



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

CENTRO MÉDICO SAMPEDRANO (HOSPITAL CEMESA)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

21911117 JENNIFER JEANNETTE GARCÍA GUILLÉN

ASESOR: REYNA VALLE

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

JUNIO 2023

DEDICATORIA

A mis padres, a mi hermano y a cada miembro de mi familia quienes han sido mi sostén, mi apoyo incondicional y mi mayor motivación. Gracias por estar siempre a mi lado y por ser mi mayor fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por su guía constante y por permitirme terminar la carrera universitaria con éxito. Gracias por brindarme sabiduría, perseverancia y fortaleza para superar cada desafío en el camino.

Así mismo, quiero agradecer a mi familia y seres queridos por su apoyo y amor incondicional. Han sido pilares fundamentales para alcanzar este logro.

Agradezco también al Dr. Samara y al Hospital CEMESA por autorizar que pueda realizar la práctica profesional en sus instalaciones. De igual manera, quiero agradecer a cada uno de los miembros del departamento de mantenimiento del Hospital CEMESA por su disposición por ayudar en todo momento.

A mi supervisor, el ingeniero Julio Gómez, por confiar en mis conocimientos y habilidades, apoyarme y guiarme desde el día uno en cada una de las actividades desarrolladas.

Por último pero no menos importante, agradezco a cada uno de los docentes que me impartieron alguna clase a lo largo de la carrera. Gracias por compartirme un poco de su conocimiento, contribuyeron en gran manera en mi formación académica y profesional.

RESUMEN EJECUTIVO

La práctica profesional se desarrolló en Hospital CEMESA (Centro Médico Sampedrano) durante un periodo de diez semanas. A lo largo de ese tiempo, se llevaron a cabo actividades correspondientes al campo de la ingeniería en biomédica, con el objetivo de fortalecer los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria y adquirir nuevos aprendizajes.

Se desempeñaron labores principalmente en las áreas de UCIA, UCIN, Emergencia, Hemodinamia y Hospitalización. Durante la práctica profesional, se realizó un enfoque en llevar a cabo mantenimientos preventivos y correctivos de tecnología médica, especialmente desfibriladores, MSV y bombas de infusión. Estas labores incluyeron la revisión periódica, limpieza, calibración, reemplazo de partes y reparación de los equipos para asegurar su disponibilidad y correcto funcionamiento.

Palabras clave: Calibración, Ingeniería en Biomédica, Mantenimientos, Tecnología médica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|-------|---|----|
| I. | Introducción..... | 1 |
| II. | Generalidades de la Empresa..... | 2 |
| 2.1 | Descripción de la Empresa..... | 2 |
| 2.2 | Descripción del Departamento..... | 3 |
| 2.3 | Objetivos del Puesto..... | 4 |
| 2.3.1 | Objetivo General..... | 4 |
| 2.3.2 | Objetivos Específicos..... | 4 |
| III. | Marco Teórico..... | 5 |
| 3.1 | Análisis del Sector..... | 5 |
| 3.2 | Imagenología..... | 5 |
| 3.3 | Emergencia..... | 7 |
| 3.4 | Unidad de Cuidados Intensivos Adulto..... | 8 |
| 3.5 | Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal..... | 10 |
| 3.6 | Oxigenoterapia..... | 10 |
| 3.7 | Ingeniería en biomédica en el medio hospitalario..... | 12 |
| 3.8 | Inventario..... | 13 |
| 3.9 | Mantenimiento de equipos..... | 13 |
| IV. | Desarrollo..... | 14 |
| 4.1 | Semana 1 (17 – 21 de Abril de 2023)..... | 14 |
| 4.2 | Semana 2 (24 – 28 de abril de 2023)..... | 16 |
| 4.3 | Semana 3 (01 – 05 de mayo de 2023)..... | 19 |
| 4.4 | Semana 4 (08 – 12 de mayo de 2023)..... | 22 |
| 4.5 | Semana 5 (15 – 19 de mayo de 2023)..... | 26 |
| 4.6 | Semana 6 (22 – 26 de mayo de 2023)..... | 28 |
| 4.7 | Semana 7 (29 de mayo – 02 de junio de 2023)..... | 31 |
| 4.8 | Semana 8 (05 – 09 de junio de 2023)..... | 34 |
| 4.9 | Semana 9 (12 – 16 de junio de 2023)..... | 36 |
| 4.10 | Semana 10 (19 – 23 de junio de 2023)..... | 39 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.11 | Cronograma de Actividades..... | 41 |
| V. | Conclusiones..... | 42 |
| 5.1 | Conclusión General..... | 42 |
| 5.2 | Conclusiones Específicas..... | 42 |
| VI. | Recomendaciones..... | 44 |
| 6.1 | Recomendaciones a Hospital CEMESA..... | 44 |
| 6.2 | Recomendaciones a UNITEC..... | 44 |
| VII. | Bibliografía..... | 45 |
| VIII. | Anexos..... | 47 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 Logo de Hospital CEMESA..... | 2 |
| Ilustración 2 Organigrama del departamento de mantenimiento..... | 3 |
| Ilustración 3 Resonancia magnética. | 6 |
| Ilustración 4 Gamma Cámara de GE Healthcare. | 6 |
| Ilustración 5 Radiografía/ Fluoroscopia Plessart Vivo..... | 7 |
| Ilustración 6 MSV Mindray V12. | 8 |
| Ilustración 7 Bomba de infusión peristáltica Mindray BeneFusion 3 Series. | 9 |
| Ilustración 8 Bomba de infusión de jeringa Mindray BeneFusion 3 Series..... | 9 |
| Ilustración 9 Ventilador mecánico. | 9 |
| Ilustración 10 Incubadora neonatal..... | 10 |
| Ilustración 11 Cámara hiperbárica multiplaza..... | 11 |
| Ilustración 12 Cámara hiperbárica monoplaza. | 11 |
| Ilustración 13 Ciclo de la gestión de tecnologías sanitarias..... | 12 |
| Ilustración 14 Lámparas cielíticas con bombillos no funcionales en quirófanos..... | 15 |
| Ilustración 15 Identificación de equipo médico en mal estado de UCIA..... | 15 |
| Ilustración 16 Inspección visual y de funcionamiento de equipos marca Mindray..... | 16 |
| Ilustración 17 Desinstalación de Datascope CS100 para realizar reemplazo de paquete de baterías..... | 17 |
| Ilustración 18 Revisión de lámparas cielíticas de bloque quirúrgico..... | 17 |
| Ilustración 19 Posible espacio para el departamento de Ingeniería en Biomédica..... | 18 |
| Ilustración 20 Camilla hospitalaria en endoscopia..... | 18 |
| Ilustración 21 Organización de taller de IB. | 19 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 22 Módulo de alto voltaje de desfibrilador Zoll..... | 20 |
| Ilustración 23 MSV con falla en medición de presión..... | 20 |
| Ilustración 24 UPS del área de hemodinamia. | 21 |
| Ilustración 25 Placa del sistema en desfibrilador Zoll..... | 23 |
| Ilustración 26 Sensor de oclusión de bomba de infusión..... | 23 |
| Ilustración 27 Bomba de infusión con falta de retenedor de puerta. | 24 |
| Ilustración 28 Parte interna de incubadora Dräger Babyleo TN500..... | 24 |
| Ilustración 29 Revisión de componentes internos de incubadora neonatal. | 25 |
| Ilustración 30 Reinstalación de placas en incubadora neonatal. | 26 |
| Ilustración 31 Calibración de bombas de infusión..... | 27 |
| Ilustración 32 Lámpara de fototerapia previo al reemplazo de tubo de luz azul..... | 28 |
| Ilustración 33 Revisión de sensores de la puerta frontal del esterilizador..... | 29 |
| Ilustración 34 Mantenimiento preventivo a equipo de laboratorio clínico Architect i1000. | 29 |
| Ilustración 35 Cambio de conectores de cable de alimentación de UPS. | 30 |
| Ilustración 36 Revisión de cama hospitalaria de UCIA..... | 32 |
| Ilustración 37 Mantenimiento preventivo a ventiladores mecánicos Mindray SV300..... | 32 |
| Ilustración 38 Levantamiento de inventario de los equipos médicos en el área de Laboratorio Clínico..... | 33 |
| Ilustración 39 Estudiantes de UNITEC campus Tegucigalpa en Medicina Nuclear (Gamma-cámara). | 33 |
| Ilustración 40 Mantenimientos preventivos a equipos de Laboratorio Clínico y Laboratorio de Biología Molecular..... | 34 |
| Ilustración 41 Traslado de equipos médicos al área destinada para el Depto. de Ingeniería en Biomédica..... | 35 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 42 Biomed's Homecoming (Alumnos de la clase de Análisis de Dispositivos Médicos en Medicina Nuclear)..... | 35 |
| Ilustración 43 Reparación de contador de células..... | 37 |
| Ilustración 44 Reemplazo de batería de UPS. | 37 |
| Ilustración 45 Revisión de MSV del área de Emergencia..... | 38 |
| Ilustración 46 Alarmas de ventilador mecánico Dräger Babylog VN500..... | 38 |
| Ilustración 47 Mantenimiento preventivo a ultrasonido en Hemodinamia..... | 39 |
| Ilustración 48 Mantenimiento correctivo a colonoscopia..... | 40 |
| Ilustración 49 Equipos de laboratorio clínico en comodato..... | 40 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1 Diversos errores presentados por esterilizador CASTLE..... | 47 |
| Anexo 2 Error DEFIB FAULT 72..... | 47 |
| Anexo 3 Incubadoras y ventiladores mecánicos de UCIN afectados por lluvias. | 47 |
| Anexo 4 Bombas de infusión de UCIN afectadas por lluvias. | 48 |
| Anexo 5 Filtro de aire del esterilizador CASTLE..... | 48 |
| Anexo 6 Sensores de puerta frontal y trasera del esterilizador CASTLE. | 48 |
| Anexo 7 Celda de O2 vencida de ventilador mecánico..... | 49 |
| Anexo 8 Filtro de aire de ventilador mecánico..... | 49 |
| Anexo 9 Etiqueta de inventario asignado por auditoría en equipos médicos..... | 49 |
| Anexo 10 Visita de alumnos de UNITEC campus Tegucigalpa..... | 50 |
| Anexo 11 Pruebas de funcionamiento de equipos de laboratorio de biología molecular..... | 50 |
| Anexo 12 Verificación de funcionamiento de equipos de laboratorio de biología molecular..... | 50 |
| Anexo 13 Biomed's Homecoming (Alumnos de UNITEC campus San Pedro Sula en área de radiología)..... | 51 |
| Anexo 14 Filtro de ultrasonido de Hemodinamia previo a la limpieza | 51 |
| Anexo 15 Propuesta de depto. de IB realizando una adaptación del espacio asignado..... | 51 |
| Anexo 16 Propuesta de oficina para jefatura del depto. de IB..... | 52 |
| Anexo 17 Propuesta de taller de mantenimiento del depto. de IB..... | 52 |
| Anexo 18 Propuesta para el depto. de IB..... | 52 |
| Anexo 19 Propuesta para el área de equipos grandes del depto. de IB..... | 53 |
| Anexo 20 Baño para el personal..... | 53 |
| Anexo 21 Bodega de almacenamiento del depto. de IB..... | 53 |

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

| | |
|----------|---|
| CCEE | Consultas Externas |
| CEMESA | Centro Médico Sampedrano |
| CEYE | Central de Esterilización y Equipo |
| CO2 | Dióxido de Carbono |
| Comodato | Contrato por el cual se da o recibe prestada una cosa de las que pueden usarse sin destruirse, con la obligación de restituirla. (ASALE & RAE, s. f.) |
| ECG | Electrocardiograma |
| GE | General Electric |
| HIS | Sistemas de Información Hospitalaria (Hospital Information Systems) |
| IB | Ingeniería en Biomédica |
| IBP | Presión Arterial Invasiva (Invasive Blood Pressure) |
| NIBP | Presión Arterial no Invasiva (Non-Invasive Blood Pressure) |
| MC | Mantenimiento Correctivo |
| MP | Mantenimiento Preventivo |
| MSV | Monitor de Signos Vitales |
| PRODYLAB | Productos de Diagnóstico y Laboratorio |
| RX | Rayos X |
| SpO2 | Saturación de Oxígeno |
| UCIA | Unidad de Cuidados Intensivos Adulto |
| UCIN | Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal |
| UPS | Fuente de alimentación ininterrumpida (Uninterruptible Power Supply) |

I. INTRODUCCIÓN

El rol del ingeniero biomédico dentro de un establecimiento de salud es muy amplio, las funciones que desempeña se orientan a garantizar la seguridad del paciente y del personal sanitario durante la práctica médica. Dentro de estas labores se encuentra el detectar necesidades de capacitación usuaria y entrenamiento biomédico para el equipo técnico y mantener un programa de mantenimiento preventivo del equipamiento. (Bavestrello & Carvajal, 2018)

En el presente documento se incluirá información relevante del establecimiento de salud donde se realizará la práctica profesional, en este caso Hospital CEMESA, en el cargo de asistente biomédico del departamento de mantenimiento. Se abordarán temas como ser las generalidades del hospital, misión, visión, valores y su posicionamiento a nivel nacional.

Además, se expondrán las diferentes actividades realizadas relacionadas al área de la ingeniería en biomédica de forma cronológica durante la práctica profesional desarrollada en el Hospital CEMESA. Dentro de estas actividades se encuentran el levantamiento de inventario, mantenimientos correctivos y preventivos, evaluación del funcionamiento de equipo médico y demás actividades que vayan surgiendo a lo largo de las 10 semanas de duración de la práctica.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Este capítulo abordará ciertos aspectos relevantes de la empresa donde se realizará la práctica profesional, dentro de estos se incluirán datos generales del hospital, descripción del departamento donde se estará trabajando y las funciones que se desarrollarán.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El Centro Médico Sampedrano, mejor conocido como Hospital CEMESA, fue fundado en el año 1967 en San Pedro Sula, Cortés Honduras. (PressReader-Digital Newspaper & Magazine Subscriptions, 2019)

Este cuenta con personal altamente especializado y tecnología de vanguardia en distintas ramas de la medicina. Dentro de estas se encuentran cardiología, cirugía vascular, cirugía oncológica, endocrinología, oncología, neurología, ortopedia, entre otras. (Hospital CEMESA, s. f.)



Ilustración 1 Logo de Hospital CEMESA.

Fuente: (Hospital CEMESA, s. f.)

2.1.1 MISIÓN

Cuidar de la salud de nuestros pacientes con calidad y seguridad, a través de un recurso humano altamente especializado, respaldado por tecnología avanzada. (Hospital CEMESA, s. f.)

2.1.2 VISIÓN

Ser la mejor institución hospitalaria de la región. (Hospital CEMESA, s. f.)

2.1.3 VALORES

- Ética
- Excelencia en servicio
- Liderazgo

- Respeto
- Sensibilidad

(Hospital CEMESA, s. f.)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de mantenimiento del Hospital CEMESA está conformado por un grupo de trabajo multidisciplinario que depende directamente de Dirección General. (Ilustración 2).

El jefe de departamento es quien está en constante comunicación con el director del hospital, coordina y autoriza los diversos procesos que se desarrollan en esta área con el apoyo del asistente de área.

Dentro del departamento se cuenta con un total de 12 empleados al mando del jefe de área distribuidos en diversos campos como ser infraestructura e hidrosanitaria, electrónica e instalaciones, servicios biomédicos, área eléctrica y servicios generales donde se realizan trabajos de carpintería, albañilería y mecánica.

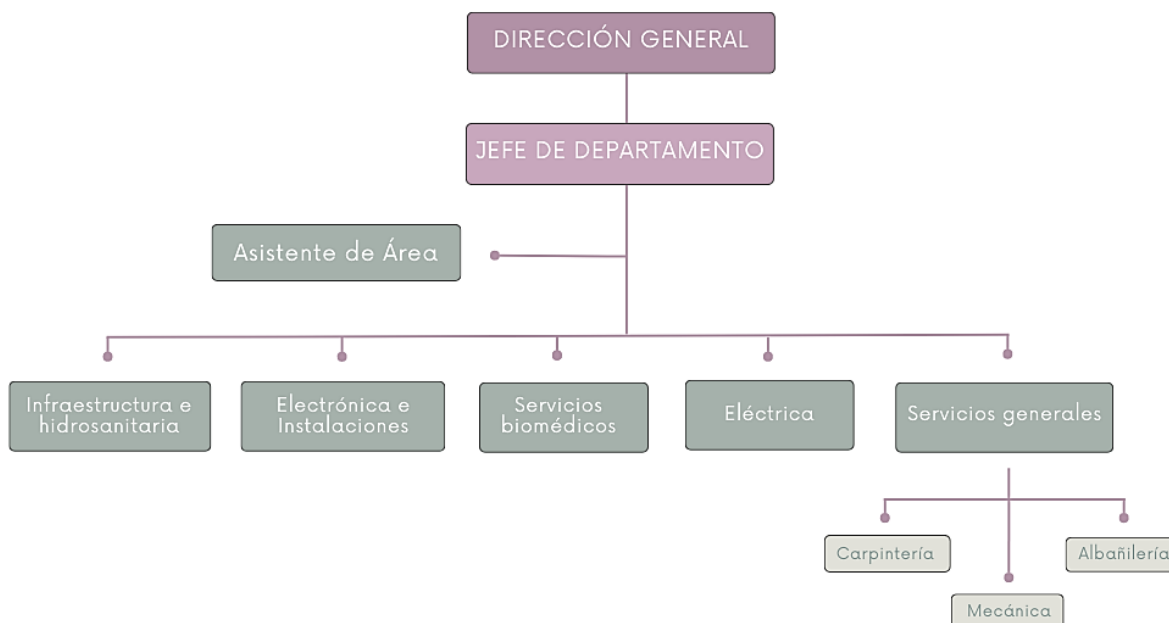


Ilustración 2 Organigrama del departamento de mantenimiento.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un conjunto de labores y tareas especializadas y adaptadas a las necesidades, pertinentes al área de ingeniería en biomédica, que contribuyan al mejoramiento de la prestación de servicios de atención sanitaria del establecimiento de salud.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Brindar recomendaciones estructurales, organizacionales y de procesos para la apertura de un departamento de ingeniería en biomédica en el hospital.
2. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el bloque quirúrgico en las primeras semanas de la práctica profesional para su ejecución posterior.
3. Desarrollar un inventario exclusivamente para el departamento de biomédica que cuente con al menos el 50% de los equipos médicos del hospital.
4. Realizar una evaluación de las partes pendientes de reemplazo de diversos equipos de UCIA.

III. MARCO TEÓRICO

En este apartado del informe se realiza un análisis del sector donde se identifica el tipo de establecimiento, servicios y posicionamiento a nivel nacional. Así mismo, se conceptualizan algunas de las tecnologías más relevantes en el establecimiento de salud por área y temas relacionados a la ingeniería en biomédica.

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

El Hospital CEMESA es un establecimiento de salud privado ubicado en San Pedro Sula, Honduras. Este brinda servicios en las áreas de Imagenología, Emergencia, CCEE, UCIA, UCIN, Bloque Quirúrgico, Hemodinamia, entre otros.

Es uno de los únicos hospitales en San Pedro Sula que cuenta con un helipuerto junto con el Hospital del Valle, el cual puede ser considerado su mayor competencia a nivel regional debido a la semejanza en cuanto a la tecnología médica adquirida.

3.2 IMAGENOLOGÍA

Una de las áreas por las cuales más destaca el Hospital CEMESA, es su departamento de imagenología. En donde se busca estar a la vanguardia con tecnología médica de punta dentro de las cuales se encuentra la resonancia magnética, PET-CT, tomógrafo, ultrasonido, RX, fluoroscopia, arco en C, y actualmente se encuentra en instalación una gamma cámara.

3.2.1 RESONANCIA MAGNÉTICA

La Resonancia Magnética Nuclear es una espectroscopia de absorción, la cual se fundamenta en la absorción de energía por un núcleo magnéticamente activo (Ilustración 3). (Díaz, 2014). Las partes fundamentales de este equipo son:

- Un imán, actualmente una bobina superconductora, que suministra el campo magnético principal.
- Un oscilador de radiofrecuencias.
- Una bobina detectora que recibe las señales.
- Un sistema informatizado que gobierna todo el aparato.

(Díaz, 2014)



Ilustración 3 Resonancia magnética.

Fuente: (López Bonilla, 2013)

3.2.2 GAMMA CÁMARA

La Gamma Cámara es uno de los equipos más recientes en el establecimiento, actualmente se encuentra en proceso de instalación con personal certificado de General Electric.

Este es un equipo de medicina nuclear, que utiliza rayos gamma para adquirir imágenes que muestren el funcionamiento del cuerpo humano (Ilustración 4).

Como su nombre indica, este es capaz de detectar emisión gamma. Las imágenes que se obtienen pueden ser imágenes planares (imágenes 2D), si la gamma cámara se sitúa en una sola posición angular, o imágenes tomográficas (en 3D) si la gamma cámara realiza un barrido alrededor del paciente. (Heredero, s. f.)

Mediante esta técnica se obtienen imágenes funcionales, previa administración al paciente de determinados compuestos biológicamente activos, conocidos como radiofármacos que se obtienen a partir de moléculas marcadas como isotopos emisores de radiación gamma (γ). (Heredero, s. f.)



Ilustración 4 Gamma Cámara de GE Healthcare.

Fuente: (NM 830 SPECT/CT Sytem, s. f.)

3.2.3 FLUOROSCOPIA

La fluoroscopia es un equipo que consiste en la emisión de RX para valorar dinámicamente una estructura anatómica en tiempo real. En otras palabras, es la visión en RX de los cambios que suceden en el organismo que se pretende estudiar o intervenir. (Reyes et al., s. f.)

Es un equipo similar a un RX estacionario que cuenta con un tubo intensificador de imagen, tubo de RX fluoroscópico, colimador de apertura, monitores para visualizar la imagen, entre otros (Ilustración 5).

De forma simplificada, un sistema de fluoroscopia consiste en un emisor de RX que atraviesa la estructura corporal de interés. Luego, la radiación resultante de la interacción con la estructura corporal es detectada por un receptor, y a su vez transformada para que sea comprensible en una señal de televisión análoga o digital. A partir de ahí, las imágenes pueden ser grabadas y reproducidas a discreción de los operadores. (Reyes et al., s. f.)



Ilustración 5 Radiografía/ Fluoroscopia Plessart Vivo.

Fuente: (Plessart Vivo, s. f.)

3.3 EMERGENCIA

Dentro de la tecnología médica más relevante en el área de emergencia se encuentran los monitores de signos vitales, indispensables para la prestación de servicio en este departamento.

3.3.1 MONITOR DE SIGNOS VITALES

Un monitor de signos vitales es un dispositivo que permite detectar, procesar y desplegar en forma continua los parámetros fisiológicos del paciente (Ilustración 6). Consta

además de un sistema de alarmas que alertan cuando existe alguna situación adversa o fuera de los límites deseados. Este puede configurarse para mostrar varios parámetros fisiológicos tales como ECG, frecuencia respiratoria, NIBP, IBP, temperatura corporal, SpO₂, CO₂, entre otros.



Ilustración 6 MSV Mindray V12.

Fuente: (*Mindray V12 Monitoring Platform - Modular Patient Monitoring System*, s. f.)

3.4 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS ADULTO

La unidad de cuidados intensivos es una de las áreas más delicadas en un hospital ya que se ocupa del paciente en estado crítico, es decir, aquellos que requieren cuidado constante y atención especializada durante las 24 horas del día. (Aguilar García et al., 2017)

Dentro de los equipos que se encuentran en esta área se tienen los MSV, bombas de infusión y ventiladores mecánicos.

3.4.1 BOMBA DE INFUSIÓN

Las bombas de infusión son equipos capaces de proporcionar mayor exactitud y seguridad en el momento de la infusión por vía intravenosa, subcutánea, intraperitoneal o intrarraquídea utilizando presión positiva. (Ochoa, 2013)

La clasificación más común según el mecanismo de funcionamiento es la siguiente: bomba de infusión peristáltica (Ilustración 7) y bomba de infusión de jeringa (Ilustración 8).

Las bombas de infusión peristálticas poseen una línea de discos que comprimen el tubo con un movimiento continuo, esto permite que el líquido se dirija hacia el paciente. A diferencia de las peristálticas, las bombas de infusión de jeringa controlan el flujo con gran exactitud por mediante una jeringa, estas generalmente tienen mayor precisión. (Ochoa, 2013)



Ilustración 7 Bomba de infusión peristáltica Mindray BeneFusion 3 Series.

Fuente: (*BeneFusion 3 Series - Infusion System, s. f.*)



Ilustración 8 Bomba de infusión de jeringa Mindray BeneFusion 3 Series.

Fuente: (*BeneFusion 3 Series - Infusion System, s. f.*)

3.4.2 VENTILADOR MECÁNICO

Las funciones principales de un ventilador mecánico se basan en brindar gas al paciente según determinadas condiciones de volumen, presión, flujo y tiempo. Este cuenta con un panel de control donde se establece el tratamiento de ventilación y oxigenación que se requiere y se definen las alarmas que informarán de los cambios que puedan ofrecer los parámetros establecidos. Fuente: (Toufen Junior & Carvalho, 2007)



Ilustración 9 Ventilador mecánico.

Fuente: (Toufen Junior & Carvalho, 2007)

3.5 UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL

A diferencia de una UCIA, en una Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales se tienen también incubadoras neonatales para la prestación de servicios de atención sanitaria al neonato.

3.5.1 INCUBADORA NEONATAL

Una incubadora neonatal es un dispositivo médico utilizado principalmente para generar un ambiente en el que se controlan diferentes variables importantes para el desarrollo de los recién nacidos. (Pérez et al., 2007)

La necesidad de las incubadoras neonatales surgió debido a los constantes partos de bebés prematuros, los cuales, sin un medio adecuado que simule el vientre de su madre, corren el riesgo de no morir. (Pérez et al., 2007)

Consta de un compartimento para el paciente con aberturas que permiten introducir las manos sin exponer en gran medida al neonato (Ilustración 10). Además posee un módulo de control para parámetros como la temperatura y humedad.



Ilustración 10 Incubadora neonatal.

Fuente: (Jiménez et al., s. f.)

3.6 OXIGENOTERAPIA

3.6.1 CÁMARA HIPERBÁRICA

La cámara hiperbárica es una estructura metálica de carácter estanco y hermético, en cuyo interior se alcanzan presiones superiores a la presión atmosférica. Estas son utilizadas para brindar un tipo de oxigenoterapia. (Herrero, s. f.)

Existen 2 tipos de cámaras hiperbáricas, cuyas principales diferencias se basan en su tamaño y modo de presurización de la cámara (Herrero, s. f.). La multiplaza, que permite alojar a

2 o más personas a la vez (Ilustración 11), y la monoplaza con un único compartimento exclusivo para una persona (Ilustración 12).



Ilustración 11 Cámara hiperbárica multiplaza.

Fuente: (Herrero, s. f.)

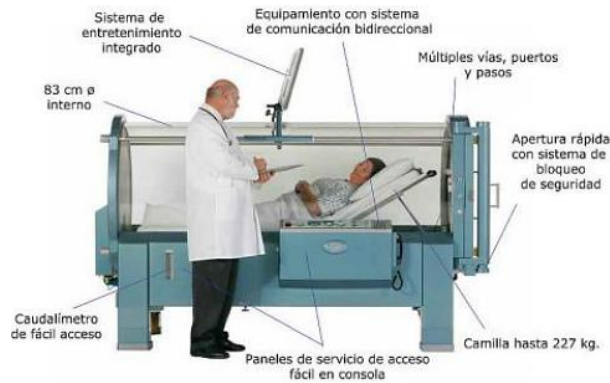


Ilustración 12 Cámara hiperbárica monoplaza.

Fuente: (Herrero, s. f.)

3.7 INGENIERÍA EN BIOMÉDICA EN EL MEDIO HOSPITALARIO

El trabajo de un ingeniero en biomédica dentro de un establecimiento hospitalario tiene un impacto significativo en el funcionamiento efectivo de las tecnologías médicas y la mejora de la atención al paciente.

Dentro de sus funciones se encuentran la gestión de tecnología médica durante todo su ciclo de vida, desde la adquisición hasta el mantenimiento y descarte seguro de los dispositivos (Ilustración 13). Además de especializarse en todo lo relacionado a equipos médicos, poseen conocimientos sobre infraestructura, sistemas de información hospitalaria y normativas. (López, 2011)

Así mismo, los ingenieros biomédicos generan gran impacto en la educación y formación del personal clínico en el uso adecuado de los equipos médicos mediante capacitaciones del personal médico y paramédico en las cuestiones relacionadas con tecnología médica, incluyendo seguridad. (Posadas et al., 2001)

Supervisan el inventario de equipos, realizan inspecciones y pruebas, y se aseguran de que los equipos cumplan con las normas de seguridad y regulaciones aplicables.

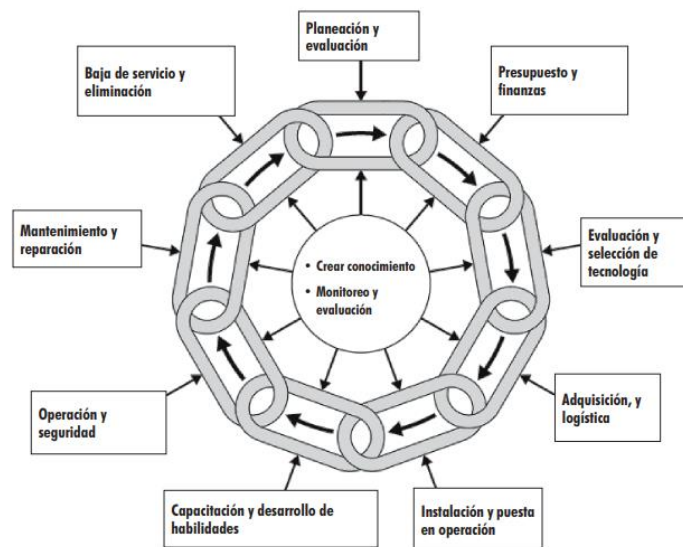


Ilustración 13 Ciclo de la gestión de tecnologías sanitarias.

Fuente: (World Health Organization, 2012)

3.8 INVENTARIO

Es importante que en los establecimientos de salud se cuente con un inventario de las tecnologías médicas que posean. Este permite llevar un registro preciso de los equipos médicos disponibles en el hospital, lo que facilita la gestión y asignación de recursos. Es imprescindible que el inventario se encuentre actualizado de modo que refleje la situación actual de cada activo.

Un inventario de tecnología médica brinda información relevante como ser la disponibilidad de los equipos, su ubicación y su estado operativo.

Este proporciona la base para una gestión eficaz de los activos, facilitando la programación del mantenimiento preventivo y el seguimiento de las tareas de mantenimiento, reparaciones, alertas y órdenes de baja de equipos. (World Health Organization, 2012)

3.9 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Como se mencionó anteriormente, parte de las labores del ingeniero en biomédica son los mantenimientos a los equipos. Esto se refiere a la conservación de la tecnología médica a través de un programa de control de equipo y se realiza con el fin de proporcionar un entorno seguro y funcional, mediante el mantenimiento adecuado de todos los equipos y espacios.

Los ingenieros biomédicos son responsables del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos, realizar inspecciones, calibraciones y reparaciones para garantizar que los dispositivos funcionen correctamente y cumplan con las normativas correspondientes.

Rodríguez et al. (2001) mencionan que es importante llevar a cabo pruebas de seguridad para verificar que el equipo está en correspondencia con las regulaciones y requerimientos de seguridad establecidos.

Así mismo, establecen que en el mantenimiento preventivo se debe incluir inspecciones periódicas de los equipos donde se realice limpieza, lubricación, ajuste, comprobación y reemplazo de componentes defectuosos que pudieran fallar antes de la próxima inspección. Y los mantenimientos correctivos son aquellos cuyo propósito es restaurar el estado operacional del equipo, este no es planificado, se lleva a cabo a partir del reporte que hace el usuario.

IV. DESARROLLO

En este capítulo se proporcionan las actividades desarrolladas por semana con sus respectivos objetivos. Esto con el fin de visualizar, de forma ordenada y cronológica, todo lo realizado durante la práctica profesional.

4.1 SEMANA 1 (17 – 21 DE ABRIL DE 2023)

4.1.1 OBJETIVOS

1. Identificar las principales necesidades del establecimiento en cuanto a los equipos que requieren mantenimiento o reemplazo.
2. Realizar un levantamiento de inventario de los equipos en UCIA y Bloque Quirúrgico para el posterior desarrollo del plan de mantenimiento.
3. Apoyar a la institución INFRA de Honduras con el desarrollo de inspecciones visuales y pruebas de funcionamiento de equipos de la marca Mindray.

4.1.2 INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la primera semana se espera familiarizarse con las instalaciones y equipamiento médico del establecimiento de salud para poder identificar las necesidades del mismo. De igual manera, iniciar el levantamiento de inventario para posteriormente realizar un cálculo de periodicidad de mantenimiento para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.

4.1.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Durante la primera semana se realizó una visita a diversas unidades del establecimiento de salud, como ser Emergencia, UCIA, UCIN, CEYE, Bloque Quirúrgico e Imagenología con el fin de realizar una inspección de los equipos e identificar las necesidades en dichas áreas.

A medida se visitaron las áreas, se realizaba el levantamiento de inventario de los equipos médicos para luego realizar un plan de mantenimiento para el departamento de biomédica.

En Bloque Quirúrgico, se identificaron algunas lámparas cielíticas con bombillos en mal estado, lo que causa un descontento en el personal sanitario en el desarrollo de las cirugías (Ilustración 14). En CEYE, se encontraron diversos problemas en el esterilizador que bloqueaban el equipo e impedían finalizar el proceso (Anexo 1), por lo cual se recurrió a buscar el manual ya que este no fue brindado por el proveedor.



Ilustración 14 Lámparas cirúrgicas con bombillos no funcionales en quirófanos.

En UCIA se encontraron un conjunto de equipos en mal estado, los cuales habían sido movilizadas todos a un solo cubículo. En este se tenían camas hospitalarias (Ilustración 15), bombas de infusión, módulo de bombas, ventiladores mecánicos, entre otros.



Ilustración 15 Identificación de equipo médico en mal estado de UCIA.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Así mismo, en conjunto con el personal biomédico de INFRA de Honduras, se realizó una evaluación de equipos de la marca Mindray, específicamente bombas de infusión y monitores de signos vitales, pertenecientes a Emergencia, UCIA y UCIN (Ilustración 16). En esta se identificó que las bombas de infusión en su totalidad requerían de una calibración ya que no se les brindaba desde hace 4 años aproximadamente. De igual forma, en los monitores de signos vitales se identificaron algunos accesorios faltantes y daños de componentes, incluyendo posibles daños en tarjetas electrónicas.



Ilustración 16 Inspección visual y de funcionamiento de equipos marca Mindray.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.2 SEMANA 2 (24 – 28 DE ABRIL DE 2023)

4.2.1 OBJETIVOS

1. Realizar evaluación de las instalaciones del futuro espacio para el departamento de Ingeniería en Biomédica del hospital.
2. Dar inicio al desarrollo del plan de mantenimiento preventivo del bloque quirúrgico.
3. Resolver problemas pendientes en relación a equipo médico en el área de hemodinamia y bloque quirúrgico.

4.2.2 INTRODUCCIÓN

Durante la segunda semana se pretende realizar inspecciones de los equipos médicos a medida se vaya realizando el levantamiento de inventario de las distintas áreas del establecimiento de salud. Así mismo, evaluar un posible espacio para la implementación del departamento de IB en el hospital y dar solución a los llamados provenientes de diversas salas del establecimiento.

4.2.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Se recibió un reporte del quirófano de hemodinamia por la batería del balón de contrapulsación intraaórtico donde se identificó que se necesitaba un reemplazo. Por tal motivo, se desinstaló el equipo para tener acceso al paquete de baterías y visualizar las especificaciones de estas para realizar la compra (Ilustración 17).



Ilustración 17 Desinstalación de Datascope CS100 para realizar reemplazo de paquete de baterías.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Durante la evaluación de equipos realizada en conjunto con el levantamiento de inventario en bloque quirúrgico se determinó que diversas lámparas cielíticas presentaban problemas con algunos bombillos. Por tal motivo, se realizó posteriormente una revisión donde se identificaron problemas con las tarjetas internas por lo que se realizará una cotización de las mismas para el reemplazo (Ilustración 18).

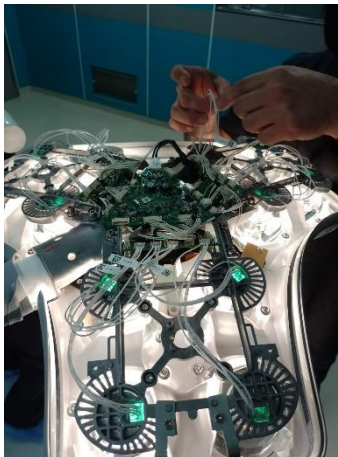


Ilustración 18 Revisión de lámparas cielíticas de bloque quirúrgico.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Se evaluó un espacio del establecimiento que había estado sin uso para realizar una propuesta de apertura del departamento de IB en esas instalaciones (Ilustración 19). Se realizaron mediciones de cada área para brindar recomendaciones sobre la infraestructura, materiales a incluir, entre otras cosas.



Ilustración 19 Posible espacio para el departamento de Ingeniería en Biomédica.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Finalmente, se realizó un reemplazo de las llantas de una camilla hospitalaria en endoscopia ya que se recibió un reporte de problemas con el freno (Ilustración 20). Se concluyó que se debía realizar un reemplazo de estas ya que las llantas que tenía estaban desgastadas, lo que impedía el frenado.



Ilustración 20 Camilla hospitalaria en endoscopia.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.3 SEMANA 3 (01 – 05 DE MAYO DE 2023)

4.3.1 OBJETIVOS

1. Acondicionar antiguo espacio de bodega de mantenimiento para el taller temporal de ingeniería en biomédica.
2. Ejecutar mantenimientos correctivos a desfibriladores y bombas de infusión.
3. Realizar una evaluación de funcionamiento equipos en bodega, MSV en bloque quirúrgico y UPS perteneciente al área de hemodinamia.

4.3.2 INTRODUCCIÓN

En la tercera semana se plantea realizar evaluaciones de UPS de hemodinamia y radiología además de equipos en desuso en la bodega de mantenimiento, de igual manera organizar dicha área para ser utilizada como taller de IB. Así mismo, se pretende realizar mantenimientos correctivos a un MSV de bloque quirúrgico y a desfibriladores y bombas de infusión, que también se encontraban en desuso, para ser reasignados a otras áreas del establecimiento.

4.3.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Con el fin de tener un espacio donde realizar las inspecciones y mantenimientos a los diversos equipos médicos, se acondicionó el espacio previamente designado como bodega de mantenimiento (Ilustración 21). Este contaba con diversos equipos médicos de los cuales no se tenía reportes de fallas y se encontraban en desuso.



Ilustración 21 Organización de taller de IB.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Dentro de los equipos que se encontraban en la bodega se tenían desfibriladores Zoll M Series, uno de ellos con la carcasa quebrada en el área donde se coloca la batería y donde se colocan las paletas. Se presentó un desfibrilador de la misma marca y modelo, perteneciente al área de hemodinamia, con un mensaje de error DEFIB FAULT 77 cuya explicación era, según manual, un voltaje del capacitor mayor que el máximo nominal absoluto. Para este error, el manual recomendaba el reemplazo del módulo de alto voltaje o del capacitor.

Por tal motivo, se desarmó el desfibrilador que se encontraba en bodega y se retiró el módulo de alto voltaje con el capacitor para ser utilizado como repuesto (Ilustración 22). Se reemplazó el módulo y el capacitor en el desfibrilador y el mensaje de error desapareció.



Ilustración 22 Módulo de alto voltaje de desfibrilador Zoll.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Se recibió un reporte de parte de la jefatura en bloque quirúrgico por un MSV. En la evaluación de funcionamiento del equipo se identificó una dificultad para realizar la medición de NIBP ya que ejecutaba aproximadamente 4 intentos para dar una lectura (Ilustración 23). Se decidió retirar el equipo para evaluar con mayor profundidad el problema y se reemplazó con un MSV de un área de emergencia en remodelación.



Ilustración 23 MSV con falla en medición de presión.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Se retiró el paquete de baterías de la UPS de hemodinamia para verificar que se encuentren cargadas ya que, según indicó el personal, no encendía (Ilustración 24). Utilizando un multímetro, se comprobó que estaban descargadas y se encontró que el último reemplazo de las baterías fue realizado en 2019. Por tal motivo, se gestionó la compra de las mismas.



Ilustración 24 UPS del área de hemodinamia.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.4 SEMANA 4 (08 – 12 DE MAYO DE 2023)

4.4.1 OBJETIVOS

1. Dar seguimiento a mantenimiento correctivo del desfibrilador reportado por jefatura de hemodinamia.
2. Realizar mantenimientos correctivos de bombas de infusión del área de hospitalización.
3. Asegurar la ausencia de humedad interna en equipos afectados por lluvias en UCIN mediante inspecciones.

4.4.2 INTRODUCCIÓN

Para la cuarta semana de la práctica profesional se procura dar solución a mantenimientos correctivos de diversos equipos de hemodinamia y hospitalización, dentro de los cuales se encuentran bombas de infusión y desfibriladores.

Así mismo, acudir a UCIN para realizar inspecciones a equipos, principalmente incubadoras neonatales, que se vieron afectados por las lluvias debido a mala instalación de canaletas en el área.

4.4.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Luego del primer error solucionado en el desfibrilador de hemodinamia (DEFIB FAULT 77), este funcionó correctamente pero a la semana surgió un error diferente (Anexo 2) por lo que se retiró nuevamente el equipo para la revisión.

En esta revisión se identificó que la placa del sistema había sido manipulada previamente (Ilustración 25), por lo que se consultó si el equipo había sido restaurado o era un equipo nuevo, a lo cual contestaron que era restaurado.

Debido a que en menos de 2 semanas de uso a partir de la instalación surgieron 2 errores casi simultáneamente, se decidió retirar el equipo de servicio hasta identificar el componente electrónico que esté dañando las placas o se solicite un equipo nuevo.



Ilustración 25 Placa del sistema en desfibrilador Zoll.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

En las bombas de infusión entregadas de hospitalización se realizaron pruebas de funcionamiento de los sensores, precisión, entre otras. En una de ellas se identificó que el sensor de oclusión no estaba funcionando correctamente ya que la alarma no se activaba al tener el venoclisis ocluido. Por tal motivo, se realizó un reemplazo de dicho sensor y se entregó el equipo a jefatura de área (Ilustración 26).

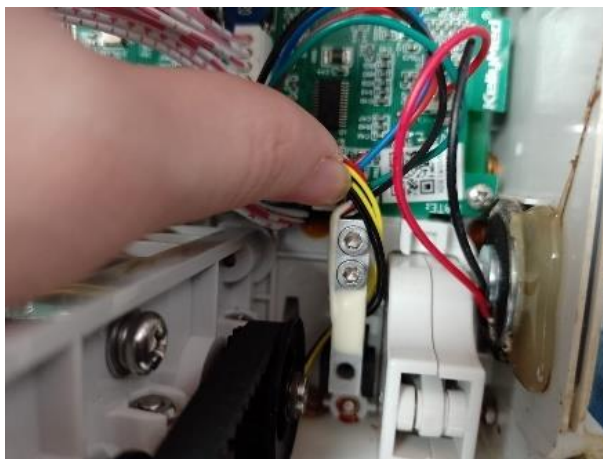


Ilustración 26 Sensor de oclusión de bomba de infusión.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

De igual manera, otra de las bombas de hospitalización se encontraba con falta de retenedor de puerta por lo que se realizó un reemplazo de la pieza (Ilustración 27). Se realizaron además pruebas de funcionamiento, limpieza y calibración del equipo previo a la entrega del mismo.



Ilustración 27 Bomba de infusión con falta de retenedor de puerta.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Debido a fuertes lluvias en la semana y una mala instalación de canaletas, diversos equipos en UCIN se mojaron. Dentro de estos se encontraban incubadoras, ventiladores mecánicos (Anexo 3) y bombas de infusión (Anexo 4).

Se desarmaron todas las bombas de infusión para que se secan internamente y garantizar la ausencia de humedad antes de probar su funcionamiento. En cuanto a los ventiladores mecánicos, estos no se vieron tan afectados ya que al realizar las pruebas de funcionamiento no se encontró ninguna falla.

Las incubadoras neonatales fueron las más perjudicadas con dicho suceso, sobre todo una de ellas. Por ende, estas se desarmaron completamente para secar y verificar que no haya ingresado agua al área de las placas (Ilustración 28).



Ilustración 28 Parte interna de incubadora Dräger Babyleo TN500.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Se revisaron componentes electrónicos visualmente y se utilizó un multímetro para comprobar el correcto funcionamiento de los fusibles (Ilustración 29).

Dentro de la incubadora más afectada se encontraron grandes cantidades de agua internamente, donde se ubican las placas. Por tal razón, se dejó desarmada y se retiraron las placas para secar la carcasa y todos los componentes.



Ilustración 29 Revisión de componentes internos de incubadora neonatal.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.5 SEMANA 5 (15 – 19 DE MAYO DE 2023)

4.5.1 OBJETIVOS

1. Realizar pruebas de funcionamiento a equipos afectados por lluvias en UCIN.
2. Finalizar la instalación y validación de funcionamiento de la incubadora neonatal de UCIN donde se encontraron grandes cantidades de agua.
3. Calibrar bombas de infusión del área de Emergencia y de UCIA.

4.5.2 INTRODUCCIÓN

Durante la quinta semana se dará prioridad a los equipos expuestos a las lluvias faltantes de evaluación en UCIN, se realizarán un conjunto de pruebas de funcionamiento en aquellos con el fin de identificar cualquier daño que pudo haber ocurrido y tomar las medidas necesarias. Una vez verificado el buen funcionamiento de la incubadora con mayor exposición a las lluvias, se finalizará la instalación y se procederá a realizar una calibración de las bombas de infusión en las áreas de Emergencia y UCIA.

4.5.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Después de dejar la incubadora secando durante el fin de semana, se llevó a cabo la reinstalación de las placas y el cableado para realizar una prueba de funcionamiento. Una vez confirmado el correcto funcionamiento, se procedió al cierre de la incubadora y la instalación de la balanza y otros componentes adicionales.



Ilustración 30 Reinstalación de placas en incubadora neonatal.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Una vez finalizada la evaluación de todos los equipos pendientes en UCIN, se procedió a llevar a cabo la calibración de todas las bombas de infusión tanto en UCIA como en el área de Emergencia.



Ilustración 31 Calibración de bombas de infusión.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.6 SEMANA 6 (22 – 26 DE MAYO DE 2023)

4.6.1 OBJETIVOS

1. Supervisar y apoyar al personal de Dimex Médica y PRODYLAB en el desarrollo de mantenimientos correctivos y preventivos en central de esterilización y laboratorio clínico.
2. Finalizar inventario en UCIA para proceder a iniciar la búsqueda de manuales y los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos del área.
3. Realizar adaptaciones en los conectores de UPS del área de hemodinamia y radiología.

4.6.2 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la sexta semana de la práctica profesional se procura realizar mantenimientos correctivos y preventivos de forma interna y además supervisar y apoyar en aquellos mantenimientos externos programados para dicha semana por parte de Dimex Médica y PRODYLAB.

Así mismo se pretende terminar de realizar el inventario del área de UCIA para elaborar el plan de mantenimiento e iniciar a realizar los correspondientes mantenimientos.

4.6.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Dentro de los mantenimientos correctivos realizados durante la sexta semana de práctica profesional se encuentran el reemplazo de uno de los tubos de una lámpara de fototerapia en UCIN (Ilustración 32). Esta lámpara fue reportada por la jefatura de área, se identificó uno de los tubos quemados por lo que se realizó la gestión de compra y el respectivo cambio.



Ilustración 32 Lámpara de fototerapia previo al reemplazo de tubo de luz azul.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Así mismo, en conjunto con el personal de servicio técnico de DIMEX Médica, se realizó una revisión de los sensores de las puertas del esterilizador ya que estas se encontraban bloqueadas impidiéndole al personal retirar la carga que se encontraba en el interior del equipo (Ilustración 33). Se apoyó al personal brindándole información detallada de los problemas presentados en las últimas semanas por el equipo y se procedió a realizar una inspección. En esta se identificó la necesidad de realizar un cambio en el filtro de aire (Anexo 5) y uno de los manómetros que se encontraba dañado. En cuanto a los errores arrojados por el equipo, se encontraron problemas con los sensores de las puertas (Anexo 6). Por tal motivo, se retiraron todos los sensores y se colocaron nuevamente asegurando que se encuentren fijos ya que, debido al choque de la puerta al cerrar, se pueden mover o aflojar.



Ilustración 33 Revisión de sensores de la puerta frontal del esterilizador.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

En el área de Laboratorio Clínico se realizó un mantenimiento preventivo por parte de PRODYLAB en el equipo Architect i1000 (Ilustración 34), un analizador de inmunoensayos que es propiedad de dicha empresa y se encuentra en las instalaciones del hospital en comodato.



Ilustración 34 Mantenimiento preventivo a equipo de laboratorio clínico Architect i1000.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

También se realizó una adaptación de los conectores de dos UPS pertenecientes al área de hemodinamia y una del área de radiología (Ilustración 35). Estas tenían un tipo de conector de alimentación inadecuado para los tomacorrientes por lo que el personal doblaba una de las terminales para poder utilizarlos en dichos tomacorrientes. Se realizó la solicitud de compra de conectores marca Leviton, se cortó el cable y se realizó el empalme correspondiente para utilizar las UPS de una forma correcta y segura.



Ilustración 35 Cambio de conectores de cable de alimentación de UPS.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.7 SEMANA 7 (29 DE MAYO – 02 DE JUNIO DE 2023)

4.7.1 OBJETIVOS

1. Realizar mantenimiento correctivo a cama hospitalaria y mantenimientos preventivos a ventiladores mecánicos en UCIA.
2. Apoyar en el proceso de certificación de Laboratorio Clínico mediante la realización del levantamiento de inventario del área y el desarrollo de plan de mantenimiento para los equipos médicos.
3. Colaborar en el recorrido realizado para alumnos de ingeniería en biomédica de UNITEC campus Tegucigalpa en las áreas de radiología y emergencia del hospital.

4.7.2 INTRODUCCIÓN

A partir de la séptima semana se planea dedicar la mayor parte del tiempo al proceso de certificación del Laboratorio del hospital, esto incluye la realización de un conjunto de actividades destinadas al proceso.

Así mismo, realizar mantenimientos preventivos y correctivos a equipos de UCIA y contribuir en un recorrido para alumnos de ingeniería en biomédica de UNITEC campus Tegucigalpa como parte de una actividad programada en el establecimiento.

4.7.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Uno de los equipos con la mayor cantidad de problemas en UCIA es una cama hospitalaria. De esta se reportó que la balanza se encontraba en mal estado, al igual que el pedal y la batería. Se realizó una revisión de los componentes internos de la cama (Ilustración 36) donde se identificó que las baterías se encontraban descargadas y se retiró una de ellas para realizar la gestión de compra para el reemplazo.

Además, se realizó una calibración de la balanza y esta quedó funcional y se encontró que uno de los pedales se encontraba quebrado. La cama puede seguir funcionando con ese pedal en ese estado ya que su única función era liberar el freno, pero para comodidad del usuario se recomienda realizar el cambio.

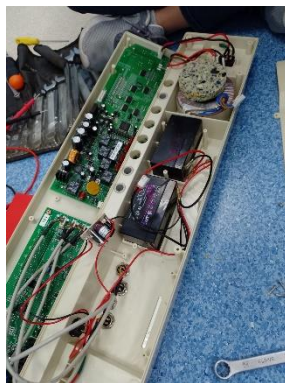


Ilustración 36 Revisión de cama hospitalaria de UCIA.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Una vez terminado el inventario de UCIA y el desarrollo del plan de mantenimiento, se procedió a realizar los mantenimientos preventivos correspondientes en los ventiladores mecánicos (Ilustración 37).

Parte del mantenimiento preventivo incluye la limpieza, reemplazo de celda de O₂ ya que se encontraban vencidas (Anexo 7) y reemplazo de filtro de aire (Anexo 8). Además, se realizó una calibración de fábrica de flujo de aire, presión, sensor de O₂ y válvula espiratoria.



Ilustración 37 Mantenimiento preventivo a ventiladores mecánicos Mindray SV300.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Como parte de los requerimientos para la certificación de Laboratorio Clínico se realizó un levantamiento de inventario (Ilustración 38) para luego diseñar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de área.

En el inventario se incluyó información relevante como ser el nombre del equipo, número de inventario asignado por Auditoría (Anexo 9), marca, modelo, número de serie y ubicación dentro del área.

Además, se agregó una columna de observaciones donde se colocaba la razón por la que el equipo no se encontraba funcional para posteriormente realizar una revisión del mismo.



Ilustración 38 Levantamiento de inventario de los equipos médicos en el área de Laboratorio Clínico.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Se tuvo una visita de estudiantes de IB de UNITEC campus Tegucigalpa cursado las clases de Instalaciones Hospitalarias I e Ingeniería Clínica (Ilustración 39). Se realizó un recorrido por las áreas de Radiología, Emergencia (Anexo 10) y Hospitalización y se brindó información relevante sobre las necesidades en cuanto a preinstalaciones necesarias por equipo, espacios, arquitectura curativa, entre otras cosas y se respondieron las preguntas realizadas por los alumnos.



Ilustración 39 Estudiantes de UNITEC campus Tegucigalpa en Medicina Nuclear (Gamma-cámara).

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.8 SEMANA 8 (05 – 09 DE JUNIO DE 2023)

4.8.1 OBJETIVOS

1. Dar seguimiento al proceso de certificación del laboratorio mediante reuniones con la encargada del proceso donde se comparta la información requerida en cuanto a la documentación desarrollada.
2. Realizar pruebas de funcionamiento, inspecciones y mantenimientos preventivos a los equipos de Laboratorio Clínico y Laboratorio de Biología Molecular como parte del proceso de certificación del área.
3. Realizar actividad de Biomed's Homecoming donde alumnos de la clase de Análisis de Dispositivos Médicos puedan visualizar las instalaciones y equipos del establecimiento de salud.

4.8.2 INTRODUCCIÓN

En la octava semana de práctica profesional se trata de dar seguimiento al proceso de certificación del laboratorio para asegurar que todos los requisitos se cumplan adecuadamente. Esto implica una serie de actividades como ser el tener un plan de mantenimiento y realizar dichos mantenimientos en tiempo y forma.

4.8.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Una vez diseñado el plan de mantenimiento del área de Laboratorio Clínico y Laboratorio de Biología Molecular se continuó con realizar una evaluación de los equipos del área mediante el desarrollo de pruebas de funcionamiento (Anexo 11 y 12), limpieza y mantenimientos preventivos a los equipos (Ilustración 40).

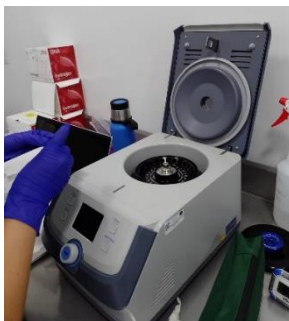


Ilustración 40 Mantenimientos preventivos a equipos de Laboratorio Clínico y Laboratorio de Biología Molecular.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Una vez asignada un área para el departamento de IB del hospital se movilizaron equipos que se encontraban en desuso en varios de los antiguos consultorios del hospital (Ilustración 41), misma área que se encuentra en remodelación.

Se realizó el traslado de dichos equipos para poder realizar una revisión detallada de los mismos, incluyendo inspección visual, pruebas de funcionamiento, entre otras.



Ilustración 41 Traslado de equipos médicos al área destinada para el Depto. de Ingeniería en Biomédica.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Como parte del puntaje asignado en la clase de Práctica Profesional, se organizó una visita de los alumnos de Análisis de Dispositivos Médicos (Ilustración 42). En esta se pretendía realizar un recorrido por las áreas de Imagenología y UCIN, donde finalmente realizarían un análisis con las incubadoras neonatales del área.

Dicho análisis no pudo ser realizado por el ingreso de un neonato a UCIN que se encontraba en condiciones delicadas y se tenía acceso restringido al área.

Por tal motivo, los alumnos únicamente ingresaron a las áreas de Radiología y Medicina Nuclear/PET donde pudieron visualizar las instalaciones, los equipos del área e incluso realizar algunas pruebas (Anexo 13).



Ilustración 42 Biomed Homecoming (Alumnos de la clase de Análisis de Dispositivos Médicos en Medicina Nuclear).

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.9 SEMANA 9 (12 – 16 DE JUNIO DE 2023)

4.9.1 OBJETIVOS

1. Desarrollar mantenimientos correctivos a equipos de Laboratorio Clínico.
2. Realizar un levantamiento de inventario de equipo médico en las áreas de Emergencia, Radiología, Medicina Nuclear y Hospitalización.
3. Presentar avance de la documentación realizada en reunión con la encargada del proceso de certificación de Laboratorio Clínico y jefatura de área.

4.9.2 INTRODUCCIÓN

Una vez finalizada la documentación pertinente para la certificación de Laboratorio Clínico, se pretende tener una reunión con la encargada de dicho proceso en la novena semana. Esto con el fin de realizar una revisión del avance y resolver ciertas dudas.

De igual manera, se planea dar solución a problemas reportados en algunos equipos de área y dar seguimiento al levantamiento de inventario de otras áreas del hospital.

4.9.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Durante el levantamiento de inventario realizado en Laboratorio Clínico, la jefatura de área mencionó que un contador de células y un microscopio no estaban funcionando correctamente por lo que se realizó una revisión de los mismos. El problema con el microscopio era la fuente de iluminación, por lo que se realizó una prueba haciendo un cambio de bombilla con la de otro microscopio y de esa forma se identificó que ese era el problema.

En cuanto al contador de células, las teclas funcionaban correctamente y el problema era en la suma total al momento de llegar a números de 3 cifras, generalmente al llegar a 200. A pesar de ser un dispositivo desechable se hizo el intento de dejarlo funcional ya que el personal mencionó que casi nunca había sido utilizado. Haciendo diversas pruebas se identificó que el defecto estaba en la segunda cifra de la suma total, al llegar a 9 este hacía un retorno hacia 8 por lo que no realizaba la suma correctamente. Esto sucedía debido a una falla en el movimiento de las piezas y se solucionó verificando los resortes de cada pieza y colocando una arandela entre las piezas giratorias (Ilustración 43).



Ilustración 43 Reparación de contador de células.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Se realizó también el reemplazo de las baterías de una UPS perteneciente al área de Radiología ya que esta no estaba operativa por el mal estado de las baterías que poseía (Ilustración 44). Al retirarlas se identificó que estas, a pesar de tener voltaje al realizar una medición con el multímetro, estaban en mal estado ya que se encontraban hinchadas y derramando líquido.



Ilustración 44 Reemplazo de batería de UPS.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Se realizó una revisión de los MSV de emergencia ya que habían sido reportados por problemas en la medición de NIBP. Tanto en estos monitores como en los pertenecientes a UCIA, Bloque Quirúrgico y Hospitalización se reporta constantemente falla en la medición de este parámetro, ya sea que realiza varios intentos antes de dar una lectura o las lecturas brindadas no son confiables. Por tal motivo se intentó acceder a la configuración de servicio para realizar una calibración en el equipo utilizando la clave brindada en el manual y otras claves conseguidas pero no se tuvo acceso (Ilustración 45). Siendo de gran importancia dar solución a

este problema, el reporte fue dado a presidencia quien se comunicará con el personal de INFRA de Honduras, quienes actualmente son los representantes de la marca Mindray, para realizar el mantenimiento.



Ilustración 45 Revisión de MSV del área de Emergencia.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Se recibió un reporte de parte de jefatura de UCIN donde un ventilador mecánico presentaba una alarma siempre al ser encendido. Se ingresó a la configuración de servicio para acceder a la información correspondiente de la alarma donde se indicaba que el problema se encontraba en la batería interna (Ilustración 46).

Se contactó al proveedor para solicitar el repuesto y este mencionó que la batería debe ser reemplazada cada 2 años, este equipo había sido adquirido en el 2021 por lo que efectivamente ya necesitaba un reemplazo.

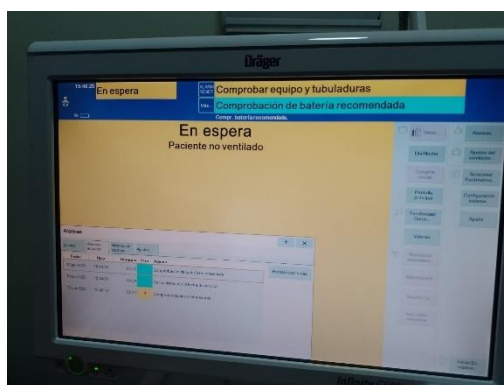


Ilustración 46 Alarmas de ventilador mecánico Dräger Babylog VN500.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.10 SEMANA 10 (19 – 23 DE JUNIO DE 2023)

4.10.1 OBJETIVOS

1. Presentar recomendaciones a jefatura del Departamento de Mantenimiento para la apertura del Departamento de IB.
2. Incorporar al inventario de equipos médicos de Laboratorio Clínico aquellos equipos adquiridos mediante comodato.
3. Realizar mantenimientos preventivos a equipos en el área de Hemodinamia y Bloque quirúrgico.

4.10.2 INTRODUCCIÓN

La última semana de la práctica profesional fue dedicada a actualizar el inventario de Laboratorio Clínico incluyendo aquellos equipos en comodato con el fin de finalizar el proceso que le corresponde al área de IB en el proceso de certificación.

Así mismo, realizar mantenimientos preventivos y correctivos en las áreas de Hemodinamia y Quirófanos.

4.10.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Al realizar el levantamiento de inventario del área de Hemodinamia se realizaron también mantenimientos preventivos a 3 ultrasonidos ubicados en el Módulo 1, Módulo 2 y sala médica donde se realizó una limpieza de los filtros (Ilustración 47). Estos brindan recordatorios de cuando es necesario realizar limpieza de los filtros y llevaban bastante tiempo que no se les daba, por tal motivo fueron reportados por jefatura de área (Anexo 14).



Ilustración 47 Mantenimiento preventivo a ultrasonido en Hemodinamia.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

En conjunto con personal de IMLAB capacitado por la marca Olympus, se realizó un mantenimiento correctivo en un colonoscopio (Ilustración 48). Con este se buscaba corregir la angulación de la sonda. Para esto, se realizó un desmontaje del mecanismo de angulación para acceder a las cadenas de posición y hacer un corrimiento de las mismas hasta obtener el resultado deseado para que se realice una angulación correcta hacia arriba, abajo, izquierda y derecha.



Ilustración 48 Mantenimiento correctivo a colonoscopio.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

Luego de la reunión con la encargada del proceso de certificación de Laboratorio Clínico se dieron ciertas observaciones y una de ellas fue que se debía agregar también al inventario aquellos equipos que fueron adquiridos por comodato. Por tal motivo, se tuvo que volver a acceder al área para finalizar con el inventario ingresando 16 equipos en comodato (Ilustración 49).



Ilustración 49 Equipos de laboratorio clínico en comodato.

Fuente: (Autoría propia, 2023)

4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se utilizó un Diagrama de Gantt para llevar un registro de las actividades realizadas en el transcurso de la práctica profesional, donde se reforzaron los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera universitaria. Este se realizó en base a las semanas de duración del periodo académico (Tabla 1).

Tabla 1 Diagrama de Gantt.

| Actividad | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Semana 9 | Semana 10 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Familiarización con las instalaciones del establecimiento de salud | ■ | | | | | | | | | |
| Levantamiento de inventario | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | | ■ | |
| Mantenimientos Preventivos | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Evaluación de funcionamiento de equipos. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Evaluación de espacio para depto. de biomédica | | ■ | | | | | | | | |
| Mantenimientos Correctivos | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ |
| Revisión de equipos afectados por lluvias en UCIN | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Apoyo en certificación de Laboratorio Clínico (Levantamiento de inventario, plan de mantenimiento, documentación requerida y realización de mantenimientos correspondientes) | | | | | | | ■ | ■ | | |
| Visita de estudiantes de UNITEC campus Tegucigalpa | | | | | | | ■ | | | |
| Biomed's Homecoming (Visita de estudiantes de UNITEC campus San Pedro Sula) | | | | | | | | ■ | | |
| Movilización de equipo médico al área destinada para el depto. de biomédica | | | | | | | | ■ | | |
| Elaboración de recomendaciones a nivel estructural, organizacional y de procesos para el depto. de IB del hospital. | | | | | | | | | ■ | ■ |
| Reuniones con encargada de certificación de Laboratorio Clínico para revisión de documentación. | | | | | | | | | ■ | ■ |

Fuente: (Autoría propia, 2023)

V. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIÓN GENERAL

Las labores desarrolladas por un ingeniero en biomédica pueden ayudar a garantizar una atención eficiente y de calidad, además de segura para los pacientes y para el personal de salud. Es esencial realizar un análisis de los procesos de atención sanitaria para identificar las necesidades del establecimiento y áreas de mejora para así proponer soluciones adecuadas para optimizar la prestación de servicios.

5.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

1. Se brindaron recomendaciones estructurales, organizacionales y de procesos a jefatura del depto. de mantenimiento para la apertura de un departamento de ingeniería en biomédica en el hospital. En esta se incluyó un plano 3D de los espacios dentro del departamento y también se brindaron recomendaciones por escrito relacionados a la organización y procesos dentro del departamento.
2. Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de Bloque Quirúrgico realizando un cálculo de la periodicidad de mantenimiento según el riesgo de uso del equipo, función y requerimientos de mantenimiento. De igual manera, se diseñó un plan de mantenimiento para el área de Laboratorio Clínico y Laboratorio de Biología Molecular como requerimiento para el proceso de certificación, para este proceso también se presentó documentación necesaria como ser las hojas de servicio a utilizar para el mantenimiento y calibración de los equipos.
3. El inventario desarrollado para el departamento de biomédica posee el 100% de los equipos de bloque quirúrgico, el 100% de los equipos de UCIA, 100% de los equipos de Laboratorio Clínico y Laboratorio de Biología Molecular excluyendo aquellos equipos obtenidos por comodato, aproximadamente el 75% de los equipos de Emergencia, 100% de equipos de Radiología, 100% de los equipos de Hemodinamia, a excepción de los equipos del quirófano, aproximadamente el 40% de los equipos de Hospitalización y 100% de los equipos de UCIN y sala cuna. Teniendo un total de 274 equipos quedando pendiente únicamente los equipos restantes del área de Hospitalización y de Emergencia, ya que estos equipos restantes se encuentran en bodega debido a que son

utilizados en el área de triaje en Emergencia y dicha área está en proceso de remodelación.

4. Durante la evaluación de los equipos en UCIA se identificó que un MSV BeneView T1 requiere sensor de SpO2, cable de ECG y brazaletes de NIBP, además de un reemplazo de batería; otros tres MSV N22 tampoco poseen sensor de SpO2. Así mismo, se necesita reemplazo de baterías en cuatro bombas de infusión BeneFusion VP5EX. En cuanto a los ventiladores mecánicos SV300, se realizó el reemplazo de la celda de O2, válvula inspiratoria y filtro bacteriológico en dos ventiladores. Además, se debe realizar revisión de tarjetas en 5 módulos de bombas para posible reemplazo. Y se requiere el cambio de baterías en una cama hospitalaria y revisión de balanza de la misma.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 RECOMENDACIONES A HOSPITAL CEMESA

Mantener el inventario actualizado de los equipos médicos, su disponibilidad y estado de funcionamiento.

Realizar capacitaciones al personal de salud sobre equipos básicos como ser bombas de infusión, desfibriladores, MSV para evitar desconfiguraciones o fallos debido a mal uso.

Tener un buen control de documentación y proveedores de los equipos médicos por el tema de los mantenimientos y así evitar problemas como los presentes actualmente en los MSV de todo el establecimiento.

6.2 RECOMENDACIONES A UNITEC

Evaluar la posibilidad de incorporar a la clase de informática médica o alguna otra clase una sección dedicada específicamente a los HIS donde se aborden a profundidad temas de relevancia como ser la seguridad y protección de datos, almacenamiento y respaldo de los mismos, servidores, red de comunicaciones, y su importancia en el área de radiología por la integración de equipos médicos con sistemas de información hospitalaria.

Promover la participación de los alumnos para involucrarse en actividades de las distintas ramas de la ingeniería en biomédica, ya que la carrera posee un campo bastante amplio y la mayoría tiende a inclinarse solamente a la parte técnica. Se pueden realizar charlas para fomentar el interés en las distintas especialidades de la ingeniería en biomédica como ser bioinformática, procesamiento de señales biomédicas, diseño de dispositivos médicos, telemedicina, biomateriales, ingeniería de rehabilitación, entre otras.

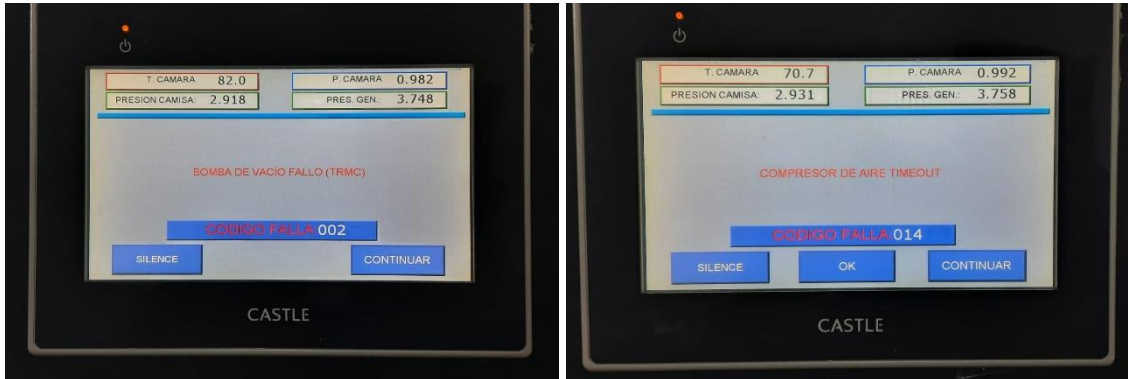
Con referencia a lo anterior, se puede realizar algún tipo de alianza con PORSALUD para la parte de ingeniería de rehabilitación en la clase de Biomecánica y Desarrollo de Biodispositivos ya que cuentan con un área de fisioterapia donde ofrecen servicios de rehabilitación y prevención de lesiones.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar García, C. R., Martínez Torres, C., Aguilar García, C. R., & Martínez Torres, C. (2017). La realidad de la Unidad de Cuidados Intensivos. *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)*, 31(3), 171-173.
- Álvarez, A. C. (2016). *Uso de Resonancia Magnética en Investigación Farmacéutica*.
- ASALE, R., & RAE. (s. f.). Comodato | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 09 de junio de 2023, de <https://dle.rae.es/comodato>
- Bavestrello, I., & Carvajal, Y. (2018). *Ingeniería para los Hospitales Públicos: El caso de la Ingeniería Biomédica*. 58, 85-86.
- BeneFusion 3 Series—Infusion System*. (s. f.). Mindray Global. Recuperado 17 de mayo de 2023, de <https://www.mindray.com/en/products/infusion-system/benefusion-3-series>
- Díaz, I. R. R. (2014). *Imágenes Diagnósticas: Conceptos y Generalidades*.
- González Oliveros, N. A. (2017, mayo 24). Rayos X. *IRRHACTM*. <https://hctmrussi.wordpress.com/2017/05/24/rayos-x-gonzalez-oliveros/>
- Herederó, G. (s. f.). *DISEÑO MECÁNICO DE UNA GAMMA-CÁMARA DE MANO PARA APLICACIONES MÉDICAS*. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/17022/pfc_gabriel_hederero_del-brio_2013.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Hospital CEMESA. (s. f.). *Directorio Médico*. Recuperado 20 de abril de 2023, de <https://hcemesa.com/>
- Jiménez, B., Luis, J., Romero, P., Molina, H., Velázquez-Gaztelu, B., Jesús, P., Ancela, C., Luis, J., Montaña, R., Manuel, V., & López, L. (s. f.). *ACÚSTICA DE UNA INCUBADORA NEONATAL*.
- López Bonilla, A. D. (2013). *Imágenes por Resonancia Magnética* [BachelorThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2192>
- López, E. S. (2011). *Papel de ingeniero biomédico en el ambiente hospitalario*. Instituto Politécnico Nacional.
- Mindray V12 Monitoring Platform—Modular Patient Monitoring System*. (s. f.). Recuperado 28 de abril de 2023, de <https://www.somatechnology.com/Patient-Monitors/Mindray-V12.aspx>

- NM 830 SPECT/CT Sytem. (s. f.). Recuperado 30 de abril de 2023, de <https://www.gehealthcare.com/products/molecular-imaging/nuclear-medicine/nm-830>
- Ochoa, Y. (2013). *Bombas de Infusión*.
- Pérez, L. R., Londoño, N. D., Suárez, N. G., Ramírez, F. G., & Bonilla, N. R. (2007). Prototipo de incubadora neonatal. *Revista Ingeniería Biomédica*.
- Plessart Vivo. (s. f.). syi. Recuperado 18 de mayo de 2023, de <https://www.sejiroyazawaiwai.com/tienda/healthcare/tipos-healthcare/radiografia-fluoroscopia/plessart-vivo/>
- Posadas, M. O., González, M. G., Pedroza, M. O., Licon, F. M., & González, M. G. (2001). Temática vinculada con el medio hospitalario para la formación de ingenieros biomédicos. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*.
- PressReader.com—*Digital Newspaper & Magazine Subscriptions*. (2019, marzo 5). PET-CT de Hospital Cemesa revoluciona Tratamiento de Cáncer. <https://www.pressreader.com/honduras/estrategia-y-negocios-honduras/20190305/283274574048785>
- Reyes, J. M., Martins-Romeo, D. de A., & Falcón, M. ^a C. P. (s. f.). *Técnicas de radiología especial*. EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.
- Rodríguez, E., Miguel, A., & Sánchez, M. C. (2001). *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS MÉDICOS*.
- Toufen Junior, C., & Carvalho, C. R. R. de. (2007). Ventiladores mecánicos. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 33, 71-91. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000800003>
- World Health Organization. (2012). Introducción a la gestion de inventarios de equipo médico. *Introduction to medical equipment inventory management*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44817>

VIII. ANEXOS



Anexo 1 Diversos errores presentados por esterilizador CASTLE.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 2 Error DEFIB FAULT 72.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 3 Incubadoras y ventiladores mecánicos de UCIN afectados por lluvias.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 4 Bombas de infusión de UCIN afectadas por lluvias.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 5 Filtro de aire del esterilizador CASTLE.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 6 Sensores de puerta frontal y trasera del esterilizador CASTLE.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 7 Celda de O2 vencida de ventilador mecánico.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 8 Filtro de aire de ventilador mecánico.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 9 Etiqueta de inventario asignado por auditoría en equipos médicos.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 10 Visita de alumnos de UNITEC campus Tegucigalpa.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 11 Pruebas de funcionamiento de equipos de laboratorio de biología molecular.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 12 Verificación de funcionamiento de equipos de laboratorio de biología molecular.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



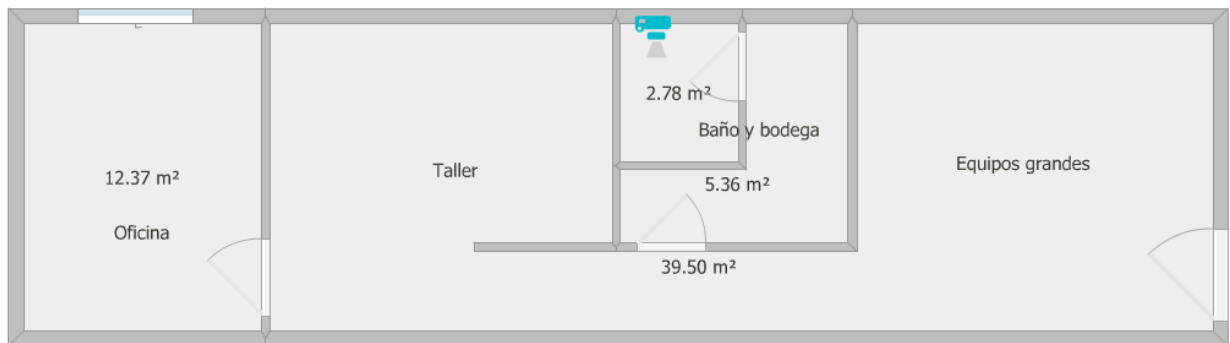
Anexo 13 Biomed's Homecoming (Alumnos de UNITEC campus San Pedro Sula en área de radiología).

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 14 Filtro de ultrasonido de Hemodinamia previo a la limpieza

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 15 Propuesta de depto. de IB realizando una adaptación del espacio asignado.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 16 Propuesta de oficina para jefatura del depto. de IB.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



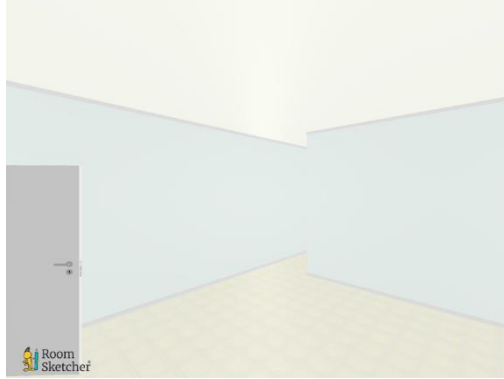
Anexo 17 Propuesta de taller de mantenimiento del depto. de IB.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 18 Propuesta para el depto. de IB.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 19 Propuesta para el área de equipos grandes del depto. de IB.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 20 Baño para el personal.

Fuente: (Autoría propia, 2023)



Anexo 21 Bodega de almacenamiento del depto. de IB.

Fuente: (Autoría propia, 2023)