



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

IMPORTADORA MÉDICA CENTROAMERICANA

IMECSA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

21941028 DIEGO RENE ESPINAL VALLE

ASESOR

JOSÉ ABRAHAM PADILLA

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS

SEPTIEMBRE 2024

DEDICATORIA

Primeramente, quisiera dedicar este trabajo a Dios, quien sin duda alguna estuvo presente en todo momento para guiarme a tomar las decisiones correctas en mi vida. A mis padres, Lincoln Espinal y Dunia Valle, quienes me inculcaron desde el primer día a nunca dejar de creer, a pesar de cualquier adversidad. Su esfuerzo constante para permitirme estudiar la carrera de mis sueños no fue en vano y este trabajo es producto de ello, por y para ustedes seguiré dando mi mayor esfuerzo en alcanzar mis metas. Por último, quisiera dedicar este trabajo a todos mis hermanos y a sus parejas, quienes me han apoyado de innumerables formas para poder seguir adelante. Todo el apoyo emocional que me brindaron en mis momentos más altos y bajos ha sido gran parte de quien soy actualmente.

- **DIEGO ESPINAL**

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi sincera gratitud a Dios por darme la sabiduría necesaria para poder completar este trabajo de investigación. A mis padres una vez más, por creer en mí en todo momento y guiarme por el camino correcto, por demostrarme que uno es capaz de todo lo que se proponga y por luchar todos los días para que sus hijos tengan la mejor educación posible.

A IMECSA por depositar su confianza para permitirme realizar mi práctica profesional bajo esta empresa tan prestigiosa en el rubro de la salud, a los ingenieros del departamento de Biomédica por nunca hacerme sentir de menos sino tratarme como uno más en el departamento, a mi supervisora la Ing. Mirna por siempre ser un apoyo para mi formación, por confiar en mis capacidades y no dudar en asignarme tareas que enriquecieron mi experiencia como practicante en todo momento.

Al Ing. Abraham, que como asesor aseguró en todo momento que nuestra experiencia como practicantes fuera provechosa y, sobre todo, que disfrutáramos de este último momento como estudiantes antes de pasar al ámbito laboral. Aún a este punto final como ingenieros nunca dudó en aclarar dudas por más sencillas que estas fueran, como la limpieza de unos electrodos de ECG.

A mis compañeros de carrera y amigos que hice en este largo trayecto, creando anécdotas interminables a través de las distintas clases, a las compañeras Valeria, Fátima, Gloria, María José, Jenifer y todas las demás que aguantaron mis entregas cercanas a la hora límite pero que a pesar de todo estuvieron hasta el final, a los hermanos que hice en el deporte y al resto de mis amistades, estoy eternamente agradecido con ustedes por hacer de mi experiencia universitaria una bonita historia.

Por último, pero no menos importante, a los Halcones. Esa segunda familia que me otorgó la vida, quienes estuvieron para mí en todo momento para escucharme y apoyarme en cualquier situación a través de los años, les agradezco por todo esto y más.

- **DIEGO ESPINAL**

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe documenta la práctica profesional realizada en IMECSA, una compañía dedicada a la comercialización y mantenimiento de equipos médicos a nivel nacional. La práctica se desarrolló en un período de 10 semanas, con el objetivo principal de contribuir a la eficiencia operativa de la empresa mediante la aplicación de conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria. IMECSA se especializa en la distribución de equipos médicos en áreas como quirófanos, cuidados intensivos, cardiología y diagnóstico por imagen, además de proporcionar servicios de mantenimiento preventivo y correctivo. A lo largo de la práctica, se llevaron a cabo actividades diversas, incluyendo la instalación de equipos médicos, mantenimiento de dispositivos, y capacitación de personal. Las responsabilidades asignadas cubrieron la instalación y calibración de equipos médicos, el diagnóstico y reparación de fallas, así como la capacitación a los usuarios sobre el uso y manejo adecuado de los dispositivos. Estas actividades se ejecutaron en conjunto con el departamento de biomédica, con el objetivo de asegurar la confiabilidad y el correcto funcionamiento de los equipos médicos en el ámbito hospitalario. El proceso completo de la práctica profesional permitió aplicar y consolidar habilidades técnicas y de comunicación adquiridas en el ámbito académico, contribuyendo de manera significativa a mejorar la operatividad y calidad de los servicios técnicos de la empresa.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	1
II.	Generalidades de la Empresa	2
	2.1 Descripción de la Empresa	2
	2.1.1. Misión	2
	2.1.2. Visión.....	2
	2.1.3. Procesos	2
	2.1.4. Explicación organigrama.....	3
	2.2 Descripción del Departamento	4
	2.3 Objetivos del Puesto	4
	2.3.1. Objetivo General.....	4
	2.3.2. Objetivos Específicos.....	4
III.	Marco Teórico	6
	3.1 Análisis del sector.....	6
	3.2 Conceptos teóricos	6
	3.2.1 Mantenimiento de Equipos Médicos	6
	3.2.3 Capacitación	7
	3.2.4 Instalación	8
	3.2.5 Revisión	8
	3.2.6 Confiabilidad	9
	3.3 Tecnología Sanitaria0.....	9
	3.3.1 Monitor de Signos Vitales	9
	3.3.2 Bomba de Infusión.....	10

3.3.3 Desfibrilador	10
3.3.4 Máquina de Anestesia	10
3.3.5 Lámpara Cielítica.....	11
3.3.6 Rayos X.....	11
3.3.7 Electrocardiógrafo.....	11
3.3.8 Ultrasonido.....	12
IV. Desarrollo.....	13
4.1 Semana 1: 15/7/2024 – 19/7/2024	13
4.1.1 Objetivos.....	13
4.1.2 Introducción	13
4.1.3 Descripción de Actividades.....	13
4.2 Semana 2: 22/7/2024 – 26/7/2024	24
4.2.1 Objetivos.....	24
4.2.2 Introducción	24
4.2.3 Descripción de Actividades.....	24
4.3 Semana 3: 29/7/2024 – 2/8/2024.....	29
4.3.1 Objetivos.....	29
4.3.2 Introducción	29
4.3.3 Descripción de Actividades.....	29
4.4 Semana 4: 5/7/2024 – 9/7/2024	35
4.4.1 Objetivos.....	35
4.4.2 Introducción	35
4.4.3 Descripción de Actividades.....	36

4.5 Semana 5: 12/8/2024 – 16/8/2024	44
4.5.1 Objetivos.....	44
4.5.2 Introducción	44
4.5.3 Descripción de Actividades.....	44
4.6 Semana 6: 19/8/2024 – 23/8/2024	53
4.6.1 Objetivos.....	53
4.6.2 Introducción	53
4.6.3 Descripción de Actividades.....	53
4.7 Semana 7: 26/8/2024 – 30/8/2024	66
4.7.1 Objetivos.....	66
4.7.2 Introducción	66
4.7.3 Descripción de Actividades.....	66
4.8 Semana 8: 02/9/2024 – 06/9/2024	72
4.8.1 Objetivos.....	72
4.8.2 Introducción	72
4.8.3 Descripción de Actividades.....	72
4.9 Semana 9: 09/9/2024 – 13/9/2024	79
4.9.1 Objetivos.....	79
4.9.2 Introducción	79
4.9.3 Descripción de Actividades.....	79
4.10 Semana 10: 16/9/2024 – 20/9/2024.....	84
4.10.1 Objetivos	84
4.10.2 Introducción.....	84

4.10.3 Descripción de Actividades	84
4.9 Diagrama de Gantt.....	87
V. Conclusiones.....	89
VI. Recomendaciones.....	90
VII. Anexos.....	91
VIII. Referencias	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Organigrama de la Empresa.....	3
Ilustración 2 Logo IMECSA.....	4
Ilustración 3 Revisión de ECG	14
Ilustración 4 MC de Desfibrilador	15
Ilustración 5 MC de Impresora Térmica.....	16
Ilustración 6 MC de MSV	17
Ilustración 7 Revisión de Control de mesa quirúrgica.....	18
Ilustración 8 Revisión de Succionador.....	19
Ilustración 9 Reemplazo de celda de O2.....	20
Ilustración 10 Revisión de Rayos X	21
Ilustración 11 Descargo de contenedor.....	22
Ilustración 12 Retiro de ECLIA	23
Ilustración 13 MC de Bomba de Infusión	24
Ilustración 14 Instalación de Equipos en Showroom.....	25
Ilustración 15 Capacitación de COMEN	26
Ilustración 16 Mantenimiento Preventivo USG	26
Ilustración 17 Demostración de Flat Panel	27
Ilustración 18 Ajuste de protocolos en iRay.....	28
Ilustración 19 Revisión de transductores.....	29
Ilustración 20 MC de controles de intercomunicador	30
Ilustración 21 Instalación de controles.....	31

Ilustración 22 Levantamiento de campo para autoclave	32
Ilustración 23 Desmontaje de satélite	33
Ilustración 24 Revisión por parte de SESAL.....	34
Ilustración 25 Instalación de Máquina de Anestesia.....	35
Ilustración 26 Entrega oficial a SESAL.....	36
Ilustración 27 Instalación en HNMCR.....	37
Ilustración 28 Capacitación en HNMCR.....	38
Ilustración 29 Instalación en Hospital de El Progreso	39
Ilustración 30 Capacitación en Hospital de El Progreso	40
Ilustración 31 Entrega y Capacitación en Yoro	41
Ilustración 32 MC y Calibración de Bombas de Infusión.....	42
Ilustración 33 Diagnóstico de falla en placa electrónica	43
Ilustración 34 Revisión de MSV.....	44
Ilustración 35 MC de Bomba de Infusión	45
Ilustración 36 MC de Bomba de Infusión.....	46
Ilustración 37 MP de Autoclave de Mesa.....	47
Ilustración 38 MP de Bomba de Infusión	48
Ilustración 39 Entrega de Succionador	49
Ilustración 40 MP Impresora Térmica.....	50
Ilustración 41 MP de Ultrasonido.....	51
Ilustración 42 Reparación de Controles.....	52
Ilustración 43 MC de Bomba de Infusión.....	53
Ilustración 44 Retiro de Incubadora	54

Ilustración 45 Instalación de MSV Neonatal	55
Ilustración 46 Instalación de Ultrasonido	56
Ilustración 47 Limpieza y Revisión de ECLIA	57
Ilustración 48 Revisión de ECG.....	58
Ilustración 49 Revisión de ECG.....	59
Ilustración 50 Verificación de funcionamiento RX Portátil	60
Ilustración 51 Instalación RX Portátil	61
Ilustración 52 Capacitación de Bombas Infusión	62
Ilustración 53 Preinstalación de autoclave.....	63
Ilustración 54 Revisión colonoscopio	64
Ilustración 55 Instalación de autoclave 200L	65
Ilustración 56 Capacitación de autoclave 200L.....	66
Ilustración 57 Biomed's Homecoming	67
Ilustración 58 MC de Bomba de Infusión	68
Ilustración 59 Descarga de Arco en C.....	68
Ilustración 60 Prueba de desempeño MSV	69
Ilustración 61 MC de Bomba de Infusión	69
Ilustración 62 Revisión de USG	70
Ilustración 63 Calibración Máquina de Anestesia	71
Ilustración 64 Revisión Centrífuga	71
Ilustración 65 Instalación Máquina de Anestesia	73
Ilustración 66 MC de Ultrasonido	73
Ilustración 67 Revisión Electrocardiógrafo	74

Ilustración 68 Revisión ECG portátil	75
Ilustración 69 MC de Monitor de Signos Vitales.....	75
Ilustración 70 Revisión de electrocardiógrafo	76
Ilustración 71 Capacitación de Analizador Hematológico.....	77
Ilustración 72 MC de Monitor de Signos Vitales.....	78
Ilustración 73 Revisión autoclave 200L	78
Ilustración 74 Revisión de ECG.....	80
Ilustración 75 Revisión de Productos Biobase.....	80
Ilustración 76 Calibración de Prueba en ECLIA	81
Ilustración 77 Revisión de Productos Biobase.....	82
Ilustración 78 Mantenimiento Correctivo Ortopantomógrafo.....	83
Ilustración 79 Instalación de Accesorios Mesa Quirúrgica	84
Ilustración 80 Demostración Rayos X Portátil	85
Ilustración 81 Levantamiento de Campo Quirófano.....	86
Ilustración 82 Entrega lámpara de Mesa Ginecológica.....	86
Ilustración 83 Elaboración de Planimetría de Quirófano.....	87
Ilustración 84 Diagrama de Gantt	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Avance de Modelado en Revit.....	91
Anexo 2 Orden de Trabajo Biomédica	91

LISTA DE SIGLAS

AP: Anteroposterior

DR: Digital Radiography

ECG: Electrocardiógrafo

ESU: Unidad de Electrocirugía (por sus siglas en inglés)

HNMCR: Hospital Nacional Mario Catarino Rivas

MSV: Monitor de Signos Vitales

MP: Mantenimiento Preventivo

MC: Mantenimiento Correctivo

NIBP: Presión Arterial No Invasiva (por sus siglas en inglés)

IBP: Presión Arterial Invasiva (por sus siglas en inglés)

SESAL: Secretaría de Salud

SPO2: Saturación Parcial de Oxígeno

RPM: Revoluciones Por Minuto

USG: Ultrasonido

GLOSARIO

Pruebas de desempeño: El conjunto de actividades que pueden incluir mediciones y que aporta evidencia para evaluar el desempeño de equipos biomédicos (Correa et al., 2017).

Waters: Es una radiografía de proyección lateral que se obtiene con el paciente en posición de pie o sentado, con la cabeza inclinada hacia atrás.

Caldwell: También llamada radiografía postero-anterior, ofrece una visión detallada de los senos paranasales, la posición del paciente puede ser en bipedestación, sentado o en decúbito ventral («Radiografía Caldwell», s. f.).

Ortopantomógrafo: Un equipo de radiodiagnóstico panorámico dental para la obtención de imágenes de alta calidad de la dentición, las articulaciones temporomandibulares y el cráneo (Canales et al., s. f.).

Seguridad eléctrica: Una serie de estándares o procedimientos enfocados en la prevención y reducción de riesgos tanto de pacientes como de las instalaciones eléctricas, el equipo humano y el entorno (ETKHO, 2021).

Fibrilación: Una contracción o temblor incontrolable de fibras musculares, durante la fibrilación ventricular, la sangre no se bombea desde el corazón (*Fibrilación ventricular*, s. f.).

Taquicardia auricular: Se define como un ritmo auricular rápido, regular, no originado en el nódulo sinusal, con ondas P de morfología estable en el ECG. (García-Cosío et al., 2012)

Transductor: Cualquier dispositivo que transforme una forma de energía en otra (Rodríguez et al., 2007).

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe detallará las actividades y experiencias obtenidas durante la práctica profesional realizada en IMECSA, como parte de los requisitos previos para la obtención del título de Ingeniero Biomédico. La práctica profesional tiene como objetivo aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la formación académica en un entorno real, permitiendo así el desarrollo de competencias técnicas y profesionales en el ámbito de la ingeniería biomédica. Durante el periodo de práctica, se lleva a cabo diversas tareas relacionadas con la instalación y calibración de equipos médicos, la gestión de proyectos de infraestructura hospitalaria y el mantenimiento preventivo y correctivo de dispositivos médicos, permitiendo un acercamiento directo con las dinámicas y retos presentes en la industria.

El documento englobará a través de las distintas secciones las generalidades de la empresa, el marco teórico y las actividades realizadas durante el periodo estipulado de la práctica profesional. En el capítulo II se describe brevemente la información general de la empresa donde se realizó la práctica, su organización jerárquica, la descripción del departamento y del puesto específico donde se estará desarrollando la práctica. El capítulo III corresponde al marco teórico el cual sirve para detallar información acerca de conceptos técnicos relevantes para el desarrollo del informe. El capítulo IV se especifica de manera cronológica las actividades realizadas durante las 10 semanas de práctica profesional. Finalmente, los capítulos V y VI corresponden a las conclusiones y recomendaciones formuladas luego de haber finalizado la práctica profesional.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Este capítulo presenta la información relevante acerca de IMECSA, partiendo desde su historia, los procesos que se llevan a cabo, el organigrama, las marcas que distribuyen, el catálogo de equipos y una descripción del departamento de biomédica y el puesto asignado.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

IMECSA, una destacada empresa fundada en octubre de 2017 se dedica a la comercialización de servicios y equipos médicos en Honduras, operando desde sus dos sedes en San Pedro Sula y Tegucigalpa. La compañía se especializa en la distribución de una amplia variedad de productos médicos, abarcando áreas como imagenología, diagnóstico, mobiliario hospitalario, quirófanos, cuidados intensivos, cardiología, estética y equipamiento veterinario. Su portafolio incluye tecnología avanzada, como sistemas de rayos X de última generación, ultrasonidos, bombas de infusión de alta precisión, dispositivos de panel plano y autoclaves de alto rendimiento. Con esta oferta diversificada, IMECSA se ha consolidado como líder en la provisión de soluciones integrales para el sector de la salud en el mercado hondureño, demostrando un firme compromiso con la calidad y la innovación tecnológica.

2.1.1. MISIÓN

Comercializar y distribuir equipos médicos y estéticos de calidad que apoyen a los profesionales e instituciones de la salud en mejorar la calidad de vida de sus pacientes.

2.1.2. VISIÓN

Estar a la vanguardia de la tecnología médica, comercializando equipos de calidad, acompañados de un equipo humano responsable y talentoso.

2.1.3. PROCESOS

Dentro de los distintos procesos realizados por el departamento de biomédica, se encuentran los mantenimientos preventivos y correctivos, las instalaciones, las capacitaciones, las revisiones, las consultorías y demás actividades relacionadas directamente con los clientes.

Internamente se llevan a cabo procesos administrativos como la gestión de inventario, informes, ordenes de trabajo, negociaciones de mantenimientos, etc.

2.1.4. EXPLICACIÓN ORGANIGRAMA

La estructura jerárquica del personal dentro de IMECSA se compone de múltiples gerencias que en conjunto aseguran el buen funcionamiento de todas las áreas para así en conjunto brindar una atención de calidad a las necesidades de los clientes tanto en venta como en mantenimientos. La gerencia de biomédica se encarga de gestionar la parte administrativa que corresponde al área, acciones como liquidaciones de viáticos, otorgación de bonos, solicitudes de compra, etc. El gerente de biomédica es el jefe directo de los ingenieros. Luego el coordinador de biomédica se encarga de atender en primera instancia las solicitudes de los clientes y asignar con base en la carga y las competencias la carga laboral a los distintos ingenieros bajo su cargo.

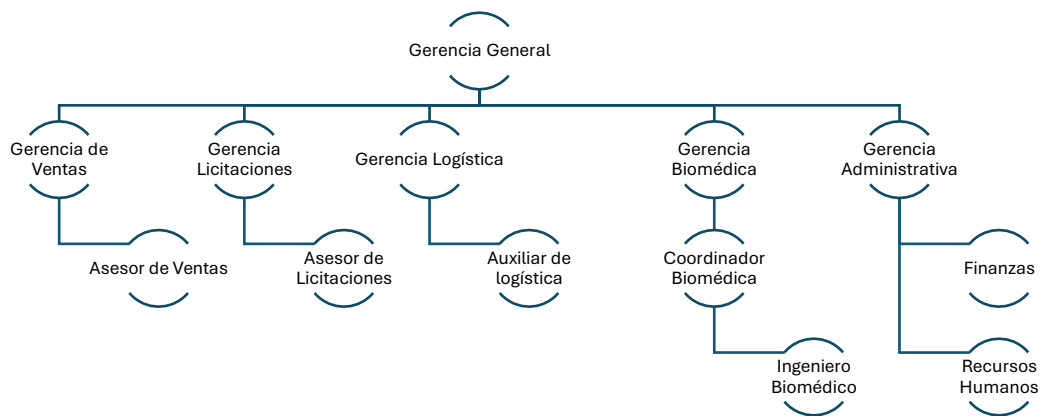


Ilustración 1 Organigrama de la Empresa

Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 2 Logo IMECSA

Fuente: Elaboración Propia

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de biomédica en IMECSA está compuesto por el gerente de biomédica, la coordinadora y el cuerpo de ingenieros, quienes buscan satisfacer las necesidades técnicas de los clientes y de los colaboradores de otras áreas como ser licitaciones y ventas. El departamento cumple un papel crítico en el funcionamiento de la empresa, pues, el debido respaldo técnico es una de las principales razones por las cuales los clientes optan por elegir proveedor a IMECSA sobre otros competidores en un mercado tan volátil.

Dentro de las actividades principales se encuentran las instalaciones, mantenimientos preventivos y correctivos, capacitaciones, revisiones, y entre otras para cumplir con los requerimientos de los clientes y así asegurar la seguridad, confiabilidad y eficacia de los equipos médicos adquiridos.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la eficiencia operativa de una empresa proveedora de equipo médico en el ámbito público y privado mediante los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar problemas técnicos en equipos médicos y sistemas de infraestructura hospitalaria.
2. Diagnosticar el estado de funcionamiento de equipos médicos mediante las habilidades adquiridas durante la carrera universitaria.

3. Implementar procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo en dispositivos médicos.
4. Realizar la instalación y calibración de equipos médicos conforme a las normas técnicas y requisitos del fabricante.

III. MARCO TEÓRICO

El siguiente capítulo se recopila la trayectoria del sector donde se encuentra la empresa, la tecnología sanitaria con la que se trabaja y los conceptos teóricos importantes para comprender de manera concreta las actividades realizadas y los procesos manejados por el departamento de biomédica.

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

En Honduras, existen varias empresas que comercializan equipos médicos, diferenciándose principalmente por las marcas que representan y las áreas específicas en las que operan. IMECSA destaca particularmente en el sector de equipos para quirófano. La empresa se dedica a diversificar su oferta de productos y marcas, con el objetivo de satisfacer la demanda tecnológica en el ámbito médico del país. Además de la distribución, IMECSA proporciona servicios técnicos especializados, incluyendo mantenimiento correctivo y programas de mantenimiento preventivo personalizados para garantizar la eficiencia y longevidad de los equipos médicos.

Entre las principales competidoras de IMECSA se encuentran DICOSA, INEQ Medical, Biotec, S.T Medic, Medisystem, Dimex y Meyko, que también se especializan en la distribución y mantenimiento de tecnología médica, contribuyendo a la creciente demanda en el sector de salud y tecnología biomédica en Honduras. IMECSA ofrece cobertura en todo el país, asegurando tanto la entrega segura de los equipos como la asistencia técnica necesaria. Los departamentos de Cortés y Atlántida son los que presentan la mayor demanda, según registros recientes.

3.2 CONCEPTOS TEÓRICOS

3.2.1 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS

Para garantizar el buen funcionamiento de los equipos médicos, se llevan a cabo actividades planificadas o esporádicas destinadas a corregir fallas o prolongar la vida útil de los equipos. El mantenimiento de equipos médicos es un componente crítico para asegurar la calidad y seguridad en los entornos de atención sanitaria. Los equipos deben de mantenerse en condiciones óptimas para minimizar los riesgos asociados a fallos técnicos, por lo cual el

mantenimiento se divide generalmente en dos categorías principales, el mantenimiento preventivo y el correctivo. (Fajardo, s. f.)

3.2.1.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo representa el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas destinadas a prolongar la vida útil de los equipos y evitar fallos imprevistos, este se lleva a cabo de manera regular y periódica para identificar y corregir posibles problemas antes de que estos se conviertan en fallos mayores. El principal objetivo del mantenimiento preventivo es garantizar la operatividad continua de los sistemas, asegurar su buen funcionamiento y reducir los costos a largo plazo asociados a reparaciones no planificadas. (Atencio, 2009)

3.2.1.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Las actividades de mantenimiento realizadas como respuesta a un fallo o avería de un equipo médico se conocen como mantenimiento correctivo, que, a diferencia del preventivo este no es planificado y surge de manera esporádica para corregir un fallo cuando el equipo ha dejado de prestar la calidad de servicio esperado.

El mantenimiento correctivo se lleva a cabo de manera reactiva, una vez que el problema ya se ha manifestado, por lo cual, a pesar de ser esencial para devolver los equipos a su estado operativo, por su naturaleza reactiva tiende a representar en tiempos de inactividad prolongados, afectando en el servicio prestado por las instituciones sanitarias y hasta cierto punto comprometer la seguridad del paciente. Este tiende a ser más costoso y complejo ya que generalmente requieren del reemplazo de componentes críticos. (Fajardo, s. f.)

3.2.3 CAPACITACIÓN

La capacitación es un aspecto fundamental en la gestión y mantenimiento de la tecnología médica, ya que asegura que los ingenieros biomédicos y el personal clínico posean el conocimiento y las habilidades necesarias para operar y mantener los equipos de manera eficiente. En un entorno donde la precisión y la seguridad son esenciales, la capacitación adecuada permite a los profesionales no solo comprender el funcionamiento técnico de los dispositivos, sino también identificar y solucionar problemas potenciales antes de que se conviertan en fallos

críticos. Además, una formación continua y actualizada es clave para adaptarse a las innovaciones tecnológicas y las actualizaciones de los equipos, garantizando que el personal esté siempre preparado para manejar los desafíos que puedan surgir. Como ingeniero biomédico, la responsabilidad de participar en programas de capacitación y, en muchos casos, liderar la formación de otros profesionales es crucial para mantener altos estándares de operación y seguridad en el entorno clínico. (Franco López et al., 2015)

3.2.4 INSTALACIÓN

La correcta instalación de equipos médicos es un paso esencial para asegurar su funcionamiento óptimo y la seguridad de los pacientes. Como ingeniero biomédico, la responsabilidad de supervisar y participar en el proceso de instalación es crítica, ya que un error en esta etapa puede comprometer la integridad del equipo y, por ende, la calidad de la atención médica. La instalación no se limita a la simple colocación del equipo, sino que incluye la verificación de que todos los componentes están configurados correctamente, que se han seguido los protocolos de seguridad y que el entorno cumple con los requisitos técnicos del dispositivo. Además, la instalación adecuada es la base para un mantenimiento preventivo y correctivo eficiente, facilitando la detección temprana de posibles problemas y garantizando la durabilidad del equipo.

3.2.5 REVISIÓN

La revisión periódica de los equipos médicos es una práctica esencial para asegurar su funcionamiento continuo y la seguridad de los pacientes. Este proceso implica una evaluación exhaustiva de los dispositivos, verificando su rendimiento, calibración y estado general. Como ingeniero biomédico, realizar estas revisiones con regularidad permite detectar posibles fallos o desviaciones en el funcionamiento del equipo antes de que se conviertan en problemas mayores. La revisión también ofrece la oportunidad de actualizar los dispositivos, implementar mejoras y asegurar que cumplen con los estándares regulatorios y de calidad. Esta actividad no solo prolonga la vida útil de los equipos, sino que también contribuye a la confianza del personal clínico en el uso de la tecnología médica, sabiendo que los dispositivos que utilizan han sido cuidadosamente revisados y son seguros.

3.2.6 CONFIABILIDAD

La confiabilidad de los equipos médicos es un factor crucial que impacta directamente en la calidad de la atención que reciben los pacientes. Un equipo confiable es aquel que mantiene un rendimiento constante y cumple con las expectativas operativas sin fallos inesperados. Como ingeniero biomédico, garantizar la confiabilidad de los dispositivos médicos implica no solo realizar un mantenimiento adecuado, sino también seleccionar equipos de alta calidad desde la fase de adquisición, asegurar su correcta instalación y ofrecer una capacitación adecuada al personal. La confiabilidad no solo se mide por la durabilidad del equipo, sino también por su capacidad para funcionar correctamente en condiciones críticas, donde cualquier fallo podría tener consecuencias graves. Por lo tanto, la evaluación y mejora continua de la confiabilidad de los equipos es una prioridad en la gestión de la tecnología médica, asegurando que los dispositivos estén siempre disponibles y listos para su uso cuando más se necesitan. (Ríos, s. f.)

3.3 TECNOLOGÍA SANITARIA

La tecnología sanitaria abarca una amplia gama de equipos y dispositivos diseñados para apoyar el diagnóstico, tratamiento y monitoreo de los pacientes en entornos clínicos. Estos equipos son fundamentales para la prestación de atención médica de alta calidad, permitiendo a los profesionales de la salud tomar decisiones informadas y realizar procedimientos con precisión y seguridad. En el contexto actual, donde la innovación tecnológica avanza rápidamente, es esencial que se comprenda profundamente el funcionamiento, mantenimiento y actualización de estos dispositivos para garantizar su confiabilidad y eficacia. Cada equipo tiene un rol específico y crítico dentro del sistema de salud, y su correcta operación puede marcar la diferencia en los resultados clínicos y en la seguridad del paciente.

3.3.1 MONITOR DE SIGNOS VITALES

El monitor de signos vitales es un dispositivo esencial en cualquier entorno clínico, utilizado para la monitorización continua de parámetros críticos como la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la temperatura corporal y la saturación de oxígeno. Este equipo permite a los profesionales de la salud evaluar el estado de los pacientes en tiempo real, detectando cualquier

cambio que pueda indicar una emergencia médica. Es de vital importancia asegurar que estos monitores funcionen correctamente es vital, ya que un fallo en su operación podría retrasar la identificación de situaciones críticas, comprometiendo la seguridad del paciente. La calibración regular y el mantenimiento preventivo son clave para garantizar que estos dispositivos proporcionen lecturas precisas y confiables.

3.3.2 BOMBA DE INFUSIÓN

La bomba de infusión es un dispositivo médico que administra líquidos, como nutrientes y medicamentos, directamente al sistema circulatorio del paciente con una precisión controlada. Su uso es común en una variedad de tratamientos, desde la administración de analgésicos hasta la quimioterapia. La correcta calibración y el mantenimiento de las bombas de infusión son esenciales para evitar errores en la dosificación, que pueden tener consecuencias graves para el paciente. La confiabilidad y la precisión de estos dispositivos dependen de un mantenimiento riguroso y de una revisión constante para prevenir fallos que puedan interrumpir la terapia o poner en riesgo la vida del paciente.

3.3.3 DESFIBRILADOR

El desfibrilador es un dispositivo médico esencial utilizado para restaurar el ritmo cardíaco normal en pacientes que experimentan arritmias graves, como la fibrilación o la taquicardia ventriculares sin pulso. Este equipo administra una descarga eléctrica controlada al corazón, interrumpiendo la actividad eléctrica anormal y permitiendo que el corazón restablezca su ritmo normal. Recae sobre el departamento de biomédica la responsabilidad de garantizar que los desfibriladores estén en óptimas condiciones operativas es crucial, ya que un mal funcionamiento puede ser la diferencia entre la vida y la muerte en situaciones de emergencia. Esto implica realizar revisiones regulares, asegurar la correcta calibración del dispositivo y verificar el estado de las baterías y los electrodos. Además, es fundamental que el desfibrilador cumpla con todos los estándares de seguridad y que el personal clínico esté adecuadamente capacitado en su uso, asegurando una respuesta rápida y efectiva en casos de paro cardíaco.

3.3.4 MÁQUINA DE ANESTESIA

La máquina de anestesia es un equipo complejo que suministra y controla los gases anestésicos durante los procedimientos quirúrgicos, garantizando que el paciente permanezca inconsciente y sin dolor. Este dispositivo también monitorea los signos vitales del paciente y ajusta las concentraciones de anestesia según sea necesario. Es fundamental asegurar que la máquina de anestesia esté en perfectas condiciones operativas, ya que cualquier fallo podría poner en riesgo la vida del paciente durante la cirugía. El mantenimiento preventivo, la calibración y las pruebas de seguridad regulares son cruciales para asegurar que el equipo funcione de manera segura y eficaz en cada procedimiento.

3.3.5 LÁMPARA CIELÍTICA

La lámpara cielítica es un dispositivo de iluminación especializado utilizado en quirófanos para proporcionar una visibilidad clara y sin sombras durante las intervenciones quirúrgicas. La calidad de la iluminación es fundamental para que los cirujanos puedan realizar procedimientos con precisión y seguridad. Es esencial garantizar que las lámparas cielíticas estén bien mantenidas, con un enfoque en la duración y la intensidad de la luz, así como en la estabilidad del brazo articulado que sostiene la lámpara. Una iluminación inadecuada o un fallo en el dispositivo podría comprometer el éxito de una cirugía, por lo que el mantenimiento regular y la sustitución oportuna de las bombillas son vitales.

3.3.6 RAYOS X

Los equipos de rayos X son herramientas fundamentales en el diagnóstico por imágenes, permitiendo a los médicos visualizar el interior del cuerpo para detectar fracturas, enfermedades y otros problemas médicos. La calidad de las imágenes producidas y la seguridad del paciente durante la exposición a la radiación dependen en gran medida del estado del equipo de rayos X. Es esencial realizar un mantenimiento regular, asegurando que los tubos de rayos X, los generadores y los sistemas de imagen estén en óptimas condiciones. Además, la calibración y las pruebas de seguridad deben realizarse con frecuencia para minimizar la exposición innecesaria a la radiación y garantizar imágenes de alta calidad para un diagnóstico preciso.

3.3.7 ELECTROCARDIOGRAFO

El electrocardiógrafo es un dispositivo utilizado para medir y registrar la actividad eléctrica del corazón, proporcionando información crucial sobre el ritmo y la salud del paciente. Este equipo es vital en la detección y diagnóstico de enfermedades cardiovasculares, como arritmias y ataques cardíacos. Es importante mantener el ECG en condiciones óptimas, asegurando que los electrodos y cables funcionen correctamente y que el dispositivo esté calibrado para proporcionar lecturas precisas. Un mantenimiento inadecuado podría resultar en diagnósticos erróneos o retrasos en la atención, lo que subraya la importancia de la revisión y calibración regulares.

3.3.8 ULTRASONIDO

El equipo de ultrasonido es una tecnología de diagnóstico por imágenes que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para visualizar órganos internos, tejidos y el desarrollo fetal. Es ampliamente utilizado en diversas especialidades médicas, incluyendo obstetricia, cardiología y radiología. El mantenimiento del equipo de ultrasonido es crucial para garantizar imágenes de alta calidad y diagnósticos precisos. Esto implica la calibración regular, la revisión de los transductores y la comprobación de la integridad del sistema para evitar artefactos en las imágenes. Un equipo de ultrasonido en condiciones óptimas es esencial para proporcionar una atención precisa y confiable en el entorno clínico.

IV. DESARROLLO

En este capítulo, se presenta un resumen detallado del trabajo realizado durante las 10 semanas de práctica profesional. Se describen las actividades organizadas por semanas, haciendo énfasis en las más significativas. Este capítulo también abordará en detalle el proceso y las soluciones aplicadas a las problemáticas que surgieron a lo largo del periodo de la práctica profesional.

4.1 SEMANA 1: 15/7/2024 – 19/7/2024

4.1.1 OBJETIVOS

1. Conocer las actividades realizadas en el departamento de biomédica.
2. Adquirir conocimiento acerca de los equipos que la empresa distribuye.
3. Aprender acerca de los procesos realizados como ingeniero de servicio técnico.

4.1.2 INTRODUCCIÓN

Durante la primera semana, se recibió una breve inducción acerca del departamento y los procesos que se llevan a cabo para luego comenzar inmediatamente a ejecutar labores de servicio técnico por el volumen elevado de trabajo. Se realizaron viajes para brindar servicio de mantenimiento correctivo e instalaciones en campo y también se revisaron otros equipos dentro del taller, empleando conceptos adquiridos a través de la carrera.

4.1.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Verificación de funcionamiento de ECG de 12 canales**

Necesidad: Conocer el estado del ECG de 12 canales CM1200B, para su posterior instalación en una clínica de Puerto Cortés como reemplazo de una unidad con fallas. La clínica reportó problemas con el equipo en múltiples ocasiones por lo cual se procedió con el cambio ya que estaba aún en garantía.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: El equipo estaba funcionando adecuadamente, todos sus accesorios estaban incluidos en la caja, se realizaron pruebas funcionales con el simulador de paciente y se verificó el estado de la impresora. Se realizó el cambio en la clínica y las capacitaciones correspondientes al personal para asegurar el buen manejo del equipo.



Ilustración 3 Revisión de ECG

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento correctivo de desfibrilador**

Necesidad: Se reportó que el desfibrilador no encendía en lo absoluto, tras una revisión cruzada de los componentes y comunicación con fábrica se determinó que se debía reemplazar la placa madre.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo el cambio de la placa madre y se confirmó el correcto funcionamiento del equipo posterior al reemplazo para su entrega.



Ilustración 4 MC de Desfibrilador

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento correctivo a impresora térmica de placas de Rayos X**

Necesidad: El cliente reportó que no se imprimían las placas, realizaba todo el proceso la impresora, pero no se mostraba la radiografía en la placa. Adicionalmente, era común que se atascaran ciertas placas con frecuencia en esa impresora.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se corrigió la falla de la impresora modificando la posición de los rodillos desde el software, de manera que si hiciera buen contacto con la placa y así pueda realizar la impresión correctamente y no dejar atascada las placas.



Ilustración 5 MC de Impresora Térmica

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento Correctivo de Monitor de Signos Vitales**

Necesidad: El monitor presenta la alarma de falla en el módulo de ECG y no realiza mediciones.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se revisó el interior del equipo y se observó que el módulo de ECG estaba mal conectado internamente, razón por la cual en ocasiones si permitía realizar las mediciones de ECG y a veces no detectaba el módulo. Se procedió con la conexión correcta y el ensamble del equipo para luego confirmar la resolución del problema.

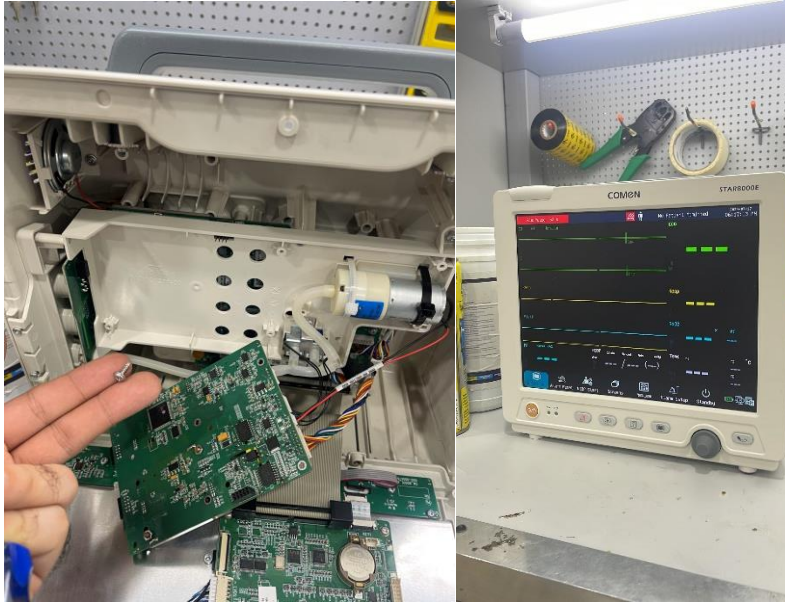


Ilustración 6 MC de MSV

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de control para mesa quirúrgica**

Necesidad: Se reporta que el control no funciona en lo absoluto, enciende ciertas luces de la botonería, pero no se realizan los movimientos en la mesa al presionar los botones.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Luego de la revisión completa de los pines del conector, y la continuidad en los componentes de la placa, se logra identificar que el Zener mostrado en la () está abierto, razón por la cual no permitía el paso de la corriente en la fila de los botones, no se realizó el cambio ya que no había repuesto disponible en el momento.

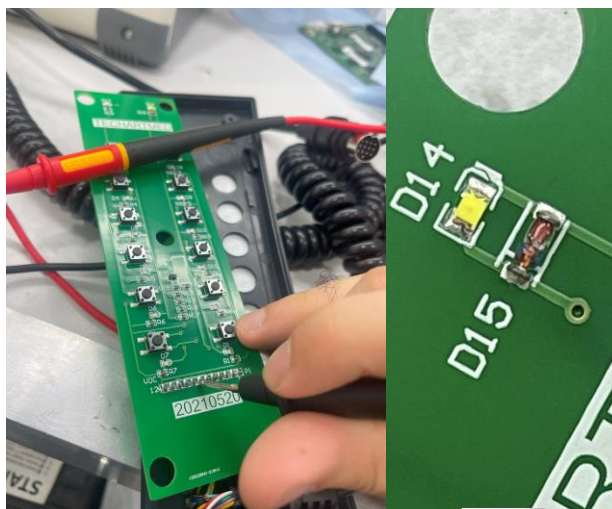


Ilustración 7 Revisión de Control de mesa quirúrgica

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de succionador de secreciones**

Necesidad: El cliente reportó que el succionador dejó de funcionar, salió humo de la parte posterior y que desprendía un olor a quemado.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Después de tener el equipo en pruebas constantes utilizando todas las funciones, no se logró identificar la falla que el personal reportó, por lo cual se dedujo que la falla fue ocasionada por una obstrucción momentánea durante el uso de este. Se entregó nuevamente y se les instruyó acerca de la posible razón para que el cliente pueda tomar las medidas adecuadas.



Ilustración 8 Revisión de Succionador

Fuente: Elaboración Propia

- **Reemplazo de celda de Oxígeno en ventilador mecánico**

Necesidad: El cliente solicitó el reemplazo de la celda de oxígeno en el ventilador de transporte para poder tenerlo disponible y funcional como equipo de respaldo.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se reemplazó la celda de oxígeno y se llevaron a cabo las calibraciones de la celda y las pruebas requeridas por el equipo para poder utilizarse adecuadamente, pasando todas las pruebas.



Ilustración 9 Reemplazo de celda de O2

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de Rayos X en Showroom**

Necesidad: Se reporta que el rayos X instalado en showroom no enciende en lo absoluto, ya que quisieron hacer una demostración y el equipo no funcionó.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se determinó que el equipo si estaba funcionando, pero seguramente se conectó de manera incorrecta, ya que se estaba conectando a 110V cuando se indica en la placa que la alimentación debe de ser 220V.



Ilustración 10 Revisión de Rayos X

Fuente: Elaboración Propia

- **Descargo y revisión de equipos para donación a la SESAL**

Necesidad: Llegaron más de 500 equipos variados de la marca Comen, de los cuales ciertos ECG y MSV con sus carros de transporte serían revisados exhaustivamente previo a su entrega a los 26 hospitales cubiertos por la donación a la Secretaría de Salud.

Encargado: Ing. Moisés Valle / Ing. Mirna Chávez / Ing. Gabriela Cribas / Ing. José Martínez / Ing. Carlos Díaz / Diego Espinal

Resultados: Se verificó el funcionamiento de todos los MSV y ECG, se adicionaron los paquetes de accesorios adicionales a cada equipo y se separaron de acorde a las cantidades que deberán de ser entregadas en cada hospital, diferenciándolos por su número de serie.



Ilustración 11 Descargo de contenedor

Fuente: Elaboración Propia

- **Retiro de analizador de electro quimioluminiscencia**

Necesidad: El laboratorio estaba en un proceso de cambio de local, por lo cual se solicitó retirar el ECLIA que estaba en modalidad de comodato, al ser un equipo grande y pesado se requirió de 4 personas para el transporte de este.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Ing. José Martínez / Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se desmontó el equipo de la mesa de trabajo en la cual estaba colocado, asegurando que todos los accesorios estuvieran completos, luego se movilizó hacia el camión para poder regresarlo al taller.



Ilustración 12 Retiro de ECLIA

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento correctivo de Bomba de Infusión**

Necesidad: La bomba ME600 presentaba una falla mostrada como E105 al momento de infundir por cierto tiempo.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Luego de una revisión y consultar con fábrica, se determinó que el fallo es ocasionado por el componente térmico que está ubicado en la puerta. Se procedió con el reemplazo del repuesto y este requirió de soldadura con estaño debido a que el repuesto no cuenta con el conector, se utilizó el conector que tenía la pieza dañada y el equipo funcionó correctamente luego de la reparación.



Ilustración 13 MC de Bomba de Infusión

Fuente: Elaboración Propia

4.2 SEMANA 2: 22/7/2024 – 26/7/2024

4.2.1 OBJETIVOS

1. Realizar mantenimientos a equipos de ultrasonidos
2. Realizar demostraciones acerca del uso de equipos y software.
3. Llevar a cabo instalaciones en el showroom para promocionar de manera visual los equipos dentro del catálogo de ventas.

4.2.2 INTRODUCCIÓN

A través de la segunda semana, se realizaron actividades de mantenimiento preventivo, comunicación directa con los clientes para demostrar el funcionamiento de un software y apoyar al personal de ventas en la instalación de equipos en el showroom para impulsar el movimiento de los activos en el mercado, ya que permitiría directamente aumentar la carga de trabajo al departamento de biomédica por el servicio técnico.

4.2.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Entrega e instalación de equipos varios a showroom**

Necesidad: Se recibió una carga con ciertos equipos que requerían ser instalados en el showroom para su exposición.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se instalaron correctamente los equipos solicitados, entre ellos una mesa quirúrgica, una máquina de anestesia, ventilador de transporte, bombas de infusión, ultrasonido, etc.



Ilustración 14 Instalación de Equipos en Showroom

Fuente: Elaboración Propia

- **Capacitación sobre equipos variados por parte de fábrica**

Necesidad: Para asegurar el buen servicio realizado por el departamento de biomédica, es necesario capacitar de manera continua al personal por parte de fábrica, más aún cuando se cuenta con equipo nuevo que no se había manejado previamente.

Encargado: Departamento de biomédica

Resultados: Se recibió la capacitación de bomba de infusión, video laringoscopio, lámpara de fototerapia y ventilador de transporte, tomando en consideración desde aspectos generales hasta el mantenimiento de dichos equipos.



Ilustración 15 Capacitación de COMEN

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento preventivo de USG**

Necesidad: Se recibió un ultrasonido para realizarse el mantenimiento preventivo y asegurar su funcionamiento previo a su venta.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo el mantenimiento tomando en consideración tanto la limpieza externa del equipo como la interna a las distintas placas con las que el equipo cuenta. El equipo tiene las ruedas dañadas por lo cual se solicita el repuesto.



Ilustración 16 Mantenimiento Preventivo USG

Fuente: Elaboración Propia

- **Demostración de flat panel a clínica privada**

Necesidad: El personal de la clínica estaba interesado en adquirir el flat panel ya que su equipo de rayos X es antiguo y quisieran poder obtener las tomas de manera digital.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la demostración del funcionamiento del flat panel y el software iRay con el que se trabaja para obtener y manipular las imágenes de rayos X, se aclararon dudas acerca del uso del flat panel DR.



Ilustración 17 Demostración de Flat Panel

Fuente: Elaboración Propia

- **Ajustes de protocolos en software de iRay**

Necesidad: El hospital solicitó ajustar todos los protocolos de estudios incluidos en el software iRay para rayos X, de manera que estuvieran presentes de la manera que ellos deseaban para facilitar su acceso previo a las tomas.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo las modificaciones necesarias en el software del DR, en las cuales se tuvo que crear nuevos protocolos personalizados que fueran los que correspondían a todas las tomas que hacen para un solo estudio, por ejemplo, para un rx de antebrazo, al seleccionar el estudio automáticamente debían de solicitar todas las tomas que se hacen en el estándar que manejan en el hospital, AP, lateral, oblicua, etc. Para cada una de las partes del cuerpo.



Ilustración 18 Ajuste de protocolos en iRay

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de transductores de USG**

Necesidad: Se debía verificar el funcionamiento de unos transductores para ofrecer como reemplazo temporal a un cliente.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Los transductores estaban todos en perfecto estado, se realizó la prueba empírica del desarmador a través de la membrana para verificar la integridad de los cristales y no existía ruido por lo cual se determinó que estaban en buen estado. Como medida de verificación se colocaron en la piel simulando un estudio para observar la imagen.



Ilustración 19 Revisión de transductores

Fuente: Elaboración Propia

4.3 SEMANA 3: 29/7/2024 – 2/8/2024

4.3.1 OBJETIVOS

1. Ejecutar actividades de reparación de componentes utilizando soldadura.
2. Emplear conocimientos de instalaciones y consideraciones para la consultoría.
3. Conocer la composición y el funcionamiento del modelo de máquina de anestesia que se comercializa.

4.3.2 INTRODUCCIÓN

Durante la semana, se realizaron actividades variadas desde mantenimiento correctivo, consultoría, revisión de equipos y desmontaje de componentes de equipos para asegurar el bienestar de las personas involucradas.

4.3.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Mantenimiento correctivo de controles de intercomunicador de central de enfermería**

Necesidad: Los cables de 4 intercomunicadores en el hospital estaban en mal estado, el recubrimiento estaba picado, internamente el material parecía estar vencido y no hacían buen contacto.

Encargado: Ing. Moisés Valle / Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo la reparación de los 4 cables utilizando un cable de repuesto que anteriormente era de telefonía, se soldaron las entradas al intercomunicador manteniendo continuidad en todos los pines.

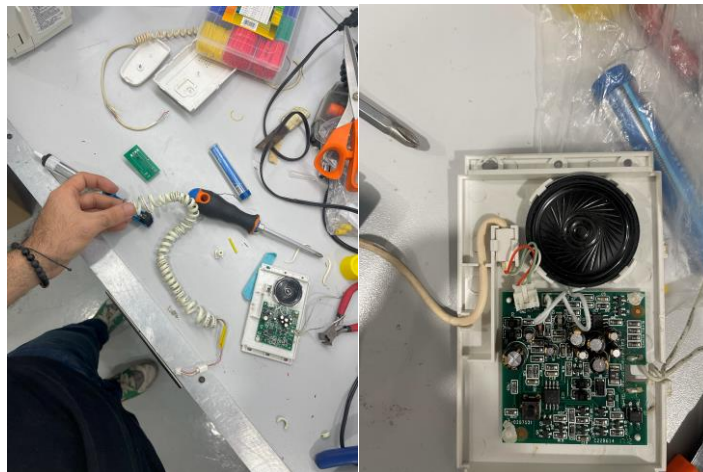


Ilustración 20 MC de controles de intercomunicador

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de controles de intercomunicadores en hospital**

Necesidad: El hospital solicitó la instalación inmediata de los nuevos controles con los cables reparados para su uso ya que el hospital estaba en su máxima capacidad.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se realizó las instalaciones tratando de no causar molestias en los pacientes en la medida que fuera posible ya que el hospital estaba completamente lleno y se tuvo que realizar la instalación en ese momento. Se comprobó el funcionamiento de todos los controles y quedaron funcionales.



Ilustración 21 Instalación de controles

Fuente: Elaboración Propia

- **Levantamiento de campo para instalación de autoclave**

Necesidad: El hospital solicitó una asesoría previa a la obtención del autoclave de 200L, por lo cual se llevó a cabo el levantamiento del área tomando en cuenta los factores necesarios para la instalación y operación del autoclave.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se comprobó que el espacio físicamente es apto para la instalación del autoclave, sin embargo, se especifican las modificaciones al sistema eléctrico, de agua y de drenaje que se deben de considerar para el funcionamiento del autoclave de manera correcta.



Ilustración 22 Levantamiento de campo para autoclave

Fuente: Elaboración Propia

- **Desmontaje de satélite de lámpara Cielítica**

Necesidad: Uno de los satélites de una lámpara Cielítica se quebró previo a una cirugía, por lo cual se debió desmontar para evitar incidencias causadas por el satélite quebrado y que pudiera estar operando la lámpara.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se retiró el satélite sin causar más daños en la carcasa, el brazo se colocó de manera segura en el techo para que el personal pudiera continuar con las cirugías tomando en cuenta que solo estaría disponible uno de los dos satélites. Se le reitera al cliente la necesidad de reemplazar en el tiempo adecuado los repuestos necesarios ya que el otro satélite ya presenta quebraduras y en cualquier momento puede desplomarse.



Ilustración 23 Desmontaje de satélite

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de cumplimiento de licitación y funcionamiento de equipos adquiridos por parte de la SESAL**

Necesidad: En continuidad al proyecto de donación por parte de Global Communities a la Secretaría de Salud, se tenían que revisar los equipos que la SESAL recibiría de manera que todos estuvieran en buen estado y que se cumpliera lo ofertado.

Encargado: Departamento de biomédica

Resultados: Se comprobó a totalidad el funcionamiento de los equipos recibiendo la autorización por parte del cuerpo técnico de la SESAL para proceder con las entregas posteriores agendadas.



Ilustración 24 Revisión por parte de SESAL

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación y puesta en marcha de máquina de anestesia**

Necesidad: El centro quirúrgico adquirió una máquina de anestesia Comen AX400, por lo cual se solicitó llevar a cabo la instalación y puesta en marcha de ésta.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo la instalación correcta de la máquina de anestesia y todo el proceso inicial del equipo para que este quede funcional. El equipo pasó todas las pruebas y se realizó la calibración de celda de oxígeno. Se discutieron consideraciones del manejo del equipo y el cuidado al personal.



Ilustración 25 Instalación de Máquina de Anestesia

Fuente: Elaboración Propia

4.4 SEMANA 4: 5/7/2024 – 9/7/2024

4.4.1 OBJETIVOS

1. Llevar a cabo actividades de capacitación a personal sanitario de instituciones públicas acerca del uso y manejo adecuado de equipos de diagnóstico.
2. Emplear las habilidades blandas en el trato con el personal de los distintos hospitales de la red pública.
3. Realizar diagnóstico de fallas en placas y componentes electrónicos.

4.4.2 INTRODUCCIÓN

La cuarta semana de práctica se realizaron actividades críticas en el rendimiento del departamento de biomédica, en la cual se llevaron a cabo las instalaciones y capacitaciones de la mayoría de los equipos a los 26 hospitales designados por la Secretaría de Salud. Utilizando a totalidad las habilidades blandas de comunicación y transmisión adecuada de la información importante acerca del manejo y uso de los equipos mencionados, se lleva a cabo la entrega de los equipos para cumplir con el programa de la donación.

4.4.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Inauguración y entrega oficial de los equipos donados a la SESAL**

Necesidad: Se hizo la entrega oficial de los equipos donados por parte de Global Communities a la SESAL, en la cual asistieron directores de 9 hospitales, la ministro de salud, el designado presidencial y entre otras figuras públicas de alto perfil en el sistema de salud hondureño.

Encargado: Departamento de biomédica / Licitaciones

Resultados: Se asistió con consultas específicas de parte de los directores de hospitales presentes acerca de los equipos que cada uno estaría recibiendo.



Ilustración 26 Entrega oficial a SESAL

Fuente: Elaboración Propia

- **Entrega de equipos al HNMCR**

Necesidad: Como parte del proyecto de donación de parte de Global Communities a la SESAL se debió realizar la entrega y capacitación de los distintos MSV y ECG al Hospital Nacional Mario Catarino Rivas

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se llevo a cabo la entrega y revisión de los múltiples equipos otorgados al HNMCR, y el armado de los carros de transporte de estos. Posteriormente se realizó la instalación de estos en cada una de las áreas del hospital designadas.



Ilustración 27 Instalación en HNMCR

Fuente: Elaboración Propia

- **Capacitación de uso de MSV Comen STAR8000F**

Necesidad: Para reducir el error humano, y asegurar el funcionamiento correcto de los equipos instalados se requiere de una capacitación previo al uso de los equipos.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo la capacitación al personal de enfermería del Hospital Nacional Mario Catarino Rivas acerca del uso y manejo del MSV Comen Star8000F, para asegurar un buen funcionamiento y reducir las fallas humanas.



Ilustración 28 Capacitación en HNMCR

Fuente: Elaboración Propia

- **Descripción general de la actividad**

Necesidad: Como parte del proyecto de donación de parte de Global Communities a la SESAL se necesitaba realizar la entrega y capacitación de múltiples MSV y ECG al Hospital de Progreso.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se llevo a cabo la entrega y revisión de los múltiples equipos otorgados al hospital de El Progreso, y el armado de los carros de transporte de estos. Posteriormente se realizó la instalación de estos en cada una de las áreas del hospital designadas.



Ilustración 29 Instalación en Hospital de El Progreso

Fuente: Elaboración Propia

- **Capacitación de uso de ECG y MSV**

Necesidad: Para reducir el error humano, y asegurar el funcionamiento correcto de los equipos instalados se requiere de una capacitación previo al uso de los equipos.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo la capacitación al personal de enfermería del Hospital de El Progreso acerca del uso y manejo del ECG Comen CM1200A y el MSV Comen Star8000F, para asegurar un buen funcionamiento y reducir las fallas humanas.



Ilustración 30 Capacitación en Hospital de El Progreso

Fuente: Elaboración Propia

- **Entrega y capacitación de ECG Comen CM1200A**

Necesidad: Como parte del proyecto de donación de parte de Global Communities a la SESAL se necesitaba realizar la entrega y capacitación de 1 ECG Comen CM1200A al Hospital Manuel de Jesús Subirana en Yoro.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo la entrega del ECG en Yoro, y se impartió la capacitación al personal tomando en cuenta puntos importantes desde la conexión de los accesorios, la interfaz, la aplicación y hasta recomendaciones de limpieza adecuada.



Ilustración 31 Entrega y Capacitación en Yoro

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento correctivo y calibración de bombas de infusión**

Necesidad: El cliente reportó que las bombas luego de infundir siguen permitiendo paso de fluido, siendo este una situación grave ya que al estar administrando medicamento al paciente debe de ser de manera precisa, y la bomba liberaba más fluido de lo programado.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se logró identificar la causa de la falla, ocasionada por una lámina que ejerce presión al cerrar la compuerta de la bomba, al estar colocada de manera incorrecta esta ejercía menos presión de lo necesario y permitía el flujo de líquido aún estando apagada la bomba peristáltica. Se procedió con la corrección de la posición de la lámina y luego se realizaron las calibraciones necesarias para asegurar el funcionamiento adecuado y seguro de las tres bombas de infusión.



Ilustración 32 MC y Calibración de Bombas de Infusión

Fuente: Elaboración Propia

- **Diagnóstico de falla en fuente de poder de rayos X**

Necesidad: La fuente de poder se dañó y se buscó reparar debido a que el repuesto no está disponible de manera inmediata.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Diego Espinal

Resultados: Se comprobó que los varistores y fusibles están de manera evidente quemados, seguramente causados por una sobrecarga.



Ilustración 33 Diagnóstico de falla en placa electrónica

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de MSV Comen C30**

Necesidad: El cliente reportó que el equipo no estaba insuflando al momento de presionar el botón de NIBP.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Luego de una revisión de los módulos y los componentes internos, por verificación cruzada se determinó que la bomba de aire está en mal estado, el reemplazo de esta aún queda por confirmar ya que el repuesto no está disponible de inmediato.



Ilustración 34 Revisión de MSV

Fuente: Elaboración Propia

4.5 SEMANA 5: 12/8/2024 – 16/8/2024

4.5.1 OBJETIVOS

1. Realizar actividades de mantenimiento correctivo a bombas de infusión.
2. Llevar a cabo una gira de mantenimientos preventivos a equipos variados.
3. Aplicar habilidades de micro soldadura para la reparación de componentes de apoyo en las salas de hospitalización.

4.5.2 INTRODUCCIÓN

La quinta semana de práctica consistió en actividades de mantenimiento correctivo y preventivos variados. Parte de las actividades del ingeniero de servicio en una distribuidora de equipos son las giras de mantenimiento fuera de la ciudad, durante la quinta semana se lleva a cabo una gira al occidente del país.

4.5.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Mantenimiento Correctivo de Bombas de Infusión**

Necesidad: Tres bombas de infusión no estaban reteniendo los valores de las calibraciones, es decir, luego de calibrar más de una vez perdían dicha calibración al ponerse a prueba en una infusión normal simulando el uso diario.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Después de distintas pruebas, se reemplazó la placa principal de las 3 bombas, resultando en la corrección adecuada de la falla, luego se calibraron con el set de infusión que utiliza la clínica para asegurar una calibración correcta y se comprobó su funcionamiento.



Ilustración 35 MC de Bomba de Infusión

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento Correctivo de Bomba de Infusión**

Necesidad: La bomba de infusión presentaba el error de "Empty" 5 segundos después de comenzar a infundir, dando a entender que la bolsa de solución se encontraba vacía cuando realmente estaba llena.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se corrigió la falla retirando y volviendo a conectar los cables de la placa principal y realizando una limpieza de los contactos.



Ilustración 36 MC de Bomba de Infusión

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento Preventivo de Autoclave de Mesa**

Necesidad: Para garantizar el funcionamiento correcto y prolongar la vida útil del autoclave, el cliente solicitó el mantenimiento preventivo dentro de garantía.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó el mantenimiento preventivo verificando la integridad física del equipo, el funcionamiento de la botonería y las pantallas y la limpieza interna y externa.



Ilustración 37 MP de Autoclave de Mesa

Fuente: Elaboración Propia

- **MP de Bomba de Infusión**

Necesidad: Para garantizar el funcionamiento correcto y prolongar la vida útil de la bomba de infusión, el cliente solicitó el mantenimiento preventivo dentro de garantía.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo el mantenimiento preventivo de la bomba de infusión realizando actividades de limpieza interna y externa del equipo, las tarjetas y los componentes mecánicos.



Ilustración 38 MP de Bomba de Infusión

Fuente: Elaboración Propia

- **Entrega de Succionador de Secreciones**

Necesidad: El equipo se había puesto en funcionamiento nuevamente pero el cliente quería que se realizara la entrega en persona y verificando su funcionamiento en el sitio.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la entrega del succionador y se verificó su funcionamiento garantizando la satisfacción del cliente.



Ilustración 39 Entrega de Succionador

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión y MP de Impresora Térmica de USG**

Necesidad: El cliente reportó que en ciertas ocasiones las impresiones del ultrasonido se mostraban con un especie de movimiento en la imagen que se apreciaba como ruido, pero únicamente en la impresión.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se revisó el funcionamiento de la impresora y se puso a prueba, sin embargo, no se mostró el error reportado por lo cual se procedió con un mantenimiento preventivo para evitar la falla a futuro.



Ilustración 40 MP Impresora Térmica

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento Preventivo de USG**

Necesidad: Para garantizar el funcionamiento correcto y prolongar la vida útil del ultrasonido, el cliente solicitó el mantenimiento preventivo dentro de garantía.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la verificación del estado del equipo utilizando el software para las autopuebas internas de la botonería, las pantallas, los altavoces, las luces, los transductores y demás componentes del USG. Se llevó a cabo la limpieza externa e interna de placas y carcasa del equipo y transductores dejando el equipo completamente funcional.



Ilustración 41 MP de Ultrasonido

Fuente: Elaboración Propia

- **Reparación de Controles de Intercomunicador**

Necesidad: Los cables de otros 4 intercomunicadores en el hospital estaban en mal estado, el recubrimiento estaba picado, internamente el material parecía estar vencido y no hacían buen contacto.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo la reparación de los 4 cables utilizando un cable de repuesto que anteriormente era de telefonía, se soldaron las entradas al intercomunicador manteniendo continuidad en todos los pines.

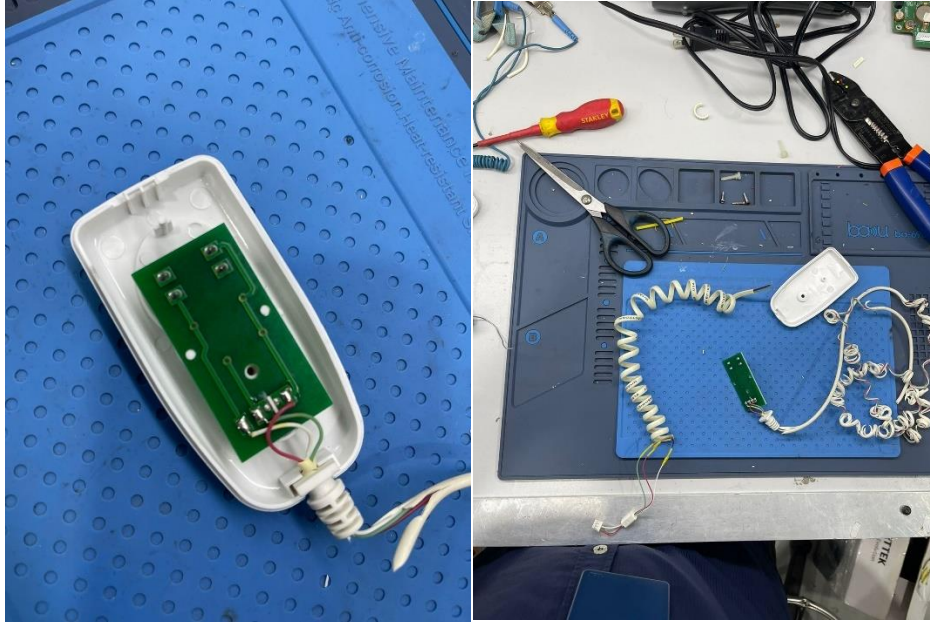


Ilustración 42 Reparación de Controles

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento Correctivo de Bomba de Infusión**

Necesidad: El cliente reportó que la bomba de infusión permitía pasar el flujo aún estando detenido el equipo, situación que pone en peligro la salud del paciente.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se realizó el ajuste de la placa metálica que genera presión a la tubuladura entre la puerta y las pestañas de la bomba peristáltica, corrigiendo la falla presentada.



Ilustración 43 MC de Bomba de Infusión

Fuente: Elaboración Propia

4.6 SEMANA 6: 19/8/2024 – 23/8/2024

4.6.1 OBJETIVOS

1. Servir como apoyo al departamento de ventas en las demostraciones de equipos.
2. Utilizar conocimientos adquiridos en electricidad y tuberías hidráulicas para la instalación de un autoclave.
3. Emplear pensamiento crítico para el diagnóstico de fallas en electrocardiógrafos.

4.6.2 INTRODUCCIÓN

La sexta semana de práctica se llevaron a cabo actividades que requieren de buenas condiciones físicas y fuerza para el transporte y movimiento de equipos pesados como ser las incubadoras, ultrasonido, ECLIA y autoclave. Se emplearon habilidades blandas de comunicación con el personal de salud para auxiliar al departamento de ventas en la promoción de los equipos disponibles en demostración.

4.6.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Retiro de Incubadora Cerrada**

Necesidad: El cliente tenía la incubadora en periodo de prueba, sin embargo, no cumplió con las necesidades avanzadas de la sala.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se retiró el equipo correctamente verificando el funcionamiento de este y la integridad de todos los accesorios.

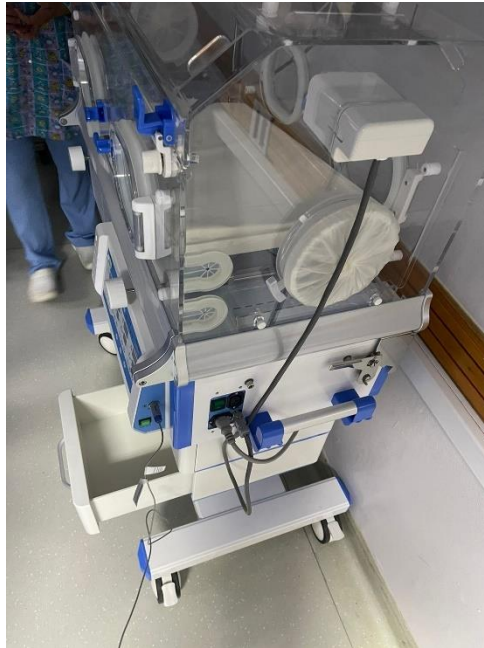


Ilustración 44 Retiro de Incubadora

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de MSV Neonatal para demo**

Necesidad: El departamento de ventas en función de impulsar el reconocimiento de los equipos, constantemente realiza demostraciones y deja equipos en períodos de prueba.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la instalación del monitor y sus accesorios dentro de la sala de neonatos del hospital, capacitando brevemente en el uso y manejo del equipo.



Ilustración 45 Instalación de MSV Neonatal

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de Ultrasonido**

Necesidad: El departamento de ventas en función de impulsar el reconocimiento de los equipos, constantemente realiza demostraciones y deja equipos en períodos de prueba.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la instalación del ultrasonido y todos sus accesorios en la clínica, verificando su funcionamiento y se llevó a cabo la capacitación del uso.



Ilustración 46 Instalación de Ultrasonido

Fuente: Elaboración Propia

- **Limpieza y revisión de ECLIA**

Necesidad: Previo a su instalación, se necesita verificar el estado del equipo de pruebas especiales para asegurar en el taller que no exista ningún fallo.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la limpieza del equipo para asegurar una buena presentación de este previo a la entrega con el cliente. Se revisó el funcionamiento y se llevó a cabo una actualización de software con el apoyo de fábrica.



Ilustración 47 Limpieza y Revisión de ECLIA

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de ECG de 12 Canales**

Necesidad: El cliente reportó que durante los estudios solo se mostraban ciertas derivaciones, y el equipo no estaba reconociendo los electrodos del brazo izquierdo y la pierna derecha.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se verificó el estado físico del equipo, estando este y sus accesorios en buenas condiciones. Se observó la falla reportada y se dio de baja para pruebas ya que se comprobó que no fuera error humano en la aplicación.



Ilustración 48 Revisión de ECG

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de ECG de 12 Canales**

Necesidad: El equipo no está imprimiendo correctamente los estudios, en la parte inferior del papel se presenta borrosa la señal.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: No se encontró puntualmente el origen de la falla, por lo cual se seguirán realizando pruebas y verificación cruzada cuando lleguen los repuestos para encontrar la solución.



Ilustración 49 Revisión de ECG

Fuente: Elaboración Propia

- **Verificación de funcionamiento de Rayos X portátil**

Necesidad: Previo a la demostración de un rayos X portátil se necesitaba verificar el funcionamiento y la limpieza de este.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la limpieza externa del equipo y se verificó el funcionamiento del tubo llevando a cabo una exposición y comprobando el estado del flat panel en el software iRay.

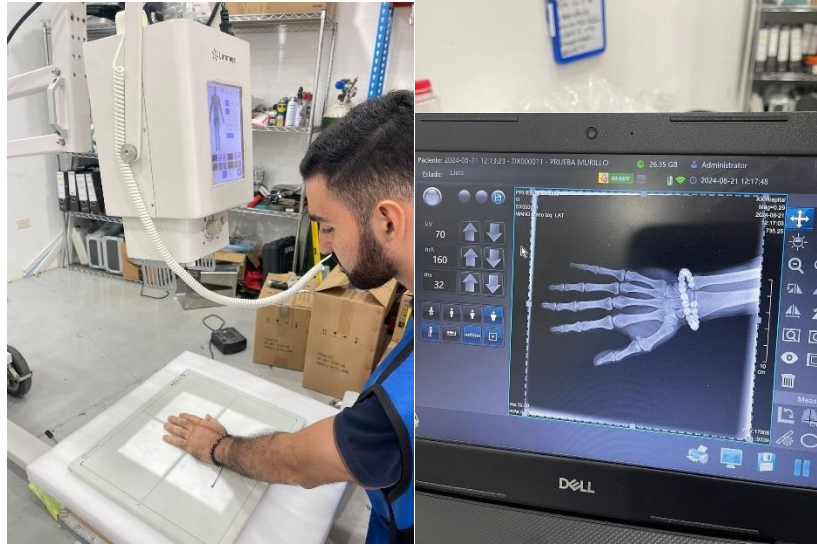


Ilustración 50 Verificación de funcionamiento RX Portátil

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de Rayos X portátil**

Necesidad: El departamento de ventas en función de impulsar el reconocimiento de los equipos, constantemente realiza demostraciones y deja equipos en períodos de prueba.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la instalación del rayos X portátil, verificando su funcionamiento y la breve capacitación al personal.



Ilustración 51 Instalación RX Portátil

Fuente: Elaboración Propia

- **Capacitación de Bombas de Infusión**

Necesidad: El departamento de ventas en función de impulsar el reconocimiento de los equipos, constantemente realiza demostraciones y deja equipos en períodos de prueba.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la capacitación del nuevo modelo de bomba de infusión al personal de la unidad de cuidados intensivos, asegurando su uso adecuado.



Ilustración 52 Capacitación de Bombas Infusión

Fuente: Elaboración Propia

- **Verificación de preinstalación para autoclave de 200L**

Necesidad: Previo a la instalación del autoclave de 200L en el hospital, es necesario verificar el cumplimiento de los requisitos de instalación necesarios para la puesta en marcha del equipo.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se revisó el cumplimiento de las instalaciones tanto eléctricos, tratamiento de agua, desagüe y ventilación, dando el visto bueno para la entrega del autoclave y la posterior puesta en marcha de este.

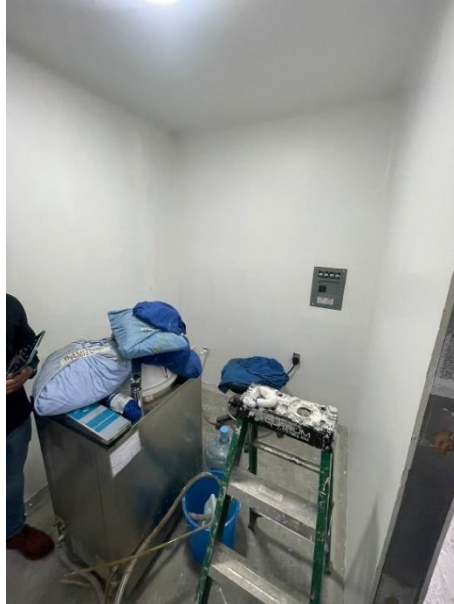


Ilustración 53 Preinstalación de autoclave

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de colonoscopio**

Necesidad: El cliente reportó que se observaban borrosas las imágenes en el colonoscopio durante las intervenciones.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se determinó el origen de la falla, siendo este la evidencia de humedad en el lente, causado por el ingreso de líquido mediante una fuga identificada utilizando el probador de fugas.



Ilustración 54 Revisión colonoscopio

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación y entrega de autoclave de 200L**

Necesidad: Luego de verificar el cumplimiento de las instalaciones, se debe transportar el autoclave al sitio de operación

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Diego Espinal

Resultados: Se realizó el transporte del equipo al espacio designado para su instalación con el apoyo de personal del hospital debido a su peso y complejidad de maniobrabilidad. Se realizó la conexión al sistema eléctrico y las tuberías de agua y desagüe con todos sus accesorios.



Ilustración 55 Instalación de autoclave 200L

Fuente: Elaboración Propia

- **Capacitación de uso y seguridad de autoclave 200L**

Necesidad: Para garantizar la seguridad del personal y el buen manejo del autoclave durante los procesos de esterilización, es necesario realizar capacitaciones acerca de su uso.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la capacitación al personal de CEyE y a la Ingeniera acerca del uso, manejo y medidas de seguridad.



Ilustración 56 Capacitación de autoclave 200L

Fuente: Elaboración Propia

4.7 SEMANA 7: 26/8/2024 – 30/8/2024

4.7.1 OBJETIVOS

1. Servir como apoyo al departamento de logística en la descarga y manipulación de equipos grandes.
2. Emplear pensamiento crítico para el diagnóstico de fallas en bombas de infusión y monitores de signos vitales.
3. Aplicar habilidades blandas de comunicación en la ejecución de un taller a estudiantes de la carrera.

4.7.2 INTRODUCCIÓN

La séptima semana de práctica consistió en actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de bombas de infusión, monitores de signos vitales, centrífugas, máquinas de anestesia y ultrasonidos. Adicionalmente se puso a prueba la condición física para la descarga y manipulación de equipo pesado en conjunto con el departamento de logística.

4.7.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Biomedics Homecoming: Taller práctico de análisis**

Necesidad: Como parte de las asignaciones de la práctica profesional, se requiere que se imparta un taller o visita a los estudiantes de Ingeniería Biomédica con el fin de compartir los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de la práctica profesional.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se llevó a cabo de manera correcta el taller, demostrando las actividades realizadas frecuentemente en el departamento de biomédica e instruyendo acerca de las prácticas de análisis de dispositivos médicos para asegurar el funcionamiento correcto de los equipos, respaldados por mediciones objetivas.



Ilustración 57 Biomedics Homecoming

Fuente: Elaboración Propia

- **MC de Bomba de Infusión**

Necesidad: El cliente notificó que una de sus dos bombas de infusión no sumaba el volumen total infundido al paciente para mostrarlo en la pantalla, debía de reiniciar el volumen infundido para poder agregar solución al paciente después de la primera infusión.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Con el apoyo de fábrica se determinó que era debido a la versión del software de la bomba, y que no es posible realizar la actualización por lo cual se reemplazó la placa madre por una de un año más reciente, se comprobó el funcionamiento y se entregó la bomba con las características solicitadas por el cliente.



Ilustración 58 MC de Bomba de Infusión

Fuente: Elaboración Propia

- **Recepción y descarga de arco en C**

Necesidad: Se liberó de aduana el arco en C y era necesario retirarlo de la bodega cuanto antes para evitar más recargos, por falta de personal fue necesario apoyar al departamento de logística con la recepción del arco en C.

Encargado: Departamento de Logística / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la descarga del equipo pesado para su posterior demostración en distintas clínicas.



Ilustración 59 Descarga de Arco en C

Fuente: Elaboración Propia

- **Pruebas de desempeño de módulo NIBP en MSV**

Necesidad: Para asegurar el funcionamiento del módulo de NIBP que fue reemplazado en respuesta a uno defectuoso, es necesario confirmar las mediciones realizadas por el equipo apoyado del uso de un simulador con parámetros controlados.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se confirmo las mediciones acertadas del equipo considerando el reemplazo del módulo de NIBP para su entrega al hospital quedando el equipo funcional.



Ilustración 60 Prueba de desempeño MSV

Fuente: Elaboración Propia

- **MC de Bomba de Infusión**

Necesidad: El cliente reportó que la bomba no estaba infundiendo los valores adecuados, ellos realizaron por su cuenta un mantenimiento preventivo y después de este no estaba infundiendo de manera acertada.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se determinó que era falta de calibración de la bomba ya que los registros de calibración se encontraban vacíos. Se realizó la debida calibración quedando el equipo funcional.



Ilustración 61 MC de Bomba de Infusión

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de USG**

Necesidad: El cliente reportó artefactos en la imagen del ultrasonido, únicamente en estudios de abdomen con el transductor convexo.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Diego Espinal

Resultados: Se determinó que el transductor convexo está en mal estado, recomendando al cliente realizar la compra de este o considerar actualizar su equipo ya que el que él tiene ya está pronto a quedar descontinuado.



Ilustración 62 Revisión de USG

Fuente: Elaboración Propia

- **Calibración de flujo y presión de máquina de anestesia**

Necesidad: El cliente reportó que el fuelle no estaba mostrando los valores correctos de volumen programados en la máquina.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se realizaron las calibraciones de flujo y presión indicadas en el manual de servicio del equipo, apoyándose del analizador de ventilación y se comprobó el funcionamiento adecuado del equipo posterior a las calibraciones.



Ilustración 63 Calibración Máquina de Anestesia

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de centrifuga de mesa**

Necesidad: El cliente reportó un ruido de roce presente cuando la centrifuga superaba las 3600 RPM que, si bien no centrifugaban a esas velocidades casi nunca, generó sospechas en la seguridad de uso del equipo.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Diego Espinal

Resultados: Se comprobó que el rotor presentaba un ruido de roce incluso en menores velocidades, ejerciendo fuerza rotacional de manera manual. Al tener a disponibilidad el repuesto se realizará el cambio para dejar el equipo funcional.

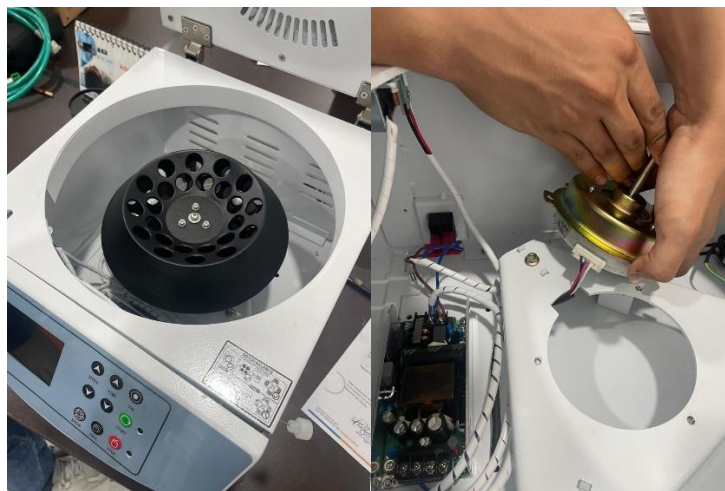


Ilustración 64 Revisión Centrífuga

Fuente: Elaboración Propia

4.8 SEMANA 8: 02/9/2024 – 06/9/2024

4.8.1 OBJETIVOS

1. Aplicar conocimientos para la instalación de máquina de anestesia de acuerdo con los estándares de seguridad y funcionamiento.
2. Realizar mantenimiento correctivo de equipos de ultrasonido y monitores de signos vitales.
3. Emplear habilidades de comunicación para capacitar el personal en el uso del analizador de hematología.

4.8.2 INTRODUCCIÓN

Durante la octava semana de práctica, se realizaron diversas actividades técnicas, como la instalación de una máquina de anestesia y el mantenimiento correctivo de un equipo de ultrasonido y un monitor de signos vitales. Además, se llevó a cabo la revisión funcional de un electrocardiógrafo (ECG) y la capacitación del personal en el uso del analizador de hematología, asegurando la correcta operación y mantenimiento de los equipos médicos.

4.8.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Instalación de máquina de anestesia**

Necesidad: El cliente requería de la máquina de anestesia que adquirieron ya que para ese mismo día tenían una cirugía programada.

Encargado: Ing. Carlos Díaz / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la correcta instalación de la máquina de anestesia verificando el cumplimiento de las instalaciones y llevando a cabo las pruebas y calibraciones iniciales. El equipo se entrega funcional y se brindó una capacitación al usuario.



Ilustración 65 Instalación Máquina de Anestesia

Fuente: Elaboración Propia

- **MC de USG en La Esperanza**

Necesidad: El cliente reportó artefactos utilizando el transductor lineal, igualmente en todas las impresiones se presentaban líneas verticales.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó el reemplazo del transductor y la impresora térmica ya que el equipo se encontraba dentro de garantía, quedando el equipo funcionando de manera correcta.



Ilustración 66 MC de Ultrasonido

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de ECG en La Esperanza**

Necesidad: El cliente reportaba ruido en los estudios de ECG realizados por cierto personal, sospechando que podría ser error de usuario en la colocación de los electrodos.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se revisó el estado del equipo determinando que esta en buenas condiciones utilizando un simulador, posteriormente se capacitó al personal que presentaba dudas acerca de la colocación de los electrodos y se confirmó el buen funcionamiento utilizando mi persona como paciente de prueba.



Ilustración 67 Revisión Electrocardiógrafo

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de ECG portátil**

Necesidad: El cliente reportó ruido excesivo en ciertos estudios, cuando en otros no se presentaba el ruido en lo absoluto.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se verificó el estado del equipo y el cable con el uso del simulador de paciente demostrando que se encuentra funcionando de manera correcta. Luego se observó que las pinzas que el cliente utiliza para sujetar los electrodos descartables se encuentran sucias y con residuos de dichos electrodos retirados de manera incorrecta.



Ilustración 68 Revisión ECG portátil

Fuente: Elaboración Propia

- **MC de MSV**

Necesidad: El equipo muestra el error de comunicación de SpO2, imposibilitando la medición de saturación a los pacientes.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se confirmó la falla proveniente del módulo de SpO2 defectuoso, se realizó el cambio del módulo por uno disponible y se verificó el funcionamiento correcto del equipo.

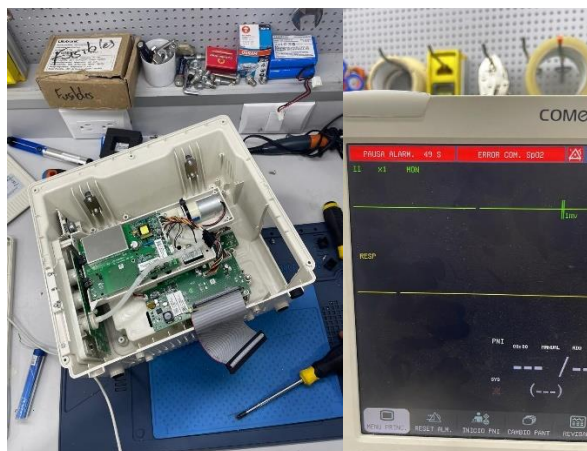


Ilustración 69 MC de Monitor de Signos Vitales

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de ECG**

Necesidad: El cliente reportó interferencia en todos los estudios, creyendo que era producto de un tornillo flojo dentro en el puerto del cable de paciente.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se determinó que la falla no era causada por el tornillo mal colocado, sino por el estado degradado de los electrodos de succión y las pinzas. El cliente no realizó las limpiezas de manera adecuada después de cada estudio y el gel se fue acumulando, formando una capa densa de sarro, causando interferencia en las mediciones. Se intentó la limpieza, pero el estado en el que se encuentran los electrodos no es el adecuado para seguir usándose por lo cual se recomienda al cliente el cambio.



Ilustración 70 Revisión de electrocardiógrafo

Fuente: Elaboración Propia

- **Capacitación de uso de analizador hematológico**

Necesidad: El cliente mostraba muchas dudas acerca del uso correcto del equipo de hematología, también solicitaron una demostración de como extraer los registros para un control y seguimiento de manera externa al laboratorio, en administración.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la aclaración de dudas planteadas por todo el personal del laboratorio y la capacitación del uso adecuado con las nuevas modificaciones solicitadas al formato de ingreso

de pacientes. Adicionalmente se instruyó en la extracción de datos del equipo a una memoria externa para poder manipular la información en administración.



Ilustración 71 Capacitación de Analizador Hematológico

Fuente: Elaboración Propia

- **MC de MSV de 5 Parámetros**

Necesidad: El cliente reportó que uno de los monitores recibidos no medía saturación a los neonatos, solamente con el de SpO2 de adultos.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se comprobó que el sensor de SpO2 de neonatos se encontraba defectuoso, realizando el cambio para corregir la falla dentro de la garantía del equipo. Se comprobó el funcionamiento correcto para la entrega del accesorio.

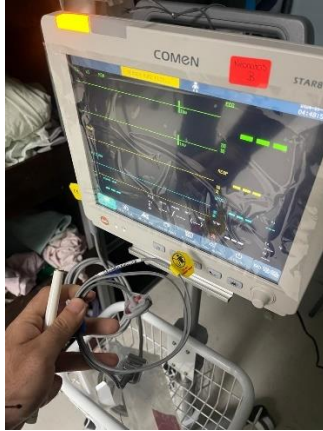


Ilustración 72 MC de Monitor de Signos Vitales

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de autoclave digital de 200L**

Necesidad: El cliente reportó problemas al utilizar el autoclave, específicamente al abrir la cámara después de un ciclo se bloqueó por completo la manivela.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se determinó que el cierre electrónico no permitía que se abriera la recámara, al no descender la presión de manera automática. Se liberó la presión utilizando la válvula de seguridad y se corrió por 10 segundos un ciclo de secado para poder liberar el bloqueo electrónico. Posteriormente se revisará el estado de las electroválvulas para descartar que sea falla del equipo.



Ilustración 73 Revisión autoclave 200L

Fuente: Elaboración Propia

4.9 SEMANA 9: 09/9/2024 – 13/9/2024

4.9.1 OBJETIVOS

1. Revisión de equipos de diagnóstico y sus accesorios.
2. Validación de estado de ingreso de equipos al almacén.
3. Aplicación de pensamiento crítico para la revisión de un ortopantomógrafo.

4.9.2 INTRODUCCIÓN

La novena semana de práctica reunió actividades principalmente de revisión y verificación del producto que ingresa al almacén. Adicionalmente se realizó otra gira a Santa Rosa de Copán para el mantenimiento de un ortopantomógrafo, equipo que anteriormente no se había manipulado durante el periodo de la práctica.

4.9.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Revisión de ECG**

Necesidad: El cliente reporta mucho ruido en las señales, este aumenta con cualquier movimiento del cable.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se determinó que el cable de las derivaciones estaba en mal estado, se le comentó al cliente la situación ya que actualmente los cables no se encuentran en stock, se le entregó uno del taller en motivo de préstamo mientras los cables llegan a la bodega.



Ilustración 74 Revisión de ECG

Fuente: Elaboración Propia

- **Revisión de Productos BioBase**

Necesidad: Se recibió el contenedor con productos de la marca Biobase, en la cual el personal de logística no cuenta con el conocimiento necesario para verificar la concordancia de los aspectos técnicos de la carga, ni la verificación del estado en el que estos equipos ingresan.

Encargado: Ing. José Martínez / Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se revisaron inicialmente las centrifugas de mesa, los congeladores de reactivos y los autoclaves de mesa, se encontró un equipo con desperfectos de fábrica por lo cual se realizó el reporte.

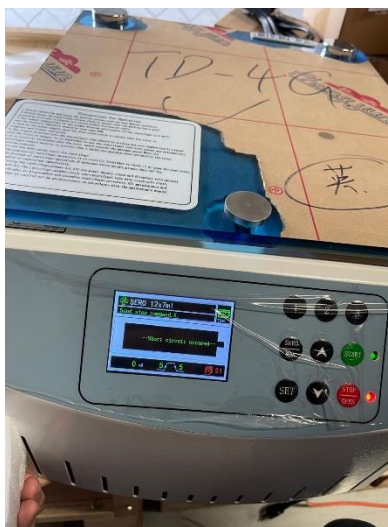


Ilustración 75 Revisión de Productos Biobase

Fuente: Elaboración Propia

- **Calibración de Prueba de analizador de pruebas especiales**

Necesidad: El laboratorio presentó discrepancias grandes en los resultados de los controles para una de las pruebas, habiendo calibrado previamente para esa prueba.

Encargado: Ing. Mirna Chávez / Diego Espinal

Resultados: Se calibró adecuadamente la prueba, notando la fecha en la que el paquete de reactivos fue abierto. Se procedió a calibrar con un reactivo nuevo para corregir el error.



Ilustración 76 Calibración de Prueba en ECLIA

Fuente: Elaboración Propia

- **Continuación de revisión de productos Biobase**

Necesidad: Se recibió el contenedor con productos de la marca Biobase, en la cual el personal de logística no cuenta con el conocimiento necesario para verificar la concordancia de los aspectos técnicos de la carga, ni la verificación del estado en el que estos equipos ingresan

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se realizó la revisión de microscopios ópticos, cabinas de bioseguridad, autoclaves de vapor y equipos adicionales de laboratorio como rotadores de muestras.



Ilustración 77 Revisión de Productos Biobase

Fuente: Elaboración Propia

- **Mantenimiento Correctivo de Ortopantomógrafo**

Necesidad: El cliente reportó que el equipo en ciertas tomas mostraba los estudios con alta resolución y en otros de muy baja calidad aún con los mismos valores.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la calibración en conjunto con fábrica, sin embargo, nunca pasó la calibración por lo cual se procedió a aperturar el equipo para descubrir la falla de uno de los motores que mueve el filtro de cobre. Se realizó el pedido del motor y se corrigió temporalmente para poder seguir manipulando el equipo.

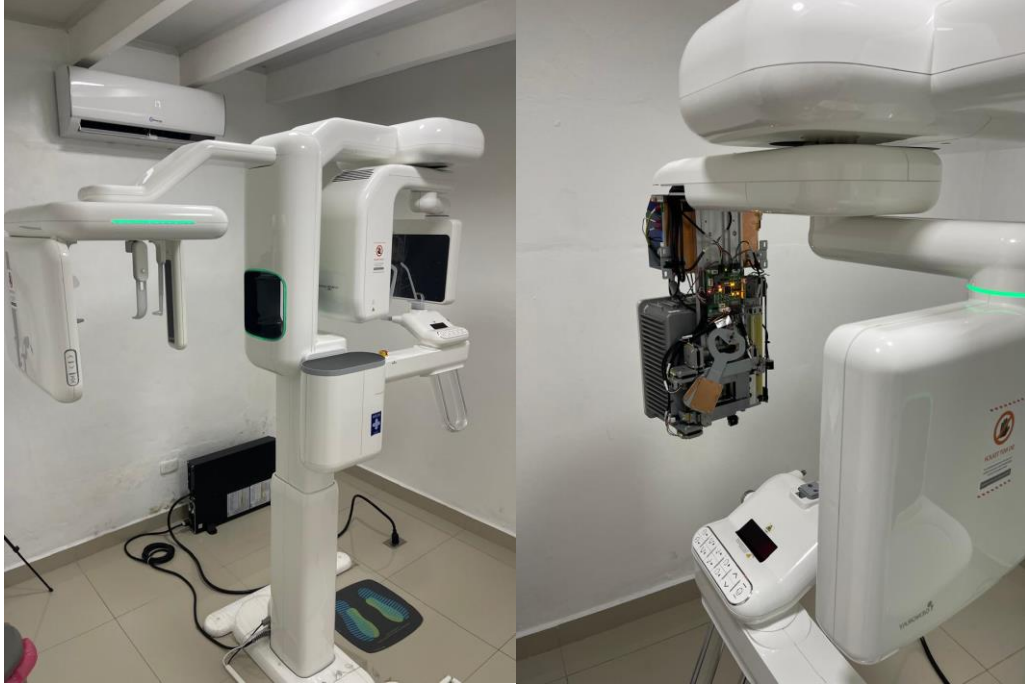


Ilustración 78 Mantenimiento Correctivo Ortopantomógrafo

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de accesorios de Mesa de Operaciones**

Necesidad: Previamente se había instalado la mesa quirúrgica, sin embargo, no se encontraban los accesorios de esta, por lo cual era necesario no solo enviarlos sino realizar la correcta instalación para asegurar que el personal la estuviera manipulando de manera correcta.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la instalación correcta de los accesorios completos con el personal presente para aclarar dudas acerca de la colocación.



Ilustración 79 Instalación de Accesorios Mesa Quirúrgica

Fuente: Elaboración Propia

4.10 SEMANA 10: 16/9/2024 – 20/9/2024

4.10.1 OBJETIVOS

1. Realizar la demostración de un equipo de rayos X portátil.
2. Aplicar conocimientos en infraestructura para la etapa de diseño y planificación de un proyecto de remodelación de quirófano.

4.10.2 INTRODUCCIÓN

Durante la última semana de práctica, se integró un enfoque distinto, producto de unos proyectos adquiridos por el departamento de ventas. Adicional a la demostración de un rayos X portátil, se llevó a cabo la etapa de planificación y diseño para la remodelación de un quirófano, tomando en cuenta todos los aspectos desde la obra gris hasta el equipamiento y puesta en marcha.

4.10.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **Demostración de Rayos X portátil**

Necesidad: El departamento de ventas en función de impulsar el reconocimiento de los equipos, constantemente realiza demostraciones y deja equipos en períodos de prueba.

Encargado: Ing. Gabriela Cribas / Diego Espinal

Resultados: Se realizó la instalación del rayos X portátil, verificando su funcionamiento y la breve capacitación al personal.



Ilustración 80 Demostración Rayos X Portátil

Fuente: Elaboración Propia

- **Levantamiento de Campo de Quirófano por remodelar**

Necesidad: El Hospital solicitó la remodelación completa de uno de sus quirófanos, por una versión actualizada y que cumpliera con las normativas y regulaciones necesarias para su uso seguro y eficiente.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se realizaron las mediciones correctas para la cotización del tratamiento de paredes, suelo y techo y una posterior elaboración de la planimetría del quirófano.



Ilustración 81 Levantamiento de Campo Quirófano

Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de lámpara de Mesa Ginecológica**

Necesidad: El cliente reportó que la lámpara de examen de la mesa ginecológica se separaba de su base al manipularla.

Encargado: Ing. José Martínez / Diego Espinal

Resultados: Se realizaron las modificaciones al tubo de la lámpara de manera que ésta no se mueva al manipular la cabecera, verificando su funcionamiento apropiado y dejándola instalada en la mesa.



Ilustración 82 Entrega lámpara de Mesa Ginecológica

Fuente: Elaboración Propia

- **Seguimiento de Proyecto de Remodelación de Quirófano**

Necesidad: El Hospital solicitó la remodelación completa de uno de sus quirófanos, por una versión actualizada y que cumpliera con las normativas y regulaciones necesarias para su uso seguro y eficiente.

Encargado: Diego Espinal

Resultados: Se realizó el modelado en 3D del quirófano para presentar la propuesta formal con renderizado en Revit, se contactó con proveedores para los levantamientos del sistema eléctrico, HVAC e iluminación, se elaboró la propuesta de trabajo para presentarse a gerencia.

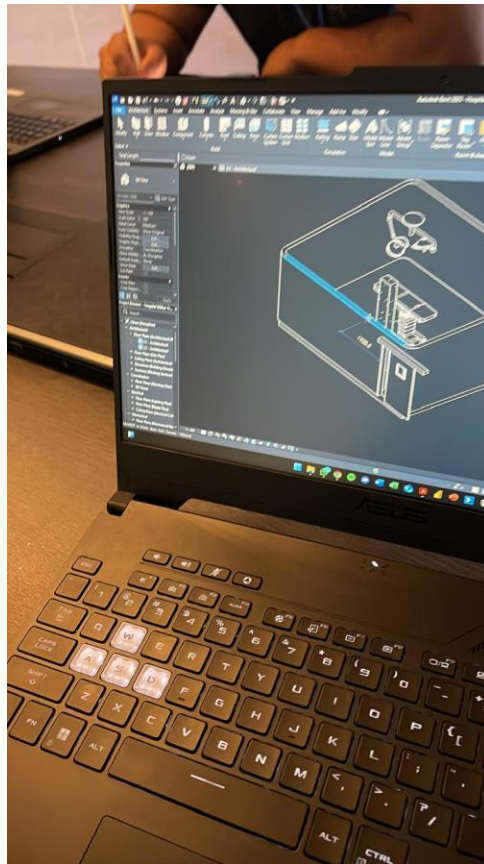


Ilustración 83 Elaboración de Planimetría de Quirófano

Fuente: Elaboración Propia

4.9 DIAGRAMA DE GANTT

El presente diagrama representa de manera gráfica el condensado de las actividades principales realizadas a lo largo de las 8 semanas de la práctica, mostrando la actividad de revisión siendo la de mayor frecuencia durante el periodo.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
<i>MP</i>										
<i>MC</i>										
<i>Instalación</i>										
<i>Capacitación</i>										
<i>Revisión</i>										
<i>Retiro</i>										

Ilustración 84 Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración Propia

V. CONCLUSIONES

La aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria permitió una contribución significativa a la eficiencia operativa de la empresa. A través de la implementación de soluciones técnicas y el apoyo en diversas áreas, se logró mejorar la calidad del servicio ofrecido tanto en el sector público como en el privado, fortaleciendo así la posición de la empresa en el mercado de equipos médicos.

Durante la práctica profesional, se identificaron y documentaron diversos problemas técnicos en los equipos médicos y sistemas de infraestructura hospitalaria. Esta identificación temprana permitió priorizar las reparaciones y optimizar los recursos, mejorando la eficiencia operativa de la empresa. Esta experiencia permitió mejorar las habilidades de diagnóstico y de comunicación.

El diagnóstico del estado de los equipos médicos, basado en las habilidades adquiridas durante la formación académica, fue clave para garantizar su funcionamiento óptimo. La efectividad de estos diagnósticos se evidenció en la reducción de fallas repetitivas de los equipos. Este proceso reafirmó la importancia de una sólida formación técnica aplicada a situaciones reales.

La implementación de procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo fue fundamental para garantizar la disponibilidad de los equipos médicos. Al aplicar estos procedimientos de manera regular y conforme a lo estipulado por fábrica, se logró una notable reducción de tiempos de inactividad y una mayor durabilidad de los dispositivos. Esto reforzó la importancia de una gestión eficiente del mantenimiento para asegurar la calidad del servicio en entornos hospitalarios y clínicos.

VI. RECOMENDACIONES

A la universidad:

Se recomienda la inclusión de un módulo específico sobre sistemas de gestión de mantenimiento hospitalario en el plan de estudios. Este módulo debería cubrir el uso de software de gestión de mantenimiento y tecnologías emergentes, proporcionando a los estudiantes las herramientas necesarias para gestionar de manera efectiva la infraestructura hospitalaria.

Continuar y aumentar las actividades que permiten el acceso controlado de los alumnos al área laboral, pues, es de mucha ayuda para permitir al estudiante adquirir conocimientos fuera del salón de clases y poder desenvolverse mejor tanto de manera técnica como en la comunicación con el personal de apoyo.

A IMECSA:

Proponer la creación de un programa de capacitación para el personal técnico, enfocado en las nuevas tecnologías de mantenimiento y calibración de equipos médicos. Este programa debería incluir formación en las mejores prácticas de la industria, con el objetivo de asegurar que el personal esté constantemente actualizado y preparado para enfrentar los desafíos técnicos emergentes de todas las áreas disponibles.

Se sugiere la implementación de protocolos estandarizados de mantenimiento preventivo y correctivo, utilizando listas de verificación digitales y software de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS). Esta estrategia no solo mejorará la organización y seguimiento de las actividades de mantenimiento, sino que también asegurará una mayor consistencia en la calidad del trabajo realizado.

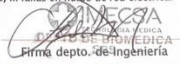
Se recomienda tomar en consideración la apertura de una división de proyectos dentro del departamento de Biomédica para permitir al Ingeniero enfocar toda su atención en el proyecto existente ya que tienden a ser situaciones de mucha importancia al momento de realizar planificación, cálculos, contacto con proveedores, etc. Con el fin de mejorar la calidad en los proyectos realizados por IMECSA.

VII. ANEXOS



Anexo 1 Avance de Modelado en Revit

Fuente: Elaboración Propia

IMECSA		N° 003738
TECNOLOGÍA MÉDICA		
ORDEN DE TRABAJO		
Cliente: <u>Hospital Clínica Montño</u>	Fecha: <u>15/12/19</u>	
Ciudad: <u>San Pedro de Jula</u>	Contacto: _____	Horas de trabajo: _____
DATOS DE EQUIPO		
Equipo: <u>ECG</u>	Marca: <u>COMEN</u>	
Modelo: <u>CM1200B</u>	Serie: _____	
SERVICIO REQUERIDO		
<input type="checkbox"/> Capacitación	<input type="checkbox"/> Demostración	<input type="checkbox"/> Inspección
<input type="checkbox"/> Instalación	<input type="checkbox"/> Mant. Correct.	<input checked="" type="checkbox"/> Revisión
<input type="checkbox"/> Mant. Prevent.	Garantía: _____	
DESCRIPCIÓN DE TRABAJO		
<p>- Se realizó revisión del equipo y se encuentra en óptimas condiciones, físicamente, con sus accesorios como ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - cable de alimentación - cable equipotencial - cable de paciente ** - Pinzas para extremidades - Electrodo precordiales - Manual de usuario - Papel de impresión <p>Nota: ** El cable de paciente se encuentra en mal estado, por defecto de fábrica.</p>		
RECOMENDACIONES		
USUARIOS CAPACITADOS		
1. _____	4. _____	
2. _____	5. _____	
3. _____	6. _____	
<small>Garantías no cubren por daños causados por el usuario, ni fallas en fluido de red eléctrica.</small>		
Firma cliente/encargado _____		 Firma depto. de Ingeniería

Anexo 2 Orden de Trabajo Biomédica

Fuente: Elaboración Propia

VIII. REFERENCIAS

- Atencio, J. L. V. (2009). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-PREDICTIVO APLICADO A LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA REMAPLAST.*
- Canales, J., Gamero, M., & Alvarenga, D. (s. f.). *Investigación sobre Equipo Radiológico de Ortopantomografía.*
- Correa, M., Villalba, M. P., & García, J. H. (2017). Protocolos para evaluación de desempeño en equipos médicos. *Revista Ingeniería Biomédica*, 11(22).
<https://doi.org/10.24050/19099762.n22.2017.1185>
- etkho. (2021, marzo 15). Normas de seguridad eléctrica en hospitales: Qué son, para qué sirven y por qué cumplirlas. *ETKHO Hospital Engineering*. <https://www.etkho.com/normas-de-seguridad-electrica-en-hospitales-que-son-para-que-sirven-y-por-que-cumplirlas/>
- Fajardo, C. (s. f.). *EJECUCION DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y/O CORRECTIVO A EQUIPO BIOMÉDICO.*
- Fibrilación ventricular: MedlinePlus enciclopedia médica.* (s. f.). Recuperado 7 de octubre de 2024, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007200.htm>
- Franco López, G. A., Jaramillo, D., & Barreneche, J. G. (2015). Modelo de capacitación de tecnología biomédica para clínicas y hospitales de tercer nivel, enfocado en personal asistencial. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9(18). <https://doi.org/10.24050/19099762.n18.2015.781>
- García-Cosío, F., Pastor Fuentes, A., & Núñez Angulo, A. (2012). Enfoque clínico de la taquicardia y el aleteo auricular desde su mecanismo: Electrofisiología basada en la anatomía. *Revista Española de Cardiología*, 65(4), 363-375. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.11.020>

Radiografía Caldwell. (s. f.). *Dicorsa*. Recuperado 10 de agosto de 2024, de <https://www.dicorsa.com.mx/servicios/radiografia-caldwell/>

Ríos, C. M. (s. f.). *UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN*.

Rodríguez, J. A. M., Oyaga, J. V., & Cantor, S. D. P. S. (2007). Fundamentos teórico-prácticos del ultrasonido. *Tecnura*, 10(20), 4-18.