



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**BMD405 PRÁCTICA PROFESIONAL**

**HOSPITAL DEL CARIBE**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERÍA EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**21941023**

**PILAR ANDREA RUIZ ESTRADA**

**ASESOR: REYNA VALLE**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA; DICIEMBRE, 2023**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mí misma y a aquellos que siempre me apoyaron y creyeron en mí, incluso en momentos en los que yo misma dudaba.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, expreso mi profundo agradecimiento a Dios por su constante compañía en cada momento de mi vida.

A mis padres, Jetty Estrada y Carlos Ruiz, quienes siempre me han apoyado en cada paso y han creído incondicionalmente en mí.

A mi supervisor el Ing. Eliezer Iriarte, por compartir generosamente su conocimiento, por su paciencia y dedicación al enseñarme. También quiero agradecer al Ing. Nelson Martínez y al Ing. Mario Padilla por su valioso aporte y colaboración en mi desarrollo profesional.

Al personal del hospital, quienes se mostraron siempre dispuestos y amables al brindarme su apoyo en lo que necesitara para adquirir los conocimientos necesarios en mi formación profesional.

## RESUMEN EJECUTIVO

La práctica profesional fue realizada en el Hospital del Caribe ubicado en Puerto Cortés, la cual tuvo una duración de diez semanas. El Hospital del Caribe el más completo y moderno en la zona ya que otorga diversas especialidades, ofreciendo un servicio de calidad, como también consultorías periódicas de especialistas de San Pedro Sula, para disminuir el traslado continuo de la población porteña y sus alrededores. Fue fundado el 31 de Julio del 2010 formando parte de la red del Hospital del Valle. Se realizaron diversas funciones tanto de gestión como de servicio técnico con el fin de brindarle al estudiante poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería en biomédica. Entre las actividades, se realizó la gestión de inventario, limpieza, revisión, mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos médicos reportados durante la estadía. Se frecuentó especialmente el departamento de radiología donde se encontraban equipos como el mamógrafo, tomógrafo, ultrasonido, y máquina de rayos X estacionario y portátil.

**Palabras clave:** Biomédica, inventario, mantenimiento, servicio técnico

# ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>II.</b>	<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	4
<b>2.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b>	4
2.1.1	MISIÓN	4
2.1.2	VISIÓN	4
2.1.3	VALORES	5
<b>2.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO</b>	5
<b>2.3</b>	<b>OBJETIVOS DEL PUESTO</b>	6
2.3.1	OBJETIVO GENERAL	6
2.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
<b>III.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	7
<b>3.1</b>	<b>ANÁLISIS DEL SECTOR</b>	7
<b>3.2</b>	<b>GESTIÓN DE EQUIPO MEDICO</b>	7
3.2.1	CICLO DE VIDA DE EQUIPO MEDICO	8
<b>3.3</b>	<b>GESTIÓN DEL INVENTARIO</b>	8
<b>3.4</b>	<b>HOSPITALIZACIÓN</b>	9
3.4.1	CAMA HOSPITALARIA	9
<b>3.5</b>	<b>SALA DE OPERACIONES</b>	10
3.5.1	MÁQUINA DE ANESTESIA	11
3.5.2	ELECTROCAUTERIO	11
<b>3.6</b>	<b>RADIOLOGÍA</b>	12
3.6.1	EQUIPO DE RAYOS X	12
3.6.2	MAMÓGRAFO	13
<b>3.7</b>	<b>LABORATORIO</b>	14
3.7.1	CENTRIFUGA	15
<b>3.8</b>	<b>EMERGENCIA</b>	15
3.8.1	MONITOR DE SIGNOS VITALES	15
3.8.2	DEFIBRILADOR	16
3.8.3	ELECTROCARDÍOGRAFO	17
<b>3.9</b>	<b>CENTRAL DEL ESTERILIZACIÓN</b>	18
3.9.1	AUTOCLAVE	18
<b>3.10</b>	<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS</b>	19

3.10.1	INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	20
3.10.2	MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	20
<b>3.11</b>	<b>GESTIÓN DE LOS CONTRATOS DE SERVICIO TÉCNICO .....</b>	<b>21</b>
<b>IV.</b>	<b>DESARROLLO .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>SEMANA 1: OCTUBRE 9 – 13 .....</b>	<b>22</b>
4.1.1	OBJETIVOS .....	22
4.1.2	INTRODUCCIÓN.....	22
4.1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	22
<b>4.2</b>	<b>SEMANA 2: OCTUBRE 16 - 20 .....</b>	<b>25</b>
4.2.1	OBJETIVOS .....	25
4.2.2	INTRODUCCIÓN.....	25
4.2.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	25
<b>4.3</b>	<b>SEMANA 3: OCTUBRE 23 – 27 .....</b>	<b>29</b>
4.3.1	OBJETIVOS .....	29
4.3.2	INTRODUCCIÓN.....	29
4.3.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	29
<b>4.4</b>	<b>SEMANA 4: OCTUBRE 30 – 3 .....</b>	<b>34</b>
4.4.1	OBJETIVOS .....	34
4.4.2	INTRODUCCIÓN.....	34
4.4.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	34
<b>4.5</b>	<b>SEMANA 5: NOVIEMBRE 6 – 10.....</b>	<b>36</b>
4.5.1	OBJETIVOS .....	36
4.5.2	INTRODUCCIÓN.....	36
4.5.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	36
<b>4.6</b>	<b>SEMANA 6: NOVIEMBRE 13 – 17.....</b>	<b>39</b>
4.6.1	OBJETIVOS .....	39
4.6.2	INTRODUCCIÓN.....	39
4.6.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	39
<b>4.7</b>	<b>SEMANA 7: NOVIEMBRE 20 – 21.....</b>	<b>46</b>
4.7.1	OBJETIVOS .....	46
4.7.2	INTRODUCCIÓN.....	46
4.7.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	46
<b>4.8</b>	<b>SEMANA 8: NOVIEMBRE 27 – 1.....</b>	<b>51</b>

4.8.1	OBJETIVOS .....	51
4.8.2	INTRODUCCIÓN.....	51
4.8.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	51
<b>4.9</b>	<b>SEMANA 9: DICIEMBRE 4 – 8 .....</b>	<b>56</b>
4.9.1	OBJETIVOS .....	56
4.9.2	INTRODUCCIÓN.....	56
4.9.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	56
<b>4.1</b>	<b>SEMANA 10: DICIEMBRE 11 – 15 .....</b>	<b>62</b>
4.1.1	OBJETIVOS .....	62
4.1.2	INTRODUCCIÓN.....	62
4.1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	62
<b>4.2</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>66</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>68</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1 - Logo Hospital del Caribe</b> .....	4
<b>Ilustración 2 - Organigrama de administración del Hospital del Caribe</b> .....	6
<b>Ilustración 3 – Ciclo de vida de un equipo médico</b> .....	8
<b>Ilustración 4 - Camilla Hospitalaria</b> .....	9
<b>Ilustración 5 - Máquina de Anestesia</b> .....	11
<b>Ilustración 6 – Unidad de electrocirugía</b> .....	12
<b>Ilustración 7 - Equipo de rayos X estacionario</b> .....	13
<b>Ilustración 8 - Equipo de rayos X portátil</b> .....	13
<b>Ilustración 9 – Mamógrafo</b> .....	14
<b>Ilustración 10 – Centrífuga</b> .....	15
<b>Ilustración 11 - Monitor de signos vitales</b> .....	16
<b>Ilustración 12 - Desfibrilador Marca Hewlett Packard</b> .....	17
<b>Ilustración 13 - Electrocardiógrafo Marca EDAN</b> .....	17
<b>Ilustración 14- Autoclave</b> .....	19
<b>Ilustración 15 - Inventario de equipos médicos en UCI</b> .....	23
<b>Ilustración 16 - Inventario de equipos médicos en recuperación</b> .....	23
<b>Ilustración 17 - Inventario de equipos médicos en radiología</b> .....	23
<b>Ilustración 18 - Banda desgastada</b> .....	24
<b>Ilustración 19 - Comparación entre la banda vieja con la nueva</b> .....	24
<b>Ilustración 20 - Instalación de la banda</b> .....	24
<b>Ilustración 21 - Inventario de equipo médico de emergencia</b> .....	25
<b>Ilustración 22 - Inventario de equipos médicos de sala de operaciones</b> .....	26
<b>Ilustración 23 - Inventario de equipo médico de hospitalización</b> .....	26
<b>Ilustración 24 - Desprovisto de revestimiento aislante en cable</b> .....	27
<b>Ilustración 25 - Colocación de la cinta aislante</b> .....	27
<b>Ilustración 26 - Colocación de la fajilla al cable para evitar el falso contacto</b> .....	28
<b>Ilustración 27 - Revisión de camillas hospitalarias</b> .....	29
<b>Ilustración 28 - Antes de la limpieza</b> .....	30
<b>Ilustración 29- Después de la limpieza</b> .....	30
<b>Ilustración 30 - Limpieza en la mesa de rayos X</b> .....	31
<b>Ilustración 31 - Lubricación de la mesa de rayos X</b> .....	31
<b>Ilustración 32 - Placa A9 con falso contacto</b> .....	32
<b>Ilustración 33 - Imagen de rayos X reportada</b> .....	32
<b>Ilustración 34 - Retirada del tubo de rayos X</b> .....	33
<b>Ilustración 35 - Tubo de rayos X extraído</b> .....	33
<b>Ilustración 36 - Etiqueta del ventilador mecánico</b> .....	34
<b>Ilustración 37 - Autoclave cleaner</b> .....	35
<b>Ilustración 38 - Descontaminación de autoclave</b> .....	35
<b>Ilustración 39 - Etiqueta de una cama hospitalaria en hospitalización</b> .....	36
<b>Ilustración 40 - Etiqueta del ultrasonido en radiología</b> .....	37
<b>Ilustración 41 - Etiqueta de la mesa de rayos X</b> .....	37

<b>Ilustración 42 - Repuesto del switch de la cuna térmica.....</b>	<b>38</b>
<b>Ilustración 43 - Cuna térmica con switch instalado .....</b>	<b>38</b>
<b>Ilustración 44 - Mediciones del diámetro de tornillos .....</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración 45 - Mediciones del diámetro del riel.....</b>	<b>40</b>
<b>Ilustración 46 - Diagrama del transformador.....</b>	<b>40</b>
<b>Ilustración 47 - Conexiones realizadas.....</b>	<b>40</b>
<b>Ilustración 48 - Error presentado por un falso contacto en los cables de conexión.....</b>	<b>41</b>
<b>Ilustración 49 - En proceso de soldar las bases.....</b>	<b>41</b>
<b>Ilustración 50 - Proceso de soldadura terminado .....</b>	<b>42</b>
<b>Ilustración 51 - Realizando la extensión de los cables .....</b>	<b>42</b>
<b>Ilustración 52 - Bloques de contrapeso del brazo del tubo .....</b>	<b>42</b>
<b>Ilustración 53 - Compuesto de silicona de alto voltaje .....</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 54 - Colocación de la grasa a los tubos de alto voltaje .....</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 55 - Producto utilizado para la eliminación del óxido .....</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 56 - Antes de la limpieza.....</b>	<b>44</b>
<b>Ilustración 57 - Después de la limpieza.....</b>	<b>44</b>
<b>Ilustración 58 - Instalación de rayos X estacionario-completada.....</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 59 - Consola del equipo instalada .....</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 60 - Pruebas de imagen realizadas.....</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 61 - Manuales de usuario dividido en carpetas.....</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 62 - Manuales de usuario dentro de las carpetas .....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 63 - Registros de manuales de usuario.....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 64 - Desarmando el equipo .....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 65 - Fijación de la termocupla .....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 66 - Motor nuevo con encoder en buen estado.....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 67 - Instalación del nuevo motor.....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 68 - Motor instalado .....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 69 - Realizando las pruebas de funcionamiento .....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 70 - Camilla quirúrgica elevada.....</b>	<b>51</b>
<b>Ilustración 71 - Vista de los componentes .....</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 72 - Pieza faltante para el accionamiento del pedal de abajo .....</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 73 - Pieza de accionamiento quebrada .....</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 74 - Reemplazo de la pieza quebrada.....</b>	<b>53</b>
<b>Ilustración 75 - Mesa quirúrgica realizando el movimiento de descender .....</b>	<b>53</b>
<b>Ilustración 76 - Cotización de los repuestos .....</b>	<b>54</b>
<b>Ilustración 77 - Estudiantes de biomédica en la visita al Hospital del Caribe .....</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 78 - Explicación del rayos X estacionario.....</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 79 - Cambio de modo de impresión del electrocardiógrafo .....</b>	<b>56</b>
<b>Ilustración 80 - Impresión de solo 3 derivaciones continuas en el electrocardiógrafo... </b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 81 - Comparación del trazado corto de todas las derivaciones vs trazado medio de todas las derivaciones.....</b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 82 - LED de laringoscopio disfuncional.....</b>	<b>58</b>
<b>Ilustración 83 - LED presentando baja intensidad del laringoscopio .....</b>	<b>58</b>

<b>Ilustración 84 - Verificación de funcionamiento de lampara de fototerapia.....</b>	<b>59</b>
<b>Ilustración 85 - Mediciones realizadas para cambio del tubo .....</b>	<b>59</b>
<b>Ilustración 86 - Rueda desgastada del bacinete .....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 87 - Comparación entre rueda nueva y vieja .....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 88 - Instalación de la rueda nueva en el bacinete.....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 89 – Conversatorio.....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración 90 - Inspección del insuflador .....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 91 - Supervisión del funcionamiento del insuflador provisional durante una intervención quirúrgica.....</b>	<b>63</b>
<b>Ilustración 92 - Pieza faltante para engranaje.....</b>	<b>64</b>
<b>Ilustración 93 - Pieza faltante de engranaje colocada.....</b>	<b>64</b>
<b>Ilustración 94 - Calendario de mantenimiento preventivo y revisión de equipos médicos para el 2024 .....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1 – Hoja de servicio técnico .....</b>	<b>71</b>
<b>Anexo 2 - Directorio médico del Hospital del Caribe .....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 3 - Vista frontal del Hospital del Caribe.....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 4 - Informe del estado de camillas .....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 5 - Nomenclaturas del inventario de equipos médicos.....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 6 - Banda provisional del mamógrafo.....</b>	<b>74</b>
<b>Anexo 7 - Números de inventario de los equipos médicos en sala de operaciones .....</b>	<b>74</b>
<b>Anexo 8 - Plan de acción para camillas hospitalarias.....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE SIGLAS

**CO<sub>2</sub>** Dióxido de Carbono

**CMMS** Computerized Maintenance Management System

**ECG** Electrocardiograma

**EM** Equipo Medico

**GEM** Gestión de equipo medico

**HDC** Hospital del Caribe

**IMBHASA** Inversiones Médicas de la Bahía

**PIC** Presión Intracraneana

**PI** Índice de Pulso

**PNI** Presión Arterial No Invasiva

**SpO<sub>2</sub>** Saturación de Oxígeno en Sangre

**SvO<sub>2</sub>** Saturación Venosa de Oxígeno

## GLOSARIO

- **Dispositivo médico:** "Un artículo, instrumento, aparato o máquina que se utiliza para la prevención, el diagnóstico o el tratamiento de una enfermedad, o para detectar, medir, restablecer, corregir o modificar la estructura o la funcionalidad del organismo con algún propósito médico o sanitario" (World Health Organization, 2012b).
- **Equipo Médico:** "Un dispositivo médico que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación de los usuarios y retirada del servicio, actividades gestionadas normalmente por ingenieros clínicos" (World Health Organization, 2012a).
- **Inspección:** "Se refiere a las actividades programadas que son necesarias para asegurar que un equipo funciona correctamente. Incluye las inspecciones de funcionamiento y las inspecciones de seguridad" (World Health Organization, 2012b).
- **Inventario:** "Es una relación detallada de los activos que posee una organización o institución" (World Health Organization, 2012a).
- **Mantenimiento Correctivo:** "Es el trabajo realizado sobre un equipo o parte para restaurar su estado operacional" (Rodríguez et al., s. f.).
- **Mantenimiento Preventivo:** "Inspecciones periódicas de instrumentos y equipos, haciendo las tareas de limpieza, lubricación, ajuste, comprobación y reemplazo de componentes defectuosos, que pudieran fallar, alterando el estado operacional del equipo antes de la próxima inspección" (Rodríguez et al., s. f.).
- **Servicio técnico:** Es un conjunto de actividades y procesos destinados a proporcionar asistencia, mantenimiento, reparación y soporte técnico a productos, equipos o sistemas que presentan problemas o necesitan mantenimiento.
- **Tecnología sanitaria:** "La aplicación de conocimientos teóricos y prácticos estructurados en forma de dispositivos, medicamentos, vacunas, procedimientos y sistemas elaborados para resolver problemas sanitarios y mejorar la calidad de vida" (World Health Organization, 2012a).

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el presente informe se detallarán las actividades realizadas durante las 10 semanas en la práctica profesional en ingeniería en biomédica en el Hospital del Caribe, las cuales serán mostradas en orden cronológico y se detallarán cada una de ellas con evidencias presentadas. Entre las actividades a mencionar se estará realizando la adecuada gestión de los dispositivos médicos con sus respectivos mantenimientos tanto preventivos como correctivos.

Este informe se estructurará en diversas divisiones, se detalla información general sobre la empresa, lo que incluye su misión, visión, valores y una descripción del departamento en el que se llevó a cabo la práctica. Seguidamente, se presentará un marco teórico que establece las bases conceptuales que respaldan el informe.

Se presenta el desarrollo el cual se enfoca en la descripción detallada de todas las actividades realizadas durante el periodo Q4 2023. Finalmente, se abordarán las conclusiones y se ofrecerán recomendaciones derivadas de las tareas realizadas por la estudiante durante su período de práctica profesional.

## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se presenta de manera concisa la descripción de la ubicación de la práctica profesional del alumno. Además, se detallan aspectos relevantes del departamento en el que estará asignado, junto con los objetivos asociados al puesto.

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El 25 de noviembre de 2006, se fundó IMBHASA, compuesta por 50 individuos visionarios, entre ellos empresarios, médicos y el Hospital del Valle como socio estratégico. Su propósito era construir, equipar y organizar un hospital de nivel tres en la ciudad de Puerto Cortés, Honduras. El 31 de julio de 2010, se llevó a cabo la inauguración del Hospital del Caribe, con el compromiso de preservar la salud y mejorar la calidad de vida de miles de personas en la comunidad y sus alrededores. (Hospital del Caribe, 2010) En la [Ilustración 1](#) se muestra el logo de del Hospital los cuales son colores representativos son azul oscuro y verde claro.

Dentro de su directorio medico se encuentran diversas especialidades ya sea médico quirúrgico como urología, ortopedia, otorrinolaringología, dermatología, cirugía general, entre otras y materno infantil como pediatría, ginecología y obstetricia como se muestra en el [Anexo 2](#) y en el [Anexo 3](#) se puede visualizar la vista frontal del hospital.



**Ilustración 1 - Logo Hospital del Caribe**

Fuente: HDC

#### 2.1.1 MISIÓN

“Consolidarse como líder regional en la prestación de servicios con altos estándares de calidad, excelencia médica e innovación continua, que garantiza el mejor servicio de salud”(Hospital del Caribe, 2010).

#### 2.1.2 VISIÓN

“Somos un hospital, miembro de la red médica del valle, desarrollando y liderando los servicios médicos especializados, apoyados con alta tecnología para garantizar una experiencia única para nuestros pacientes y sus familiares, en conjunto con las otras instituciones de la red. Promovemos el desarrollo de nuestro talento humano y su calidad de

vida que garantiza su bienestar, de esta manera creamos un ambiente de excelencia hospitalaria en Puerto Cortés y sus alrededores”(Hospital del Caribe, 2010).

### 2.1.3 VALORES

- Calidad
- Innovación
- Calidez
- Ética
- Excelencia

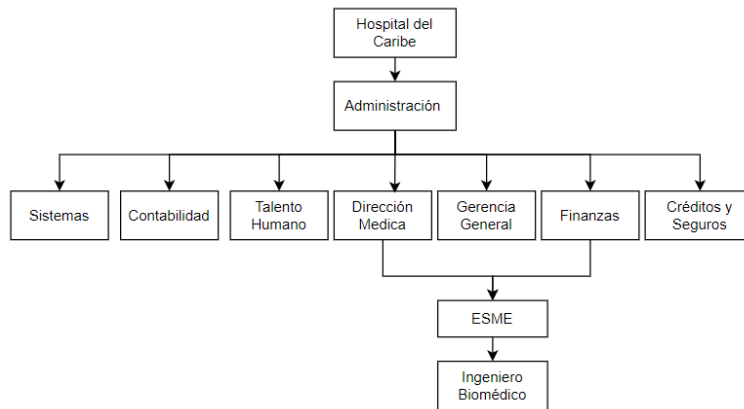
## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El hospital no cuenta con un departamento del biomédica como tal de manera que el departamento administrativo es el encargado de la gestión de los equipos médicos. La administración se segmenta en distintas secciones con el objetivo de mejorar la eficiencia y la gestión efectiva de las diversas funciones del hospital como se muestra en la [\(Ilustración 2\)](#). Los encargados principales de la gestión de los equipos médicos es dirección médica y finanzas.

El departamento de dirección médica se encarga de decisiones estratégicas sobre adquisiciones de equipos médicos, teniendo en cuenta las necesidades clínicas y operativas del hospital.

El departamento de finanzas se encarga de supervisar y controlar los aspectos económicos relacionados con la elaboración y gestión de presupuestos para la compra de equipos, el seguimiento de los costos de mantenimiento y reparación, así como la evaluación de la rentabilidad de la inversión en los equipos médicos.

Dirección médica y finanzas gestionan el servicio técnico por facturación que se encarga de la supervisión y reparación de los dispositivos médicos. Este servicio técnico juega un papel crucial en la garantía del funcionamiento adecuado de los equipos y en la seguridad de los pacientes. El servicio técnico contratado es ESME en donde el encargado es el Ing. Eliezer Peña.



**Ilustración 2 - Organigrama de administración del Hospital del Caribe**

Fuente: Autoría propia

## **2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO**

### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Lograr el mantenimiento, gestión y optimización de equipos médicos resolviendo, y asegurando su funcionamiento eficiente y seguro mientras se adquieren habilidades técnicas y experiencia profesional en el campo de la ingeniería biomédica en el periodo de práctica profesional.

### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el 80% inventario de todos equipos médicos que se encuentren en las diferentes áreas en un periodo de tres semanas.
- Aplicar el 80% de etiquetado de numero de inventario de todos los equipos médicos en un plazo de 2 semanas.
- Ejecutar el 40% de mantenimiento correctivo de los equipos médicos reportados en el periodo de la práctica profesional.
- Registrar el 20% de los manuales de usuario que dispone el hospital de cada equipo para obtener posibles soluciones con respecto a las fallas que presenten en una semana.

### **III. MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se presentarán los fundamentos teóricos que están vinculados con las actividades y obligaciones que el estudiante asumirá durante su período de práctica profesional.

#### **3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR**

En Puerto Cortés se encuentra una limitante en servicios de salud ya que esta ciudad cuenta con pocos hospitales con los cuales no abarcan con todas las especialidades médicas para ser atendida por lo tanto los pacientes se deben de trasladar a San Pedro Sula para obtener un servicio más completo.

Dentro de los hospitales privados, se encuentra Hospital del Caribe, Hospital de la Bahía, y el hospital de área de Puerto Cortes el cual es público. El Hospital del Caribe llega a ser el hospital más completo y moderno brindando el mejor servicio posible al alcance de la población porteña y sus alrededores. Formando parte de la red del Hospital del Valle, el Hospital del Caribe ha logrado traer especialistas de San Pedro Sula para consultas periódicas como por ejemplo citas con neurocirujanos, cardiólogos, entre otros, facilitando así el acceso a tratamientos para la población local. Su presencia ha mejorado la calidad de la atención médica en la región y ha reducido la necesidad de viajar largas distancias. También que ha otorgado servicios médicos que los otros hospitales o clínicas de Puerto Cortes no otorgan para recibir atención médica de calidad.

#### **3.2 GESTIÓN DE EQUIPO MEDICO**

La tecnología en el ámbito de la salud hace referencia a la utilización de conocimientos organizados y destrezas, materializadas en forma de dispositivos, equipamientos, fármacos, vacunas, prácticas y sistemas diseñados con el propósito de abordar cuestiones de salud y elevar la calidad de vida (Quiroz-Flores, 2020).

Dentro de los hospitales, la GEM se presenta como un desafío en la optimización del uso adecuado de los recursos que intervienen en este procedimiento. Los equipos médicos son dispositivos destinados a aplicaciones específicas relacionadas con la prevención, diagnóstico, tratamiento o recuperación de una enfermedad o lesión. Pueden operar de manera independiente o en conjunto con accesorios, suministros u otros equipos médicos. Requieren atención continua, incluyendo mantenimiento, calibración, reparaciones, capacitación para el usuario y eventual retiro del servicio. Estas tareas generalmente deberían

ser llevadas a cabo por profesionales capacitados, como los Ingenieros Biomédicos (Quiroz-Flores, 2020).

### 3.2.1 CICLO DE VIDA DE EQUIPO MEDICO

La gestión de EM implica considerar cuatro elementos clave desde la fase de creación y desarrollo hasta su eventual reemplazo: disponibilidad, accesibilidad, idoneidad, asequibilidad, seguridad, eficacia y eficiencia ([Ilustración 3](#)) (Quiroz-Flores, 2020).

Cuatro etapas interdependientes del ciclo de vida de los EM:

1. Investigación y desarrollo
2. Reglamentación
3. Evaluación tecnológica sanitaria
4. GEM



**Ilustración 3 – Ciclo de vida de un equipo médico**

Fuente: (Clúster de Ingeniería Biomédica del Estado de Jalisco, s. f.)

### 3.3 GESTIÓN DEL INVENTARIO

La efectividad de un inventario se logra únicamente cuando es completo y preciso. Esto implica que debe ser revisado y actualizado cada vez que surjan modificaciones o nueva información, además de llevar a cabo auditorías y exámenes anuales. La gestión del inventario se puede desglosar en tres fases distintas. (World Health Organization, 2012a)

1. Recopilación inicial de datos

Dentro de este procedimiento, un equipo de trabajo compuesto por un usuario final con conocimiento en equipos y un profesional técnico, ingeniero u otro individuo calificado y debidamente capacitado en la gestión del inventario, lleva a cabo visitas a todos los

departamentos del centro. Durante estas visitas, se verifica minuciosamente cada equipo y se registra de manera exhaustiva toda la información requerida para el inventario.

## 2. Actualización de la información

Cada vez que se done o se adquiera un nuevo equipo se debe de integrar al inventario antes de usarlo, de igual forma actualizar la información de los equipos ya agregados como su funcionamiento, entre otras.

## 3. Auditoria o revisión anual

Cada año se verifica la información del inventario y cualquier cambio encontrado este llega a registrarse verificación así que la información este correcta.

### **3.4 HOSPITALIZACIÓN**

La unidad de hospitalización es el encargado de brindar atención medica en un periodo determinado el cual se le otorga tratamientos, supervisión y atención las 24 horas del día con el objetivo de que el al darle de alta al paciente pueda regresar a su domicilio con buena salud. Las habitaciones de los hospitales pueden llegar a hacer individuales como dobles. Se llevan a cabo registros de ingreso y egresos de los pacientes donde se obtienen los datos, historial clínico, entre otras.

#### 3.4.1 CAMA HOSPITALARIA

Las camas hospitalarias se describen como aquellas que se encuentran en constante mantenimiento, están equipadas con personal y están listas para su uso de inmediato ([Ilustración 4](#)). Esto abarca todas las camas que se ubican en hospitales generales, hospitales psiquiátricos y aquellos destinados al tratamiento de adicciones, así como en otras áreas especializadas de hospitales (Quesada, 2009).



**Ilustración 4 - Camilla Hospitalaria**

Fuente: (Ortoprono, 2021)

Tipos de camas hospitalarias:

- Camas rígidas: Son camas con somier fijo
- Camas articuladas: Son camas con somier con diversas articulaciones móviles.
- Camas articuladas eléctricas: Estas llegan a tener dos tipos: las bariátricas para pacientes con sobrepeso y camas con carro elevador que puede elevarse a la altura que el paciente lo desee.
- Camas articuladas manuales: Son ideales para paciente con mayor capacidad de movimiento.
- Camas de levitación: Son ideales para pacientes que sufren de quemaduras o de ampollas debido a lesiones.

### **3.5 SALA DE OPERACIONES**

La sala de operaciones es una unidad en donde su función principal es brindar servicios quirúrgicos. Los quirófanos son las salas para realizar intervenciones quirúrgicas, está equipada con una sólida estructural funcional y un diseño para brindar la mejor atención tecnológica y de calidad en donde su ambiente será seguro para los usuarios, pacientes y equipo médico. Estas salas requieren instalaciones especiales como iluminación, sistema de gases medicinales, instalaciones eléctricas y electrónicas, sistema de aire comprimidos, entre otras. (Arevalo, 2020)

Según (Márquez, 2011) la sala de operaciones se divide por zonas:

- Zona negra: Es una zona la cual está contaminada al estar conectada con el exterior por la circulación de personal que va ingresando como los pacientes que se van recibiendo y preparando para la atención.
- Zona gris: Esta es una zona la cual hay libre tránsito ya que circula el personal de sala de operaciones. En ella se preparan, esterilizan y almacenan los materiales anestésicos, quirúrgicos y de apoyo.
- Zona blanca: Esta zona se le conoce como área estéril, prácticamente es donde se realizan las intervenciones quirúrgicas en las salas llamadas quirófanos.

Además, dentro de estas salas los equipos que se observan habitualmente son monitor de signos vitales, máquinas de anestesia, camilla quirúrgica, lámparas quirúrgicas y en casos especiales como para una especialidad en específico está el arco en C, torre de laparoscopia, electrocauterios, entre otros.

### 3.5.1 MÁQUINA DE ANESTESIA

La función primordial de un dispositivo de anestesia radica en la administración de una combinación de oxígeno/aire o de oxígeno/protóxido de nitrógeno junto con agentes anestésicos inhalables ([Ilustración 5](#)). Un equipo completo de anestesia o una estación de anestesia comprende un sistema de suministro de gases frescos, uno o varios circuitos para anestesia, un ventilador, un sistema de protección contra la contaminación y monitores de supervisión que cuentan con alarmas ajustables que pueden ser temporizadas, pero no desactivadas, además de un aspirador destinado exclusivamente para el uso durante la anestesia (Beaulieu et al., 2013).



**Ilustración 5 - Máquina de Anestesia**

Fuente: (Beaulieu et al., 2013)

### 3.5.2 ELECTROCAUTERIO

“El electrocauterio es un equipo el cual utiliza energía térmica sin que pase corriente eléctrica al paciente. Hace uso de corriente directa, bajo voltaje y alto amperaje. Al tener una frecuencia menor el electrodo se calienta debido a la resistencia el cual genera el paso de corriente eléctrica en donde el calor se aplica directamente por contacto al tejido”(Valdivia, 2013). Se muestra una imagen de cómo se visualiza el electrocauterio en la ([Ilustración 6](#)).



**Ilustración 6 – Unidad de electrocirugía**

Fuente: (INSSA, s. f.)

### **3.6 RADIOLOGÍA**

El departamento de radiología es el encargado de realizar procedimientos de diagnóstico por imágenes. Este se puede dividir en dos áreas: radiología diagnóstica e intervencionista. “La radiología de diagnóstico ayuda a los proveedores de atención médica a ver las estructuras dentro de su cuerpo” (Levy, 2021). “Los radiólogos intervencionistas son médicos que utilizan imágenes como tomografías computarizadas, ultrasonidos, resonancias magnéticas y fluoroscopias para ayudar a guiar procedimientos. La imagen es útil para el médico al insertar catéteres, cables y otros instrumentos y herramientas pequeñas en su cuerpo” (Levy, 2021).

#### **3.6.1 EQUIPO DE RAYOS X**

Las máquinas de rayos X funcionan emitiendo rayos X de alta energía desde una fuente hacia el paciente. Estos rayos interactúan con los tejidos, algunos son absorbidos y otros atraviesan el cuerpo, llegando a un detector que convierte la información en una imagen radiográfica. Esta imagen permite a los profesionales médicos diagnosticar enfermedades o afecciones. Estas máquinas son un componente crucial en la atención médica y se operan siguiendo estrictas normas de seguridad para minimizar la exposición a la radiación (Donoso, 2003).

Un equipo de rayos X cuenta con diversas partes:

- Cabezal: Trae consigo el tubo de rayos X, circuito de alta y baja tensión
- Brazo articulado
- Soporte
- Panel del control
- Reguladores de voltaje

Los equipos de rayos X estacionarios o fijos son aquellos que están empotrado a la pared ([Ilustración 7](#)), mientras que los equipos de rayos X portátiles llegan a ser trasladados con facilidad ([Ilustración 8](#)).



**Ilustración 7 - Equipo de rayos X estacionario**

Fuente: (*Quantum Medical Imaging, 2020*)



**Ilustración 8 - Equipo de rayos X portátil**

Fuente: (*Máquinas de Rayos X Portátiles - Equipo Médico GE, s. f.*)

### 3.6.2 MAMÓGRAFO

“Es un equipo radiológico especialmente diseñado para obtener imágenes radiográficas de la mama, está conformado por un tubo de rayos x, con una envoltura protectora o coraza de plomo cuya función es la de proteger al paciente y al operador de descargas eléctricas y atenuar los rayos-x dispersos que emergen por zonas distintas a la

ventana del tubo (radiación de fuga)” (Integralmed, 2020). Se muestra a continuación una imagen de un mamógrafo en la [\(Ilustración 9\)](#).



**Ilustración 9 – Mamógrafo**

Fuente: (Drtech Aidia | Promedco, 2023)

En el contexto de la mamografía digital, el espectro del haz de radiación generado por la combinación de un filtro y un ánodo juega un rol crucial. El tamaño del foco utilizado en mamografía es de 0,03 mm, y para magnificaciones, se emplea un foco de 0,01 mm con el fin de reducir la penumbra, es decir, minimizar la falta de nitidez que se produce al alejar la mama del receptor de imagen. (Integralmed, 2020)

El mamógrafo se caracteriza por tener el tubo de rayos X y el receptor de imagen en extremos opuestos del equipo, lo que facilita la realización de mamografías en diversas proyecciones. La distancia mínima recomendada entre la fuente de rayos X y el receptor de imagen es de 55 cm, aunque en la mayoría de los mamógrafos esta distancia varía entre 65 y 70 cm. (Integralmed, 2020)

Para controlar el tamaño y la forma del haz de radiación, el mamógrafo cuenta con colimadores que restringen la exposición al tejido mamario bajo compresión. Esto permite que el campo de rayos X pueda extenderse posteriormente, abarcando incluso el tejido mamario glandular en la parte posterior de la mama. (Integralmed, 2020)

### **3.7 LABORATORIO**

“El departamento de laboratorio es parte del hospital donde se realizan pruebas de diagnóstico en muestras de pacientes, como la sangre y la orina. Este departamento está diseñado para brindar servicios de laboratorio médico a los pacientes”(Parika, 2023). Entre los

equipos que se pueden encontrar en el laboratorio son centrifugas, microscopios, analizadores de hematología, inmunología, entre otras.

### 3.7.1 CENTRIFUGA

“Es un equipo de laboratorio encargado de separar una mezcla líquida en función de su densidad. Por ejemplo, la centrifuga separa la sangre en dos fracciones, el plasma y las células rojas”(MARÍA, 2015). Se muestra a continuación una imagen de una centrifuga en la [\(Ilustración 10\)](#).



**Ilustración 10 – Centrifuga**

Fuente: (MARÍA, 2015)

## 3.8 EMERGENCIA

“Es aquel ambiente dependiente de un centro Hospitalario, donde se otorgan prestaciones de salud las 24 horas del día a pacientes que demandan atención inmediata. De acuerdo con su nivel de complejidad pueden resolver diferentes categorías de daños”(Toledo et al., 2004).

### 3.8.1 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 [\(Ilustración 11\)](#). Consta además de un sistema de alarmas que alertan cuando existe alguna situación adversa o fuera de los límites deseados. Entre los parámetros fisiológicos que miden son ECG, PNI, PI, SpO<sub>2</sub>, SvO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, PIC (Mora, 2005).

El monitoreo continuo es una herramienta esencial para los médicos y enfermeras ya que este les permite realizar el diagnóstico y tratamiento de los pacientes, ya que este les permite evaluar en todo momento la condición fisiológica actual del paciente por lo tanto toman mejores decisiones al ser este funcional (Mora, 2005).

➤ *Tipos de monitores*

Fijos:

- Anestesia
- Adulto/Pediátrico
- Neonatal

Transporte:

- Intrahospitalario
- Interhospitalario



**Ilustración 11 - Monitor de signos vitales**

Fuente: (*Philips Respironics, 2023*)

### 3.8.2 DESFIBRILADOR

El desfibrilador tiene como objetivo suministrar una alta dosis de corriente eléctrica de manera rápida para controlar diversas formas de arritmias cardíacas, incluyendo la taquicardia y la fibrilación ventriculares ([Ilustración 12](#)). Su funcionamiento es esencialmente el de administrar una carga eléctrica considerable al corazón, lo que resulta en la despolarización de las células ventriculares, deteniendo así la arritmia. Esto permite que el nodo sinusal recupere el control sobre los impulsos eléctricos del corazón, restaurando el ritmo cardíaco natural y evitando el fallecimiento del paciente.

Cabe destacar que se considera que, por cada minuto transcurrido desde el inicio de una de estas afecciones hasta el momento de la desfibrilación, la probabilidad de supervivencia del paciente disminuye en un 10%.



**Ilustración 12 - Desfibrilador Marca Hewlett Packard**

Fuente: (Cardiodesfibrilador Hewlett Packard, 2023)

### 3.8.3 ELECTROCARDIOGRAFO

El electrocardiógrafo opera gracias a la utilización de electrodos que se adhieren al cuerpo del paciente ([Ilustración 13](#)). Se disponen cuatro electrodos en cada una de las extremidades, mientras que otros seis electrodos se aplican en la región del pecho («Electrocardiógrafo», 2017).

Estos electrodos en conjunto detectan la actividad eléctrica del corazón, la amplifican y luego la transmiten a un oscilógrafo, el cual la registra en un papel destinado al ECG («Electrocardiógrafo», 2017).



**Ilustración 13 - Electrocardiógrafo Marca EDAN**

Fuente: (Edan Diagnósticos México., 2023)

- Tipos de electrocardiógrafos
- Mono canal

Registran y documentan automáticamente los impulsos eléctricos del corazón en doce derivaciones, en la secuencia elegida, a través de un único registro.

- Multicanal

En este realiza configuraciones de 3, 6 o 12 canales, lo que les permite registrar 3, 6 o 12 derivaciones al mismo tiempo. Estos dispositivos presentan múltiples ventajas en comparación con los de un solo canal, ya que permiten la comparación de registros en varias derivaciones en un solo latido cardíaco. Esto simplifica la interpretación y, por ende, aumenta la precisión del diagnóstico de manera significativa.(«Electrocardiógrafo», 2017)

- Partes de un electrocardiógrafo

- Circuito de pierna derecha
- Selector de derivaciones
- Circuito de protección, señal de calibración, preamplificador, circuito de aislamiento y amplificador manejador
- Sistema de memoria
- Microcontrolador
- Registrador

### **3.9 CENTRAL DEL ESTERILIZACIÓN**

La CEYE es el encargado de la recepción, limpieza, esterilización, almacenamiento y distribución de los materiales y equipos médicos reutilizables. El personal de la CEYE tiene la responsabilidad de garantizar que todos los instrumentos y equipos utilizados en procedimientos médicos estén completamente esterilizados y en condiciones óptimas para su uso en pacientes. Esta área juega un papel crucial en la prevención de infecciones y en la promoción de prácticas seguras en entornos médicos.

#### **3.9.1 AUTOCLAVE**

“Un autoclave es un aparato a presión que somete al producto en el introducido a una temperatura superior a 100° C con el fin de destruir los microorganismos más termorresistentes que pueden contaminar los alimentos: las esporas bacterianas”(Gurrea, 2015). En la [\(Ilustración 14\)](#) se muestran el autoclave.



**Ilustración 14- Autoclave**

Fuente: (EMIN, 2023)

*Modelos de autoclave:*

- Clase B: Estas autoclaves son los más avanzados y son los que se utilizan en hospitales, laboratorios, consultorios dentales ya que cumplen con los requisitos sanitarios y epidemiológicos.
- Clase N: Solo pueden esterilizar instrumentos que no contengan cartuchos huecos, deben tener una estructura sólida. Es la clase más baja.
- Clase S: Esta permite la esterilización de instrumentos de una sola envoltura o varias capas y es clase intermedia por lo tanto esta entre la clase N Y B.

### **3.10 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS**

La gestión de mantenimiento es una herramienta destinada a respaldar a los profesionales médicos y de ingeniería en la planificación, supervisión y dirección de un Programa de Mantenimiento para Equipos Médicos, con el objetivo de asegurar su funcionamiento seguro y eficaz, al mismo tiempo que se mantiene un equilibrio económico.(Rodríguez et al.,2001)

Los objetivos principales en la gestión de mantenimiento para equipos Médicos engloban:

- Garantizar un entorno seguro y funcional a través de la adecuada conservación de todos los equipos y áreas.
- Suministrar la documentación esencial y pertinente referente a todos los equipos y espacios.
- Minimizar el tiempo requerido para la creación y almacenamiento de la documentación de mantenimiento relacionada con los equipos y espacios.

### 3.10.1 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La mayoría de las operaciones de mantenimiento preventivo e inspección previas al uso del dispositivo o verificaciones diarias son ejecutadas por los técnicos del departamento de ingeniería clínica. No obstante, en ocasiones, los usuarios pueden encargarse de las tareas rutinarias y simples. Esto tiene el beneficio de optimizar el tiempo de los técnicos, permitiéndoles concentrarse en labores más técnicas y críticas. Además, esta práctica fomenta la participación de los usuarios.

- *Identificación de problemas*

Cuando se identifica un inconveniente durante el proceso de mantenimiento preventivo, existe la opción de poner el dispositivo en espera para su reparación posterior, permitiendo así continuar con las actividades programadas de mantenimiento preventivo.

### 3.10.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Normalmente se detecta la falla cuando el usuario realiza el reporte del equipo en donde brinda sus observaciones. Con el objetivo de minimizar el tiempo de inactividad del equipo y garantizar su pronta recuperación, se requiere un proceso de resolución de problemas eficaz que permita identificar y determinar el origen del fallo. En ciertas situaciones, los técnicos pueden notar que el equipo presenta una avería y que necesita reparación (World Health Organization, 2012b).

En tales casos, el técnico determina cuáles son los pasos requeridos para abordar el problema y restaurar el funcionamiento adecuado del dispositivo. Esto implica iniciar el mantenimiento correctivo, realizar ciertas acciones necesarias y aprovechar los conocimientos especializados disponibles en la instalación o, si es necesario, recurrir a fuentes externas de experiencia técnica (World Health Organization, 2012b).

- *Registros*

Normalmente, para documentar los resultados del proceso de mantenimiento preventivo, el técnico dispone de una lista de verificación detallada que debe seguir en un orden secuencial.

Esta lista desempeña una función de recordatorio de los pasos del proceso y, en consecuencia, ayuda a prevenir olvidos o la omisión de pasos específicos. El registro de mediciones y la documentación de los resultados finales, ya sea en forma de una clasificación de "aprobado/no aprobado" o en términos de valores numéricos, resulta beneficioso para

futuros trabajos de mantenimiento, incluyendo aquellos relacionados con la reparación (World Health Organization, 2012b).

### **3.11 GESTIÓN DE LOS CONTRATOS DE SERVICIO TÉCNICO**

Los proveedores de servicios externos pueden efectuar el mantenimiento in situ o llevarse el equipo del centro de atención sanitaria a un taller externo. Es importante que el departamento de ingeniería clínica efectúe un seguimiento de todas las actividades realizadas por los proveedores de servicios externos y se asegure de que toda la documentación del mantenimiento realizado se incorpore al historial del equipo para que los datos del inventario sean completos y exactos.

Por seguridad, el departamento de ingeniería clínica de un centro de atención sanitaria debe exigir siempre a los proveedores de servicios externos informes de mantenimiento que detallen, por ejemplo, todas las tareas realizadas y los componentes sustituidos (World Health Organization, 2012b).

## IV. DESARROLLO

En el siguiente capítulo se registrarán de manera detallada todas las actividades llevadas a cabo por el estudiante en el transcurso de cada semana durante su período de práctica profesional.

### 4.1 SEMANA 1: OCTUBRE 9 – 13

#### 4.1.1 OBJETIVOS

- Reconocer cada una de las áreas que contiene el hospital.
- Desarrollar la hoja de servicio técnico.
- Realizar el inventario de equipos médicos en las áreas de UCI y recuperación.
- Llevar a cabo el mantenimiento correctivo al mamógrafo.

#### 4.1.2 INTRODUCCIÓN

Durante la primera semana, se visitó las áreas de unidad de cuidados intensivos y recuperación para realizar el inventario de los equipos médicos que contienen indicando cuales son los funcionales y cuál de estos presentan fallas ya que el hospital no contaba con un registro completo sobre el mismo.

#### 4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

##### *Gestión de inventario*

##### ▪ **Anotación de equipo médico en el inventario**

Durante la primera semana, se realizó el inventario de equipos médicos del hospital ya que este con tenía uno como tal, se desarrolló un Excel el cual indicaba el nombre, modelo, marca, serie, número de inventario, ubicación, fecha de revisión, indicar si estaba funcional o discontinuado, vida útil después de inspección, vida útil según fabricante, y observaciones. Se inicio a inventariar las áreas de unidad de cuidados intensivos, recuperación, sala cuna para recopilar los datos de cada equipo.

Dentro de estas áreas los equipos que principales son las bombas de infusión, monitor de signos vitales. Cabe a mencionar que los equipos no contienen número de inventario por lo que se le solicito al hospital que se le asignara para un mejor orden (Ilustraciones [15,16](#) y [17](#)).

Equipo	Marca	Modelo	Serie	No. Inventario	Ubicación dentro del Hospital
Desfibrilador	Hewlett Packard	M1722A	3737A12615		UCI
Electrocardiógrafo	Eden	SE - 3	SE3A32309896121		UCI
Ventilador mecánico	Nellcor Puritan Bennett	740	3501981222		UCI
Bomba de infusión	Samtronic	Icatu S	30254V/00		UCI
Esfigmomanómetro	ADC		20179191		UCI
Esfigmomanómetro	ADC		9178748		UCI
Bipap Avaps	Philips Respironics	C Series Dom 30	C11625366F517		UCI
Humificador	Fisher&Paykel healthcare	Airvo 2	200811158587		UCI
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006146		UCI
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 -3MDL	10FF006166		UCI
Bomba de Infusión	Samtronic	Icatus	30254V/00		UCI
Bomba de Infusión	Samtronic	Icatus	30363C/00		UCI
Bomba de Infusión	Samtronic	Icatus	30625V/00		UCI
Bomba de Infusión	Samtronic	Icatus	30386V/00		UCI
Bomba de presión alterna ajustable y sistema de almohadilla.	Meridian Medical	MER - APP2			UCI
Monitor de signos vitales	EDAN	iM60	360079-M21308510004		UCI
Bomba de infusión	Samtronic	Icatus	30550V/00		UCI

### Ilustración 15 - Inventario de equipos médicos en UCI

Fuente: Autoría propia

Equipo	Marca	Modelo	Serie	No. Inventario	Ubicación dentro del Hospital
Monitor de signos vitales	Philips Respironics	IntelliVue MP50	DE32089720		Recuperación
Monitor de signos vitales	Goldway	UT4000A	CN4AAAJV00490		Recuperación
Monitor de signos vitales	Goldway	UT6000A	CN6AAAJU00200		Recuperación
Monitor de signos vitales	Goldway	UT6000A	CN6AAAJU00195		Recuperación
Camilla de traslado	Stryker		8020889		Recuperación
Camilla de traslado	Hill-Rom Transtar	8000	73D00002QP		Recuperación
Camilla	Hill - Rom	840 Century Series	840 - 43Q65		Recuperación
Aspirador	Acutec	800 EV2	M368JB01120161		Recuperación
Esfigmomanómetro	Mabis Legacy		00480		Bodega

### Ilustración 16 - Inventario de equipos médicos en recuperación

Fuente: Autoría propia

Equipo	Marca	Modelo	Serie	No. Inventario	Ubicación dentro del Hospital
Impresora radiológica de mamografía	AGFA	Drystar AXYS			Radiología
Impresora radiológica	AGFA	CR 30 - XM			Radiología
Tubo de rayos X Estacionario	Quantum Medical Imaging	E7252X	3J611		Radiología
Bucky de pared de rayos X	VERTI - Q	QXC	8430		Radiología
Máquina de rayos X portátil	Ge Medical Systems	46 - 270615P2	01826		Radiología
Mesa de rayos X	Quantum Medical Imaging	QT -750	QT750-04C-0313		Radiología
Mamógrafo	GE Senographe DMR	2230891	301965BU0		Radiología
Escudo radiológico	GE Medical Systems	DMR	4165/15/2000		Radiología
Ultrasonido	Samsung Medison	HS40	S20DM3HT300003Y		Radiología
Generador de rayos X	Quantum Medical Imaging				Radiología
Tomógrafo	GE Medical Systems				Radiología
Generador del mamógrafo	GE Medical Systems	ZFHOODMR	299745BU0		Radiología
Generador de los rayos X Estacionario	Quantum Medical Imaging	QG-32-2	QG322-04D-0401		Radiología

### Ilustración 17 - Inventario de equipos médicos en radiología

Fuente: Autoría propia

#### Mantenimiento correctivo

- **Cambio de banda de un mamógrafo**

Este equipo se le realizó un cambio de banda ya que la anterior ya estaba en un estado de desgaste (Ilustración 18 y 19) por lo tanto impedía que generara el movimiento de subir o bajar el mamógrafo de manera que se solicitó el repuesto para hacer el debido cambio, al esperar el repuesto se colocó una banda provisional como se muestra en el [Anexo 6](#), al ya tener el repuesto se procedió a desarmar el equipo e a instalar la banda ([Ilustración 20](#)). Al

haber hecho la instalación se confirmó que realizara los movimientos por completo, tanto en subir como bajar el cual los realizó sin ningún problema alguno.



**Ilustración 18 - Banda desgastada**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 19 - Comparación entre la banda vieja con la nueva**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 20 - Instalación de la banda**

Fuente: Autoría propia

*Otros*

- **Desarrollo de hoja de servicio técnico**

Al no tener un formato general de servicio técnico por parte del hospital, se decidió realizar el mismo cumpliendo con los requisitos y la aprobación del hospital. Este formato trae consigo información sobre el proceso que se realizara al equipo médico al momento de brindarle el servicio como el tipo de mantenimiento, si este está funcional o en mal estado, entre otros aspectos como se muestra en el [Anexo 4](#).

## 4.2 SEMANA 2: OCTUBRE 16 - 20

### 4.2.1 OBJETIVOS

- Realizar el inventario en las áreas de radiología, laboratorio, emergencia, sala de operaciones y hospitalización.
- Ejecutar el mantenimiento correctivo al mamógrafo.

### 4.2.2 INTRODUCCIÓN

Durante la segunda semana, se siguió realizando el inventario de los equipos médicos en las áreas faltantes.

### 4.2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

#### *Gestión de Inventario*

##### ▪ **Anotación de equipo médico en el inventario**

Se continuó realizando el inventario, en donde se visitaron las siguientes áreas: laboratorio, emergencia, sala de operaciones y hospitalización en donde los equipos esfigmomanómetros, monitor de signos vitales, máquinas de anestesia, entre otras (Ilustración [21](#), [22](#) y [23](#)).

Equipo	Marca	Modelo	Serie	No. Inventario	Ubicación dentro del Hospital
Monitor de signos vitales	Goldway	UT4000A			Emergencia
Oftalmoscopio de pared	WelchAllyn				Emergencia
Otoscopio de pared	WelchAllyn				Emergencia
Desfibrilador	Advanced	D-100	DGN12229321		Emergencia
Camilla	Stryker		09061331		Emergencia/ Cubículo 4
Camilla					Emergencia/ Cubículo 4
Electrocardiógrafo	Edan	SE - 3	360250-M20804000001		Emergencia
Camilla de transporte		P50	5-34-84-448		Emergencia
Balanza Pediátrica	Pelouze	3865-01	1300002030		Triaje
Esfigmomanómetro	WelchAllyn		151110093885		Triaje
Mesa de examen	Midmark	404			Emergencia/ Cubículo 3
Esfigmomanómetro	ADC		19178447		Emergencia/ Cubículo 3
Monitor Cardio Fetal	Edan	Cadence	CADA3020983827BF		Emergencia/ Cubículo 3
Esfigmomanómetro	ADC		19178603		Emergencia/ Cubículo 2
Camilla	Hausted	626FMC Uni-Care II Stretcher	2366		Emergencia/ Cubículo 2
Esfigmomanómetro	Lifetime Certified		19178703		Emergencia/ Cubículo 1
Camilla					Emergencia/ Cubículo 1
Otoscopio	WelchAllyn				Emergencia
Oftalmoscopio	WelchAllyn				Emergencia
Compresor/Nebulizador	Sunrise	5650D	D4143322		Emergencia
Balanza de Adulto	Health o meter professional				Emergencia
Balanza de Adulto	Health o meter professional				Emergencia
Otoscopio de pared	WelchAllyn				Emergencia/ Cubículo 2
Oftalmoscopio	WelchAllyn				Emergencia / Cubículo 2
Oxímetro	Masimo				Bodega

### **Ilustración 21 - Inventario de equipo médico de emergencia**

Fuente: Autoría propia

Equipo	Marca	Modelo	Serie	No. Inventario	Ubicación dentro del Hospital
Máquina de Anestesia	Datex-Ohmeda	Aespire	AMXM00228		Sala de Quirófano #2
Camilla quirúrgica	AMSCO	2080L	R429296009		Sala de Quirófano #2
Arco en C	Philips	MDO709BRM	AN000236001028		Sala de Quirófano #2
Electrocauterio	ValleyLab	Pfizer	F7J		Sala de Quirófano #2
Lampara cielítica	Advanced				Sala de Quirófano #2
Camilla quirúrgica	AMSCO	2080L	R422597005		Sala de Quirófano #1
Lampara cielítica	Advanced				Sala de Quirófano #1
Monitor incluido en la máquina de anestesia	Bistos	BT -770	DGN12229321		Sala de Quirófano #1
Máquina de Anestesia	GE Medical Systems / Datex- Ohmeda	9100c NXT	SPC22090249WA		Sala de Quirófano #1
Torre de laparoscopia	Stryker	240 -096-000	01100184C96		Sala de Quirófano #1
Electrocauterio	ValleyLab	Force 2	F7E		Sala de Quirófano #1
Electrocauterio	Advanced	ESU -400	PE21045641		Sala de Quirófano #1
Monitor de la torre de laparoscopia	Stryker	VisionPro	VPD264I0444		Sala de Quirófano #1
Autoclave	Tai Chang Medical Instrument Factory	TC - 459	715563		Central de Equipo
Monitor de signos vitales	Goldway	UT6000A	CN6AAJU00182		Sala de Operaciones
Torre de laparoscopia	Stryker				Sala de Operaciones
Cámara endoscópica					Sala de Quirófano #2

### Ilustración 22 - Inventario de equipos médicos de sala de operaciones

Fuente: Autoría propia

Equipo	Marca	Modelo	Serie	No. Inventario	Ubicación dentro del Hospital
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006145		Habitación #4
Bomba de infusión	Samtronic	Icatu S	30505/00		Habitación #4
Esfingomanómetro	ADC		20179171		Habitación #4
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006150		Habitación #3
Bomba de infusión	Samtronic	Icatu S	30450/V00		Habitación #3
Bomba de infusión	Samtronic	Icatu S	30386V/00		Habitación #8
Camilla hospitalaria	Invacare				Habitación #8
Esfingomanómetro	ADC		19178419		Habitación #8
Camilla hospitalaria	Invacare				Habitación #7
Bomba de infusión	Samtronic	Icatu S	30254V/00		Habitación #7
Esfingomanómetro	ADC		9178380		Habitación #7
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006156		Habitación #10
Esfingomanómetro	ADC		9178334		Habitación #10
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006152		Habitación #11
Bomba de infusión	Samtronic	Icatu S	30356V/00		Habitación #11
Esfingomanómetro	ADC		9178420		Habitación #12
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006155		Habitación #12
Camilla hospitalaria	Invacare				Suite #2
Esfingomanómetro	ADC		19178612		Suite #2
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006154		Habitación #14
Esfingomanómetro	ADC		20179180		Habitación #14
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006159		Habitación #15
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006162		Habitación #15
Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006143		Habitación #2
Esfingomanómetro	ADC		19178389		Habitación #2
Bomba de infusión	Samtronic	Icatu S	30314V/00		Hospitalización
Esfingomanómetro	ADC		9178582		Suite #1
Camilla de transporte	Midmark	1200 - Stretcher	001534		Hospitalización

### Ilustración 23 - Inventario de equipo médico de hospitalización

Fuente: Autoría propia

### *Mantenimiento preventivo*

- **Chequeo de cables del mamógrafo**

Se realizó una revisión al mamógrafo en donde se volvió a colocar cinta aislante a un cable ([Ilustración 25](#)) el cual se encontraba desprovisto de revestimiento aislante ([Ilustración 24](#)), pero se sugirió conseguir cinta liquida para evitar posibles fallas si esto volviera a ocurrir.



**Ilustración 24 - Desprovisto de revestimiento aislante en cable**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 25 - Colocación de la cinta aislante**

Fuente: Autoría propia

### *Mantenimiento Correctivo*

- **Corrección de falso contacto en el mamógrafo**

Se reportó un fallo en el mamógrafo en donde este no realizaba la rotación el cual quedaba estático en cual el error mostrado en la pantalla era I52 brazo recorrido entonces se revisó el manual de usuario, seguidamente se procedió de desarmar el equipo para descubrir en donde se generaba la falla, se identificó que en la tarjeta se estaba generando un falso

contacto ya que al subir o bajar la bandeja del compresor este llegaba a moverlo, por lo tanto se le coloco una fajilla para ajustar el cable y que este no llegara a chocar con el movimiento de la bandeja del compresor ([Ilustración 26](#)). Por ende, se probó el equipo nuevamente y este ya realizaba las rotaciones sin ningún problema.



**Ilustración 26 - Colocación de la fajilla al cable para evitar el falso contacto**

Fuente: Autoría propia

### 4.3 SEMANA 3: OCTUBRE 23 – 27

#### 4.3.1 OBJETIVOS

- Desarrollar el informe del estado actual de las camillas hospitalarias.
- Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a la máquina de rayos X.

#### 4.3.2 INTRODUCCIÓN

Dentro de la semana 3, se estuvo realizando el estado actual de las camillas de hospitalización haciendo revisión de sus componentes, además del mantenimiento preventivo como correctivo en la máquina de rayos X.

#### 4.3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

##### *Mantenimiento preventivo*

##### ▪ **Revisión de funcionamiento en las camillas hospitalarias**

En el transcurso de la semana, se estuvo realizando una revisión e inspección de las camillas si están para determinar si estas llegan a ser reemplazadas o hacerle cambio de repuestos ([Ilustración 27](#)), por lo tanto, en cada una de ellas se les chequeo que realizaran todos los movimientos como el de subir o bajar al paciente, subir o bajar el respaldar y subir o bajar la parte inferior, así mismo determinar si este realizaba alguno tipo de ruido como en los pistones o en el motor de la camilla, por ende estuvo haciendo un informe al respecto sobre las observaciones como se muestra en el [Anexo 4](#).



**Ilustración 27 - Revisión de camillas hospitalarias**

Fuente: Auditoria propia

##### ▪ **Limpieza y chequeo de componentes en el generador de rayos X**

Se le realizó el mantenimiento preventivo al generador de rayos X, en cual se le chequeo cada uno de sus componentes, además también se le realizó una limpieza a los cables ya que estos se encontraban con exceso de polvo ([Ilustración 28](#) y [29](#)).



**Ilustración 28 - Antes de la limpieza**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 29- Después de la limpieza**

Fuente: Autoría propia

A la mesa de rayos X también se realizó una limpieza a los componentes, así como también la lubricación ya de los engranajes (Ilustración [30](#) y [31](#)), se chequeo que realizara cada uno de los movimientos en donde se observó que uno de los sensores de equilibrio se necesitaba ajustar ya que este a veces impedía que se generara el movimiento de subir o bajar y solo funcionaba si estaba en una posición equilibrada.



**Ilustración 30 - Limpieza en la mesa de rayos X**

Fuente: Autoría propia



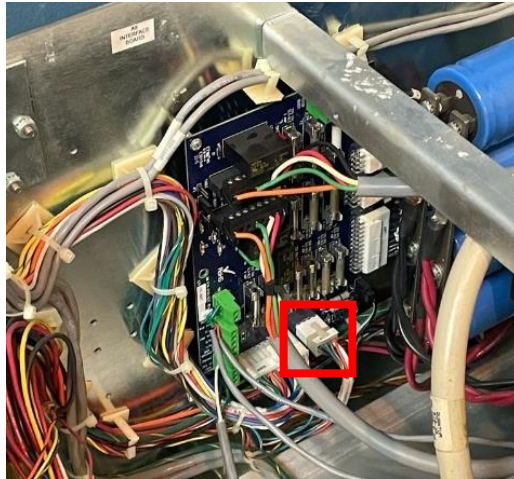
**Ilustración 31 - Lubricación de la mesa de rayos X**

Fuente: Autoría propia

### *Mantenimiento Correctivo*

- **Revisión de la falla en el generador de rayos X**

Se reportó una falla en el generador del rayos X ya que este no encendía en la consola, entonces se procedió a chequear cada una de las tarjetas y los cables para determinar qué era lo que causaba la falla, al momento de chequear una de las tarjetas y el cableado, una conexión en la placa de interfaz A9 generaba un falso contacto ([Ilustración 32](#)), entonces se ajustó para que este no lo causara, se encendió el generador y la consola volvió a funcionar.

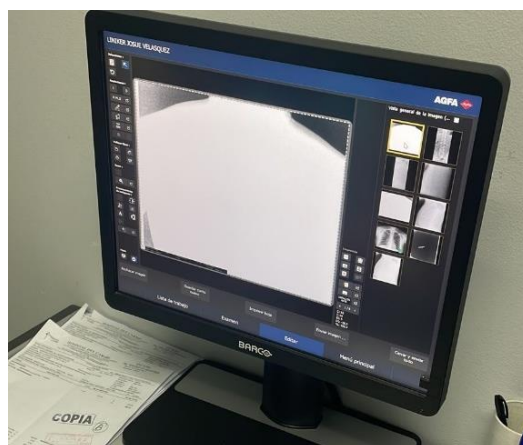


**Ilustración 32 - Placa A9 con falso contacto**

Fuente: Auditoría propia

- **Revisión de la falla en la máquina de rayos X estacionario**

Se reportó una falla en el equipo de rayos X ya que al obtener las imágenes estas se visualizaban blancas por lo cual afectaban la calidad de la imagen ([Ilustración 33](#)). Se realizaron diversas pruebas para determinar la falla como una sobrexposición, calibración, se chequeo cada una de las tarjetas, se llegó a utilizar un analizador el cual al realizar la exposición nos indicio que este no irradiaba la misma cantidad que se le establecía, se procedió a mandar a chequear el tubo de rayos X por lo tanto se desinstaló ([Ilustración 34](#) y [35](#)) en donde le realizaron pruebas de rotor, en donde llego a obtener buenos resultados, pero para las pruebas de filamento, tanto en el largo como en el largo fallo por lo tanto de determino que se realizara un remplazo al tubo de rayos X.



**Ilustración 33 - Imagen de rayos X reportada**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 34 - Retirada del tubo de rayos X**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 35 - Tubo de rayos X extraído**

Fuente: Autoría propia

#### 4.4 SEMANA 4: OCTUBRE 30 – 3

##### 4.4.1 OBJETIVOS

- Aplicar el etiquetado del número de inventario de los equipos médicos.
- Descontaminar el autoclave en CEYE.

##### 4.4.2 INTRODUCCIÓN

Durante la cuarta semana, se estableció un código de identificación para cada uno de los equipos médicos en donde se procedió a realiza su respectivo etiquetado.

##### 4.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

###### *Gestión de inventario*

###### ▪ **Etiquetado de equipo médico**

Se realizó el respectivo etiquetado de todos los equipos médicos del hospital estableciéndole a cada un número de identificación ([Ilustración 36](#)) ya que anteriormente no tenían, esto se realizó con el fin de tener un mejor orden en el inventario como también tener una mejor forma de identificar al equipo ya que algunos no tenían la suficiente información , primeramente, se estableció el código que iba a obtener cada uno de los equipos en donde se hizo un archivo de Excel para especificar las nomenclaturas respectivas como se muestra en el [Anexo 5](#), además de una explicación de cómo se estructuraba el código con el fin de que el personal tuviera una guía de que significaba la etiqueta de cada equipo. En el [Anexo 7](#) se puede visualizar los números de inventario de ciertos equipos.



**Ilustración 36 - Etiqueta del ventilador mecánico**

Fuente: Autoría propia

## Mantenimiento correctivo

### ▪ Descontaminación del autoclave

Se reportó una falla en el autoclave ya que, al terminar el ciclo, el agua regresaba por el orificio de salida causando así que este se volviera a contaminar, seguidamente se volvió a realizar pruebas con un ciclo de vapor sin carga como con carga y estos los realizaron correctamente, por lo que nos comentaban que normalmente estos sucedía cuando llovía, por lo tanto se comunicó a mantenimiento. Se concluyó que no era problema del autoclave como tal si no que el sistema de tuberías y el desagüe ya que este se llenaba al llover y devolvía el agua al autoclave al concluir esto, se debió proceder a la descontaminación del autoclave para poder llegar a esterilizar de nuevo ([Ilustración 38](#)), por lo tanto, se hizo el debido procedimiento de descontaminación con el producto ([Ilustración 37](#)).



**Ilustración 37 - Autoclave cleaner**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 38 - Descontaminación de autoclave**

Fuente: Autoría propia

## 4.5 SEMANA 5: NOVIEMBRE 6 – 10

### 4.5.1 OBJETIVOS

- Continuar con el etiquetado de numero de inventario del equipo médico faltante.
- Realizar el mantenimiento correctivo de cuna térmica.

### 4.5.2 INTRODUCCIÓN

Durante la semana 5, se continuo con la etiquetación de los equipos médicos de las áreas faltantes.

### 4.5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

#### *Gestión de inventario*

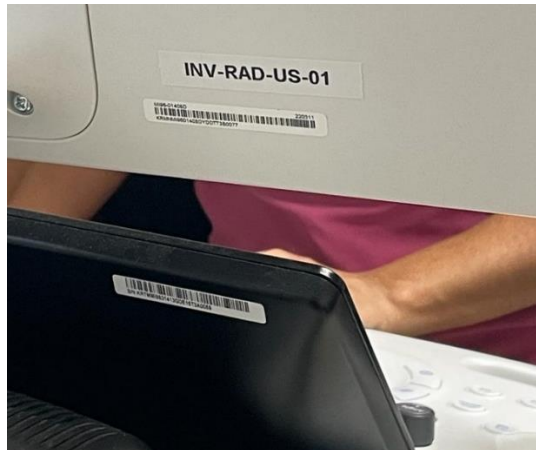
##### ▪ **Etiquetado de equipo médico**

Se siguió realizando el etiquetado del equipo médico en el área de hospitalización, radiología y laboratorio (Ilustración [39](#), [40](#) y [41](#)).



**Ilustración 39 - Etiqueta de una cama hospitalaria en hospitalización**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 40 - Etiqueta del ultrasonido en radiología**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 41 - Etiqueta de la mesa de rayos X**

Fuente: Autoría propia

### *Mantenimiento Correctivo*

- **Cambio de switch en cuna térmica**

Se realizó un cambio de switch de encendido a la cuna térmica [\(Ilustración 42\)](#), ya que el anterior se encontraba en mal estado y quebrado, no encendía de manera correcta por lo tanto se solicitó el repuesto y al obtenerlo se procedió a instalar el nuevo switch de encendido [\(Ilustración 43\)](#). Se revisó del funcionamiento y el sensor de temperatura se encuentra en mal estado por lo tanto se solicitó el repuesto de este al obtenerlo se realizara el cambio.



**Ilustración 42 - Repuesto del switch de la cuna térmica**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 43 - Cuna térmica con switch instalado**

Fuente: Autoría propia

## 4.6 SEMANA 6: NOVIEMBRE 13 – 17

### 4.6.1 OBJETIVOS

- Realizar la instalación del rayos X provisional.

### 4.6.2 INTRODUCCIÓN

En la sexta semana, se realizó la instalación del rayos X estacionario provisional, el cual se le estuvo realizando diversas pruebas de funcionamiento y se procedió a instalarlo.

### 4.6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

*Otros*

#### ▪ **Instalación de rayos X provisional**

Mientras se esperaba la llegada de los repuestos en este caso el tubo de rayos X y el tanque, se tomó la decisión junto con la directiva de colocar una máquina de rayos X provisional el cual fue brindado por el hospital del Valle al ser red de este con el fin de seguir brindando los servicios de salud. El rayos X estacionario es un TRX 325 en combinación con un 326, el cual no es digital.

Al ya estar el equipo en el hospital se realizó como primer paso las mediciones correspondientes a la zona en donde se iba a instalar como también determinar en donde se colocarían cada una de las partes. También se requirió la compra de ciertos materiales como tornillos para las estructuras que se iban a anclar por lo tanto se midieron cada uno de ellos como se visualiza en la imagen con un calibre de pie de rey digital (Ilustración [44](#) y [45](#)).



**Ilustración 44 - Mediciones del diámetro de tornillos**

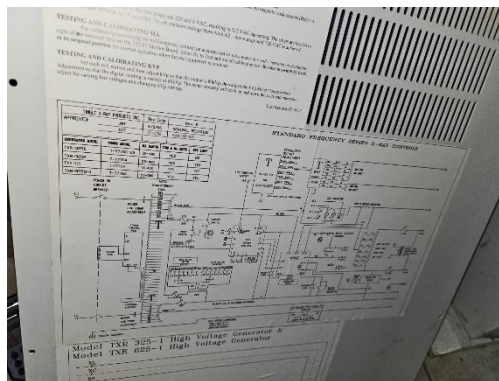
Fuente: Autoría propia



**Ilustración 45 - Mediciones del diámetro del riel**

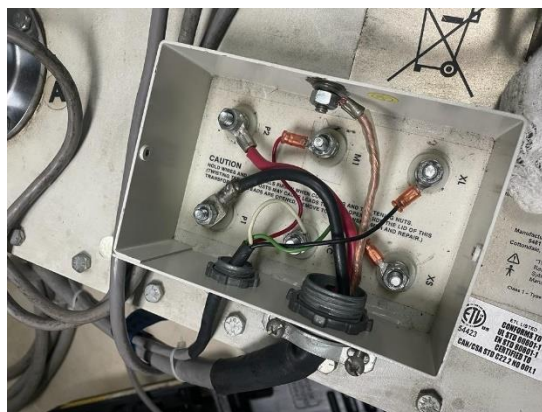
Fuente: Autoría propia

Al no ser un equipo nuevo, se realizó una serie de pruebas antes de instalarlo completamente, por lo tanto, se realizaron las diversas conexiones guiándose de los diagramas y manuales de usuario del equipo ([Ilustración 46](#) y [47](#)).



**Ilustración 46 - Diagrama del transformador**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 47 - Conexiones realizadas**

Fuente: Autoría propia

Al principio el equipo llego a encender, pero traiga consigo una falla ([Ilustración 48](#)), por ende, se volvió a realizar el chequeo para determinar qué era lo que causaba la falla, al

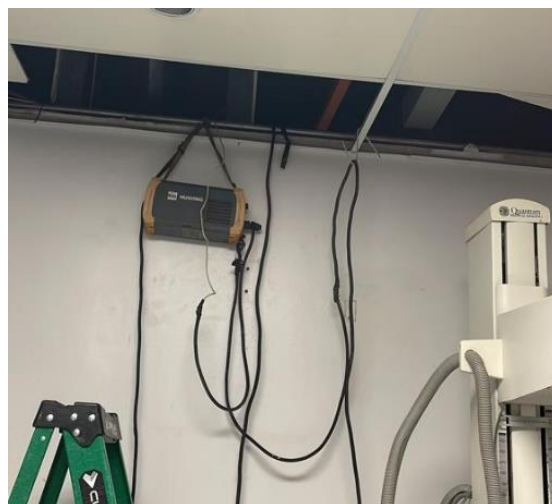
final se identificó que era un cable que se encontraba flojo entonces al fijarlo bien ya no presentaba la falla, de igual manera se realizaron ciertas pruebas con el analizador si este realizaba bien el disparo de radiación.



**Ilustración 48 - Error presentado por un falso contacto en los cables de conexión**

Fuente: Autoría propia

Al ya haber chequeado todas las funciones, se procedió ya a instalar el equipo completamente. Sin embargo, surgieron ciertos inconvenientes como al momento de instalar el brazo del tubo este al tener peso se venía hacia enfrente y no se sostenía con el riel superior puesto que se concluyó en soldar el riel superior en el techo para que se mantuviera fijo como se visualiza en las (Ilustraciones [49](#) y [50](#)).



**Ilustración 49 - En proceso de soldar las bases**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 50 – Proceso de soldadura terminado**

Fuente: Autoría propia

Otro de los inconvenientes era que los cables no alcanzaban a llegar al destino por eso se realizó una extensión de ellos al soldar cada uno de ellos ([Ilustración 51](#)), también de que estos se colocarían en el techo para evitar inconformidad a los pacientes y al personal de salud al circular en el lugar.



**Ilustración 51 - Realizando la extensión de los cables**

Fuente: Autoría propia

Otra de las fallas detectadas fue en el brazo del tubo ya que este los bloques que realizan en contrapeso se encontraban desalineados, se procedió a sacar cada uno de ellos y colocarlos nuevamente alineados dentro del brazo del tubo ([Ilustración 52](#)).



**Ilustración 52 - Bloques de contrapeso del brazo del tubo**

Fuente: Autoría propia

Se aplicó grasa a los tubos de alto voltaje, tanto al del ánodo como al del cátodo, como se observa en la (Ilustración 54), con el producto en la (Ilustración 53), se realizó la limpieza de los cables, como también la lubricación de los brazos del tubo y el Bucky de pared ya que se encontraban con exceso de oxidación (Ilustración 55, 56 y 57) . Se alineó el Bucky de pared con el brazo del tubo y se alineó el Bucky de mesa con el brazo del tubo de igual forma.



**Ilustración 53 - Compuesto de silicona de alto voltaje**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 54 - Colocación de la grasa a los tubos de alto voltaje**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 55 - Producto utilizado para la eliminación del óxido**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 56 - Antes de la limpieza**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 57 - Después de la limpieza**

Fuente: Autoría propia

Al haber terminado completamente la instalación de la máquina de rayos X como se visualiza en la (Ilustración [58](#) y [59](#)), se realizaron diversas pruebas para visualizar la imagen que generaba el rayos X como se aprecia en la ([Ilustración 60](#)), las cuales fueron chequeadas por el técnico y resultaron ser aceptables. Se estuvo visitando ciertos días para chequear y garantizar el funcionamiento y hasta el momento no ha presentado ninguna falla.



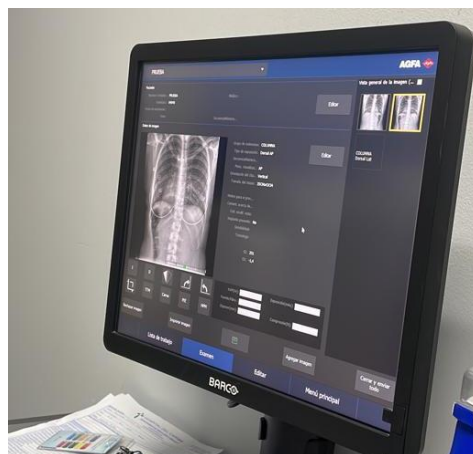
**Ilustración 58 - Instalación de rayos X estacionario-completada**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 59 - Consola del equipo instalada**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 60 - Pruebas de imagen realizadas**

Fuente: Autoría propia

## 4.7 SEMANA 7: NOVIEMBRE 20 – 21

### 4.7.1 OBJETIVOS

- Realizar el cambio de motor del mamógrafo.
- Registrar los manuales de usuario de equipos médicos.

### 4.7.2 INTRODUCCIÓN

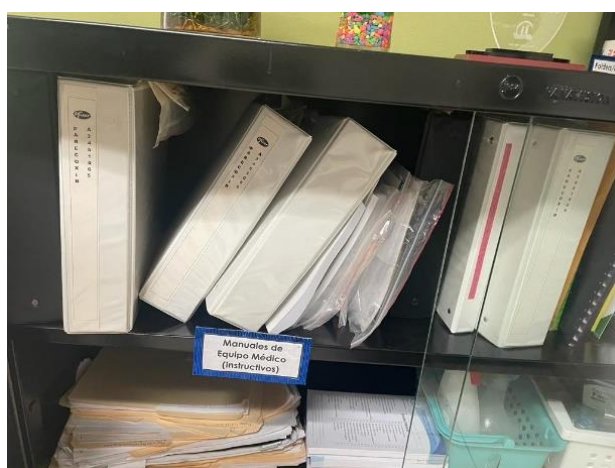
En la sexta semana, se registró los manuales de usuario que contiene el hospital de los equipos médicos con el fin de tener una mejor organización de estos.

### 4.7.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

#### *Gestión de inventario*

##### ▪ **Registro de manuales de usuario**

El hospital no contiene un registro de los manuales de usuario que contiene de cada equipo, los manuales de usuario son esenciales ya que contienen información detallada sobre el equipo como el funcionamiento, especificaciones técnicas, los accesorios, como también las posibles fallas que pueden suceder, estos suelen ser de gran ayuda para los que brindan el servicio técnico ya que a veces en internet es difícil adquirirlos gratis sin ningún costo. Al tener un mejor orden de cuales están disponibles será más fácil encontrarlos al momento de hacer uso de ellos, así como también comparar los equipos que están en la actualidad con los manuales de usuario que se encuentran disponibles (Ilustración [61](#) y [62](#)).



**Ilustración 61 - Manuales de usuario dividido en carpetas**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 62 - Manuales de usuario dentro de las carpetas**

Fuente: Autoría propia

Se realizó un Word en donde se especifica la cantidad, equipo médico, marca, modelo, observaciones extras y un apartado de "otros" que trae consigo folletos instructivos, tarjetas de referencia rápidas, entré otras. Se dividió por carpetas, y se colocó una hoja que especificara que manuales de usuario se encontraban en esa carpeta y así se les sería más sencillo identificar en donde se encuentra el manual. Se registro un total de 79 manuales de usuario y 8 folletos instructivos, en su mayoría fueron manuales de usuario de monitores de signos vitales y camillas hospitalarias ([Ilustración 63](#)).

Registro de manual de usuario

HOSPITAL DEL CARIBE

**Manuales de Usuario de equipos médicos**

◆ En total hay 79 manuales de usuario de equipos médicos y 8 folletos instructivos.

**Carpeta negra #1**

Cantidad	Equipo	Marca/Modelo	Extras
4	Monitor fetal	EDAN	• 2 Tarjetas de referencia del monitor fetal
1	Monitor de signos vitales portátil	Smartsigns Liteplus	
2 (Español e inglés)	Ultrasonido pocket doppler	EDAN SONOTRAX Series	• Tarjeta de referencia del ultrasonido pocket doppler
2	Sensor de SpO2	Mindray	

**Ilustración 63 - Registros de manuales de usuario**

Fuente: Autoría propia

## Mantenimiento correctivo

### ▪ Cambio de motor al mamógrafo

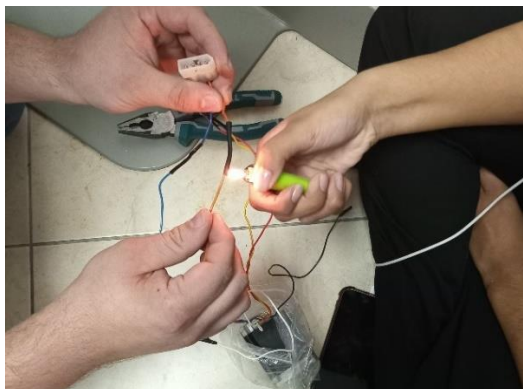
Se reportó una falla en el mamógrafo en el indicaba patinazo, este error causaba que el compresor se detuviera y no volviera a avanzar causando así inconvenientes al momento de realizar una mamografía al paciente, por lo que se tenía que volver a reiniciar el equipo para que este volviera a funcionar.



**Ilustración 64 - Desarmando el equipo**

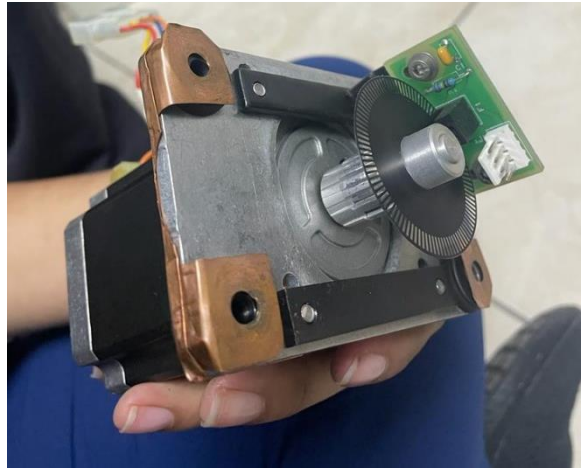
Fuente: Autoría propia

Se realizó una inspección del equipo, se solicitó el repuesto del motor para realizar el cambio. Al ya obtener el motor se procedió de desarmar el equipo y hacer el cambio ([Ilustración 64](#)), antes de hacer el cambio se soldaron los cables del anterior motor con las conexiones y para mejor protección se colocó una termocupla ([Ilustración 65](#)) y hacer la colocación de las demás partes como el de la tarjeta y el encoder ([Ilustración 66](#)), también se verifico que el disco codificado del encoder estuviera en buen estado y sujeto, ya que este también puede causar la falla del patinazo.



**Ilustración 65 – Fijación de la termocupla**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 66 - Motor nuevo con encoder en buen estado**

Fuente: Autoría propia

Al haber instalado el motor nuevo en el mamógrafo (Ilustración [67](#) y [68](#)), se realizaron las pruebas correspondientes para verificar que ya no sucediera el error, como por ejemplo bajar completamente, subir completamente, detenerse en un determinado tiempo y volver a avanzar. Cada una de las pruebas realizadas brindo resultados positivos, en el transcurso de la semana se estuvo dando rondas y se nos notifica que el equipo no genero el problema de nuevo y está más rápido que anteriormente ([Ilustración 69](#)).



**Ilustración 67 - Instalación del nuevo motor**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 68 - Motor instalado**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 69 - Realizando las pruebas de funcionamiento**

Fuente: Autoría propia

## 4.8 SEMANA 8: NOVIEMBRE 27 – 1

### 4.8.1 OBJETIVOS

- Realizar la visita de los estudiantes de ingeniería en biomédica de UNITEC al hospital del Caribe.
- Elaborar un plan de acción que se llevara a cabo para las camillas hospitalarias.
- Ejecutar el mantenimiento correctivo a la camilla quirúrgica.

### 4.8.2 INTRODUCCIÓN

Durante la semana 8, se realizó nuevamente un chequeo de las camillas, sin embargo, en esta ocasión se realizó el plan de acción junto con la cotización de los repuestos a adquirir, además de la visita de los estudiantes de UNITEC al Hospital del Caribe.

### 4.8.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

#### *Mantenimiento Correctivo*

##### ▪ **Falla de descenso en camilla quirúrgica**

Se informó sobre un problema en la camilla quirúrgica, ya que no respondía al comando de descenso ([Ilustración 70](#)). Para abordar la situación, se movió la tapadera de la mesa para obtener una mejor visualización de los componentes ([Ilustración 71](#)).



**Ilustración 70 - Camilla quirúrgica elevada**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 71 - Vista de los componentes**

Fuente: Autoría propia

Se identificó que la palanca encargada del movimiento descendente estaba quebrada, lo que resultaba en la incapacidad de realizar el movimiento al accionar el pedal (Ilustración [72](#) y [73](#)). La función ascendente, encargada de inyectar aceite, operaba correctamente, mientras que la función descendente no se llevaba a cabo.



**Ilustración 72 - Pieza faltante para el accionamiento del pedal de abajo**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 73 - Pieza de accionamiento quebrada**

Fuente: Autoría propia

Para solucionar el problema, se determinó la necesidad de adquirir un repuesto. Se compró un tornillo que simulaba la pieza faltante, la cual fue instalada ([Ilustración 74](#)), seguida de una serie de pruebas para asegurar su correcto funcionamiento ([Ilustración 75](#)).

Estas pruebas incluyeron la capacidad de elevarse completamente, descender, detenerse y descender en un tiempo predeterminado. Con estas acciones, se garantizó que la camilla quirúrgica operara de manera efectiva y segura.



**Ilustración 74 - Reemplazo de la pieza quebrada**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 75 - Mesa quirúrgica realizando el movimiento de descender**

Fuente: Autoría propia

*Otros*

- **Plan de acción para camillas hospitalarias**

A lo largo de la semana, se procedió nuevamente a una revisión exhaustiva de las camillas hospitalarias, evaluando las acciones a tomar y comparando los hallazgos con el informe realizado el pasado mes de octubre. Además, se llevó a cabo la cotización de los

repuestos, detallando las cantidades necesarias, los precios unitarios y totales por repuesto, así como el monto total de todos los repuestos requeridos ([Ilustración 76](#)).

Tras este análisis, se llegó a la recomendación de optar por la adquisición de nuevas camillas hospitalarias, considerando que las existentes están alcanzando el final de su vida útil. Se concluyó que solo 5 camillas se encuentran en buen estado como se muestra en el [Anexo 8](#), identificadas en azul, mientras que aquellas en estado intermedio, representadas en color anaranjado, presentan necesidades de cambio de varios repuestos. En cuanto a las camillas señaladas en rojo, se determinó que están disfuncionales y requerirían una variedad de cambios de repuestos, por lo que se sugiere la adquisición de nuevas unidades como la opción más adecuada.

			Precio Unitario	Total x Ítem
Parte No. 1115289	Control de motores	10	8450	84500
Parte No. 1115292	Pistón de espaldar	6	3705	22230
Parte No. 1115292	Pistón de elevación	6	3705	22230
Parte No. 1115291	Pistón de piernas	4	3120	12480
<b>Gran Total</b>				<b>141440</b>

**Ilustración 76 - Cotización de los repuestos**

Fuente: Autoría propia

- **Visita**

Para el evento biomedics homecoming que se realizó en la Expo biomédica 2023, el cual era una serie de visitas y talleres para que los estudiantes de biomédica tuvieran la oportunidad de aprender sobre diversos equipos médicos y adquirir más conocimientos de manera práctica. Entre las visitas propuestas se encontraban distintos hospitales y empresas de distribución y mantenimiento de dispositivos médicos. Estas visitas y talleres serían impartidas por los practicantes pertenecientes en cada lugar.

La visita del hospital del Caribe se realizó el 30 de Noviembre a las 10 a.m. en donde los 8 inscritos tuvieron la oportunidad de conocer distintas áreas del hospital ([Ilustración 79](#)).

Se circuló por el área de radiología en donde se explicó el funcionamiento del tomógrafo, ultrasonido, máquina de rayos X estacionario y portátil ([Ilustración 78](#)), así mismo se visitó laboratorio para la explicación de los equipos como la centrifuga, microscopio, analizador de hematología, analizador de inmunología, entre otras. También se visitó áreas como emergencia, hospitalización y la central de gases medicinales.



**Ilustración 77 - Estudiantes de biomédica en la visita al Hospital del Caribe**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 78 - Explicación del rayos X estacionario**

Fuente: Autoría propia

## 4.9 SEMANA 9: DICIEMBRE 4 – 8

### 4.9.1 OBJETIVOS

- Revisar el funcionamiento del electrocardiógrafo
- Inspeccionar el estado de los laringoscopios
- Cambiar las ruedas de los bacinetes de sala cuna
- Revisar los tubos LED de la lampara de fototerapia
- Desarrollar el conversatorio titulado "Termine la carrera ¿Qué me espera?"

### 4.9.2 INTRODUCCIÓN

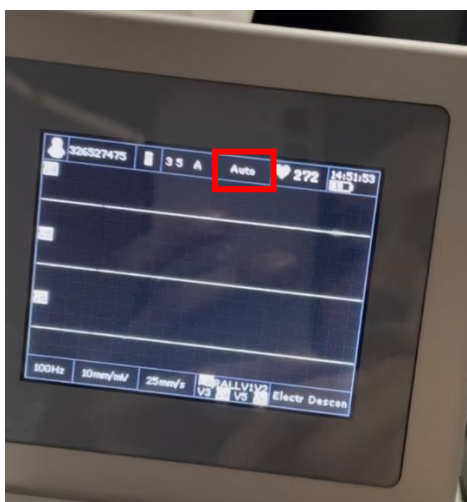
Durante la novena semana, se estuvo realizando la inspección de ciertos equipos con el fin de verificar su funcionamiento y adquirir los repuestos necesarios, además de realizar el cambio de ruedas de diversos bacinetes.

### 4.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

#### *Mantenimiento correctivo*

##### ▪ **Revisión de electrocardiógrafo**

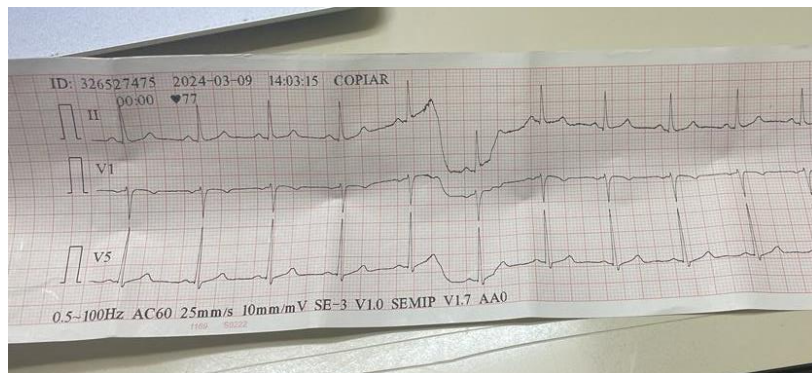
Se llevó a cabo la verificación del funcionamiento del electrocardiógrafo debido a que no proporcionaba información completa en la impresión. En consecuencia, se consultó el manual de usuario para volver a configurar el equipo. En la impresión, solo se observaban tres derivaciones continuas (II, V1 y V5), y era necesario que todas las derivaciones se mostraran mediante trazos ([Ilustración 80](#)). El electrocardiógrafo estaba en modo "Ritmo", lo que provocaba que solo imprimiera tres derivaciones. Por lo tanto, se cambió a la opción "AUTO" para que imprimiera todas las derivaciones según lo indicado ([Ilustración 79](#)).



**Ilustración 79 - Cambio de modo de impresión del electrocardiógrafo**

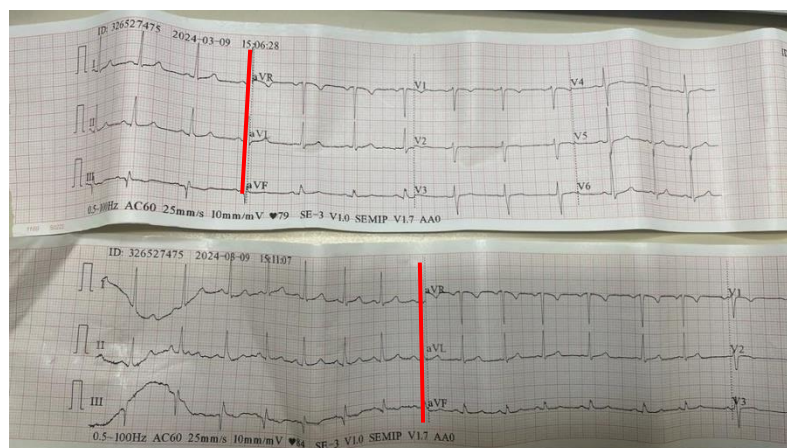
Fuente: Autoría propia

Además, se ajustó la configuración del tamaño del trazo de la derivada impresa, ya que estaba demasiado corto, proporcionando información insuficiente al médico. Inicialmente, estaba configurado en 2.5 segundos, y se cambió a 5 segundos (medio) para que este brindara más información ([Ilustración 81](#)). También se notó que le costaba realizar la acción de impresión, y se identificó que era necesario presionar fuerte para imprimir. Por lo tanto, se considera la posibilidad de cambiar el botón de impresión para mejorar esta funcionalidad.



**Ilustración 80 - Impresión de solo 3 derivaciones continuas en el electrocardiógrafo**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 81 - Comparación del trazado corto de todas las derivaciones vs trazado medio de todas las derivaciones**

Fuente: Autoría propia

- **Chequeo de laringoscopios**

Se recibieron reportes sobre fallos en la iluminación de los laringoscopios, ya que las luces no se encendían o, en ocasiones, se encendían, pero se apagaban después de un tiempo. En respuesta a esto, se llevó a cabo una inspección detallada de los laringoscopios. Se procedió

a cambiar las baterías como medida inicial para descartar problemas relacionados con la alimentación.

Adicionalmente, se realizó la sustitución de las luces LED en varias hojas de laringoscopios nuevas con el fin de descartar la posibilidad de que el problema estuviera relacionado con una hoja específica que causara un falso contacto. Durante este proceso, se observó que la luz LED mostraba una sensibilidad al movimiento, apagándose en respuesta a ciertos movimientos. Se noto que las LED presentaban signos de desgaste, lo que llevó a la conclusión de que era necesario realizar un cambio completo de estas luces (Ilustración [82](#) y [83](#)).



**Ilustración 82 - LED de laringoscopio disfuncional**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 83 - LED presentando baja intensidad del laringoscopio**

Fuente: Autoría propia

En vista de la necesidad de obtener repuestos, se inició la búsqueda de los componentes necesarios. Mientras se gestionaba la adquisición de los repuestos, se

proporcionaron laringoscopios de respaldo para garantizar la continuidad en la disponibilidad de equipos.

- **Revisión de lámpara de fototerapia**

Se realizó la revisión de la lámpara de fototerapia, identificando que dos de sus tubos LED se han quemado ([Ilustración 84](#)). En respuesta a esta incidencia, se consultó el manual de usuario de la lámpara para acceder a las especificaciones técnicas de los tubos afectados y se realizaron mediciones ([Ilustración 85](#)). Con el propósito de resolver este problema, se inició el proceso de cotización y adquisición de nuevos tubos LED, con la intención de llevar a cabo su pronta sustitución.



**Ilustración 84 - Verificación de funcionamiento de lámpara de fototerapia**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 85 - Mediciones realizadas para cambio del tubo**

Fuente: Autoría propia

- **Cambio de ruedas de bacinetes**

Se procedió a sustituir las llantas de los bacinetes en la sala cuna, dado que se encontraban en un estado de desgaste avanzado, con exceso de óxido, y generaban molestos ruidos durante los movimientos ([Ilustración 86](#)), causando incomodidades al bebé durante su traslado.



**Ilustración 86 - Rueda desgastada del bacinete**

Fuente: Autoría propia

Se adquirieron nuevas llantas con las medidas adecuadas para la instalación, y al realizar el cambio, se eliminaron por completo los ruidos molestos al mover los bacinetes (Ilustración [87](#) y [88](#)).



**Ilustración 87 - Comparación entre rueda nueva y vieja**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 88 - Instalación de la rueda nueva en el bacinete**

Fuente: Autoría propia

- **Conversatorio**

Se llevó a cabo un conversatorio dirigido por los practicantes de ingeniería biomédica ([Ilustración 89](#)), con el propósito de compartir con los estudiantes de la carrera sus experiencias y habilidades adquiridas durante la práctica. El objetivo principal fue ofrecerles una visión más clara de lo que pueden esperar en la práctica profesional y responder sus dudas.



**Ilustración 89 – Conversatorio**

Fuente: Autoría propia

## 4.1 SEMANA 10: DICIEMBRE 11 – 15

### 4.1.1 OBJETIVOS

- Supervisar el funcionamiento del insuflador provisional de la torre de laparoscopia.
- Corregir la falla presentada en camilla quirúrgica.
- Programar el calendario de mantenimiento preventivo del 2024 de equipos médicos.

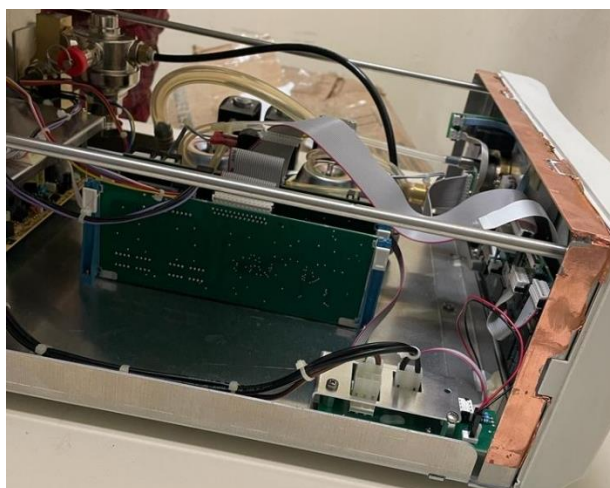
### 4.1.2 INTRODUCCIÓN

Durante la décima semana, se estuvo realizando el programa de mantenimiento preventivo para el 2024 y mantenimientos correctivos a ciertos equipos.

### 4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

#### *Mantenimiento correctivo*

Se reportó un fallo en el insuflador ya que este se encontraba dando una fuga por medio de la conexión del tanque de CO<sub>2</sub>, además que la pantalla táctil del insuflador no respondía. Se comenzó a inspeccionar el equipo ([Ilustración 90](#)), removiendo la carcasa e inspeccionar los componentes, se identificó que se había el flex de la pantalla LCD se había dañado por lo que se solicitó el cambio de repuesto, por mientras se adquiere el repuesto, se ubicó un equipo de respaldo el cual es análogo a diferencia de otro que era digital, se realizaron diversas pruebas con diferentes niveles de flujo (bajo, medio, alto) y si este administraba las cantidad establecida de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, por prevención se realizó la supervisión del funcionamiento del equipo en las intervenciones quirúrgicas como también capacitar al personal de cómo se manejaba el equipo ([Ilustración 91](#)).



**Ilustración 90 - Inspección del insuflador**

Fuente: Autoría propia



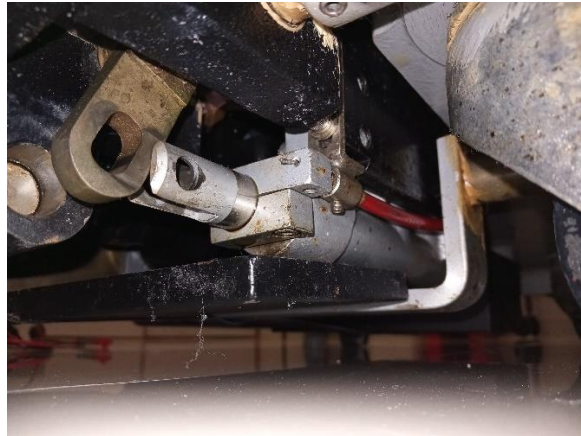
**Ilustración 91 - Supervisión del funcionamiento del insuflador provisional durante una intervención quirúrgica**

Fuente: Autoría propia

Se reportaron dos problemas con la camilla quirúrgica: en primer lugar, al activar el freno, esta continuaba moviéndose, y, en segundo lugar, al conectarla, se encendía automáticamente sin utilizar el pedal de encendido. La solución para el primer problema comenzó ajustando las patas de la camilla, las cuales estaban sueltas y causaban el movimiento no deseado. Después de realizar los ajustes necesarios, se llevaron a cabo pruebas para evaluar la efectividad de las correcciones.

En la primera prueba, al aplicar el freno, la camilla ya no mostró generar movimientos. Luego, se sometió a la camilla a una carga para verificar si seguía moviéndose bajo peso, y se confirmó que permaneció estable, sin realizar ningún movimiento. Estos resultados indicaron que, después de ajustar las patas, el freno de la camilla funcionaba correctamente, proporcionando la estabilidad requerida y resolviendo el problema inicial.

En relación con el segundo problema, se llevó a cabo la inspección para identificar la causa por la cual la camilla se encendía automáticamente y generaba ruido. Durante la inspección debajo del pedal de encendido, se observó que la conexión entre el pistón y el pedal, que normalmente permitiría al usuario controlar la acción, carecía de una pieza de encaje. Esta ausencia de la pieza de encaje provocaba que el pistón permaneciera constantemente en la posición de encendido, ya que no había nada que lo sujetara y desactivara el mecanismo ([Ilustración 92](#)).



**Ilustración 92 - Pieza faltante para engranaje**

Fuente: Autoría propia

En consecuencia, se instaló la pieza faltante para completar la conexión, utilizando un tornillo y una arandela con el objetivo de prevenir futuras caídas ([Ilustración 93](#)). Como último paso, se llevó a cabo una verificación para asegurar el correcto funcionamiento con la pieza colocada.



**Ilustración 93 - Pieza faltante de engranaje colocada**

Fuente: Autoría propia

### *Otros*

Al llegar a final del año, se inició la planificación del calendario de mantenimiento preventivo y revisión para el año 2024 de los equipos médicos del hospital ([Ilustración 94](#)). En este proceso, se incluyeron únicamente los equipos médicos propios del hospital. El formato utilizado presenta el nombre del equipo médico, la periodicidad asignada para el mantenimiento preventivo y la revisión.



## 4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta el cronograma de actividades de la práctica profesional las cuales se estuvieron realizando en las semanas del periodo Q4 del 2023.

Actividades desarrolladas durante la práctica profesional	Octubre- Diciembre									
	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inducción a las áreas del hospital										
Desarrollo de hoja de servicio técnico										
Gestión de Inventario										
Mantenimiento y reparación de Mamógrafo										
Revisión de camillas hospitalarias										
Mantenimiento y reparación de la máquina de rayos X estacionario										
Descontaminación de la autoclave										
Etiquetación de número de inventario de equipos médicos										
Instalación de la máquina de rayos X provisional										
Registro de manuales de usuario de equipos médicos										
Mantenimiento correctivo del mamógrafo										
Mantenimiento correctivo de camilla quirúrgica										
Plan de acción y cotización para camillas hospitalarias										
Visita de estudiantes de UNITEC A HDC										
Revisión el funcionamiento del electrocardiógrafo										
Inspección el estado de los laringoscopios										
Cambio de llantas de los bacinetes de sala cuna										
Revisión los tubos LED de la lampara de fototerapia										
Desarrollo el conversatorio titulado "Termine la carrera ¿Qué me espera?"										
Supervisión el funcionamiento del insuflador provisional de la torre de laparoscopia										
Mantenimiento correctivo a camilla quirúrgica										
Programación del calendario de mantenimiento preventivo del 2024 de equipos médicos										

Fuente: Autoría propia

## V. CONCLUSIONES

### Conclusión General:

- Se logró el mantenimiento, gestión y optimización de equipos médicos durante el periodo de práctica profesional en donde los equipos se mantuvieron funcionales al realizar las diversas tareas de manera que se obtuvieron habilidades técnicas como ingeniero biomédico en el proceso.

### Conclusiones específicas:

- Se completó el inventario del 80% de los equipos médicos en el hospital lo que equivale a 145, los cuales, se componen principalmente de bombas de infusión, monitores de signos vitales y esfigmomanómetros. En total, hay 181 equipos médicos en toda la instalación. El restante porcentaje que no pudo ser inventariado se debe a que estos equipos, aunque se encuentran en el hospital, han sido considerados no funcionales y están programados para ser descartados en el futuro cercano.
- Se llevo a cabo el 80% del etiquetado de los equipos médicos los cuales fueron 145 en total. Cada equipo cuenta con un código de inventario el cual fue realizado por formulación propia que especifica su ubicación, tipo y número de identificación correspondiente, al igual que cuando se realizó el inventario, los equipos que se encuentran no funcionales y en proceso de descarte, no se les coloco el etiquetado correspondiente.
- Se ejecutaron el 40% de mantenimiento correctivo a los equipos reportados en el hospital lo que equivale a 10, entre los equipos más reportados fueron el autoclave, camillas quirúrgicas, mamógrafo, máquina de rayos X estacionario e insuflador. Las fallas detectadas abarcaron desde malas conexiones hasta falsos contactos o piezas fracturadas. Cabe a mencionar que algunos equipos aún no han sido sometidos a mantenimiento correctivo completo, debido a la espera de repuestos necesarios.
- Se logró registrar el 20% de los manuales de usuario de equipos médicos los cuales fueron 79, incluyendo aquellos correspondientes a las camillas hospitalarias, monitores de signos vitales, electrocardiógrafos, balanzas pediátricas y de adultos, bombas de succión, entre otros. Además, algunos manuales de usuario encontrados correspondían a equipos que ya no están en uso en la institución, lo que dificultó su inclusión en el registro.

## **VI.RECOMENDACIONES**

A partir de las conclusiones presentadas, se han formulado las siguientes recomendaciones, las cuales van dirigidas tanto a la empresa como a la universidad.

### **Recomendaciones a Hospital del Caribe**

- Se sugiere la adopción de un sistema CMMS para organizar el equipamiento médico y optimizar la planificación de mantenimientos preventivos y correctivos.
- Mejorar la comunicación al momento de reportar un equipo médico que presente una falla, además de estar al tanto de los informes enviados de parte del servicio técnico realizado y las recomendaciones sugeridas por parte de ellos, para poder solventar la situación se sugiere implementar de un sistema centralizado para reportar fallas a través de una plataforma digital para mantener a todo el personal informado del proceso.
- Realizar un inventario actualizado de los accesorios o repuestos disponibles para cada equipo, en este también se puede hacer uso de un sistema CMMS.
- Mantener actualizado el inventario detallado de los equipos presentes en el hospital con el uso del sistema CMMS, identificando claramente aquellos que requieren ser reemplazados.
- Iniciar el proceso de descarte de equipos que han llegado al final de su vida útil, con el objetivo de mejorar la organización y evitar la presencia de equipos no funcionales en distintas áreas, contribuyendo así a un entorno más ordenado y eficiente, por lo tanto, desarrollar un plan de descarte ya sea trimestral o anual en donde se lleve un registro de los equipos descartados.

### **Recomendaciones a UNITEC**

- Ampliar la formación del equipo de radiología, abordando no solo el funcionamiento y principios básicos, sino también centrándose en la identificación y gestión de posibles fallas en los componentes, planificando durante las 10 semanas de clases diversas visitas, talleres, charlas, entre otros para poder llegar a resolverlas de manera práctica.
- Mejorar la comprensión técnica en electricidad y electrónica para potenciar las habilidades de los estudiantes en el manejo de equipos más avanzados y complejos, implementando talleres, charlas y cursos.

## VII. REFERENCIAS

1. Alquiler y Venta Cardiodesfibrilador Hewlett Packard Codemaster M1723B • Precio 11 5228-7418 • 171 Emergencias Argentina. Internación domiciliaria. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://171emergencias.com.ar/product/cardiodesfibrilador-hewlett-packard-codemaster-m1723b>
2. Arevalo. (2020). SALA DE OPERACIONES y Elementos | PDF | Cirugía | Hospital. Scribd. <https://es.scribd.com/document/472346284/SALA-DE-OPERACIONES-y-elementos>
3. Beaulieu, P., Nathan-Denizot, N., & Feiss, P. (2013). Aparatos de anestesia. EMC - Anestesia-Reanimación, 39(4), 1-27. [https://doi.org/10.1016/S1280-4703\(13\)65833-8](https://doi.org/10.1016/S1280-4703(13)65833-8)
4. Clúster de Ingeniería Biomédica del Estado de Jalisco. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://www.clusteringenieria.bio/ciclo-de-vida-de-dm>
5. Donoso. (2003). Equipos de rayos X y su Funcionamiento. Editorial de Cardo.
6. Drtech Aidia | Promedco. (2023). <https://www.promedco.com/catalogo-de-productos/drtech-aidia/mamografia>
7. Edan Diagnósticos México. Empresa Dedicada a la Importación, Distribución y Venta de Equipo Médico en México. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://edandiagnosticos.com/producto/se-3/>
8. Electrocardiógrafo. (2017, agosto 8). Material Médico. <https://materialmedico.org/electrocardiografo/>
9. EMIN. (2023). BIOBASE BKQ-H300 Horizontal Cylindrical Pressure Autoclave. EMIN.ASIA. <https://emin.asia/biobasebkq-h300-biobase-bkq-h300-horizontal-cylindrical-pressure-autoclave-35661/pr.html>
10. Gurrea, A. B. (2015). Autoclaves verticales en la industria conservera.
11. Hospital del Caribe. (s. f.). Recuperado 20 de octubre de 2023, de <https://www.hospitaldelcaribe.com/>
12. INSSA. (s. f.). Electrocauterio. INSSA - Venta De Productos Médicos en Honduras, Venta De Equipos Médicos, Venta De Prótesis Auditivas, Reparación De Equipos Médicos, Distribuidora De Insumos Médicos. Recuperado 10 de noviembre de 2023, de <https://inssahn.com/productos/electrocauterio/>
13. Integralmed. (2020, septiembre 28). Funcionamiento de un mamógrafo. INTEGRALMED S.A. <https://integralmed.com.ar/funcionamiento-de-un-mamografo/>
14. Levy. (2021). Imaging and radiology: MedlinePlus Medical Encyclopedia. <https://medlineplus.gov/ency/article/007451.htm>

15. Máquinas de Rayos X Portátiles—Equipo Médico GE. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://avantehs.com/b/ge/c/portable-x-ray-machines/473/es>
16. MARÍA, P. A. (2015). Técnicas generales de laboratorio. Ediciones Paraninfo, S.A.
17. Márquez. (2011). El quirófano. En Cirugía general para médico general (p. 43).
18. Mora. (2005). Guia Tecnologica No. 13: Monitor de signos vitales. Secretaria de Salud Mexico.  
[http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias\\_tecnologicas/13gt\\_monitores.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/13gt_monitores.pdf)
19. Ortoprono. (2021, abril 20). Tipos de Camas Hospitalarias y sus Funciones. Ortoprono.  
<https://ortoprono.es/blog/equipamiento-para-el-hogar/tipos-de-camas-hospitalarias-y-para-que-sirven/>
20. Parika. (2023, octubre 30). Lists of Different Departments in Hospitals and their Functions—NursingNotes. <https://nursingnotes.com/different-departments-in-hospitals/>
21. Philips Respironics. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de [http://www.respironics.com/mx\\_es](http://www.respironics.com/mx_es)
22. Quantum Medical Imaging. (2020, febrero 22). <https://quantummed.sg/>
23. Quesada, D. E. (2009). CANTIDAD, USO Y GESTION DE LAS CAMAS HOSPITALARIAS. TENDENCIAS EN EL MUNDO Y SITUACIÓN EN MENDOZA.
24. Quiroz-Flores, C. P. (2020). The Management of Medical Equipment in the Challenges of the National Health System: A Review [Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica]. <https://doi.org/10.17488/RMIB.41.1.11>
25. Rodríguez, E., Miguel, A., & Sánchez, M. C. (s. f.). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS MÉDICOS.
26. Toledo, A., Soler, & Zorrilla. (2004). Norma tecnica de los servicios de emergencia en los hospitales del sector salud.
27. Valdivia. (2013). Electrocirugia. Dermatol Peru, 23.
28. World Health Organization. (2012a). Introducción a la gestion de inventarios de equipo médico. Introduction to medical equipment inventory management. <https://iris.who.int/handle/10665/44817>
29. World Health Organization. (2012b). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Medical equipment maintenance programme overview, 90

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1 – Hoja de servicio técnico



#### HOJA DE SERVICIO TÉCNICO

##### DATOS GENERALES:

Departamento que reporta el equipo:	Fecha del reporte:
-------------------------------------	--------------------

Nombre del personal asignado:
-------------------------------

Recibido
----------

En Proceso
------------

Entregado
-----------

##### DATOS DEL EQUIPO:

Nombre del Equipo:	Ubicación:
--------------------	------------

Marca:	Modelo:	Serie:
--------	---------	--------

Descripción del Equipo
------------------------

Fecha de ultimo mantenimiento
-------------------------------

Fecha actual del mantenimiento realizado
--

##### Tipo de mantenimiento:

Revisión:	Preventivo:	Correctivo:
-----------	-------------	-------------

Inspección visual	Accesorios

Falla Presentada	Descripción de la falla

Descripción del mantenimiento realizado
---

Funcionando correctamente
---------------------------

Fuera de servicio
-------------------

Pendiente de repuesto
-----------------------

Fuente: Autoría propia

## Anexo 2 - Directorio médico del Hospital del Caribe

Médico Quirúrgico				
No. Cons.	Médico	Especialidad	Teléfono	Extensión
1	Dr. Adolfo Canales	Otorrinolaringología	2617-4821 / 9856-6924	7571
4	Dr. José Luis Prieto Rodríguez	Traumatología y Ortopedia	2617-4812 / 9476-9041	7574
5	Dra. Yadiria Fajardo de Prieto	Odontología y Ortodoncia	2617-4812 / 9476-9041	7575
5	Dra. Yadiria Elena Prieto	Odontología	2617-4812 / 9476-9041	7575
7	Dra. Nelly Ramirez Araujo	Dermatología	2617-4814 / 2665-1828	7577
8	Dra. Norma Martínez	Medicina General	2617-4600 / 9822-4065	7578
10	Lic. Elida Hernández	Psicología Integral	2617-4600 / 9659-4796	
17	Dra. María Victoria Hernández	Odontología	2617-4600 / 9823-0221	
18	Dra. Kathia García	Nutrición	2617-4600 / 9573-3967	7588
18	Dr. Carlos Morales	Medicina Interna / Endoscopia	2617-4600 / 9573-3967	7588
19	Dr. Edgardo Navarrete	Oftalmología	2617-4816	7589
19	Dr. Leonardo Voto	Urología	2617-4816	7589
19	Dr. Roberto Valenzuela Medina	Medicina General y Espirometría	2617-4816	7589
19	Dr. Hector Armijo	Cirugía Vasculuar, Endovascular y Angiología	2617-4600 / 9993-0063	
21	Dra. Zahdia Saavedra	Neumología	2617-4600 / 9504-3441	

Materno Infantil				
No. Cons.	Médico	Especialidad	Teléfono	Extensión
3	Dr. Marco Aurelio Matamoros	Pediatría	2665-2684	7573
9	Dr. Elmer Adalid Guerrero	Pediatría	2617-4600 / 2665-3315	7579
2	Dra. Ivet Jarely Arzú Sandoval	Ginecología y Obstetricia	2617-4817 / 9749-5317 / 9804-4276	7572
11	Dr. Erlis Leon	Ginecología y Obstetricia	9620-3573	
12	Dra. Aylin Garcia	Ginecología y Obstetricia	2617-4813 / 9686-3565	7582
13	Dr. Jimmy Erick Salinas	Ginecología y Obstetricia	2617-4813 / 9722-3523	7583
16	Dra. Keren Serrano	Ginecología y Obstetricia/Video Colposcopia	2617-4600 / 8945-5762	7586

Fuente: Autoría propia

## Anexo 3 - Vista frontal del Hospital del Caribe



Fuente: Autoría propia

## Anexo 4 - Informe del estado de camillas

ESTADO DE CAMILLAS - OCTUBRE

Área: Hospitalización

\*Todas son marca Invacare en hospitalización

Modelo	Serie	Ubicación Actual
ATO IH 820 - 3 MDL	10FF006143	Habitación 2

Realiza todos los movimientos, sin embargo existe un ligero retardo en respuesta en los botones del control al accionar, por lo tanto su vida útil ya se está reduciendo y se necesitará un cambio de módulo de control próximamente.

Modelo	Serie	Ubicación Actual
ATO IH 820 - 3 MDL	10FF006150	Habitación 3

No genera el movimiento para subir las piernas del paciente. Se requiere el cambio de motor y pistones.

Modelo	Serie	Ubicación Actual
ATO IH 820 - 3 MDL	10FF006145	Habitación 4

Fuente: Autoría propia

### Anexo 5 - Nomenclaturas del inventario de equipos médicos

Autoguardado Código de Invent... Última modificación: mar. a las 08:23

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos

15 =

**HOSPITAL DEL CARIBE** NUMERO DE INVENTARIO DE EQUIPOS MEDICOS DEL HOSPITAL DEL CARIBE

Inventario	Nomenclatura	Descripcion de la etiqueta
	INV	Inventario-Ubicación-EquipoMedico-No. de Inventario
		<b>Ejemplo:</b>
		INV-EMER-MSV-01

Equipo Medico	Nomenclatura	Ubicación	Nomenclatura
Camilla	CAM	Emergencia	EMER
Monitor de signos vitales	MSV	Unidad de Cuidados Intensivos	UCI
Compresor nebulizador	CN	Sala de Recuperacion	SR
Camilla de traslado	CAMT	Hospitalizacion	HOSP
Cuna Termica	CUT	Sala de parto	SP
Esfigmomanometro	ESF	Sala Cuna	SC
Desfibrilador	DE	Radiologia	RAD
Electrocardiografo	ECG	Laboratorio	LAB
Oximetro	OX	Sala de Endoscopia	SE
Maquina de anestesia	MA	Sala de Operaciones	SO
Electrocauterio	EC	Triaje de emergencia	EMERT
Ventilador Mecanico	VM		
Aspirador	ASP		
Incubadora	IN		
Balanza Pediátrica	BP		

\*Solo se encuentra la nomenclatura de los equipos etiquetados

Etiqueta\_Inventario Hoja2

Fuente: Autoría propia

### Anexo 6 - Banda provisional del mamógrafo



### Anexo 7 - Números de inventario de los equipos médicos en sala de operaciones

**HOSPITAL DEL CARIBE** INVENTARIO DE EQUIPOS MEDICOS DEL HOSPITAL DEL CARIBE  
Area: Sala de Operaciones

Equipo	Marca	Modelo	Serie	No. Inventario	Ubicación dentro del Hospital
Maquina de Anestesia	Datex-Ohmeda	Aespire	AMXM00228	INV-SO-MA-01	Sala de Quirofano #2
Camilla Quirurgical	AMSCO	2080L	R429296009	INV-SO-CQ-01	Sala de Quirofano #2
Arco en C	Philips	MDO709BRM	AN000236001028	INV-SO-AC-01	Sala de Quirofano #2
Electrocauterio	ValleyLab	Pfizer	F7J	INV-SO-EC-01	Sala de Quirofano #2
Lampara celiática	Advanced			INV-SO-LC-01	Sala de Quirofano #2
Camilla Quirurgical	AMSCO	2080L	R422597005	INV-SO-CQ-02	Sala de Quirofano #1
Lampara Celiática	Advanced			INV-SO-LC-02	Sala de Quirofano #1
Monitor incluido en la maquina de anestesia	Bistos	BT -770	DGN12229321	INV-SO-MMA-01	Sala de Quirofano #1
Maquina de Anestesia	GE Medical Systems / Datex- Ohmeda	9100c NXT	SPC22090249WA	INV-SO-MA-02	Sala de Quirofano #1
Torre de laparoscopia	Stryker	240 -096-000	01100184C96	INV-SO-TL-01	Sala de Quirofano #1
Electrocauterio	ValleyLab	Force 2	F7E	INV-SO-EC-02	Sala de Quirofano #1
Electrocauterio	Advanced	ESU -400	PE21045641	INV-SO-EC-03	Sala de Quirofano #1
Monitor de la torre de laparoscopia	Stryker	VisionPro	VPD26410444	INV-SO-MTL-01	Sala de Quirofano #1
Autoclave	Tai Chang Medical Instrument Factory	TC - 459	715563	INV-CEYE-ATC-01	Central de Equipo
Monitor de signos vitales	Goldway	UT6000A	CN6AAJU00182	INV-SO-MSV-06	Sala de Operaciones

Fuente: Autoría propia

### Anexo 8 - Plan de acción para camillas hospitalarias

#	Equipo	Marca	Modelo	Serie	No. Inventario	Ubicación dentro del Hospital	Fecha de revisión	Funcional	Observaciones	Acción
1	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006145	INV-HOSP-CAM-09	Habitación #4	16/10/2023		Al bajar el respaldar como que tuvo un bajón de energía que paro por un momento y toco accionar el botón de nuevo.	
2	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006150	INV-HOSP-CAM-08	Habitación #3	16/10/2023		Para subir o bajar la parte inferior no genera el movimiento por falta de una pieza faltante. Los botones del control tardan en accionar. Se genera ciertos ruidos al realizar los movimientos de elevación la camilla también al realizar los movimientos por.	Cambio de control de motores, cambio de pistón de piernas, cambio de pistón de espalda
3	Camilla hospitalaria	Invacare			INV-HOSP-CAM-010	Habitación#8	16/10/2023	Medio	Tardan mucho en accionar los botones del control, realiza un cierto ruido al bajar pero bajo, además si se sube por completo y después se baja este genera un ruido fuerte a la mitad del.	Cambio de control de motores
4	Camilla hospitalaria	Invacare			INV-HOSP-CAM-020	Habitación #7	16/10/2023	SI	Los botones tienen un ligero retraso en su respuesta al ser accionados y, al descender, emiten un sonido, pero leve.	
5	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006156	INV-HOSP-CAM-011	Habitación #10	16/10/2023	No	No reaccionan ninguno de los botones, solo al momento de bajar.	Cambio de control de motores, cambio de pistón de piernas, cambio de pistón de espalda, cambio pistón de elevación
6	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006152	INV-HOSP-CAM-013	Habitación #11	16/10/2023	SI		
7	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006155	INV-HOSP-CAM-014	Habitación #12	16/10/2023	SI	Botones reaccionan al segundo intento.	
8	Camilla hospitalaria	Invacare			INV-HOSP-CAM-19	Suite #2	16/10/2023	Medio	Quizás por veces al iniciar el movimiento se genera un ruido fuerte por un momento. Equipo diferente demás camas, esta discontinuado.	Cambio de pistón de espalda, Cambio de pistón de elevación, cambio de control de motores
9	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006154	INV-HOSP-CAM-015	Habitación #14	16/10/2023	SI		
10	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006159	INV-HOSP-CAM-016	Habitación #15	16/10/2023	No	Al bajar o subir realiza un ruido fuerte en motor, retraso en accionamiento de movimientos de espalda.	Cambio de control de motores, cambio de pistón de elevación
11	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006162	INV-HOSP-CAM-017	Habitación #15	16/10/2023	No	No realiza ningún movimiento.	Cambio de control de motores, cambio de pistón de piernas, cambio de pistón de espalda, cambio pistón de elevación
12	Camilla hospitalaria	Invacare	ATO IH820 - 3MDL	10FF006143	INV-HOSP-CAM-06	Habitación #2	16/10/2023	Medio	Realiza todos los movimientos sin embargo, realiza diversos ruidos leves al subir o bajar el respaldar, como también, al subir o bajar al paciente. Los botones tardan en reaccionar, tampoco este no sube completamente al paciente.	Cambio de pistón espalda, cambio de pistón elevación, cambio de control de motores

Fuente: Autoría propia