



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**BMD504 PRÁCTICA PROFESIONAL**

**HOSPITAL EVANGÉLICO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERO EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**11741034 JUAN JOSÉ MÁRQUEZ PALMA**

**ASESOR: REYNA VALLE**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA; DICIEMBRE 2023**

## **DEDICATORIA**

A Dios,

Por darme fortaleza, sabiduría y perseverancia en etapa de este camino. A mi familia, por esas palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, dar las gracias a Dios por las oportunidades que me ha dado y su apoyo en los momentos más difíciles durante la carrera.

Seguidamente, quiero expresar mi eterno agradecimiento a mi madre, Elisa Palma, por darme su amor incondicional, paciencia y consejos que me han ayudado mucho en los momentos más difíciles. Gracias por siempre estar ahí para mí y darme esas palabras de aliento que me ayudaron a superar todos los desafíos que se presentaron a lo largo de este camino.

Al personal del Hospital Evangélico, mi profundo agradecimiento por el trato recibido durante mi estancia. También agradezco a mi supervisor, Dorian Morales y a Otoniel Maldonado por compartir sus conocimientos y contribuir a mi desarrollo profesional e intelectual. Su guía ha sido de suma importancia para mi crecimiento en este entorno hospitalario.

**-Juan José Márquez Palma**

## EPÍGRAFE

*"Se debe tener confianza en uno mismo y esa confianza debe estar basada en la realidad."*

*- Bobby Fischer*

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La práctica profesional se realizó en un periodo de diez semanas en el departamento de mantenimiento en el Hospital Evangélico. Durante este periodo, se desarrollaron diferentes actividades relacionadas con el manejo de tecnologías médicas, capacitaciones y evaluación de equipos médicos, aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera. Estas actividades van desde el mantenimiento preventivo y correctivo hasta la evaluación de diferentes equipos médicos para descarte en el hospital.

El centro hospitalario dispone de instalaciones que incluyen clínica dental, laboratorio clínico, servicios de rayos-X, ultrasonido, endoscopia, electrocardiografía, entre otros. Además, cuenta con dos quirófanos y una sala especializada para partos. Su área de internación comprende 66 camas distribuidas en salas generales, habitaciones privadas y espacios destinados a recién nacidos, pediatría y maternidad, donde se llevaron a cabo estas actividades.

**Palabras Clave:** Capacitaciones, correctivo, descarte, mantenimiento, tecnologías médicas

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>2</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	2
2.1.1 Misión.....	3
2.1.2 Visión.....	3
2.1.3 Valores .....	3
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	4
2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO .....	4
2.3.1 Objetivo General.....	4
2.3.2 Objetivo Específicos.....	4
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR.....	6
3.2 EVALUACIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS.....	6
3.3 DISPOSITIVOS MÉDICOS UTILIZADOS.....	7
3.3.1 Bombas de infusión .....	7
3.3.2 Aspirador.....	8
3.3.3 Monitor de signos vitales .....	9
3.3.4 Desfibrilador.....	9
3.3.5 Ventilador Mecánico.....	10
3.3.6 Ultrasonido .....	11
3.3.7 Rayos X.....	12
3.3.8 Analizadores de laboratorio.....	12
<b>IV. DESARROLLO .....</b>	<b>15</b>
4.1 SEMANA 1: OCTUBRE 11 – 21 .....	15
4.1.1 Objetivos.....	15
4.1.2 Introducción .....	15
4.1.3 Descripción de las actividades.....	15
4.2 SEMANA 2: OCTUBRE 23 - 28.....	19
4.2.1 Objetivos.....	19

4.2.2	<i>Introducción</i> .....	19
4.2.3	<i>Descripción de las actividades</i> .....	19
4.3	SEMANA 3: OCTUBRE 30 – NOVIEMBRE 04 .....	23
4.3.1	<i>Objetivos</i> .....	23
4.3.2	<i>Introducción</i> .....	23
4.3.3	<i>Descripción de las actividades</i> .....	23
4.4	SEMANA 4: NOVIEMBRE 06 - 11 .....	27
4.4.1	<i>Objetivos</i> .....	27
4.4.2	<i>Introducción</i> .....	27
4.4.3	<i>Descripción de las actividades</i> .....	27
4.5	SEMANA 5: NOVIEMBRE 13 - 18 .....	30
4.5.1	<i>Objetivos</i> .....	30
4.5.2	<i>Introducción</i> .....	30
4.5.3	<i>Descripción de las actividades</i> .....	30
4.6	SEMANA 6: NOVIEMBRE 20 - 25 .....	34
4.6.1	<i>Objetivos</i> .....	34
4.6.2	<i>Introducción</i> .....	34
4.6.3	<i>Descripción de las actividades</i> .....	34
4.7	SEMANA 7: NOVIEMBRE 27 – DICIEMBRE 02.....	39
4.7.1	<i>Objetivos</i> .....	39
4.7.2	<i>Introducción</i> .....	39
4.7.3	<i>Descripción de las actividades</i> .....	39
4.8	SEMANA 8: DICIEMBRE 04 – 09.....	42
4.8.1	<i>Objetivos</i> .....	42
4.8.2	<i>Introducción</i> .....	42
4.8.3	<i>Descripción de las actividades</i> .....	42
4.9	SEMANA 9: DICIEMBRE 11 – 16.....	44
4.9.1	<i>Objetivos</i> .....	44
4.9.2	<i>Introducción</i> .....	44
4.9.3	<i>Descripción de las actividades</i> .....	44
4.10	SEMANA 10: DICIEMBRE 18 – 22.....	46

4.10.1	Objetivos.....	46
4.10.2	Introducción .....	46
4.10.3	Descripción de las actividades.....	46
4.11	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	50
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>52</b>
6.1	RECOMENDACIONES AL HOSPITAL EVANGÉLICO.....	52
6.2	RECOMENDACIONES A UNITEC .....	52
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Logo Hospital Evangélico .....	2
Ilustración 2 – Organigrama del departamento de mantenimiento.....	4
Ilustración 3 - Bomba de infusión.....	8
Ilustración 4 - Bomba de infusión.....	9
Ilustración 5 - Monitor de signos vitales.....	9
Ilustración 6- Desfibrilador .....	10
Ilustración 7- Ventilador Mecánico .....	11
Ilustración 8 - Ultrasonido .....	11
Ilustración 9 - Rayos x .....	12
Ilustración 10 - Analizador de coagulación.....	13
Ilustración 11 - Analizador hematológico .....	13
Ilustración 12- Centrífuga .....	14
Ilustración 13 – Switch en mal estado.....	15
Ilustración 14 – Switch reemplazado .....	16
Ilustración 15 – Incubadora nuevamente operativa .....	16
Ilustración 16 – Bombas de infusión revisadas.....	17
Ilustración 17 – Empaques del motor destruidos.....	17
Ilustración 18 – Motores con sus respectivos empaques .....	18
Ilustración 19 – Mantenimiento preventivo en máquina de anestesia.....	19
Ilustración 20 – Pruebas realizadas .....	20
Ilustración 21 – Revisión del relé.....	20
Ilustración 22 – Base en mal estado.....	21
Ilustración 23 – Equipo nuevamente operativo.....	21
Ilustración 24 – Revisión de Cámara .....	22
Ilustración 25 – Equipo operando normalmente .....	22
Ilustración 26 – Error en la incubadora .....	24
Ilustración 27 – Equipo de rayos x dental.....	25
Ilustración 28 – Equipo armado.....	25

Ilustración 29 – Prueba de equipo.....	25
Ilustración 30 – Adaptando luces led al negatoscopio.....	26
Ilustración 31 – Negatoscopio funcional.....	26
Ilustración 32 – Cambio de motor .....	28
Ilustración 33 – Cambio de ventiladora .....	28
Ilustración 34 – Empaques de pistola de crioterapia.....	29
Ilustración 35 – Limpieza de manómetro.....	29
Ilustración 36 – Quirófanos antes .....	30
Ilustración 37 – Quirófanos después .....	31
Ilustración 38 – Ensamble de mesa quirúrgica .....	31
Ilustración 39 – Instalación y pruebas .....	32
Ilustración 40 – Corrosión en la placa .....	33
Ilustración 41 – El equipo sigue presentando el error .....	33
Ilustración 42 – Bomba nueva con defecto.....	35
Ilustración 43 – Mantenimiento preventivo al generador .....	35
Ilustración 44 – Electrodo con punta original .....	36
Ilustración 45 – Electrodo con la punta reemplazada .....	36
Ilustración 46 – Parámetros del ultrasonido .....	37
Ilustración 47 – Revisión del densitómetro .....	37
Ilustración 48 – Revisión de la placa .....	38
Ilustración 49 – Relé de estado sólido en mal estado.....	40
Ilustración 50 – Incubadora operando con normalidad.....	40
Ilustración 51 – Revisión de electrocauterio .....	41
Ilustración 52 – Revisión de bomba de infusión .....	42
Ilustración 53 – Suministro de tanques .....	43
Ilustración 54 – Revisión de torre de laparoscopia .....	43
Ilustración 55 – Preinstalaciones eléctrica solicitadas .....	44
Ilustración 56 – Ensamble de camilla.....	45
Ilustración 57 – Pantalla de eventos .....	47

Ilustración 58 – Prueba del equipo.....	47
Ilustración 59 – Prueba de energía entregada .....	47
Ilustración 60 – Prueba de capacidad de batería.....	48
Ilustración 61 – Cambio de fusible .....	48
Ilustración 62 – Motor en mal estado .....	49
Ilustración 63 – Diagrama de Gantt .....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Ordenes de trabajo en Trello .....	57
Anexo 2 – Descarte de equipo y mobiliario .....	57
Anexo 3 – Propuesta orden de trabajo .....	58

## LISTA DE SIGLAS

<b>IPS</b>	Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>SIMMEC</b>	Siguatepeque Metropolitan Medical Center
<b>INEQ</b>	Importadora de Equipos Médicos
<b>IMECSA</b>	Importadora Medica Centroamericana

## GLOSARIO

- **Calibración:** La calibración es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar). (Programador, 2023)
- **Corrosión:** es el proceso de degradación de ciertos materiales, como consecuencia de una reacción electroquímica, o sea, de óxido-reducción, a partir de su entorno. (Álvarez, 2021)
- **Cortocircuito:** es una descarga establecida entre los dos terminales de un circuito eléctrico, provocando un fallo en la resistencia del conjunto y, por ende, un aumento en la intensidad de la corriente que lo alimenta. (PepeEnergy, 2020)
- **Licitación:** Es todo procedimiento administrativo para la adquisición de suministros, equipos, contratación de servicios o la ejecución de obras. (Latam, 2023)
- **Mantenimiento:** es el procedimiento por el cual se trata un bien determinado de manera que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias externas no lo afecten. (Mantenimiento, 2017)
- **Sensor:** es un dispositivo diseñado para captar un estímulo de su entorno y traducir esa información que recibe. Esa información recibida es normalmente convertida a un impulso eléctrico que posteriormente es procesado por una serie de circuitos que generan una acción predeterminada en un aparato, sistema o máquina. (Sensores, 2021)

## **I. INTRODUCCIÓN**

En este informe, se presentarán de manera explícita y en orden cronológico las actividades que serán desempeñadas durante la práctica profesional en el departamento de mantenimiento del Hospital Evangélico durante el periodo Q4 2023. En esta entidad hospitalaria de carácter privado, se llevarán a cabo diversas actividades relacionadas con el manejo de tecnologías médicas, capacitaciones y evaluación de equipos médicos.

Asimismo, en este documento se incluirán varias secciones que abordarán cada uno de los temas relevantes en la creación del mismo. Se proporcionarán detalles sobre la empresa, una descripción detallada del departamento donde se llevará a cabo la práctica profesional, el marco teórico que abarcará las bases teóricas, el desarrollo donde se expondrá el trabajo realizado y, finalmente, las conclusiones y recomendaciones pertinentes al trabajo realizado en la práctica profesional.

## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se presentará el lugar donde el estudiante llevará a cabo su práctica profesional. Asimismo, se proporcionarán especificaciones sobre el departamento donde estará y los objetivos asociados al puesto.

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Establecido en 1949 por el Dr. Mariano B. McKinney con el propósito de crear una escuela de educación primaria y un hospital en Siguatepeque, el Hospital Evangélico ha experimentado un notorio desarrollo desde sus inicios. En la actualidad, este hospital privado cuenta con un cuerpo médico de planta que tradicionalmente se ha centrado en la medicina general con énfasis quirúrgico. Además, se beneficia de la participación de médicos especialistas de planta y consultantes provenientes de Tegucigalpa y San Pedro Sula, quienes brindan consultas de manera periódica. Esta diversidad de profesionales contribuye de manera significativa a la prestación de servicios médicos integrales. (Hospital Evangélico, 2023)

En cuanto a sus instalaciones, el Hospital Evangélico (Ilustración 1) cuenta con una clínica dental, laboratorio clínico, servicios de imágenes que incluyen rayos-X, ultrasonido y endoscopia, así como electrocardiografía y otros servicios de apoyo. Con dos quirófanos y una sala de partos, la infraestructura del hospital está diseñada para abordar diversas necesidades médicas. Asimismo, dispone de un área de internación que alberga 66 camas, comprendiendo salas generales, cuartos privados y áreas especializadas destinadas a recién nacidos, pediatría y maternidad.



**Ilustración 1 – Logo Hospital Evangélico**

Fuente: (Hospital Evangélico, 2023)

### 2.1.1 MISIÓN

La Misión del Hospital Evangélico es promover la salud, sanar los enfermos, y dar testimonio de la salvación por medio de la fe en Jesucristo. (Hospital Evangélico, 2023)

### 2.1.2 VISIÓN

El Hospital Evangélico está dedicado a Dios para bien del pueblo hondureño, con la esperanza de que toda persona encuentre no solo la salud del cuerpo, sino también la salvación del alma por la fe en Jesucristo. (Hospital Evangélico, 2023)

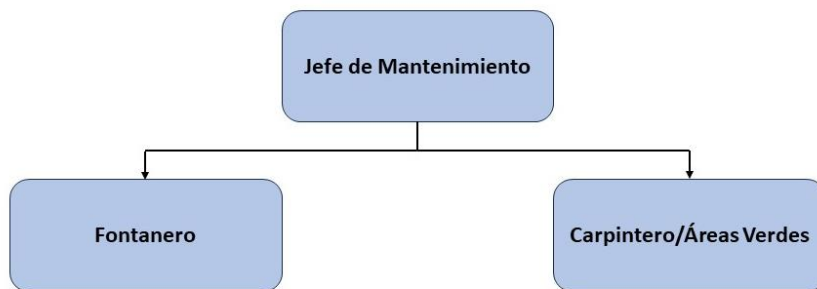
### 2.1.3 VALORES

- Dependencia de Dios
- Testimonio cristiano
- Compromiso
- Integridad
- Excelencia
- Respeto
- Misericordia
- Solidaridad
- Discipulado
- Comunidad
- Reconocimiento de la Historia

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de mantenimiento asume la responsabilidad de recibir y abordar diversos problemas, abarcando desde aspectos relacionados con la fontanería hasta desafíos asociados con la operatividad de equipos médicos.

En este departamento se gestionan las actividades concernientes a los equipos médicos, abarcando desde el mantenimiento preventivo y correctivo hasta la evaluación de equipos internos, excluyendo aquellos que han sido externalizados, siendo estos realizados por el jefe de mantenimiento. Por otra parte, el fontanero de encarga de instalar o dar reparación a los sistemas de agua y el carpintero/áreas verdes se encarga de crear y reparar muebles, además de mantener limpias las áreas verdes del hospital (Ilustración 2).



**Ilustración 2 – Organigrama del departamento de mantenimiento**

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Mejorar la eficiencia en la adquisición y gestión de equipos médicos en el Hospital Evangélico, empleando los conocimientos teóricos y técnicos obtenidos durante la formación en ingeniería biomédica.

### 2.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- a) Ejecutar acciones de mantenimiento correctivo y preventivo en el 23% de los equipos médicos en el hospital que no estén tercerizados para el final de la práctica.
- b) Dar apoyo en el 80% de los equipos médicos que llegan al hospital y revisar que cumplan con todas las características especificadas.

- c) Realizar evaluaciones exhaustivas en el 100% de los equipos médicos ubicados en el área de mantenimiento; en caso de no ser reparables, emitir dictámenes de baja correspondientes, contribuyendo así a una gestión eficiente del inventario hospitalario.

### **III. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se expondrán todas las bases teóricas que están asociadas a las actividades que se realizarán durante la práctica profesional.

#### **3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR**

El Hospital Evangélico, cuenta con un equipo médico compuesto por profesionales de medicina general y especialistas de Tegucigalpa y San Pedro Sula, se posiciona como una entidad integral en el sector de la salud en Siguatepeque. Esta institución cuenta con el título de ser el establecimiento hospitalario de mayor antigüedad en Siguatepeque. Una característica distintiva es que, aunque sea una institución privada, cuenta con un fondo llamado "Buen Samaritano", diseñado para proporcionar asistencia a individuos de bajos recursos. Asimismo, el hospital implementa clínicas móviles para abarcar áreas rurales, fortaleciendo así su compromiso con la atención médica integral.

En la ciudad, se pueden encontrar diversos hospitales y clínicas que cuentan con una cartera de servicios similar a la del hospital evangélicos, aunque sus costos varían del lugar. Dentro de estos lugares tenemos el Centro de Especialidades Médicas, Hospital Médico Quirúrgico El Carmen, Simmec, entre otros.

#### **3.2 EVALUACIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS**

El ingeniero biomédico es un profesional integrante de un equipo interdisciplinario, que incluye médicos, enfermeras e ingenieros, y se desempeña en el ámbito de la salud. Su función principal se centra en la gestión tecnológica, abarcando áreas como la administración, seguridad, adquisición y evaluación de tecnología, así como la capacitación en equipos biomédicos. También se encarga de resolver problemas de ingeniería relacionados con la salud y de gestionar la tecnología en general. Además, proporciona asesoramiento en la construcción de instalaciones físicas. Para llevar a cabo eficientemente la gestión tecnológica, el ingeniero biomédico aplica su conocimiento tanto en ingeniería como en aspectos administrativos. (Velásquez, 2014)

La gestión de la adquisición de equipos médicos y tecnología biomédica representa uno de los procesos más desafiantes en las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS), ya que implica considerar diversos aspectos para alcanzar el resultado deseado: mejorar la eficiencia y la calidad en la prestación de servicios de salud. Este perfeccionamiento se logra a través de

inversiones en equipos y tecnologías que maximizan los beneficios tanto para el paciente como para la institución. En resumen, se trata de optimizar la relación costo-beneficio para lograr mejoras tanto a nivel económico como operativo. (Velásquez, 2014)

### **3.3 DISPOSITIVOS MÉDICOS UTILIZADOS**

Los dispositivos médicos se refieren a herramientas o instrumentos utilizados para diagnosticar, tratar o terapéuticamente intervenir en la salud de un paciente con el objetivo de mejorar su bienestar. Estos se definen como cualquier artículo o dispositivo diseñado con propósitos médicos, excluyendo aquellos cuya acción dependa de una reacción química; esta definición también engloba pruebas diagnósticas in vitro. (Peres, 2008)

Los equipos médicos, ya sean de diagnóstico o terapia, consisten mayoritaria o totalmente en componentes electrónicos y pueden ser categorizados como equipos quirúrgicos, de cuidados intensivos y equipos analíticos o de laboratorio. (Peres, 2008)

Dentro de la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) denominada "Dispositivos médicos prioritarios ", se encuentran los siguientes equipos.

#### **3.3.1 BOMBAS DE INFUSIÓN**

Las bombas de infusión son dispositivos médicos diseñados para generar presión mecánica con el propósito de propulsar un fluido a través de un tubo hacia el sistema vascular del paciente, posibilitando la administración más precisa de fluidos medicinales. Estos equipos desempeñan un papel crucial en la tecnología utilizada en intervenciones quirúrgicas, especialmente en la inducción y mantenimiento de la anestesia total intravenosa. Además, son esenciales para la administración de la medicación requerida durante la permanencia del paciente en el quirófano (Ilustración 3). (Kalstein, 2022)

Según Kalstein (2022) Existen diversas clases de bombas diseñadas para el control de infusiones, siendo empleadas específicamente en entornos especializados de atención médica:

**Bomba de desplazamiento positivo:** Este tipo de bomba de infusión se destaca como la más prevalente, englobando tanto las bombas de casete como las de jeringa. Las bombas de casete incorporan una cámara en el casete y una válvula que facilita la entrada del líquido a dicha cámara durante las pausas en el bombeo. Al reiniciar el bombeo, la válvula se cierra, dirigiendo el líquido hacia el paciente en lugar de permitir su retorno a la bolsa.

Bomba lineal peristáltica: Esta variante de bomba de infusión ha experimentado diversas adaptaciones en su diseño con el propósito de alcanzar niveles de precisión comparables a las bombas de desplazamiento positivo. Estas bombas ejercen una presión superior en el equipo para mejorar la exactitud de la infusión.

Bomba peristáltica rotativa: Esta bomba de infusión se utiliza para la administración intravenosa de ciertos medicamentos, aunque su aplicación más común se encuentra en la administración de alimentos, como en el caso de la nutrición parenteral. Asimismo, se emplea en la infusión de sangre en entornos quirúrgicos, como durante la realización de un bypass o la separación de células del plasma.



**Ilustración 3 - Bomba de infusión**

Fuente: (*Bomba de Infusión Volumétrica DI-4000 DLP – Gärken Medical, 2022*)

### 3.3.2 ASPIRADOR

El aspirador es un dispositivo que, a través de un sistema de succión generado por presión negativa mediante el uso de una sonda, realiza la aspiración y limpieza de secreciones, sangre u otros materiales presentes en las vías respiratorias superiores (Ilustración 4). (Emergencia Sanitaria, 2007)



**Ilustración 4 - Bomba de infusión**

Fuente: (*Aspirador de Secreciones*, 2023)

### 3.3.3 MONITOR DE SIGNOS VITALES

El monitor de signos vitales se configura como un dispositivo médico especializado diseñado para la vigilancia continua de los signos fisiológicos vitales en pacientes adultos y pediátricos. Su estructura comúnmente integra una serie de módulos destinados a la medición en tiempo real de diversos parámetros, posibilitando un análisis holístico del estado del paciente (Ilustración 5). (admin, 2022)



**Ilustración 5 - Monitor de signos vitales**

Fuente: (Hospital, 2022)

### 3.3.4 DESFIBRILADOR

El desfibrilador es un dispositivo que, al recibir energía eléctrica proveniente de una fuente de alimentación, ya sea una batería o la red eléctrica, acumula dicha energía para liberarla de

manera controlada al activar simultáneamente interruptores de descarga. Esta liberación se lleva a cabo en forma de una onda de desfibrilación, la cual es transferida al tórax del paciente mediante dos palas de amplia superficie. El objetivo de este proceso es que la onda atraviese el corazón de manera efectiva (Ilustración 6). (Palleiro, 2007)



**Ilustración 6- Desfibrilador**

Fuente: (*Desfibrilador BeneHeart D6 - MEDECU C.A., 2021*)

### 3.3.5 VENTILADOR MECÁNICO

La ventilación mecánica representa un tratamiento de soporte vital en el que se emplea un dispositivo mecánico para suministrar asistencia ventilatoria y oxigenación. Este proceso facilita el intercambio gaseoso y alivia el trabajo respiratorio de pacientes con insuficiencia respiratoria. El ventilador mecánico, al generar una gradiente de presión entre dos puntos (boca/vía aérea – alvéolo), induce un flujo durante un tiempo determinado. Este flujo, a su vez, origina una presión que debe superar las resistencias al flujo y las propiedades elásticas del sistema respiratorio, resultando en un volumen de gas que entra y luego sale del sistema del paciente (Ilustración 7). (Tecnomedicina, 2020)



**Ilustración 7- Ventilador Mecánico**

Fuente: (Ventilador Mecánico BS-S1100, 2018)

### 3.3.6 ULTRASONIDO

El ultrasonido es un dispositivo médico que genera imágenes para la evaluación de los órganos internos. Funciona emitiendo ondas sonoras de alta frecuencia, las cuales al interactuar con las estructuras corporales generan ecos. Estos ecos son registrados por una computadora, que los utiliza para construir imágenes detalladas. Es importante destacar que, a diferencia de modalidades como radiografías o tomografía computarizada, el ultrasonido no emplea radiación ionizante en el proceso de diagnóstico (Ilustración 8). (*Ultrasonido*, 2022)



**Ilustración 8 - Ultrasonido**

Fuente: (*Uso de la máquina de ecografía y ultrasonido en el aislamiento clínico y hospitalario*, 2023)

### 3.3.7 RAYOS X

Los rayos X constituyen una forma de radiación electromagnética que, al atravesar cuerpos opacos, genera imágenes que pueden ser documentadas en medios como películas radiográficas o sistemas computarizados. La variación en la cantidad de radiación absorbida por las estructuras, determinada por su densidad, se traduce en la representación de las imágenes en distintos niveles tonales de blanco y negro (Ilustración 9). (HCTMRUSSI, 2017)



**Ilustración 9 - Rayos x**

Fuente: (Europe, 2020)

### 3.3.8 ANALIZADORES DE LABORATORIO

Los analizadores están configurados para examinar diversas sustancias químicas y características en una muestra biológica con mínima intervención humana. Estas mediciones, realizadas en sangre y otros fluidos biológicos, posibilitan la detección de enfermedades. (Analizadores de laboratorio, 2021)

#### 3.3.8.1 *Analizador de coagulación*

Un Analizador de Coagulación es un dispositivo de laboratorio que permite la medición precisa y exacta de los factores de coagulación. Estos factores son elementos esenciales necesarios para la ejecución adecuada de la cascada de coagulación en el organismo. Además de medir los factores de coagulación, el analizador evalúa productos derivados del proceso de coagulación. Esta funcionalidad facilita la identificación de posibles anomalías que podrían

dar lugar a trastornos como sangrado excesivo o trombosis (Ilustración 10). (Analizadores de laboratorio, 2021)



**Ilustración 10 - Analizador de coagulación**

Fuente: (*Analizador de coagulación*, 2023)

### 3.3.8.2 *Analizador de hematológico*

Un analizador hematológico es un dispositivo que posibilita la realización de un hemograma completo. En términos más específicos, lleva a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo de los glóbulos rojos (eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas (trombocitos) (Ilustración 11). (Analizadores de laboratorio, 2021)



**Ilustración 11 - Analizador hematológico**

Fuente: (Dymind DH36, 2023)

### 3.3.8.3 *Centrífuga*

La centrífuga es un dispositivo de laboratorio que induce movimientos de rotación con el propósito de separar los componentes de una sustancia (Ilustración 12). (Químico, 2015)



**Ilustración 12- Centrífuga**

Fuente: (LMC-4200R, *Centrífuga refrigerada de laboratorio*, 2022)

## IV. DESARROLLO

En este segmento se consignará un registro detallado de todas las tareas llevadas a cabo a lo largo de cada semana correspondiente a la práctica profesional.

### 4.1 SEMANA 1: OCTUBRE 11 – 21

#### 4.1.1 OBJETIVOS

- Entender el funcionamiento y operatividad del área de mantenimiento.
- Realizar un recorrido por las instalaciones hospitalarias con el fin de familiarizarse con su estructura y operatividad.
- Implementar acciones de mantenimiento correctivo en los equipos médicos.

#### 4.1.2 INTRODUCCIÓN

En la primera semana se efectuó una exploración exhaustiva de todas las secciones hospitalarias, con especial atención a la observación detallada de los equipos médicos disponibles. Durante la semana se presentaron problemas con una incubadora la cual presentaba una falla en el interruptor de las luces, bombas de infusión que requerían calibración y una cama cuyos motores necesitaban la sustitución de empaques.

#### 4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Adaptación de un switch**

Una incubadora presentaba fallos en el switch, este se quedaba atorado al momento de presionarlo. Debido a que el equipo es muy antiguo, ya no se encuentran repuestos de este mismo, por ende, se le adapto un switch de otro equipo (Ilustración 13,14,15).



**Ilustración 13 – Switch en mal estado**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 14 – Switch reemplazado**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 15 – Incubadora nuevamente operativa**

Fuente: Elaboración Propia

- **Calibración de bombas de infusión**

Se llevaron seis bombas de infusión al taller de mantenimiento, estas estaban rotulados con diferentes problemas con los sensores, al realizar las respectivas pruebas de precisión, oclusión y de burbujas en la línea todas pasaron las pruebas sin ningún problema, llegando a la conclusión que podría ser el usuario que maneja el equipo el que causa estas alarmas o el set de venoclisis utilizado (Ilustración 16).



**Ilustración 16 – Bombas de infusión revisadas**

Fuente: Elaboración Propia

- **Reemplazo de empaques para los motores de una cama eléctrica de hospital**

El empaque que trae los motores de esta cama estaba totalmente destruido, por esta razón la cama se atoraba y daba golpes en el chasis de esta misma. Se crearon nuevos empaques para los motores y la cama quedo funcional sin ningún golpe o ruido (Ilustración 17,18).



**Ilustración 17 – Empaques del motor destruidos**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 18 – Motores con sus respectivos empaques**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 SEMANA 2: OCTUBRE 23 - 28

### 4.2.1 OBJETIVOS

- Gestionar encuentros con proveedores hospitalarios.
- Atender de manera inmediata a requerimientos urgentes.
- Realizar acciones de mantenimiento correctivo al equipo de fluoroscopia.

### 4.2.2 INTRODUCCIÓN

En la segunda semana, se recibió la visita de INEQ Médica con el objetivo de realizar el mantenimiento preventivo de una máquina de anestesia. Asimismo, se abordaron solicitudes de carácter urgente, destacándose la reincidencia de un problema en la incubadora previamente reparada en la semana precedente. No obstante, se constató que el inconveniente no guardaba relación con el de la semana pasada.

Finalmente, se ejecutó el mantenimiento correctivo de un fluoroscopio que, al llevar a cabo la exposición, no presentaba imagen visible en el monitor.

### 4.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

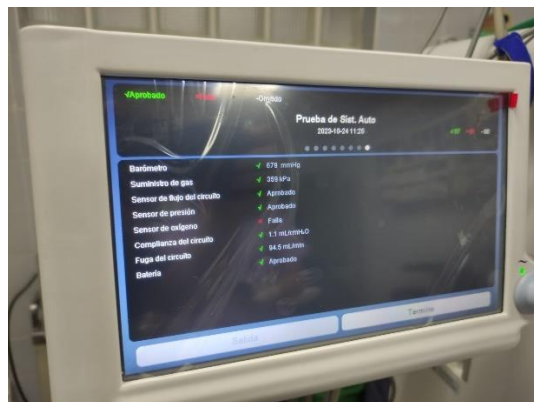
- **Visita por parte del distribuidor**

En el comienzo de la semana se recibió una visita por parte de INEQ Médica para realizar el último mantenimiento preventivo a una máquina de anestesia dentro de la garantía, en la cual se ayudó a realizar las pruebas y a cambiar el sensor de inspiración y expiración (Ilustración 19, 20).



**Ilustración 19 – Mantenimiento preventivo en máquina de anestesia**

Fuente: Elaboración Propia

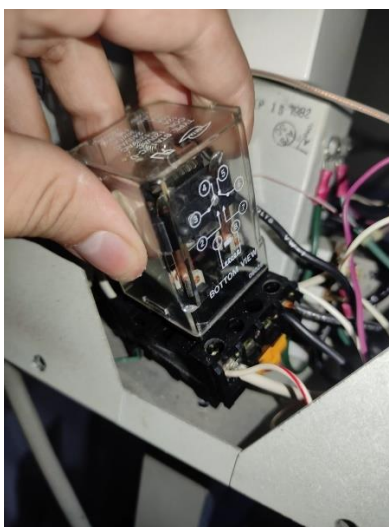


**Ilustración 20 – Pruebas realizadas**

Fuente: Elaboración Propia

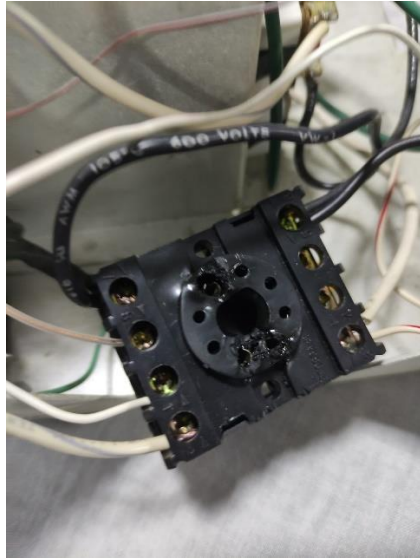
- **Respuesta a solicitudes urgentes**

Se atendió la solicitud de mantenimiento de una incubadora en la cual la resistencia encargada de generar calor para el calentamiento del recién nacido dejó de funcionar. Durante la revisión, se constató que el relé recibía corriente, pero no la estaba distribuyendo. Al desmontarlo, se identificó que la base presentaba un cortocircuito, provocando la interrupción del voltaje. Al examinar el diagrama de conexiones, se notó que faltaba una conexión al sensor de temperatura. Se procedió a cambiar la base y realizar la conexión adecuada, el equipo volvió a operar con normalidad nuevamente (Ilustración 21,22,23).



**Ilustración 21 – Revisión del relé**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 22 – Base en mal estado**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 23 – Equipo nuevamente operativo**

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento correctivo a fluoroscopia**

Se recibió un reporte indicando un cortocircuito en la base que alberga los monitores del fluoroscopia, lo cual provocaba la falta de visualización de la imagen en los monitores al realizar una exposición. Al inspeccionar la base, se constató que no tenía ninguna conexión, sirviendo únicamente como soporte para los monitores. Se examinaron los monitores y se descubrió que

solo uno de ellos había estado operativo durante un extenso periodo. Se verificó que este monitor estaba funcional, descartando la posibilidad de un fallo en el mismo.

Posteriormente, se procedió a evaluar la cámara encargada de capturar la imagen, confirmándose que esta mostraba la imagen de manera adecuada durante las pruebas. Al revisar el cable de conexión entre la cámara y el monitor, se identificaron daños, por lo que se llevó a cabo su reemplazo. Se exploró la posibilidad de actualizar el sistema utilizando un adaptador y un monitor más moderno; sin embargo, el adaptador no transmitió la imagen y se mantuvo con el monitor antiguo (Ilustración 24,25).



**Ilustración 24 – Revisión de Cámara**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 25 – Equipo operando normalmente**

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 SEMANA 3: OCTUBRE 30 – NOVIEMBRE 04

#### 4.3.1 OBJETIVOS

- Implementar acciones de mantenimiento correctivo en una incubadora.
- Ensamblar y validar el funcionamiento de un equipo de radiografía dental.
- Desarrollar adaptaciones en equipos médicos con el fin de asegurar su funcionalidad y utilidad.

#### 4.3.2 INTRODUCCIÓN

En la tercera semana, se respondió a un llamado de servicio que reportaba una incidencia con una incubadora, la cual activaba una alarma un minuto después de su encendido. También, se recibió una radiografía dental que demandaba una evaluación de su operatividad. Por último, se efectuaron ajustes y adaptaciones en un negatoscopio con el propósito de prevenir su desuso.

#### 4.3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Mantenimiento correctivo a una incubadora**

A principios de la semana, se recibió un aviso sobre una incubadora que continuamente activaba la alarma, y en la pantalla se mostraba el código de error E13. Al consultar el manual, se encontró que era necesario verificar el interruptor térmico, el cual fue sometido a pruebas y demostró un funcionamiento adecuado. Posteriormente, se procedió a seguir la segunda indicación, que sugería revisar el relé de estado sólido. Tras realizar pruebas, se confirmó que este también operaba correctamente. En consecuencia, se llegó a la conclusión de que el microcontrolador está emitiendo una señal falsa, indicando un fallo en el mismo. Se realizó el pedido de la placa correspondiente para el equipo y se está a la espera de su entrega (Ilustración 26).



**Ilustración 26 – Error en la incubadora**

Fuente: Elaboración Propia

- **Puesta en marcha de un equipo de radiografía dental**

Se recibió un equipo de radiografía dental completamente desarmado, con la finalidad de evaluar su funcionalidad para determinar su utilización o descarte. Dada la antigüedad del equipo, la carencia de manuales, tanto físicos como disponibles en línea, se presentó como un desafío; sin embargo, se logró ensamblar de manera adecuada. Durante este proceso, se observó la ausencia de un dispositivo de disparo. Para abordar esta carencia, se adaptó un disparador disponible en el taller y se llevaron a cabo las pruebas correspondientes. El equipo quedó en un estado completamente funcional. En las observaciones del informe, se destacó la necesidad de adquirir un disparador específico para el equipo (Ilustración 27,28,29).



### **Ilustración 27 – Equipo de rayos x dental**

Fuente: Elaboración Propia



### **Ilustración 28 – Equipo armado**

Fuente: Elaboración Propia



### **Ilustración 29 – Prueba de equipo**

Fuente: Elaboración Propia

- **Adaptación a negatoscopio**

Se recibió un aviso respecto a un negatoscopio que presentaba un mal funcionamiento. Durante la inspección, se identificó que los tubos fluorescentes estaban deteriorados, y no se disponía de

repuestos. Ante esta situación, se optó por realizar una adaptación utilizando luces LED. Esta adaptación resultó en la restauración completa de la funcionalidad del equipo (Ilustración 30,31).



**Ilustración 30 – Adaptando luces led al negatoscopio**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 31 – Negatoscopio funcional**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.4 SEMANA 4: NOVIEMBRE 06 - 11

### 4.4.1 OBJETIVOS

- Gestionar las solicitudes de mantenimiento de equipos y dispositivos médicos.
- Abordar las solicitudes de mantenimiento de equipos industriales en el entorno de las instalaciones de lavandería.

### 4.4.2 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la cuarta semana, se manejó una situación de emergencia en el área de lavandería, donde se evidenció el deterioro de la base que sustentaba la centrífuga, junto con una disfunción en el motor de la secadora. Además, se llevaron a cabo tareas de mantenimiento en relación con una pistola de crioterapia y diversos manómetros.

### 4.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Mantenimiento correctivo de equipo industriales en lavandería**

Durante la semana, se abordó el caso de una centrifugadora que presentaba desalineación y emitía ruidos intensos, con el potencial riesgo de provocar un accidente. En este escenario, se colaboró en el desmontaje del equipo y se llevaron a cabo mediciones para realinear sus componentes.

En relación con la secadora, al examinarla se identificó que el motor estaba dañado por sobrecalentamiento. En consecuencia, se procedió a extraer el motor y buscar una unidad de igual potencia (HP). Una vez encontrada, se realizó una modificación en la base para alojar el nuevo motor. Sin embargo, surgió un problema adicional: el tornillo del motor resultó ser demasiado corto para sostener las hélices que facilitaban la circulación del aire. Como solución temporal, se instaló el motor sin las hélices y se efectuó la conexión eléctrica pertinente.

Debido a la ausencia de las hélices que generaban el flujo de aire, las resistencias se sobrecalentaban, provocando el apagado del equipo. Para abordar este inconveniente, se diseñó una base para la instalación de ventiladores de 115 V, evitando así el sobrecalentamiento de las resistencias. Con estas adaptaciones, la operatividad del equipo se restableció a la normalidad; no obstante, se planifica reemplazar ambos componentes con unidades nuevas en un futuro cercano (Ilustración 32,33).



**Ilustración 32 – Cambio de motor**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 33 – Cambio de ventiladora**

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento correctivo de equipos a dispositivos médicos**

Se llevó a cabo un mantenimiento correctivo en una pistola de crioterapia, la cual mostraba desgaste en los empaques y manifestaba una fuga. Como medida correctiva, se procedió a sustituir los empaques afectados, restaurando así la funcionalidad integral del equipo. Adicionalmente, se realizaron inspecciones en varios manómetros, descartando la mayoría de ellos tras evaluaciones pertinentes (Ilustración 34,35).



**Ilustración 34 – Empaques de pistola de crioterapia**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 35 – Limpieza de manómetro**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.5 SEMANA 5: NOVIEMBRE 13 - 18

### 4.5.1 OBJETIVOS

- Supervisar la ejecución del proyecto de renovación de los quirófanos.
- Realizar la revisión e instalación de los equipos suministrados por los proveedores.
- Emitir un informe de evaluación sobre el estado de un monitor de signos vitales.

### 4.5.2 INTRODUCCIÓN

En la quinta semana, se llevó a cabo la supervisión de un proyecto de renovación en el quirófano, junto con la recepción de nuevo equipamiento para su instalación. Asimismo, se efectuaron pruebas en un monitor de signos vitales con el propósito de emitir un informe sobre su estado.

### 4.5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

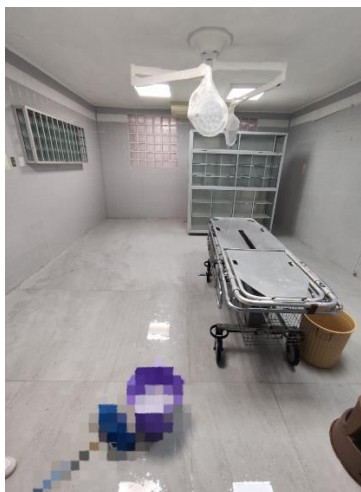
- **Supervisión de quirófanos**

Se realizaron trabajos de renovación en el quirófano, en el cual se consultaron sobre detalles la sustitución del piso y se retocaron detalles como la pintura. Además, se implementaron adaptaciones para adecuar el espacio a las nuevas mesas quirúrgicas y la curva sanitaria. Se ofrecieron recomendaciones para considerar en el futuro, entre las cuales se incluyeron sugerencias como la eliminación de azulejos y ventanas (Ilustración 36,37).



**Ilustración 36 – Quirófanos antes**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 37 – Quirófanos después**

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de mesas quirúrgicas**

Se recibieron dos mesas quirúrgicas destinadas al quirófano por parte de IMECSA, las cuales fueron ensambladas y preparadas para la instalación. Posteriormente, se recibió la capacitación correspondiente sobre su manejo y mantenimiento. La instalación final tuvo lugar al día siguiente debido a la persistencia de humedad en el porcelanato del quirófano, lo cual implicaba riesgo de fractura. El día siguiente, se procedió con la instalación definitiva, se brindó capacitación al personal y el equipo quedó operativo (Ilustración 38,39).



**Ilustración 38 – Ensamble de mesa quirúrgica**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 39 – Instalación y pruebas**

Fuente: Elaboración Propia

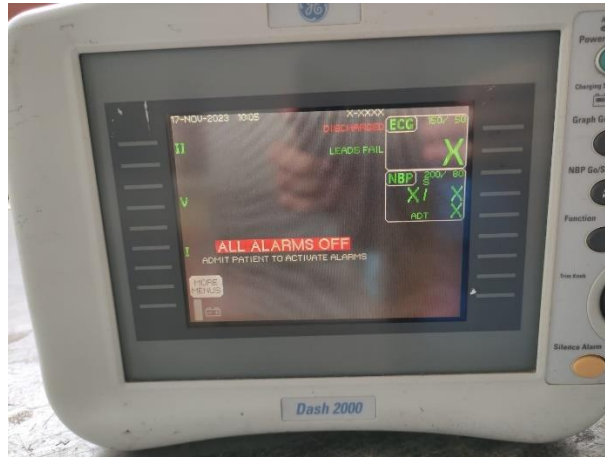
- **Dictamen de un monitor de signos vitales**

Se recibió un monitor de signos vitales GE Dash 2000 que presentaba un problema para leer ECG. Al consultar el manual, se sugirió el reemplazo directo de la placa del módulo, y afortunadamente, se contaba con una pieza de repuesto para dicho equipo. Sin embargo, tras realizar el cambio, no se observaron mejoras; el monitor aún no lograba leer ECG. Ante esta situación, se decidió sustituir la totalidad de la placa, momento en el cual se constató que la batería había experimentado una explosión, generando derrame de líquido corrosivo que afectó la integridad de la placa. La placa de repuesto también mostró signos de corrosión, y aunque se llevó a cabo la prueba, el equipo no respondió de manera adecuada. Como resultado, se determinó que el monitor no era viable para su reparación y se recomendó su descarte (Ilustración 40,41).



### Ilustración 40 – Corrosión en la placa

Fuente: Elaboración Propia



### Ilustración 41 – El equipo sigue presentando el error

Fuente: Elaboración Propia

## 4.6 SEMANA 6: NOVIEMBRE 20 - 25

### 4.6.1 OBJETIVOS

- Llevar a cabo la inspección de equipos suministrados por proveedores.
- Realizar el mantenimiento preventivo de los generadores.
- Efectuar modificaciones en diversos electrodos de retorno para electrocauterios.
- Colaborar en la ejecución del mantenimiento preventivo de un equipo de ultrasonido.
- Realizar la evaluación y descarte de un densitómetro.

### 4.6.2 INTRODUCCIÓN

Durante la sexta semana, se llevaron a cabo diversas actividades, iniciando con la recepción de bombas de infusión por parte de INEQ. Posteriormente, se ejecutó el mantenimiento preventivo en los generadores del hospital. Se realizaron modificaciones en los electrodos de retorno para su compatibilidad con el electrocauterio, y se recibió la visita de IMECSA para realizar el mantenimiento preventivo de un equipo de ultrasonido. Por último, se llevó a cabo una evaluación de un densitómetro que presentaba un fallo en la placa, y debido al elevado costo de reparación, se determinó su descarte.

### 4.6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Recepción de bombas de infusión**

Se recibió una bomba de infusión de INEQ; no obstante, al realizar una inspección detallada, se observó que carecía de la batería necesaria. Al día siguiente, la bomba fue devuelta. En la segunda entrega, la bomba incluía la batería requerida, pero se identificó un daño en el mecanismo de sujeción de la venoclisis. Dado que no se requería con carácter de urgencia, se optó por su devolución. En la actualidad, se encuentra en espera de la bomba de infusión (Ilustración 42).



**Ilustración 42 – Bomba nueva con defecto**

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento preventivo a los generadores**

Se llevó a cabo un mantenimiento preventivo en los generadores, consistente en una inspección minuciosa de las baterías, una limpieza exhaustiva, así como el reemplazo del aceite y el refrigerante (Ilustración 43).



**Ilustración 43 – Mantenimiento preventivo al generador**

Fuente: Elaboración Propia

- **Adaptación de punto de electrodo para electrocauterio**

Se recibió un suministro de electrodos de retorno, los cuales fueron sometidos a una adaptación en la punta con el objetivo de posibilitar su empleo con el electrocauterio disponible en el quirófano (Ilustración 44,45).



**Ilustración 44 – Electrodo con punta original**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 45 – Electrodo con la punta reemplazada**

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento preventivo ultrasonido**

IMECSA realizó un mantenimiento preventivo al ultrasonido Sonoscape P15, al ingeniero a cargo se le enseñaron aspectos como opciones avanzadas, transferencia de datos y configuraciones de almacenamiento con el objetivo de prevenir el deterioro del rendimiento del equipo (Ilustración 46).



**Ilustración 46 – Parámetros del ultrasonido**

Fuente: Elaboración Propia

- **Descarte de densitómetro**

Se llevó a cabo una inspección de un densitómetro que evidenciaba una disfunción en la placa ubicada en el brazo. Un ingeniero biomédico, enviado por la empresa proveedora del equipo, confirmó esta anomalía. Dado que el costo estimado para la reparación superaba significativamente la mitad del valor original de adquisición del equipo, se determinó proceder con el descarte del mismo (Ilustración 47,48).



**Ilustración 47 – Revisión del densitómetro**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 48 – Revisión de la placa**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.7 SEMANA 7: NOVIEMBRE 27 – DICIEMBRE 02

### 4.7.1 OBJETIVOS

- Ejecutar pruebas de funcionamiento en la incubadora que previamente fue revisada.
- Realizar una inspección y verificación del electrocauterio suministrado por los proveedores.
- Establecer un tablero en Trello para optimizar la gestión de las tareas asignadas.
- Elaborar un informe para descartar todos los equipos ubicados en el área de mantenimiento.

### 4.7.2 INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la séptima semana, se recibió la placa de repuesto de la incubadora que se vio en semana 3 y también se recibió la visita de representantes de MACC Medical, quienes entregaron un electrocauterio destinado para quirófano. Además, se implementó un sistema Trello con el fin de organizar las tareas asignadas y se elaboró un informe para la eliminación de todo el equipo presente en el área de mantenimiento.

### 4.7.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Mantenimiento correctivo a una incubadora**

Se recibió la placa solicitada previamente para la incubadora, en calidad de préstamo, con el propósito de realizar pruebas y determinar si la disfunción radicaba en dicha placa. Tras el cambio, persistió el mismo error, concluyendo que la placa no era la causa. Posteriormente, tras una revisión detallada de los componentes listados en el manual, se identificó que el fallo se atribuía a un relé de estado sólido defectuoso. Se procedió a su reemplazo, restableciendo así el funcionamiento normal del equipo (Ilustración 49,50).



**Ilustración 49 – Relé de estado sólido en mal estado**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 50 – Incubadora operando con normalidad**

Fuente: Elaboración Propia

- **Recepción de equipo para quirófano**

MACC Medical suministró un electrocauterio de la marca Bovie, el cual fue sometido a pruebas que confirmaron su funcionamiento normal. No obstante, se identificó que algunas de las especificaciones establecidas en la licitación no eran cumplidas por el equipo. A pesar de esta discrepancia, tras una consulta con los usuarios finales, quienes manifestaron una urgencia en su necesidad, se aceptó la recepción del equipo (Ilustración 51).



**Ilustración 51 – Revisión de electrocauterio**

Fuente: Elaboración Propia

- **Uso de Trello**

Se implementó un tablero en Trello con el fin de mejorar la organización de las tareas, dado que actualmente existe una acumulación desordenada de documentos en papel, lo que dificulta el seguimiento claro de las tareas completadas y pendientes (Anexo 1).

- **Informe de descarte**

Se generó un informe con la finalidad de gestionar el descarte de la totalidad de los equipos almacenados en el área de mantenimiento, considerando que estos ocupan un espacio considerable y carecen de utilidad como piezas de repuesto debido a su obsolescencia (Anexo 2).

## 4.8 SEMANA 8: DICIEMBRE 04 – 09

### 4.8.1 OBJETIVOS

- Llevar a cabo la inspección y verificación de una bomba de infusión suministrada por proveedores.
- Gestionar la solicitud de adquisición de cilindros de gas para el hospital.
- Ejecutar labores de mantenimiento preventivo en una torre de laparoscopia.

### 4.8.2 INTRODUCCIÓN

Durante la octava semana, se procedió a la recepción de una bomba de infusión, se gestionó la solicitud de cilindros de gas para el hospital y se llevó a cabo el mantenimiento preventivo de una torre de laparoscopia.

### 4.8.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Inspección y verificación de bomba de infusión**

Se recibió una bomba de infusión de INEQ Médica, la cual había sido devuelta anteriormente debido a que no cumplía con las especificaciones de la licitación. En esta ocasión, el equipo fue entregado en condiciones adecuadas y funcionando correctamente (Ilustración 52).



**Ilustración 52 – Revisión de bomba de infusión**

Fuente: Elaboración Propia

- **Gestión de la solicitud y suministro de cilindros de gas para el hospital**

Se coordinó con el departamento de compras la adquisición de 15 cilindros de oxígeno y 1 cilindro de gas carbónico, basándose en un cálculo de consumo promedio en las instalaciones

hospitalarias. Actualmente, se está llevando a cabo un proceso de licitación para la instalación de una central generadora de oxígeno (Ilustración 53).



**Ilustración 53 – Suministro de tanques**

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento Preventivo a torre de laparoscopia**

Se llevó a cabo un mantenimiento preventivo en la torre de laparoscopia, que involucró la inspección de todas las partes visibles, incluyendo cables y consolas, así como la limpieza y la verificación de su funcionamiento (Ilustración 54).



**Ilustración 54 – Revisión de torre de laparoscopia**

Fuente: Elaboración Propia

## 4.9 SEMANA 9: DICIEMBRE 11 – 16

### 4.9.1 OBJETIVOS

- Planificar y coordinar las preinstalaciones necesarias para la instalación de equipo industrial en el área de lavandería.
- Realizar la inspección y verificación de una camilla suministrada por proveedores.

### 4.9.2 INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la novena semana, se estuvo realizando la planificación para la instalación del equipo de lavandería. Conjuntamente se llevó a cabo la recepción de una camilla, la cual fue ensamblada e instalada.

### 4.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Planificación de preinstalaciones**

Se realizó la planificación detallada de las preinstalaciones necesarias para el equipo industrial de lavandería, abarcando aspectos como instalaciones eléctricas y sistemas de agua y drenaje. Se llevó a cabo una verificación del sistema existente para evaluar su cumplimiento con los requisitos, identificando áreas donde no se cumplían las especificaciones. Para las áreas identificadas como no conformes, se desarrolló un plan detallado para modificar tanto los componentes como el espacio necesario (Ilustración 55).

#### Requerimientos para instalación eléctrica

Cada lavadora debe estar equipada con un disyuntor independiente de acuerdo con su potencia, la máquina debe estar conectada a tierra correctamente, la resistencia de tierra no debe ser superior a 0,1 Ω.

Cálculo del disyuntor (breaker): Se calcula con la siguiente fórmula

$$I = \text{potencia} / \text{voltaje}$$
$$I = 34200 \text{ w} / 220\text{v}$$
$$I = 154.54 \text{ A}$$

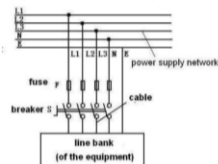
Entonces

$$154.54 \times 120\% (\text{tolerancia}) = 15.4 + 154.54 = 170 \text{ Amp}$$

Esto quiere decir que se requieren 200 Amp para el disyuntor.

Para la colocación e instalación de este disyuntor se deberá conectar desde el centro de carga principal a través de un MEI por medio de un sistema de cableado de tres líneas (trifásico) capaces de soportar la carga máxima de operación del equipo. Así mismo el disyuntor se requiere colocarse dentro de un gabinete metálico con terminales de entradas y salidas de los cables eléctricos.

Una vez finalizada la instalación de la máquina, verifique el aislamiento entre el cable eléctrico y la carcasa de la máquina, y su resistencia de aislamiento no debe ser inferior a 5 MΩ.



### Ilustración 55 – Preinstalaciones eléctrica solicitadas

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión y armado de camilla**

Se recibió una camilla por parte INEQ Medica, en la que se participó en el ensamblaje y posteriormente se llevaron a cabo pruebas para verificar su funcionalidad y cumplimiento con los estándares requeridos (Ilustración 56).



**Ilustración 56 – Ensamble de camilla**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.10 SEMANA 10: DICIEMBRE 18 – 22**

### 4.10.1 OBJETIVOS

- Crear un documento nuevo destinado a las órdenes de trabajo.
- Realizar mantenimiento correctivo y preventivo en los desfibriladores ubicados en la unidad de cuidados intensivos.
- Ejecutar mantenimiento correctivo en un electrocauterio.
- Llevar a cabo mantenimiento correctivo en las bombas de infusión ubicadas en hospitalización.

### 4.10.2 INTRODUCCIÓN

Durante la última semana, correspondiente a la semana diez, se procedió a la creación de un nuevo documento destinado a las órdenes de trabajo. De igual forma, se llevó a cabo una intervención de mantenimiento correctivo en un desfibrilador, mientras que a los demás en la sala un mantenimiento preventivo. Asimismo, se ejecutó un mantenimiento preventivo en un electrocauterio que no encendía. Por último, se implementó un mantenimiento correctivo en unas bombas de infusión ubicadas en el área de hospitalización.

### 4.10.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

- **Nueva orden de trabajo**

En colaboración con el departamento de mantenimiento, se tomó la decisión de diseñar un nuevo formato para la orden de trabajo, el cual incorpora información más detallada sobre las labores ejecutadas (Anexo 3).

- **Mantenimiento correctivo y preventivo a desfibriladores**

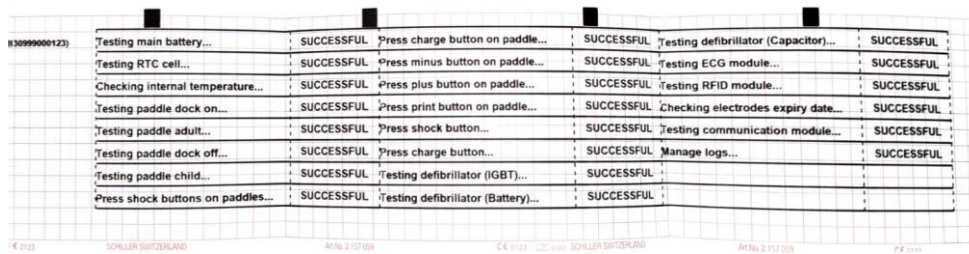
Se recibió una orden de urgencia en el área de unidad de cuidados intensivos sobre un desfibrilador que estaba fallando, al llegar a la sala, este ya estaba funcionando correctamente otra vez. Se reviso el apartado de eventos y este nos indicaba que el equipo presentaba problemas por una mala colocación de las palas, por esta razón el equipo no realizaba la descarga. Luego se le realizo una prueba de sistema al equipo y este no presento problema alguno. Posteriormente se le indico el problema al doctor que utilizó el equipo y a la jefa de enfermería (Ilustración 57,58,59).

Al mismo tiempo, se le realizó un mantenimiento preventivo a otro desfibrilador que se encontraba en la sala, realizado pruebas de energía entregada, capacidad de batería y ecg. Estas pruebas las realiza el equipo mediante la configuración asignada (Ilustración 60).



**Ilustración 57 – Pantalla de eventos**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 58 – Prueba del equipo**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 59 – Prueba de energía entregada**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 60 – Prueba de capacidad de batería**

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento correctivo a electrocauterio**

Se recibió una solicitud de trabajo referente a un electrocauterio el cual no encendía. Mediante una inspección física, se verificó que el inconveniente estaba asociado a una sobretensión que ocasionó que el fusible integrado en el equipo se quemara. Se procedió con la sustitución del fusible, restaurando así la plena funcionalidad del electrocauterio (Ilustración 61).



**Ilustración 61 – Cambio de fusible**

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento correctivo a bombas de infusión**

Se le realizó un mantenimiento correctivo a dos bombas de infusión, la primera tenía un problema en la compuerta que no cerraba correctamente y la segunda tenía un problema en el motor el cual provocaba que la bomba no infundiera líquido. La segunda no se pudo reparar y se descartó y guardó para piezas de repuesto.

Se llevó a cabo un mantenimiento correctivo en dos bombas de infusión. En el caso de la primera bomba, se identificó un inconveniente en el mecanismo de cierre de la compuerta, el cual no funcionaba adecuadamente, este se solucionó y la bomba quedó lista para su uso. Respecto a la segunda bomba, se diagnosticó un problema en el motor que resultaba en la incapacidad de la bomba para infundir líquido. Por esta razón la segunda bomba no pudo ser reparada y se determinó su desuso, conservándola para repuestos (Ilustración 62).



**Ilustración 62 – Motor en mal estado**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta el plan detallado de las actividades ejecutadas durante el periodo de diez semanas correspondiente a la práctica profesional (Ilustración 63).

<b>Actividades en el desarrollo de la práctica profesional</b>	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Orientación y exploración de todas las áreas del hospital.										
Explicación de tareas dentro del hospital.										
Mantenimiento Preventivo de bombas de infusión										
Ensamble de equipos										
Mantenimiento Correctivo de diferentes equipos médicos										
Instalación de equipos en el quirófano										
Revisión de equipos comprados										
Descarte de equipos										
Mantenimiento preventivo a desfibriladores										

**Ilustración 63 – Diagrama de Gantt**

Fuente: Elaboración Propia

## V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de conocimientos sobre gestión de equipos médicos aprendidos durante la carrera de ingeniería biomédica para mejorar la adquisición y gestión de equipos médicos en el Hospital Evangélico resultó en una mayor eficacia operativa, ya que se descartaron equipos obsoletos, se recibieron menos llamados por problemas con equipos y se dieron recomendaciones sobre características específicas al adquirir equipos, contribuyendo así una atención médica de calidad y segura.
2. Se ejecutaron acciones de mantenimiento correctivo y preventivo en el 23% de los equipos médicos internos, siendo un conjunto de 28 dispositivos, no externalizados, promoviendo la disponibilidad operativa mediante intervenciones técnicas específicas que solucionaron fallos y aseguraron la continuidad funcional.
3. Se proporcionó apoyo al 80% de los equipos médicos que llegaron al hospital a través de un proceso riguroso de revisión y asistencia, el cual se traduce en 8 dispositivos, de los cuales se garantizó el cumplimiento de los estándares requeridos.
4. Se llevaron a cabo evaluaciones detalladas de todos los equipos médicos alojados en el área de mantenimiento, siendo esto un total de 75 dispositivos, seguidos por la emisión de dictámenes de baja, dado que dichos equipos han alcanzado un estado de obsolescencia, contribuyendo así a una gestión eficiente del inventario hospitalario.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con las conclusiones expuestas previamente, se formulan las siguientes sugerencias dirigidas tanto a la empresa como a la universidad.

### **6.1 RECOMENDACIONES AL HOSPITAL EVANGÉLICO**

1. Continuar con la digitalización de las órdenes de trabajo, con el fin de establecer un control y seguimiento de los procesos de mantenimiento, tanto preventivos como correctivos, optimizando así la eficiencia operativa y reduciendo posibles inconvenientes.
2. Se aconseja incorporar una estrategia de toma de decisiones llamada consulta multi-especializada, la cual consiste en involucrar la consulta de diversas opiniones especializadas al momento de llevar a cabo la adquisición de nuevos equipos, asegurando una selección más informada y alineada con las necesidades específicas de la entidad.
3. Se sugiere la realización de charlas técnicas periódicas sobre las mejores prácticas de uso y mantenimiento de los equipos, con la intención de garantizar un rendimiento óptimo y duradero de los dispositivos.
4. Se propone la implementación de un sistema integral de gestión para mantener la organización y eficiencia en el taller, incorporando tecnologías como Asana que faciliten la planificación, programación y seguimiento de las actividades, contribuyendo así a la mejora continua.

### **6.2 RECOMENDACIONES A UNITEC**

1. Se propone la implementación de talleres prácticos especializados, los cuales se centren en la ejecución de actividades de restauración física de equipos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

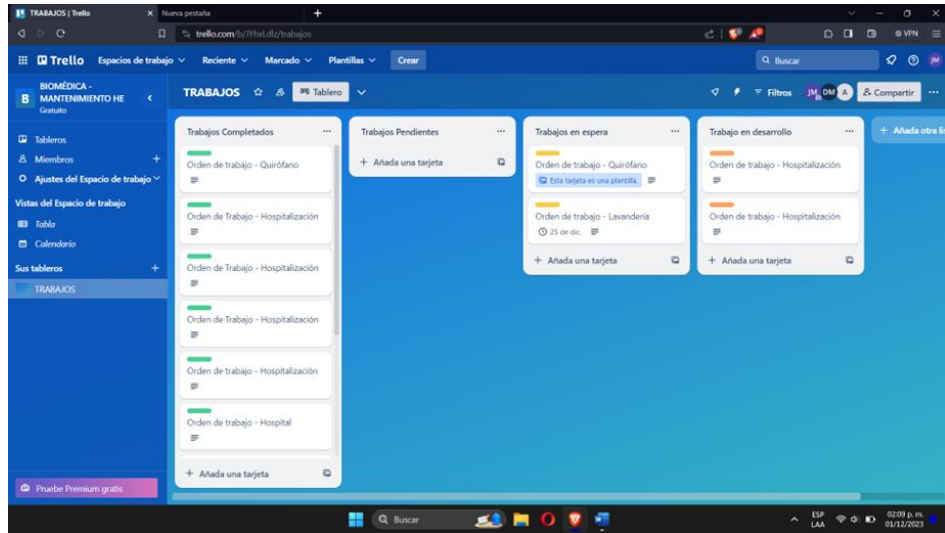
1. Admin. (2022, julio 29). Monitor de signos vitales: ¿Qué es y para qué sirve? *Emed Ingeniería*. <https://emedingenieria.com/monitor-de-signos-vitales-que-es-para-que-sirve/>
2. Álvarez, D. O. (2021, julio 15). Corrosión—Concepto, tipos, ejemplos, prevención y oxidación. <https://concepto.de/>. <https://concepto.de/corrosion/>
3. *Analizador de coagulación*. (s. f.). Mindray América Latina. Recuperado 11 de noviembre de 2023, de <https://www.mindray.com/cl/products/laboratory-diagnostics/coagulation>
4. Analizadores de laboratorio. (2021). *Kalstein*. <https://www.kalstein.cl/analizadores-de-laboratorio/>
5. *Aspirador de Secreciones*. (2023). <https://impormedical.com.co/catalogo/terapia-respiratoria/higiene-bronquial/aspirador-de-secreciones>
6. *Bomba de Infusión Volumétrica DI-4000 DLP – Garken Medical*. (s. f.). Recuperado 11 de noviembre de 2023, de <https://www.garkenmedical.com/producto/bomba-de-infusion-marca-dentilab/>
7. *Desfibrilador BeneHeart D6—MEDECU C.A.* (2021, marzo 11). <https://medecu.ec/productos/soluciones/cuidados-intensivos-soluciones/desfibrilador-beneheart-d6/>
8. Dymind DH36. (s. f.). *ReactLab*. Recuperado 11 de noviembre de 2023, de <https://reactlab.com.ec/tienda/equipos/hematologia-equipos/dymind-dh36/>

9. Emergencia Sanitaria, E. P. de. (s. f.). *Manejo de material electromédico*. Recuperado 11 de noviembre de 2023, de <http://www.epes.es/wp-content/uploads/Aspirador-de-Secreciones.pdf>
10. Europe, C. M. S. (2020). *Radrex*. Canon Medical Systems Spain; Canon Medical Systems Europe. <https://es.medical.canon/products/xray/radiography/radrex/>
11. HCTMRUSSI. (2017, mayo 24). Rayos X ~ González Oliveros. *IRRHACTM*. <https://hctmrussi.wordpress.com/2017/05/24/rayos-x-gonzalez-oliveros/>
12. Hospital, E. (s. f.). *MONITOR MULTIPARAMETRO DE SIGNOS VITALES VITALIFE*. El Hospital. Recuperado 11 de noviembre de 2023, de <https://www.elhospital.com/es/productos/monitor-multiparametro-de-signos-vitales-vitalife>
13. *Hospital Evangélico*. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://www.hospitalevangélico.net/servicios.html>
14. Kalstein. (2022, marzo 19). Bombas de infusión, tipos y usos. *Kalstein*. <https://kalstein.co.ve/bombas-de-infusion-tipos-y-usos/>
15. Latam, L. (2023, octubre 19). *¿Qué es una licitación pública y cómo funciona?* <https://www.latamcompra.com/blog/licitaciones-publicas-que-son>
16. *LMC-4200R, Centrífuga refrigerada de laboratorio*. (2022). <https://biosan.lv/es/show-product/170/>

17. Mantenimiento, win. (2017, enero 9). *Que es mantenimiento*. Mantenimiento.  
<https://mantenimiento.win/>
18. Palleiro, M. (2007). *Manejo del desfibrilador y técnica de desfibrilación*.  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55088015/s1134-2072\\_2807\\_2971534-720171122-2349-rvfe5g-libre.pdf?1511417694=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DManejo\\_del\\_desfibrilador\\_y\\_tecnica\\_de\\_de.pdf&Expires=1699725934&Signature=Tyb5SEUt7vV~4F7tFIEOvyd-vRlpYBBp6so~7AnFJgom4~WL9TtGBAS0oLHLVaFVdXBLOJPXxl8r5oGAe9u7TQ7mdEAbNi8xJqHMuKOXdmKkbKQK-4AoKTIfEgNh-tftNd5CRfcwNOx2uBKJdqji7huF8BiWwqxTwKjo4QcU3J1nOfxDrwoOKzQiCzWTJCFyGm3RW~kuAc5fuUqsnEwlUrzcvKcnmS7dpceE4n0aaUF3o3RC-KCf~OeHHWkQorWfGdWTNUSPDGJL9h5fhcc1x8VoQluLEQdDbjomPjNw8tYl2ctDml0MZ X0foDkIDx--xqeBaKiQgRYtERkLoQVg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55088015/s1134-2072_2807_2971534-720171122-2349-rvfe5g-libre.pdf?1511417694=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DManejo_del_desfibrilador_y_tecnica_de_de.pdf&Expires=1699725934&Signature=Tyb5SEUt7vV~4F7tFIEOvyd-vRlpYBBp6so~7AnFJgom4~WL9TtGBAS0oLHLVaFVdXBLOJPXxl8r5oGAe9u7TQ7mdEAbNi8xJqHMuKOXdmKkbKQK-4AoKTIfEgNh-tftNd5CRfcwNOx2uBKJdqji7huF8BiWwqxTwKjo4QcU3J1nOfxDrwoOKzQiCzWTJCFyGm3RW~kuAc5fuUqsnEwlUrzcvKcnmS7dpceE4n0aaUF3o3RC-KCf~OeHHWkQorWfGdWTNUSPDGJL9h5fhcc1x8VoQluLEQdDbjomPjNw8tYl2ctDml0MZ X0foDkIDx--xqeBaKiQgRYtERkLoQVg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
19. PepeEnergy, B. (2020, octubre 19). *¿Qué es un cortocircuito?* Blog Pepeenergy.  
<https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-cortocircuito/>
20. Peres, A. S. I. (s. f.). *TEMA: LA INGENIERIA ELECTRONICA EN LOS EQUIPOS DE RAYOS X HOSPITALARIOS*.
21. Programador. (2023, febrero 3). *¿Qué es la calibración? | Calibraciones IME | Definición*.  
<https://calibracionesime.com.mx/que-es-calibracion-ime/>

22. Químico, T. L. (2015, marzo 22). *Centrífuga de Laboratorio*. TP Laboratorio Químico.  
<http://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/centrifuga-de-laboratorio.html>
23. *Sensores: Qué son, cómo funcionan, características y tipos*. (2021, junio 25).  
<https://sdindustrial.com.mx/blog/sensores/>
24. Tecnomedicina. (2020, mayo 5). ¿Qué es un ventilador mecánico y para qué sirve?  
*Tecnomedicina*. <https://www.tecnomedicina.mx/que-es-un-ventilador-mecanico-y-para-que-sirve/>
25. *Ultrasonido: MedlinePlus enciclopedia médica*. (s. f.). Recuperado 11 de noviembre de 2023,  
de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003336.htm>
26. *Uso de la máquina de ecografía y ultrasonido en el aislamiento clínico y hospitalario*. (2023,  
diciembre 22). Freepik. [https://www.freepik.es/fotos-premium/uso-maquina-ecografia-ultrasonido-aislamiento-clinico-hospitalario-sobre-fondo-blanco\\_33529401.htm](https://www.freepik.es/fotos-premium/uso-maquina-ecografia-ultrasonido-aislamiento-clinico-hospitalario-sobre-fondo-blanco_33529401.htm)
27. Velásquez, T. M. (s. f.). Ingeniería Clínica para no ingenieros: Adquisición de equipos médicos. *Revista Ingeniería Biomédica*.
28. Ventilador Mecánico BS-S1100. (s. f.). *Suquir*. Recuperado 11 de noviembre de 2023, de  
<https://suquir.com.ve/producto/ventilador-mecanico-bs-s1100/>

## VIII. ANEXOS



### Anexo 1 – Ordenes de trabajo en Trello

Fuente: Elaboración Propia

#### Descarte de Equipos y Mobiliario


Se llevó a cabo una inspección meticulosa del estado físico y operativo de los siguientes equipos, concluyendo que han alcanzado un estado no funcional y su descarte es necesario. Dichos dispositivos, al contar con una antigüedad considerable, no son viables para ser utilizados como piezas de repuesto, considerándose obsoletos. Por ende, se recomienda gestionar su eliminación adecuada.

#### Equipo médico

Equipo	Marca	Modelo	S/N	Observaciones
Ultrasonido	Philips	HP Sonos	US97804230	Mal Estado/Obsoleto
Tomógrafo	General Electric	Hispeed	17040176DWB0255	Mal Estado/Obsoleto
Mamógrafo	CGR	2.5002B.1B4		Mal Estado/Obsoleto
Impresora Laser	Kodak	Driview 8700		Mal Estado
Rayos x			JF0997 - 0679	Mal Estado/Obsoleto
Mamógrafo	Siemens		01657	Mal Estado/Obsoleto
Negatoscopio de tomografía				Mal Estado
Colimador de mamografía	Sentry Three			Mal Estado
Monitor de ECG	Hewlett Packard	78560A	2633A00453	Mal Estado/Obsoleto
Grabadora de torre de laparoscopia	Marquett Electronics	Series 2520	89032838	Mal Estado
Impresora videográfica de torre de laparoscopia	Sony	UP-910	13959	Mal Estado
Desfibrilador	Datascope	M/D3A	10389	Funcional/Falta enchufe

### Anexo 2 – Descarte de equipo y mobiliario

Fuente: Elaboración Propia

HOSPITAL EVANGÉLICO DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
ORDEN DE TRABAJO				
Responsable de la petición		Descripción del trabajo solicitado		
Sala/Departamento				
Ubicación				
Fecha				
Hora				
Tipo de Mantenimiento				
Preventivo		Correctivo		
Datos del equipo (Si aplica)				
Equipo		Equipo		
Marca		Marca		
Modelo		Modelo		
Serie		Serie		
Encargado	Descripción del trabajo	Fecha	H. Inicio	H. Final
Observaciones del encargado				
<hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> Firma Jefe de Mantenimiento		<hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> Firma Jefe de Departamento/Servicio		

### Anexo 3 – Propuesta orden de trabajo

Fuente: Elaboración Propia