer Orellana, Valeria Coto

Desarrollo: Se realizó una inspección de las salas del hospital para retirar equipo que no se encuentra en uso en la sala. En cada uno de los casos se retiraron una serie de bombas de infusión y concentradores de oxígeno que en algunos de los casos las salas ni siquiera sabían que contaban con tales equipos en las áreas [Anexo6](#). Posteriormente se procedió a revisar y evaluar algunos de estos equipos. Se realizó la calibración de varias bombas de infusión de distintos modelos como SN, SK y KellyMed.

Conclusiones: Se sacó equipo que no se utilizaba en las salas para poder centralizarlo y de esta forma sacarle el mayor provecho posible en el hospital. Este equipo posteriormente se evaluó y se dejó listo en la zona de despacho de equipo para que pueda ser utilizado por cualquier sala cuando sea requerido.



Ilustración 21: Revisión de bombas de infusión

4.5.3.2 *Revisión de equipo almacenado en la sala de diagnóstico para centralizar*

Responsables: Valeria Coto y Jennifer Orellana

Desarrollo: Se sacó el equipo que se encontraba almacenada de la sala de diagnóstico para poder revisarlo en la central de biomédica y así poder determinar si el equipo se encontraba en

óptimas condiciones para centralizarlos y que se encuentren a disposición de todas las salas. Se revisaron los compresores de aire y se instalaron las mangueras en los que todavía no contaban con el espacio para ellas. De igual forma, se revisaron nebulizadores para la sala de lactantes [Anexo8](#) y un alto flujo [Anexo9](#).

Conclusiones: Se probaron los compresores de aire con el ventilador MEK ICS Evo 5 y se determinó que todos los compresores de aire se encontraban funcionales para proceder a ingresarlos al sistema FIIX y almacenarlos en la sala de despacho de equipo para que se puedan utilizar por cualquier sala.



Ilustración 22: Revisión de compresores de aire

4.6 SEMANA 6: 13-17 DE NOVIEMBRE

4.6.1 OBJETIVOS

- Terminar la revisión de equipo centralizado.
- Revisar el equipo que se encuentra en almacén para verificar si este debe ser descartado o se puede seguir utilizando en el hospital.
- Revisar equipo que presenta problemas en salas.

4.6.2 INTRODUCCIÓN

En esta semana, se continuaron con las actividades de la central de biomédica que para este momento ya se encontraba totalmente en operación. Se continuó la revisión de equipo para que este se encuentre operando correctamente para su uso en cualquier sala que lo requiera. Luego, se evaluó cada equipo almacenado para determinar su condición actual y ver si este puede seguir en operaciones, debe almacenarse como espera para repuestos o debe ser descartado y

almacenado solo para su utilización para refacciones. También se analizaron los equipos que presentaron problemas en sala y poder identificar soluciones para los mismos

4.6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.6.3.1 *Necesidad: Revisar equipo para centralizar*

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se realizó una inspección de los equipos que faltaba revisar para ser centralizados. Incluyendo concentradores de oxígeno que fueron retirados de las salas en las que no eran utilizados. Se realizaron pruebas de funcionamiento para estos equipos, se limpiaron los filtros y se cambiaron los vasos humidificadores que tenían daños. De igual forma se realizaron arreglos a los equipos que se encontraban con el tornillo de la manguera flojo por lo que no se lograba mantener los vasos humidificadores en un solo lugar

Conclusiones: El equipo se revisó efectivamente y luego de realizarle las pruebas de funcionamiento y reparaciones correspondientes se llevó al almacén de despacho de equipo en buen estado para su utilización en cualquier sala del hospital. Esta revisión indica un progreso significativo en la gestión eficiente de los recursos del hospital ya que cada vez son más los equipos disponibles en la central para uso general del hospital.



Ilustración 23: Revisión de concentradores de oxígeno

4.6.3.2 *Necesidad: Revisión de equipo de almacén*

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se realizó una inspección de los equipos que se encontraban en almacén, incluyendo tres ventiladores mecánicos que se tenían sospechas de no estar presentando

problemas tan graves para tenerlos almacenados. Por lo que se realizaron las calibraciones correspondientes a los equipos y se realizaron pruebas de funcionamiento con el analizador.

Conclusiones: Dos de los tres ventiladores mecánicos se encontraban en buenas condiciones para su funcionamiento. Pasaron las pruebas y calibraciones y mostraron tener buenos resultados en las pruebas de funcionamiento con el analizador. Sin embargo, uno de los ventiladores presentó problemas de turbina y este regresó al almacén.



Ilustración 24: Revisión de ventilador mecánico Crius v6

4.6.3.3 Necesidad: Monitores de signos vitales en UCIA presentan problemas

Responsables: Ing. Ligia Pérez, Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: La sala de UCIA reportó que los monitores de signos vitales B155M presentaban problemas. Se cambiaron los accesorios del monitor por unos nuevos. Se cambió la trampa de agua del equipo por una funcional, se realizó una limpieza general del equipo y se realizaron pruebas con el analizador para determinar que se encontrara en óptimas condiciones

Conclusiones: Al finalizar todas las pruebas el equipo se encontró funcional y listo para regresar a la sala de UCIA. Sin embargo, solo se pudo entregar con un cable de 5 derivaciones (el equipo tiene hasta 12 derivaciones) y se probó con un sensor de SPO2 pediátrico ya que no se contaba con un sensor de adulto para ese modelo.



Ilustración 25: Revisión de monitor de signos vitales de UCIA

4.7 SEMANA 7: 20-24 DE NOVIEMBRE

4.7.1 OBJETIVOS

- Continuar la revisión de equipo médico.
- Localizar equipo médico faltante de hospital COVID.
- Revisar equipo de ambulancia.

4.7.2 INTRODUCCIÓN

En esta semana, se continuaron con la gestión y mantenimiento de equipo médico en el Hospital de Occidente. Se busca continuar con la revisión meticulosa de equipo médico del hospital. De igual forma, nos enfocamos en la recuperación del equipo que se encontraba en el hospital COVID que en estos momentos se encuentra fuera de uso. Finalmente, se llevó a cabo una revisión de los equipos utilizados en ambulancia para garantizar su buen estado y que se encuentren listos para ser utilizados.

4.7.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.7.3.1 Necesidad: Revisar aspiradores para centralizar

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se revisaron los aspiradores Gomco que se encontraban en la central esperando para ser llevados al almacén de equipo centralizados. Se realizó una limpieza general del equipo al igual que pruebas de funcionamiento y reemplazo de las mangueras.

Conclusiones: Los equipos terminaron en buen estado y se llevaron al almacén central para que puedan ser utilizados por las áreas que lo requieran. Este esfuerzo se realiza para organizar y centralizar recursos, promoviendo la eficiencia en su uso y distribución dentro del hospital.



Ilustración 26: Aspirador en revisión

4.7.3.2 Necesidad: Localizar equipo faltante de hospital COVID

Responsables: Ing. Edwin Ortega, Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se buscaron ocho bombas de infusión que no se encontró su ubicación en el inventario inicial del equipo del hospital COVID. La búsqueda de esos equipos se volvió una tarea primordial ya que se necesitaba entregar un informe a miembros de la Secretaría de salud (SESAL) sobre el estado de los equipos que se encontraban en este lugar.

Conclusiones: Las bombas de infusión se encontraron repartidas en distintas salas del hospital móvil. Estas se encontraban funcionales, pero en malas condiciones visualmente (se encontraban sucias y tenían hongos). Para evitar que esto suceda a futuro es importante una gestión de activos precisa y eficiente por parte del hospital.



Ilustración 27: Imágenes del hospital COVID mientras se hacía la búsqueda de las bombas

4.7.3.3 Necesidad: Revisión de equipo proveniente de ambulancia

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se entregaron dos equipos médicos de ambulancia, un ventilador LTV2 2200 y un monitor de signos vitales marca Mindray. Se procedió a realizarle pruebas de funcionamiento a ambos equipos. En el caso del ventilador mecánico se realizaron pruebas al equipo y pruebas de funcionamiento con el analizador para asegurar su buen estado. En el caso del monitor de signos vitales se hizo un cambio de accesorios y se hicieron pruebas de funcionamiento.

Conclusiones: Al finalizar las pruebas los equipos se encontraron en buen estado y listos para ser regresados a la ambulancia. Estas pruebas se realizan con la finalidad de poder obtener mediciones claras en los parámetros del paciente y para poder entregar una ventilación adecuada en situaciones de emergencia.

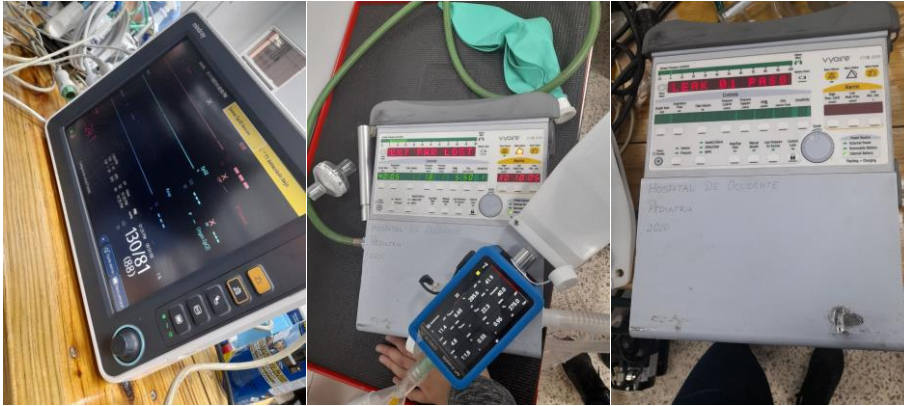


Ilustración 28: Equipo de ambulancia en revisión

4.8 SEMANA 8: 27 DE NOVIEMBRE - 01 DE DICIEMBRE

4.8.1 OBJETIVOS

- Ejecutar una revisión general de equipo proveniente de Hospital COVID.
- Revisar equipo proveniente de sala para centralizar.
- Supervisar instalación de mesa de exploración ginecológica en sala de labor y parto.

4.8.2 INTRODUCCIÓN

En esta semana, se llevaron a cabo una serie de tareas esenciales en el mantenimiento y la gestión de equipos médicos. Incluyendo la revisión y limpieza exhaustiva de bombas de infusión del hospital COVID que se encontraron en malas condiciones y requirieron una limpieza profunda, pruebas de funcionamiento y calibraciones. Además, se realizó un recorrido por varias salas del hospital para recolectar equipos no utilizados, como bombas de infusión y ventiladores mecánicos, centralizándolos para un uso más eficiente en todo el hospital. Otra tarea crucial fue la revisión de los ventiladores Lyra x2, que requerían cambio de celda de oxígeno. Finalmente, se evaluaron dos nuevas mesas de exploración ginecológica instaladas en la sala de labor y parto. Se verificaron su funcionamiento, accesorios, y se consultó con el personal para asegurar su adecuada ubicación y comodidad.

4.8.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.8.3.1 Necesidad: Revisión de bombas de infusión del Hospital COVID.

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se revisaron las bombas de infusión Mindray Benefusion VP3 provenientes del hospital COVID. Estas bombas de infusión se encontraban en pésimas condiciones de limpieza. Tenían oxido y hongos en su carcasa y en la puerta de infusión. Se realizó una limpieza exhaustiva de las bombas y se realizaron pruebas de funcionamiento en las mismas junto con calibraciones para las que lo requerían.

Conclusiones: Todas las bombas de infusión pasaron las pruebas de funcionamiento y se restauraron a la mejor apariencia física posible en esas condiciones. Sin embargo, hubo algunas manchas que no se pudieron eliminar. Este incidente resalta la necesidad de implementar mejores prácticas en el manejo y almacenamiento de equipos médicos para prevenir su deterioro.



Ilustración 29: Bombas de infusión antes y después de la limpieza

4.8.3.2 *Necesidad: Se busca centralizar equipo proveniente de sala que no es utilizado.*

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se hizo un recorrido por las salas de UCIA, Medicina de Mujeres y Cirugía de Mujeres recolectando equipo como bombas de infusión y ventiladores mecánicos que se consideró que no son utilizados en las salas, por lo que se sacarían un mayor provecho centralizándolos para el uso de todas las salas del hospital. Al finalizar, se recolectaron cuatro bombas de infusión y dos ventiladores mecánicos. Luego se realizaron pruebas de funcionamiento a los equipos y las calibraciones correspondientes para asegurar que se encuentren en buenas condiciones para su uso.

Conclusiones: Todos los equipos pasaron las pruebas de funcionamiento sin ningún inconveniente. Solamente se realizaron calibraciones de precisión a las tres bombas de infusión

ENMIND EN-V7 Smart y calibración de O2 al ventilador Mindray SV300 [Anexo14](#). Al finalizar todos los equipos se almacenaron en la sala de despacho de equipo en buen estado.

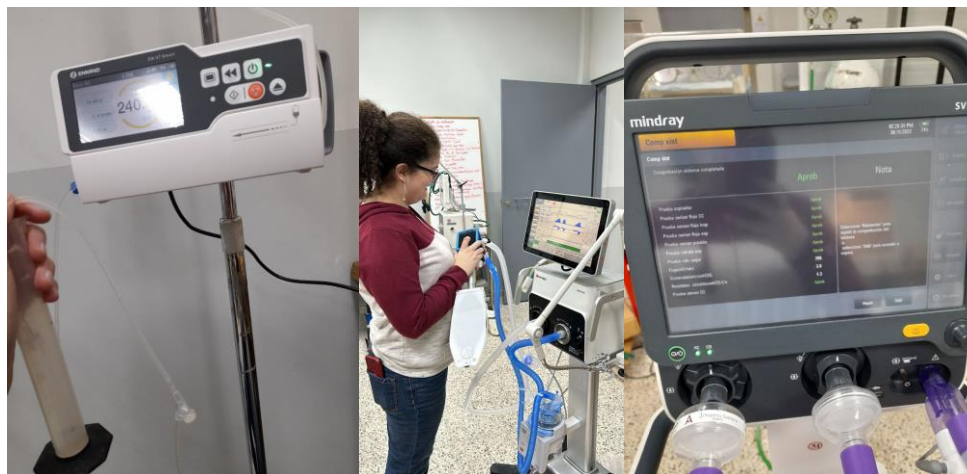


Ilustración 30: Pruebas de funcionamiento de equipo centralizado

4.8.3.3 Necesidad: *Los ventiladores Lyra x2 pertenecientes del hospital COVID requieren de revisión y cambio de celda de oxígeno.*

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se realizó una revisión de 11 ventiladores Lyra en el antiguo hospital COVID. Todos los ventiladores requerían de un cambio en la celda de oxígeno, sin embargo, solo se adquirieron dos celdas funcionales para probar los ventiladores y realizarle pruebas para poder pedir las celdas de oxígeno para los ventiladores funcionales que no presentaron ningún otro problema. Antes de probar las celdas se esperó 30 minutos luego de abrir el empaque pues esas son las instrucciones previas del fabricante para su uso. Se probaron todos los ventiladores con la celda y se realizaron calibraciones de sensor de flujo y sensor de oxígeno.

Conclusiones: De los 11 ventiladores que se probaron, 9 resultaron funcionales luego de hacer el cambio de la celda de oxígeno y las calibraciones correspondientes. Sin embargo, dos de ellos presentaron problemas técnicos y uno de ellos no pasó el auto test del equipo. Se reportaron estos hallazgos a los supervisores para que se realice la gestión de compra de los repuestos correspondientes para el funcionamiento de los ventiladores.



Ilustración 31: Revisión de ventiladores Lyra

4.8.3.4 *Necesidad: Se requiere una evaluación de las dos nuevas mesas de exploración ginecológica instaladas en la sala de labor y parto*

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo: Se realizó una inspección de la mesa de exploración ginecológica, evaluando que cumpla con todas las características y que incluya todos los accesorios que se pidieron en la compra de la misma. Se realizaron pruebas de funcionamiento con el pedal y el control remoto y se verificaron todos los accesorios. De igual forma, se habló con el personal de la sala para verificar la posición y el estado de la misma para mayor comodidad del personal.

Conclusiones: Se concluyó que el equipo contaba con todos los accesorios requeridos por el personal y se encontraba en un lugar estratégico en las salas de expulsión de labor y parto. De igual forma se consultó con el personal y se acordó que por el espacio de la sala se removería la extensión para los pies de la mesa ya que consumía mucho espacio y no era algo que se necesitaba en la sala.



Ilustración 32: Inspección de mesa de exploración ginecológica

4.9 SEMANA 9: 04 - 08 DE DICIEMBRE

4.9.1 OBJETIVOS

- Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo a las bombas de infusión del hospital.
- Inspeccionar y validar el funcionamiento de los equipos de ECG que se utilizaron previamente en el área COVID del hospital.
- Descartar equipos médicos obsoletos para optimizar el espacio en las instalaciones de almacenamiento.

4.9.2 INTRODUCCIÓN

Esta semana, nos enfocamos en tres áreas clave para mejorar la eficiencia y seguridad de los equipos médicos en el hospital. Siguiendo con la tarea de garantizar que el equipo médico esté en condiciones óptimas para brindar la mejor atención posible. Primero, se abordó el mantenimiento correctivo de algunas bombas de infusión en mal estado dentro del hospital [Anexo11](#). En segundo lugar, se realizó la revisión de los equipos de ECG que fueron previamente utilizados en el Hospital COVID, con el objetivo de verificar su estado y prepararlos para su uso en otras áreas del hospital. Por último, gestionamos la eliminación adecuada de una lámpara cialítica, liberando espacio valioso en las instalaciones.

4.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.9.3.1 *Necesidad: Bombas de infusión en la sala de Medicina de Hombres en mal estado*

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo:

Una serie de bombas de infusión de marca Samtronic fueron dadas de baja del inventario de la sala de Medicina de Hombres, la razón que dieron las enfermeras para el descarte de las mismas fue que estas les presentaban una serie de problemas de forma continua al querer utilizarlas y que por esto llevaban semanas sin ser utilizadas por la sala. Se realizó una revisión minuciosa de los equipos y se realizaron pruebas de funcionamiento [Anexo15](#). Se llegó a la conclusión que tres de las cuatro bombas funcionaban correctamente. Sin embargo, su uso podía llegar a ser un poco complicado para el personal por lo que se recomienda realizar una serie de

capacitaciones al personal, aunque estas ya no se encuentren en el inventario de sala ya que se tomó la decisión de centralizar estos equipos.

Una de las bombas de infusión si presentó un problema con el sensor de aire en línea ya que no reconocía el set de infusión al ser instalado. Se tomó la decisión de cambiar el sensor con un repuesto que se encontraba en el taller de biomédica y al terminar la instalación se realizaron las pruebas de funcionamiento del equipo, las cuales fueron exitosas, por lo que se decidió almacenar el equipo en la central.

Conclusiones: La revisión y mantenimiento de las bombas de infusión Samtronic de la sala de Medicina de Hombres ha sido una actividad crucial en la optimización de recursos médicos en el hospital. A pesar de haber sido retiradas del inventario por informes de mal funcionamiento, una evaluación minuciosa reveló que tres de las cuatro bombas estaban en buenas condiciones operativas. Este descubrimiento subraya la importancia de realizar evaluaciones técnicas detalladas antes de descartar equipos valiosos. La dificultad en el uso de estos equipos por parte del personal señala una necesidad clara de capacitación. Aunque estas bombas han sido centralizadas y ya no están en el inventario de la sala, la formación del personal en su operación es vital para garantizar su uso eficiente y seguro en el futuro.



Ilustración 33: Cambio de sensor de aire en línea de bomba de infusión Samtronic

4.9.3.2 *Necesidad: ECG del Hospital COVID llevan varios meses sin estar en funcionamiento*

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo:

Siguiendo con la actividad de revisar los equipos provenientes del Hospital COVID se decidió continuar con los seis ECG que se encontraban en esta ubicación. Estos ECG estaban almacenados en "El Pacto". A simple vista parecía que cuatro de estos equipos nunca habían sido utilizados, pues seguían en sus respectivas cajas y con el empaque intacto. Se llevaron los equipos a la Central de Biomédica para ser revisados. De igual forma, se pidió prestado el simulador de paciente de ECG de CAMO para poder realizar pruebas de funcionamiento al equipo. Todas las pruebas con el equipo fueron exitosas, sin embargo, todos los equipos necesitan cables de alimentación, pues todos tienen únicamente del tipo europeo. Al finalizar, se almacenaron en el almacén de equipo en buen estado de la Central mientras se toma una decisión por parte de las autoridades de lo que se va a hacer con estos equipos.

Conclusiones: La evaluación de estos seis equipos, de los cuales cuatro estaban en estado prácticamente nuevo, demostró su fiabilidad y operatividad tras las pruebas realizadas con el simulador de paciente de ECG de CAMO. Sin embargo, se identificó la necesidad de adquirir cables de alimentación compatibles con nuestros sistemas si se piensa utilizar estos equipos dentro del hospital, dado que los existentes son de tipo europeo. Esta necesidad destaca la importancia de contar con accesorios y adaptaciones adecuadas para el uso efectivo de equipos importados o transferidos. Por ahora, los ECG han sido almacenados de manera segura en el almacén de equipo en buen estado de la Central, en espera de una decisión por parte de las autoridades sobre su destino final. Esta actividad no solo asegura la disponibilidad y la preparación de equipos esenciales para el diagnóstico cardíaco, sino que también subraya la importancia de la adaptabilidad y la preparación logística en la gestión de equipos médicos.

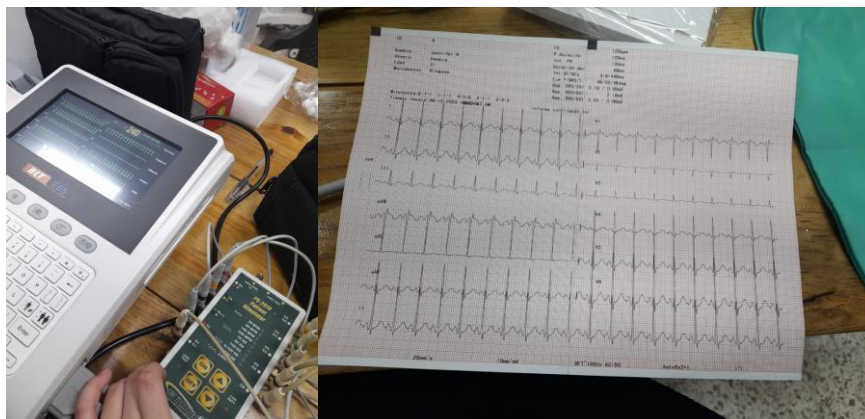


Ilustración 34: Revisión de ECG con simulador de paciente

4.9.3.3 Necesidad: Descarte de equipo obsoleto

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo:

En busca de mejorar las instalaciones del hospital, se preparó el espacio para instalar una nueva lámpara cialítica en uno de los quirófanos. De esta forma, se hizo el descarte de la lámpara cialítica vieja. Mientras se prepara su descarte adecuado se almacenó en el Depósito Temporal de Residuos Hospitalarios.

Conclusiones: Al reemplazar la lámpara cialítica en uno de los quirófanos se marca un paso significativo hacia la mejora y modernización de las instalaciones quirúrgicas del hospital. El descarte responsable de la lámpara cialítica antigua aborda la necesidad de mantener un entorno operativo actualizado y eficiente, sino que también garantiza que el manejo de equipos obsoletos se realiza de manera adecuada.



Ilustración 35: Lámpara cialítica en el Depósito Temporal de Residuos Hospitalarios

4.10 SEMANA 10: 11 - 15 DE DICIEMBRE

4.10.1 OBJETIVOS

- Evaluar y verificar el estado de funcionamiento de todo el equipo centralizado que ha sido devuelto por diversas salas del hospital.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a cuatro máquinas de anestesia en los quirófanos para garantizar su funcionamiento seguro y efectivo.
- Evaluar y probar equipo proveniente del hospital COVID para confirmar su correcto funcionamiento.

4.10.2 INTRODUCCIÓN

El enfoque de esta semana es en actividades esenciales para mantener la eficiencia de los equipos médicos en el hospital. Se abarcaron desde la revisión de bombas de infusión hasta el mantenimiento de equipos críticos en el quirófano. Se realizó una revisión exhaustiva de las bombas de infusión centralizadas, devueltas por diversas salas, para asegurar su correcto funcionamiento y prepararlas para su uso futuro. Este proceso es vital para mantener un flujo continuo y eficiente de estos equipos. De igual forma se realizó el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas de anestesia del quirófano. Además, se realizaron pruebas de funcionamiento en los desfibriladores y monitores de signos vitales que provienen del área COVID del hospital.

4.10.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.10.3.1 *Necesidad: Revisión de monitores de signos vitales de Hospital COVID*

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo:

Se requirió una revisión y pruebas de funcionamiento de 20 monitores de signos vitales que se encontraban en el Hospital COVID. Se realizaron pruebas de funcionamiento a todos los monitores con el simulador de pacientes que fue prestado por CAMO. De esta forma se encontró que 4 de los 20 monitores se encontraban en mal estado. Se realizaron reportes de los fallos que estas presentaban, al igual que se reportaron los accesorios que hacían falta en algunos de los monitores [Anexo10](#).

Conclusiones: La revisión de los 20 monitores de signos vitales del área COVID del hospital fue una tarea esencial para garantizar la fiabilidad y precisión de estos equipos críticos. El uso del simulador de pacientes prestado por CAMO permitió realizar pruebas detalladas, lo cual fue fundamental para evaluar el estado de cada monitor. El hecho de que 4 de los 20 monitores estaban en mal estado demuestra la importancia de las revisiones regulares y resalta la necesidad de un mantenimiento preventivo y correctivo oportuno. Los reportes detallados de los fallos encontrados y de los accesorios faltantes en algunos monitores son pasos cruciales para planificar las reparaciones necesarias y reponer los accesorios faltantes, asegurando así que todos los monitores estén completamente funcionales y listos para su uso.



Ilustración 36: Revisión de monitores de signos vitales en Hospital COVID

4.10.3.2 Necesidad: Revisión de desfibriladores de Hospital COVID

Responsables: Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo:

Se encontraron 9 desfibriladores en el Hospital COVID, de los cuales 6 seguían en sus cajas sin haber sido utilizados. Se realizaron pruebas de funcionamiento con el analizador de desfibrilador que fue prestado por CAMO y se encontró que todos estaban en buen estado y funcionaban correctamente. Sin embargo, este equipo solo puede ser utilizado con tomas de 220, de los cuales hay muy pocos en el hospital por lo que se regresaron al Hospital COVID, ya que este equipo, al ser utilizado con tomas de 110 no permite realizar descargas de más de 200 Joules.

Conclusiones: Se identificó una limitación significativa en cuanto a la compatibilidad de estos desfibriladores con las tomas de corriente disponibles en el hospital. Dado que estos equipos requieren tomas de 220 voltios para funcionar a su máxima capacidad y solo un número limitado de dichas tomas están disponibles en las instalaciones, se tomó la decisión de devolver los desfibriladores al Hospital COVID. Esta acción se basa en la necesidad de asegurar que los desfibriladores puedan operar a su máxima eficiencia, especialmente en un entorno donde el acceso a tomas de 220 voltios es más frecuente. Esta experiencia subraya la importancia de considerar no solo la funcionalidad del equipo médico, sino también su compatibilidad con la infraestructura existente. Asegurar que el equipo médico es adecuado y está listo para su uso en el contexto específico del hospital es esencial para la preparación y respuesta efectiva a emergencias médicas.



Ilustración 37: Pruebas de funcionamiento de desfibrilador

4.10.3.3 Necesidad: Mantenimiento de máquinas de anestesia de quirófano

Responsables: Ing. Ligia Pérez, Jennifer Orellana y Valeria Coto

Desarrollo:

Se realizó mantenimiento preventivo y correctivo de cuatro máquinas de anestesia de la Sala de Operaciones del hospital. Se realizaron pruebas y calibraciones de todas las máquinas de anestesia y se realizaron pruebas de ventilación con el analizador del hospital. Se necesita realizar un cambio de canister en la primera de las máquinas de anestesia de marca Drager evaluada. La segunda máquina de anestesia requirió de un cambio en la pieza de ventilación ya que presentaba un error en la prueba de fuga de ventilador, pero al cambiarlo este error dejó de aparecer. De igual forma se observó que el monitor de la máquina no llegaba al volumen indicado, sin embargo, con el analizador se verificó que este sí estaba otorgando el volumen escogido. Las otras dos máquinas de anestesia de marca General Electric y Mindray no presentaron problemas al realizar las pruebas y calibraciones.

Conclusiones: Se realizó una revisión exhaustiva a las cuatro máquinas de anestesia, que incluyó pruebas, calibraciones y pruebas de ventilación utilizando el analizador del hospital [Anexo16](#). El mantenimiento reveló la necesidad de un cambio de canister en la primera máquina de anestesia de la marca Drager, destacando la importancia del mantenimiento proactivo para prevenir fallos. Además, la segunda máquina, que presentaba un error en la prueba de fuga de ventilador, fue reparada exitosamente mediante el cambio de una pieza de ventilación. Aunque se observó una discrepancia en el monitor de esta máquina respecto al volumen indicado, las pruebas con el analizador confirmaron su correcto funcionamiento, lo que subraya la importancia

de contar con equipos de prueba precisos y confiables. Las otras dos máquinas, de las marcas General Electric y Mindray, funcionaron correctamente en todas las pruebas y calibraciones, lo que indica un buen estado general de estos equipos.



Ilustración 38: Pruebas de funcionamiento de máquinas de anestesia

4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Octubre – Diciembre									
	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adecuación de la central de biomédica	■	■								
Brigada Médica CAMO Octubre 2023		■								
Inauguración de Central de Biomédica		■								
Revisión de equipo proveniente de salas del hospital	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revisión de equipo para sala de emergencias			■	■						
Revisión de equipo proveniente de hospital COVID				■	■	■	■	■	■	■
Revisión de equipo proveniente de sala para centralizarlo					■	■	■	■	■	
Revisión de equipo para ambulancia							■			
Supervisión de instalación de nuevo equipamiento en el hospital								■	■	■
Mantenimiento preventivo y correctivo de equipo de quirófano										■

V. CONCLUSIONES

- Los procesos llevados a cabo en la Central de Biomédica en la gestión, mantenimiento y reparación de los equipos médicos del Hospital de Occidente han mostrado un impacto directo y significativo en la calidad de la atención médica proporcionada a los pacientes en este establecimiento. Al garantizar que los equipos médicos funcionen correctamente, se ha contribuido a mejorar la seguridad y efectividad del tratamiento de los pacientes. La reducción de tiempos de inactividad se tradujo en una mayor disponibilidad de equipos para procedimientos médicos, mejorando así la capacidad de respuesta y eficacia en la atención proporcionada en el hospital. Esta experiencia ha reforzado mi comprensión de la colaboración interdisciplinaria y ha sido una plataforma valiosa para aplicar mis conocimientos teóricos en un contexto práctico, fortaleciendo mis habilidades de resolución de problemas y adaptabilidad.
- La implementación de procesos sistemáticos y el uso de herramientas como el sistema FIIX han mejorado la eficiencia en la gestión de reparaciones, no solo simplificando los procesos, sino que también permitió una programación más efectiva de los mantenimientos preventivos, reduciendo los tiempos de inactividad del equipo y mejorando la respuesta a las necesidades del hospital.
- El mantenimiento adecuado de los equipos médicos ha contribuido a la sostenibilidad de los recursos del hospital, un logro esencial en un contexto de recursos limitados. Este aspecto de mi trabajo ha resaltado la importancia de la eficiencia y la planificación en la gestión de recursos, enseñándome a maximizar el uso de los equipos disponibles.
- La experiencia ha permitido identificar áreas de mejora en la gestión de equipos biomédicos, como la necesidad de capacitación continua y la actualización de equipos. Esta reflexión ha subrayado la importancia del aprendizaje continuo y la adaptación a las nuevas tecnologías.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 EMPRESA

- Fomentar la formación continua en nuevas tecnologías y técnicas de mantenimiento para el personal de la Central de Biomédica incluyendo talleres y seminarios sobre las últimas innovaciones en equipos médicos.
- Optimizar la gestión del inventario utilizando herramientas tecnológicas avanzadas para mejorar la trazabilidad y disponibilidad de repuestos y suministros.
- Continuar integrando tecnologías avanzadas y sistemas de gestión de mantenimiento para mejorar la eficacia operativa del departamento de biomédica.
- Implementar protocolos para maximizar la vida útil de los equipos y promover prácticas sostenibles en el manejo y disposición de equipos biomédicos.

6.2 UNIVERSIDAD

- Incorporar módulos o cursos específicos sobre gestión de tecnología médica, incluyendo la gestión de inventarios y sistemas de mantenimiento asistidos por computadora (CMMS).
- Incluir entrenamientos en habilidades blandas, como comunicación efectiva, trabajo en equipo y gestión del cambio, preferiblemente con personas de distintas carreras para simular el entorno de trabajo multidisciplinario.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, E. (2022). *Infant Incubator*.

https://uomus.edu.iq/img/lectures21/MUCLecture_2022_51054857.pdf

ATMOS. (s. f.). *Aspiración quirúrgica*.

https://atmosmed.com/application/files/1316/1641/2619/ES_brochure_ChirurgischeAbsaugung_2019-12_vers02_webOptimised.pdf

Baura, G. (2021). Chapter 10—Mechanical ventilators. En G. Baura (Ed.), *Medical Device*

Technologies (Second Edition) (pp. 257-279). Academic Press.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811984-6.00010-6>

CAMO. (2021). CAMO. <https://es.camo.org/sobre-nosotros/>

Cerrate, S. (2023). *La importancia de la Ingeniería Biomédica en los hospitales: Mejorando la*

atención médica a través de la tecnología. <https://es.linkedin.com/pulse/la-importancia-de-ingenier%C3%ADa-biom%C3%A9dica-en-los-m%C3%A9dica-serrate-trigo->

Christiansen, B. (2023, diciembre 13). What is Computerized Maintenance Management System

(CMMS)? *Limble CMMS*. <https://limblecmms.com/cmms/>

Deighton, M. G. (2016). Chapter 5—Maintenance Management. En M. G. Deighton (Ed.), *Facility*

Integrity Management (pp. 87-139). Gulf Professional Publishing.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801764-7.00005-X>

Díaz, P. (2023a, marzo 13). *Tipos de monitores de signos vitales y sus diferentes usos*.

<https://www.elhospital.com/es/noticias/monitores-de-signos-vitales-parte-1>

Díaz, P. (2023b, junio 22). *Utilización de las bombas de infusión*.

<https://www.elhospital.com/es/noticias/utilizacion-de-las-bombas-de-infusion>

Electrocardiograma | *San Diego Hospital, Healthcare*. (2019, enero 4).

<http://myhealth.ucsd.edu/Spanish/RelatedItems/92,P09310>

Ernstmeyer & Christman (Eds.). (2022, octubre 30). *8.2: Conceptos básicos de oxigenación*.

LibreTexts Español.

[https://espanol.libretexts.org/Salud/Enfermer%C3%ADa/Fundamentos_de_Enfermer%C3%ADa_\(OpenRN\)/08%3A_Oxigenaci%C3%B3n/8.02%3A_Conceptos_b%C3%A1sicos_de_oxigenaci%C3%B3n](https://espanol.libretexts.org/Salud/Enfermer%C3%ADa/Fundamentos_de_Enfermer%C3%ADa_(OpenRN)/08%3A_Oxigenaci%C3%B3n/8.02%3A_Conceptos_b%C3%A1sicos_de_oxigenaci%C3%B3n)

FIIIX Computerized Maintenance Management System | *FactoryTalk*. (2021). Rockwell Automation.

<https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/factorytalk/maintenancesuite/FIIIX.html>

Gismondi, G. (s. f.). *Ingeniería biomédica*. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2077-33232010000100007&script=sci_arttext

Health, C. for D. and R. (2018). What Is an Infusion Pump? *FDA*. <https://www.fda.gov/medical-devices/infusion-pumps/what-infusion-pump>

Hill, N. E., & Horn, D. B. (2023). Anesthesia Machine. En *StatPearls*. StatPearls Publishing.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572060/>

Hospital, E. (s. f.). *Incubadora neonatal cerrada para cuidados intensivos 211*. El Hospital.

Recuperado 21 de octubre de 2023, de

<https://www.elhospital.com/es/noticias/incubadora-neonatal-cerrada-para-cuidados-intensivos-211>

IBM. (s. f.). *What is a CMMS? Definition, how it works and benefits* | IBM. Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-cmms>

INCUBADORA ABIERTA O SERVOCUNA MEDIX SM401 – EQUITRONIC S.A. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://equitronic.com.co/producto/incubadora-abierta-o-servocuna-medix-sm401/>

Kalstein. (2020, septiembre 22). How does a vital signs monitor work? *Kalstein.U.S.*
<https://kalstein.us/blog/2020/09/22/how-does-a-vital-signs-monitor-work/>

Kalstein. (2021, noviembre 12). *¿Qué es una incubadora neonatal?* <https://kalstein.net/es/que-es-una-incubadora-neonatal/>

Kalstein. (2022, junio 4). *¿Qué es una microcentrífuga?* <https://kalstein.co.ve/que-es-una-microcentrifuga/>

Meidert, A. S., & Saugel, B. (2017). Techniques for Non-Invasive Monitoring of Arterial Blood Pressure. *Frontiers in Medicine*, 4. <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00231>

Meison Medical. (2023, febrero 3). *¿Que Es Una Máquina De Anestesia?*
<https://meisonmedical.com/2022/09/08/maquina-de-anestesia/>

Monitor de signos vitales SONOSMART12 (6 Parámetros). (s. f.). *Solo equipos médicos.*
Recuperado 21 de octubre de 2023, de
<https://www.soloequiposmedicos.mx/producto/sonosmart12-6-parametros/>

NIH. (2022). *Ventilador Mecánico*. <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/ventilador>

Pardell, J. (2023, junio 7). *Incubadora Neonatal*. <https://www.pardell.es/incubadora-neonatal.html>

Promedco. (2022). *¿Cómo clasificar los dispositivos médicos para los hospitales?*

<https://www.promedco.com/noticias/clasificacion-de-equipos-medicos>

Rondón, F. A. P. (2021). *CONCEPTOS GENERALES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO*

INDUSTRIAL.

Shepard, G. (2020). *Monitor cardíaco, ¿qué es y cómo funciona?*

<https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Monitor-cardiaco-que-es-y-como->

[funciona#:~:text=El%20monitor%20de%20signos%20vital,desplegar%20gr%C3%A1fic](https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Monitor-cardiaco-que-es-y-como-)

[amente%20su%20estado%20funcional.](https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Monitor-cardiaco-que-es-y-como-)

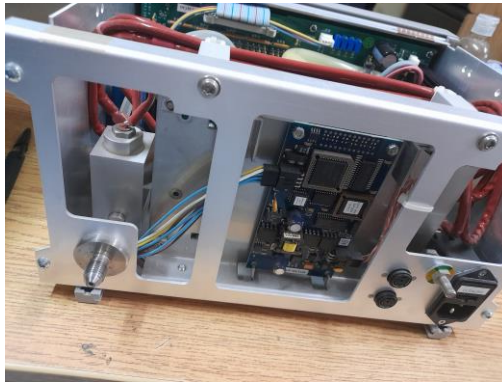
Subirana, M., & Bazan, P. (2020). *Modalidades de ventilación mecánica*. 11.

<https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-modalidades->

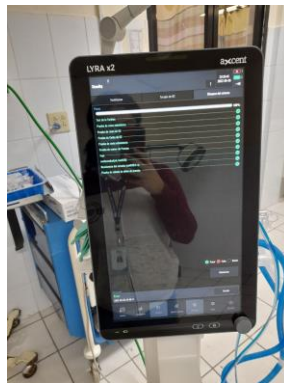
[ventilacion-mecanica-13008814](https://www.elsevier.es/es-revista-enfermeria-intensiva-142-articulo-modalidades-)

ZOLL Medical Corporation. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://www.zoll.com>

VIII. ANEXOS



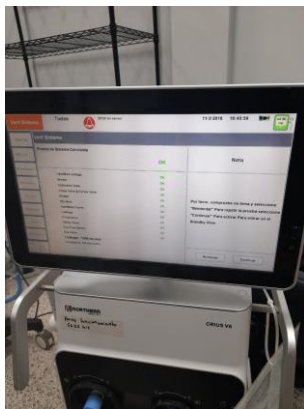
Anexo 1: Insuflador por dentro



Anexo 2: Ventilador Lyra



Anexo 3: Capacitación del personal de enfermería en el uso de equipos respiratorios impartido por voluntarios en la brigada de CAMO Octubre 2023



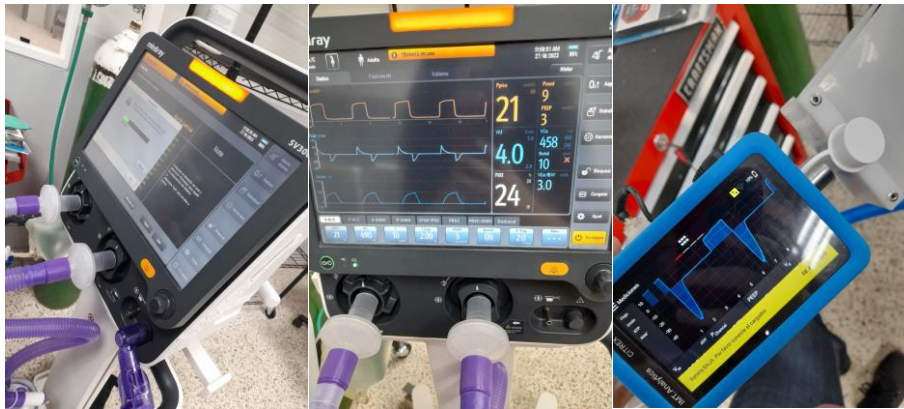
Anexo 4: Revisión de ventilador Crius V6



Anexo 5: Revisión de ventilador vivo 65



Anexo 6: Equipo médico en espera de revisión



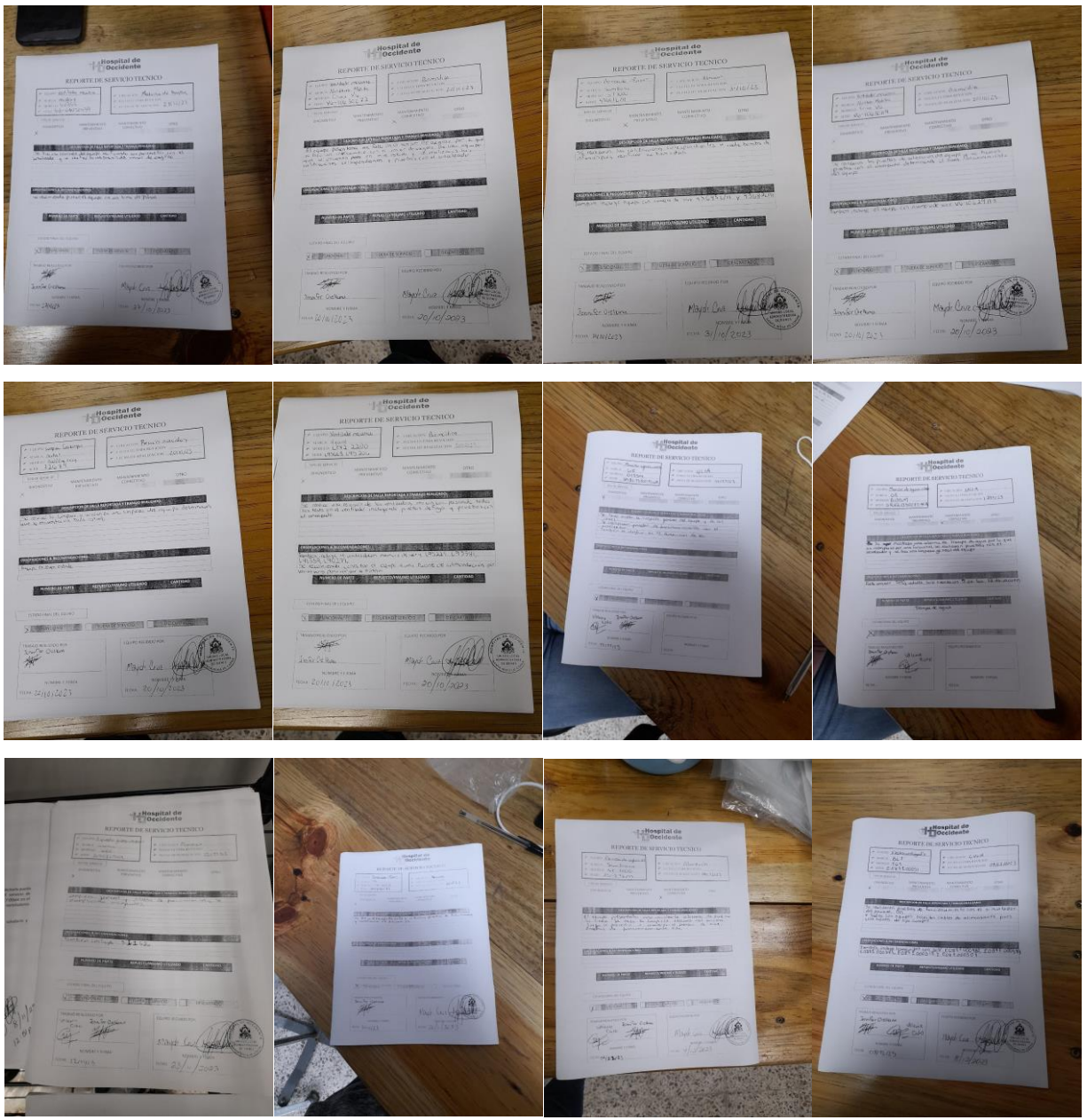
Anexo 7: Revisión de ventilador Mindray SV300



Anexo 8: Pruebas de funcionamiento de nebulizadores para lactantes



Anexo 9: Limpieza y revisión de alto flujo



Anexo 10: Reportes de trabajo técnico realizado



Anexo 11: Bombas de infusión en revisión



Anexo 12: Revisión de bomba de perfusión



Anexo 13: Ventilador Northern Crius V6 en revisión



Anexo 14: Pruebas de funcionamiento de ventilador mecánico SV300



Anexo 15: Bomba de infusión ST1000 en revisión



Anexo 16: Mantenimiento de máquina de anestesia