



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

EL ROL DEL INGENIERO BIOMÉDICO EN DISTRIBUIDORA COMERCIAL (DICOSA) SAN

PEDRO SULA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADO POR:

11751044 GABRIELA IVETTE BARAHONA MOYA

ASESOR: ING. FERNANDA CÁCERES

CAMPUS TEGUCIGALPA; SEPTIEMBRE, 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Distribuidora Comercial DICOSA por permitirme realizar mi práctica profesional dentro de la empresa. Así mismo agradezco a la jefatura de biomédica y demás personal que me apoyaron durante la práctica para poder vencer los obstáculos que se presentaron.

RESUMEN EJECUTIVO

Los ingenieros biomédicos se encargan de velar por la tecnología, procesos, espacios y demás dentro del sector salud. En Honduras, el principal campo laboral para el ingeniero biomédico se encuentra en los hospitales en el ámbito de la ingeniería clínica y como ingeniero de servicio técnico dentro de empresas distribuidoras de insumos y equipo médico.

Al realizar la práctica profesional se ponen en práctica los conocimientos que se lograron adquirir a lo largo de la extensión de la carrera. En este caso, la práctica profesional fue realizada en la Distribuidora Comercial DICOSA la cuál distribuye una variedad de insumos y equipos médicos. Entre los equipos que principalmente distribuyen se encuentran los equipos de laboratorio, equipos de diagnósticos, equipos de composición corporal, entre otros. En esta oportunidad se logró aprender como revisar el estado de funcionamiento de los equipos y como realizar los mantenimientos preventivos y correctivos además de aprender el armado de variedad de mobiliario médico.

Además, durante la práctica profesional se realizaron diferentes actividades como entregas, capacitaciones, mantenimientos y demostraciones de los equipos. En todas estas actividades se brindó apoyo para la empresa logrando aprender de cada una de ellas. A lo largo del informe se detallarán las actividades realizadas durante la práctica aplicando los conceptos detallados finalizando con un análisis grafico con porcentajes para cada tarea.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	3
II.	Generalidades de la Empresa.....	4
2.1	Descripción de la Empresa	4
2.1.1	Misión.....	4
2.1.2	Visión.....	4
2.2	Descripción del Departamento.....	5
2.3	Objetivos.....	5
2.3.1	Objetivo General	5
2.3.2	Objetivos Específicos	5
III.	Marco Teórico	6
3.1	La Ingeniería Biomédica	6
3.2	Historia de la Ingeniería Biomédica	7
3.3	El Ingeniero Biomédico en Honduras.....	8
3.4	El Ingeniero Biomédico en la Empresa	9
3.4.1	Servicios Brindados por la Empresa.....	10
3.5	Equipos Médicos Distribuidos por DICOSA.....	11
3.5.1	Formatos de Trabajo.....	11
3.6	Tipos de Mantenimiento para Equipo Médico.....	13
3.7	Capacitaciones	16
3.8	Licitaciones	16
3.9	Analizador Automático de Coagulación	16
3.9.1	Principio de Funcionamiento	17
3.9.2	Especificaciones Generales y Técnicas.....	19
3.10	Analizador de Elisa.....	19
3.11	Bombas de Infusión.....	23
3.12	Monitor de Signos Vitales.....	25
IV.	Desarrollo.....	26
4.1	Básculas SECA 700/777/750.....	26

4.1.1	SECA 700	27
4.1.2	SECA 777	30
4.1.3	SECA 750	31
4.2	Monitor de Signos Vitales EDAN	33
4.2.1	Capacitación de Monitor de Signos Vitales X12 EDAN	33
4.3	Bombas de Infusión.....	36
4.3.1	Bombas SK-600II de Mindray.....	36
4.4	Mobiliario para Hospitalización.....	38
4.4.1	Armado de camas manuales	38
4.4.2	Demás Mobiliario.....	40
4.5	Electrocardiógrafo.....	41
4.6	Equipos de Laboratorio	42
4.6.1	Coagulómetros ECL 760	43
4.6.2	Analizador de ELISA MAGO 4S.....	45
4.6.3	Capacitación en Equipos de Laboratorio.....	48
4.7	Realización de Documentación para Departamento de Biomédica	49
4.8	Resumen de Actividades	50
4.8.1	Cronograma de Actividades	52
V.	Conclusiones.....	53
VI.	Recomendaciones.....	54
	Bibliografía	55
	Anexos.....	60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Ramas de la ingeniería biomédica.....	8
Ilustración 2 – Componentes de un programa de mantenimiento.....	14
Ilustración 3 – Analizador Automático de Coagulación ECL 760	17
Ilustración 4 – Esquema general de un sistema para la medición de turbidez	18
Ilustración 5 – Equipos para análisis con técnica ELISA	21
Ilustración 6 – Analizador de ELISA MAGO 4S.....	22
Ilustración 7 – Funcionamiento de bombas peristálticas lineales y bombas peristálticas rotatorias	24
Ilustración 8 – Colocación de tornillos entre tubo y parte superior.....	27
Ilustración 9 – Sello de calibración en tornillo ajustable	28
Ilustración 10 – Calibración en SECA 700	29
Ilustración 11 – SECA 777 armada.....	31
Ilustración 12 – Báscula SECA 750.....	32
Ilustración 13 – Pin de seguridad de SECA 750.....	32
Ilustración 14 – Pantalla de visualización para navegación dentro de monitor X12	33
Ilustración 15 – Realización de capacitación para monitor EDAN X12	35
Ilustración 16 – Muestra de correcta conexión de cable de alimentación del equipo	35
Ilustración 17 – Configuración de infusión a paciente en modo frecuencia de bomba de infusión	37
Ilustración 18 – Revisión de bombas en inventario	38
Ilustración 19 - Limpieza de camas de dos posiciones	39
Ilustración 20 – Armado y finalización de trabajo con cama de dos posiciones	39

Ilustración 21 – Armado de bacinete manual para neonato.....	40
Ilustración 22 – Armado de silla para toma de muestras.....	40
Ilustración 23 – Armado de carrito de paro para entrega.....	41
Ilustración 24 – Revisión de electrocardiógrafo.....	42
Ilustración 25 – Desarme de equipo y corte de manguera de desagüe.....	43
Ilustración 26 – Error mostrado en pantalla de usuario.....	44
Ilustración 27 – Problema inicial de cubeta (izquierda); resultado de calibraciones (derecha).....	44
Ilustración 28 – Ingreso de muestras en ECL 760.....	45
Ilustración 29 – Mantenimiento preventivo para MAGO 4S.....	46
Ilustración 30 – Limpieza de racks para MAGO 4S.....	46
Ilustración 31 – Imán en plato B con corrosión.....	47
Ilustración 32 – Manifold después de lavado.....	47
Ilustración 33 – Equipo de hemocultivos BD BACTEC.....	48
Ilustración 34 – Ingreso a usuario de servicio del equipo de microbiología Phoenix M50.....	49
Ilustración 35 – Practicante ordenando archivero de documentos.....	50
Ilustración 36 – Gráfico de actividades realizadas.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Resumen de actividades realizadas.....	51
Tabla 2 – Resumen de actividades de acuerdo a porcentaje.....	52
Tabla 3 – Cronograma de actividades realizadas por semana.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Listado de actividades para mantenimiento preventivo de coagulómetros.....	60
Anexo 2 – Mantenimiento preventivo para analizador de ELISA MAGO 4S.....	61
Anexo 3 – Formato de ordenes de servicio	62
Anexo 4 – Bitácora de trabajo realizado durante la práctica profesional	67

GLOSARIO

Anticoagulante lúpico: serie de autoanticuerpos producidos por el sistema inmunitario que van dirigidos contra estructuras propias del organismo (*Anticoagulante lúpico*, s. f.).

APTT: Es el tiempo de tromboplastina parcial activado que indica posibles anormalidades en la vía intrínseca y la vía común final de coagulación (Human Diagnostics Worldwide, s. f.).

Coagulación: Es el proceso por el cual la sangre en estado líquido se convierte en coágulos sólidos, esto evita que se pierda sangre al dañarse los vasos sanguíneos (Greenfacts, s. f.).

Fibrinógeno: Proteína de la sangre que participa en el proceso de coagulación sanguínea (ASALE & RAE, s. f.-a).

Índice de masa corporal: Es un número que se calcula con base en el peso y estatura de la persona que se utiliza para identificar las categorías de peso que pueden conducir a problemas de salud (CDC, 2022).

Inmunología: Es la ciencia que se encarga del estudio del conjunto de tejidos, órganos y células que poseen la función de reconocer elementos extraños, es decir ajenos al cuerpo, y defenderlo de infecciones (Mendoza, 2015).

Proteína C: Es la proteína C reactiva que aumenta dentro del organismo humano cuando existe alguna inflamación debido a alguna enfermedad o infección (*Mayo Clinic*, s. f.).

Pruebas D Dimer: Es una prueba que se realiza para buscar el dímero D en la sangre que es un fragmento de proteína que se presenta cuando un coagulo de sangre se disuelve en el cuerpo (MedlinePlus, s. f.)

PT: Es el tiempo de protrombina (TP), que se utiliza para analizar la vía extrínseca de coagulación y la vía común final (Human Diagnostics Worldwide, s. f.).

Serología: Es el estudio que se observa en la sangre esperando la respuesta del sistema inmunitario ante la vacunación o infecciones de patógenos externos (CDC, 2021).

Trombina: Es la enzima que se encuentra en parte líquida de la sangre (plasma) que contribuye a que el factor de coagulación fibrinógeno se convierta en fibrina para formar coágulos (*Tiempo de trombina*, s. f.).

Trombosis: Es una afección que se da al formarse coágulos de sangre en una vena profunda (CDC, 2017).

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería biomédica es la profesión y disciplina que junta las ciencias de la salud como ser medicina, química, biología y farmacia con tecnologías como ser sistemas eléctricos y sistemas electrónicos. En Honduras el área biomédica se encuentra en desarrollo, sin embargo, los profesionales generalmente utilizan sus conocimientos en el área clínica como ser hospitales, clínicas y demás establecimientos sanitarios. Adicionalmente, existen ingenieros biomédicos desarrollándose en el área de ventas, prótesis, instalaciones hospitalarias, entre otros.

Estos profesionales han tomado el papel fundamental de velar por el bienestar del equipamiento médico que es utilizado para el tratamiento y diagnóstico de diversas enfermedades con el propósito de brindar un servicio de calidad protegiendo la vida del paciente. Sin embargo, para poder desarrollar el conocimiento adquirido al momento de estudiar la carrera de ingeniería biomédica se necesita realizar una práctica profesional.

A lo largo del presente informe se detallan las actividades realizadas durante la práctica profesional para la obtención del título de ingeniería biomédica tomando dicho papel en la Distribuidora Comercial DICOSA, la cual se desempeña en la distribución, venta, revisión y mantenimiento de diversos equipos médicos.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La distribuidora comercial DICOSA fue establecida en el año de 1971. En la actualidad posee 51 años de servicio a la población hondureña. La empresa se relaciona con un sector de empresas a nivel nacional e internacional por lo cual realiza la representación de empresas multinacionales. (*Quiénes Somos, DICOSA, 2022*)

Desde sus inicios, DICOSA ha atendido alrededor de 3,000 clientes los cuales están conformados por hospitales públicos y privados, farmacias, clínicas, maquilas, ONG's, laboratorios, profesionales del área de la salud, veterinarias, mayoristas, detallistas, supermercados, bodegas y demás público general (*Quiénes Somos, DICOSA, 2022*).

Según la jefatura de biomédica, la empresa distribuye una variedad de equipos médicos de marcas reconocidas como ser Tuttbauer, Seca, EDAN, ERBA, entre otras. Distribuyendo productos para uso hospitalario a nivel de insumos como ser guantes, gasas, mascarillas, indicadores químicos para esterilización, electrodos para electrocardiograma (ECG), mobiliario hospitalario como sillas para muestras, camas para hospitalización, camillas, carritos de paro y finalmente equipo médico como ser concentradores de oxígeno, electrocardiógrafos, entre otros.

2.1.1 MISIÓN

Ser la empresa líder en la distribución de material y equipo médico, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes a través de la calidad e innovación de nuestros productos, servicios técnicos especializados, generando crecimiento para nuestros accionistas, colaboradores, clientes y proveedores, con responsabilidad a la sociedad en general (*Quiénes Somos, DICOSA, 2022*).

2.1.2 VISIÓN

Para el 2026, ser la empresa líder distribuidora del área de la salud con los productos más innovadores del mercado hondureño, así como también brindar los servicios técnicos

especializados, siendo la primera opción de compra entre nuestros clientes; aportando al crecimiento sostenible de la región (*Quiénes Somos, DICOSA, 2022*).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

Existen dos oficinas de DICOSA, las cuales están en Tegucigalpa y San Pedro Sula respectivamente. El departamento de biomédica en Tegucigalpa se encuentra conformado por cinco técnicos en biomédica, un ingeniero biomédico, un supervisor ingeniero biomédico y la jefatura. Por otro lado, en la ciudad de San Pedro Sula únicamente se cuenta con un técnico en biomédica. Dentro de la empresa se encuentran los demás departamentos que trabajan en conjunto con biomédica para la entrega e instalación de equipos médicos. Adicionalmente el departamento se encuentra encargado de realizar mantenimientos programados a diferentes hospitales, clínicas y demás establecimientos cumpliendo con las ordenes de servicio y documentación requerida para la posterior elaboración de reportes semanales.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Proporcionar apoyo al departamento de biomédica de la Distribuidora Comercial DICOSA en las actividades de mantenimiento, revisión, entrega y demás.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar las actividades requeridas para los servicios de revisión, instalación y entrega de equipo médico.
- Cumplir con los mantenimientos de los equipos médicos complejos instalados en diferentes establecimientos sanitarios como ser equipos de laboratorio, máquinas de anestesia, equipos de composición corporal, entre otros.
- Efectuar las actividades administrativas del departamento como ser el ingreso de ordenes de servicio al sistema digital, coordinación de capacitaciones, entregas, entre otros.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 LA INGENIERÍA BIOMÉDICA

La ingeniería biomédica es una rama de la ingeniería que se encarga de implementar la tecnología para brindar soluciones al área de la medicina. Los ingenieros biomédicos emplean sus conocimientos para el diseño, fabricación y mantenimiento de equipos médicos, dispositivos médicos, equipos de diagnóstico e imágenes, prótesis, equipos utilizados en terapia, entre otros (Gismondi Glave, 2010).

La unión de la ingeniería con la medicina y fisiología facilita la resolución de problemáticas con el uso de métodos matemáticos y demás que resultan en el desarrollo tecnológico de herramientas. Además, los ingenieros biomédicos poseen conocimientos en electrónica e informática lo cual ha permitido el desarrollo de proyectos a mayor escala como ser la telemedicina, una herramienta que ha proporcionado la facilidad de atención a pacientes a grandes distancias (Gismondi Glave, 2010).

Según Florida's STEM University (2018) los campos de estudio para la ingeniería biomédica son los siguientes:

- **Bioinstrumentación:** Según UC Berkeley Bioengineering (2022) es el desarrollo de tecnologías que permiten la medición y manipulación de los parámetros obtenidos de sistemas biológicos del cuerpo humano, enfocados a la aplicación de herramientas de ingeniería para el descubrimiento, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Por ejemplo, la instrumentación para la obtención de imágenes médicas.
- **Biomateriales:** Estos son un conjunto de sustancias sintéticas o naturales que se utilizan para la fabricación de dispositivos que su propósito es interactuar con un sistema biológico en un determinado periodo de tiempo para mejorar o curar una determinada condición (Pérez Martínez et al., 2019).
- **Biomecánica:** Se encarga de estudiar los sistemas biológicos, en cuanto a fuerza y movimiento además de las patologías que aquejan el cuerpo para buscar soluciones de como pueden ser evaluadas o reparadas (Pérez Martínez et al., 2019).

- Ingeniería de tejidos, celular o genética: Es la disciplina que se encarga de crear sustitutos de tejidos y piel en el cuerpo humano mediante materiales específicos en características químicas, biológicas, medicas, entre otras (Peniche Covas, 2009).
- Ingeniería clínica: Es el trabajo realizado por ingenieros y técnicos dentro del ambiente hospitalario en donde se encargan de las actividades concernientes a la administración, adquisición, desarrollo y seguridad de los equipos médicos (Ibáñez & Soto, 2006).
- Bioingeniería: Implica el desarrollo de la comprensión y resolución de los problemas relacionados a la biomedicina, la ciencia de la vida y la ingeniería en todas sus facetas (*Aplicaciones en Bioingeniería*, s. f.)
- Sistemas fisiológicos: Son los sistemas que alberga el cuerpo humano los cuales están compuestos de diferentes órganos con diferentes propósitos como ser el sistema nervioso, endocrino, tegumentario, respiratorio, entre otros (Fox, 2017).

3.2 HISTORIA DE LA INGENIERÍA BIOMÉDICA

Desde tiempos remotos el ser humano ha logrado diseñar y desarrollar dispositivos que contribuyeron a personas en el pasado como por ejemplo el reemplazar la función de una extremidad amputada, por una herida de guerra o por infecciones además de formular sustancias y otros elementos importantes para la recuperación del paciente (Fandiño, s. f.).

El origen de la ingeniería en medicina se remonta a las civilizaciones antiguas, desde los filósofos como Alcmaeon quien estudió la ciencia del mundo alrededor y del cuerpo humano (Aljamali & ALMUHANA, 2021). La primera escuela de medicina en la antigua Grecia se estableció en 700 a. C. en la ciudad de Gnido. Luego Alcmeón de Crotona, quien fue autor del primer escrito sobre anatomía, trabajo en dicha escuela en donde estableció la práctica de observación de pacientes (Fandiño, s. f.).

Posteriormente, Leonardo da Vinci fue llamado uno de los más grandes ingenieros de la historia debido a su capacidad de aplicar principios físicos, experimentales y analíticos a la fisiología. Con dichas habilidades y conocimientos fue capaz de descubrir y diseñar el oftalmoscopio (Aljamali & ALMUHANA, 2021).

3.3 EL INGENIERO BIOMÉDICO EN HONDURAS

En Honduras la ingeniería biomédica se centra mayormente en tres pilares, siendo la ingeniería clínica el más importante y del cual se genera la base de los procesos que forman la organización y estructura del sistema del sector salud. Es por esta razón que el rol del ingeniero biomédico como ingeniero clínico es el de mayor interés en el país. En la Ilustración 1 se muestran las diferentes ramas que nacen de la ingeniería biomédica gracias a dichos procesos (Salinas, 2015).

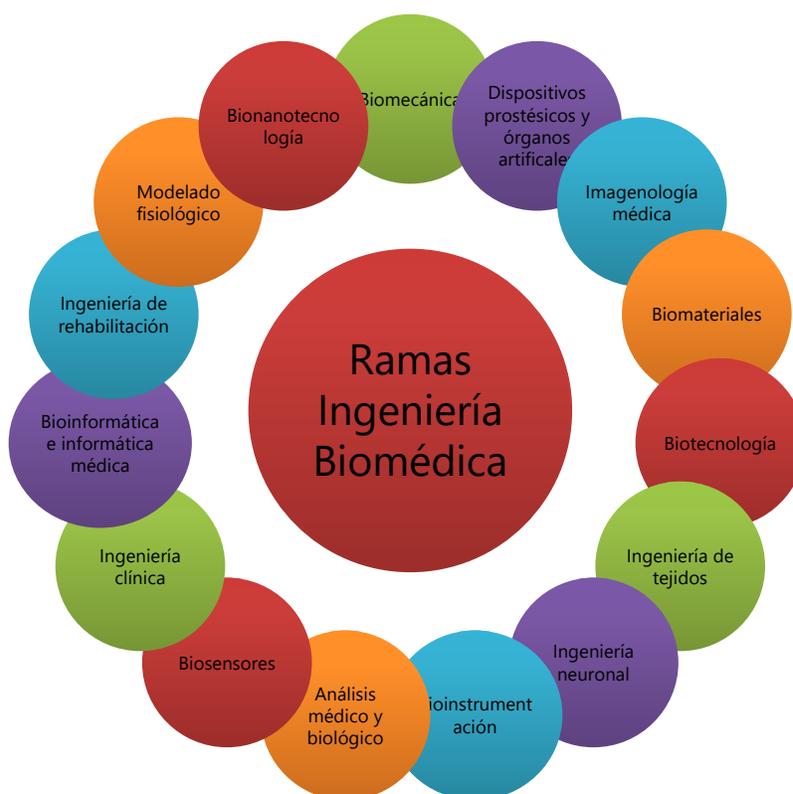


Ilustración 1 – Ramas de la ingeniería biomédica

Fuente: (Salinas, 2015)

El segundo sector más significativo es el área de sistemas de imágenes médicas, esto debido a las constantes inversiones que se realizan en este tipo de equipos. En los últimos 5 a 10 años Honduras ha realizado importantes compras de equipos para imágenes tanto para centros públicos como para centros privados adquiriendo sistemas avanzados con aceleradores lineales, enfocándose en el área de resonancia magnética y rayos X (Salinas, 2015).

El tercer sector son los entes como la Universidad Autónoma de Honduras (UNAH) que realiza inversiones para la compra de equipo médico para el uso de los estudiantes de la facultad de medicina, así mismo realizó inversiones para la construcción de un hospital universitario en donde quienes velan por las tecnologías médicas son los ingenieros biomédicos (Salinas, 2015).

En Honduras, el papel del ingeniero biomédico fue reemplazado muchos años por ingenieros y técnicos en electricidad y de electrónica. Esto debido al fenómeno conocido como "empirismo". La razón radicó en la falta de biomédicos en los años pasados, siendo dichos profesionales los que suplían con las necesidades del sector salud (Salinas, 2015).

Tomando en cuenta los sectores mencionados anteriormente es posible decir que el ingeniero biomédico en Honduras, tanto como en otros países, es el responsable de velar por las tecnologías del sector salud, sin embargo, debido a que su papel ha sido minimizado su contribución pierde impacto en la sociedad. Es fundamental que el resto del personal clínico que trabaja con los biomédicos pueda identificar la importancia del ingeniero no solo en tecnología pero también en procesos, infraestructuras y demás (Salinas, 2015).

3.4 EL INGENIERO BIOMÉDICO EN LA EMPRESA

Los tres principales entornos en donde los ingenieros biomédicos pueden aplicar sus conocimientos adquiridos son los hospitales, empresas privadas o públicas e institutos o universidades (Universidad Europea, 2021).

Las empresas de distribución de equipo médico se encargan de la venta, demostraciones, capacitaciones, mantenimientos, servicio técnico y servicio de garantía (en caso de aplicar) de dichas tecnologías. Según la Universidad Europea (2021) algunas de las responsabilidades que posee el ingeniero biomédico en empresas de esta índole son:

- El diseño y desarrollo de equipo médico como ser prótesis y articulaciones que sean de ayuda para el paciente, así como dispositivos que contribuyan al diagnóstico o monitorización de enfermedades en los pacientes.
- Establecer posibles nuevos fármacos basado en el análisis de bases de datos sobre variaciones genéticas presentes.

- El diseño, desarrollo e implementación de plataformas para la gestión de procesos e historiales clínicos o de grandes cantidades de datos médicos de diferentes fuentes como ser la telemedicina.
- Trabajo de servicio técnico junto a un equipo para la solución de problemáticas que pueden surgir en clínicas, hospitales u otros establecimientos sanitarios.

3.4.1 SERVICIOS BRINDADOS POR LA EMPRESA

Por otro lado, existen diferentes servicios que una empresa puede ofrecer a un establecimiento sanitario como clínicas y hospitales los cuales pueden ser:

- **Ventas:** Estas se realizan cuando los hospitales o clínicas deciden realizar una adquisición de tecnologías médicas o insumos según las necesidades que lograron evaluar internamente (Espinosa, 2020).
- **Comodato:** Este se refiere a un contrato de préstamo que la empresa realiza con un hospital o clínica. En este caso la empresa entrega los equipos médicos y da mantenimiento mientras que el establecimiento compra los insumos de la empresa por cierto tiempo y luego des devuelto (Espinosa, 2020).
- **Garantías:** Es el compromiso temporal que posee la empresa como vendedor de una marca que le obliga a reparar el equipo médico entregado en caso de una avería o falla (Espinosa, 2020).
- **Servicio técnico en postventa:** Es el compromiso de la empresa o proveedor de brindarle al cliente o institución soporte posterior a la venta de un producto o equipo. Este beneficio se realiza mediante la disponibilidad de repuestos, o modificación de productos existentes más antiguos para que los equipos en cuestión alcancen sus niveles correctos de desempeño (Espinosa, 2020).
- **Capacitaciones:** Es el compromiso de la empresa a petición del cliente de contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de los trabajadores mediante el apoyo de personal técnico capacitado para el desarrollo de destrezas y habilidades al utilizar los equipos que conduzca a un mejor desempeño en sus labores diarias (Espinosa, 2020).

- **Demostraciones:** Estas son actividades que se realizan a petición del cliente al momento de la venta de un equipo médico, esto para promover la tecnología y demostrar la funcionalidad del equipo (Espinosa, 2020).

3.5 EQUIPOS MÉDICOS DISTRIBUIDOS POR DICOSA

Con la experiencia que DICOSA ha obtenido a lo largo de los años ha podido obtener la representación de diferentes marcas de equipo médico lo cual le ha permitido distribuir variedad de equipos a diferentes establecimientos, instituciones, hospitales, clínicas, entre otros. Según la jefatura de biomédica algunos de los equipos distribuidos por la empresa según área de atención son:

- Equipos de soporte de vida
- Equipos de laboratorio
- Equipos de composición corporal
- Equipos de diagnóstico
- Equipos de monitoreo
- Equipos de ortopedia
- Equipos de hematología
- Equipos de anatomopatología
- Equipos de odontología
- Equipos de esterilización
- Equipos de imágenes
- Equipos de electrolitos
- Equipos de hemodiálisis

3.5.1 FORMATOS DE TRABAJO

Dentro del departamento de ingeniería biomédica se pueden llenar diferentes formatos los cuales se llenan como constancia de trabajo que se realiza. Algunos de los procesos que se llevan a cabo son resultado de la coordinación entre departamentos, como ser ventas u otras

instituciones o clientes. Al realizar estos procedimientos se recopila todo lo realizado en el departamento en los siguientes documentos:

- **Comprobante de ingreso:** Es un formato en donde se registran las observaciones de equipo nuevo que ingresa a bodega en donde se realiza una inspección general en donde se verifica si el equipo se encuentra completo y en buen estado.
- **Comprobante de revisión:** Es un formato en donde se registra las pruebas y revisiones que se les realizan a los equipos que ingresan al departamento para que sean reparados por algún daño o avería. En este mismo formato se especifica el servicio que se le brinda al cliente ya sea garantía, reclamo, entre otros.
- **Ordenes de servicio:** Es un formato que registra el servicio realizado al cliente, especificando si es un establecimiento, distribuidor, proveedor, entre otros. Este se utiliza para todo tipo de servicio ya sea mantenimiento preventivo, correctivo, demostración, capacitación y demás. Generalmente toda orden de servicio contiene información general del área que solicitó dicho servicio, el problema que fue reportado, la solución que se efectuó y observaciones técnicas adicionales (García Martínez, 2007).
- **Comprobante de capacitaciones:** Es un formato en donde se realizó la capacitación, sobre qué equipo incluyendo su número de serie y modelo. Posee una lista de asistencia en donde los participantes hacen constar que colaboraron en la capacitación y demás datos de importancia como contacto y número de identificación.

Cabe mencionar que todos estos formatos poseen un espacio en donde el encargado de sala, jefe de sala u otro personal coloca su firma como recibo el servicio y el ingeniero o técnico biomédico que realizó el servicio también coloca su firma. Posteriormente, las ordenes de servicio son registradas en el sistema digital de la empresa en donde se especifica la misma información que posee el formato físico.

En muchas ocasiones todo este tipo de documentación es de beneficio para las empresas debido que los datos se pueden analizar mediante el uso de herramientas estadísticas como son el histograma, diagrama de Pareto, diagrama causa efecto, estratificación, diagrama de dispersión, gráficas de control, entre otros (García Martínez, 2007).

El objetivo del uso de dichas herramientas es para determinar si existen problemas dentro del departamento que requiera atención para solucionarlos. El análisis de este tipo de datos puede detectar factores que sean los provocantes de los conflictos existentes. También permite determinar el rendimiento del personal dentro del departamento o conocer la cantidad de servicios brindados en un intervalo de tiempo, como ser un mes, tres meses y sucesivamente (García Martínez, 2007).

3.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO MÉDICO

El mantenimiento hace mucho tiempo era considerado como un gasto monetario por parte de los establecimientos sanitarios, sin embargo, con el tiempo estos establecimientos han comprendido que no solo se trata de corregir las fallas de un equipo, si no que los mantenimientos son indispensables para el rendimiento de los equipos que aseguran la calidad de los servicios médicos (Corciovă et al., 2020).

Las rutinas de mantenimiento son un tema crucial en el manejo diario del equipamiento médico. Los mantenimientos basados en evidencia consisten en el constante monitoreo del rendimiento de los equipos y mejorar su eficiencia mediante la realización de las modificaciones que sean necesarias (Corciovă et al., 2020).

Según Corciovă et al. (2020) algunos de los objetivos de los mantenimientos son:

- Mantiene los equipos y dispositivos funcionales y seguros para su uso en los pacientes.
- Optimizar la fiabilidad del equipamiento e infraestructura.
- Dar la atención necesaria al momento de reparar los equipos e infraestructura para asegurar su pronta disponibilidad.

La Organización Mundial de la Salud (2012) asegura que los tipos de mantenimiento se pueden dividir en:

- Inspección y mantenimiento preventivo (IMP)
- Mantenimiento correctivo (MC)

Como se muestra en el diagrama de la Ilustración 2, la inspección y mantenimiento preventivo puede dividirse en dos actividades totalmente individuales.

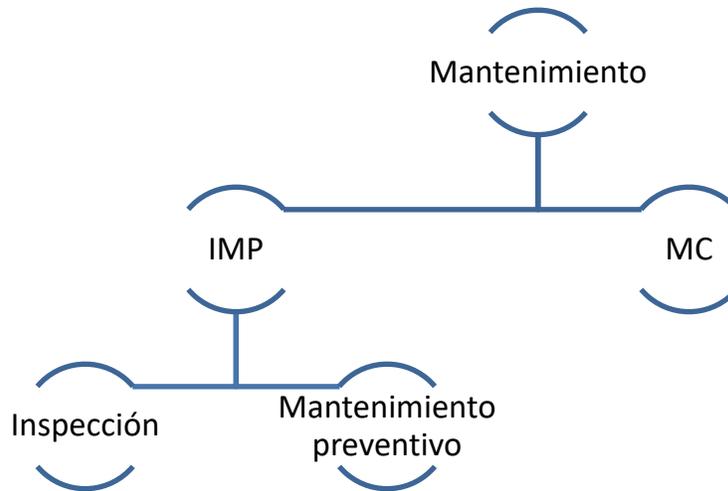


Ilustración 2 – Componentes de un programa de mantenimiento

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2012)

El mantenimiento preventivo (MP) consta de todas las actividades que se realizan para prolongar la vida útil del equipo médico o dispositivos, además previene futuros desperfectos. Dichas actividades incluyen calibraciones, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza, entre otros. Por otro lado, las inspecciones pueden considerarse una actividad aislada del MP que únicamente permite asegurar la operatividad de los equipos (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Las inspecciones pueden incluir inspecciones de funcionamiento, inspecciones de ambientes e inspecciones de seguridad. Cabe mencionar que estas inspecciones pueden realizarse en conjunto con los mantenimientos preventivos, correctivos o junto con las calibraciones, sin embargo, también pueden realizarse de forma independiente siendo programado por intervalos definidos (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Por otra parte, el mantenimiento correctivo se realiza para la restauración de la integridad y funcionamiento de un dispositivo después de una avería. Los términos “mantenimiento correctivo” y “mantenimiento no programado” se consideran sinónimos de reparación y en muchos casos es usado de forma indistinta (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Para la programación del mantenimiento preventivo y las inspecciones dependerá de muchos factores. Para las inspecciones se pueden realizar programaciones según los equipos en un

mismo departamento clínico, usualmente esto es funcional cuando los equipos no se mueven y permanecen en dicho departamento. Por otro lado, para los mantenimientos preventivos, lo más recomendable es realizar las actividades especificadas con las fechas establecidas por el fabricante, por ejemplo una vez cada tres meses, dos veces por semana u otras opciones (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Mediante la programación y documentación también es posible medir la productividad de la inspección y el mantenimiento preventivo mediante una expresión que consta del cociente entre el tiempo real que un individuo invierte en completar un procedimiento programado con el tiempo establecido para dicho procedimiento (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Para la productividad de las inspecciones, en un inicio, no se debe incluir el tiempo de preparación solo el tiempo que tomo para el personal de realizar el procedimiento para cada dispositivo. Posteriormente, los resultados sumados pueden determinar la productividad diaria, semanal o mensual (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Por otro lado, para el mantenimiento correctivo existen diferentes cálculos que se pueden realizar para determinar el desempeño y productividad de las actividades realizadas. Según la Organización Mundial de la Salud (2012) algunas pueden ser las siguientes:

- La media de tiempo entre averías: Comprende el cálculo del tiempo promedio entre una avería detectada y otra.
- La repetición de averías: Comprende el número de averías detectadas en un periodo de tiempo determinado.
- El tiempo de respuesta: Comprende el cálculo del tiempo transcurrido entre la solicitud del servicio técnico y el inicio de la reparación.
- El tiempo de reparación: Comprende el cálculo entre el inicio y la finalización de la reparación de la avería o falla.
- El tiempo de inactividad: Comprende el tiempo que transcurre mientras el equipo o dispositivo permanece fuera de servicio debido a la avería o falla detectada.
- Orden de servicio demorada: Comprende el número de ordenes de servicio que no fueron atendidas en un plazo de 30 días.

3.7 CAPACITACIONES

Las capacitaciones están definidas como el proceso que tiene como propósito asegurar que el personal médico posea el conocimiento necesario para manipular los equipos médicos dentro del ámbito laboral hospitalario (Ibáñez & Soto, 2006). Según Ibáñez & Soto (2006) las actividades características a realizarse son las siguientes:

- Entrenamiento en el uso tecnológico del equipo médico en cuestión.
- Desarrollo de políticas y capacitación tecnológica de cada miembro del personal médico.

3.8 LICITACIONES

A la licitación se le conoce como el sistema por el que se le otorga un servicio, mayormente de carácter público, a una persona o empresa que ofrece las mejores condiciones a cambio de la obtención de dinero u otros beneficios (ASALE & RAE, s. f.-b).

En el ámbito público hospitalario se realizan los concursos de licitación en donde se otorga el contrato con la empresa que otorgue las mejores condiciones para el servicio en cuestión dentro del hospital. De esta forma, el beneficio de la empresa serán los ingresos de instalación, compra de insumos y demás mientras que los hospitales reciben soporte de parte de la empresa.

3.9 ANALIZADOR AUTOMÁTICO DE COAGULACIÓN

El analizador de coagulación tiene como propósito medir con precisión los factores de coagulación del paciente, es decir los elementos fundamentales que posee la sangre para poder detener el sangrado e identificar las posibles anomalías que pueden ocasionar un sangrado excesivo o problemas de trombosis (Kalstein, 2020).

Inicialmente, los analizadores de coagulación funcionaban mediante un gancho que permitía la detección de un coágulo en la cubeta de reacción. En la actualidad esto ha sido reemplazado por la detección simultánea de factores de coagulación a través de principios colorimétricos e inmunológicos (Clinical Lab Products, 2010).

La necesidad de velar por sistema hemostático del cuerpo radica en que se relaciona con el sistema inmune del cuerpo que ayuda a evitar alteraciones en el flujo sanguíneo y tiene un papel fundamental en el daño tisular y vascular (Kalstein, 2020). El ERBA ECL 760 es ideal para este tipo de exámenes, posee un sistema para cargas de trabajo de coagulación de rango medio-alto, especialmente para PT de rutina, aPTT y algunos parámetros peculiares (Erba Mannheim, 2018b).



Ilustración 3 – Analizador Automático de Coagulación ECL 760

3.9.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Esta gama de equipos funciona mediante principio de fotometría el cual esta basado en el comportamiento de la luz. Esto permite una lectura de los factores de coagulación del paciente.

Según Erba Mannheim (2018) los principio utilizados para las lecturas son los siguientes:

- Coagulación (luz dispersa a 640 nm)
- Cromogénico (colorimetría a 405nm)
- Inmuno-turbidimétrica (turbidimetría a 575nm)

3.9.1.1 Turbidimetría

La turbidimetría se refiere a los sistemas que realizan mediciones de a turbidez de una solución por medio de fenómenos ópticos que producen por la incidencia de un haz de luz a través de un medio. Como resultado, la luz es dispersada por las partículas presentes en el medio y la luz resultante se ve reducida en su intensidad. La razón de la reducción de la intensidad resultante es el tamaño, forma y composición de las partículas de la suspensión o medio de análisis y de la longitud de la onda de luz incidente para la lectura (Hernández-García & Acebo-González, 2012).

En los casos de inmunoturbidimetría se detectan estructuras proteicas que no se pueden identificar mediante otras técnicas clínicas. En la Ilustración 4 se muestra el procedimiento descrito anteriormente donde se observan los elementos requeridos para la obtención de los resultados de la muestra en análisis (Hernández-García & Acebo-González, 2012).

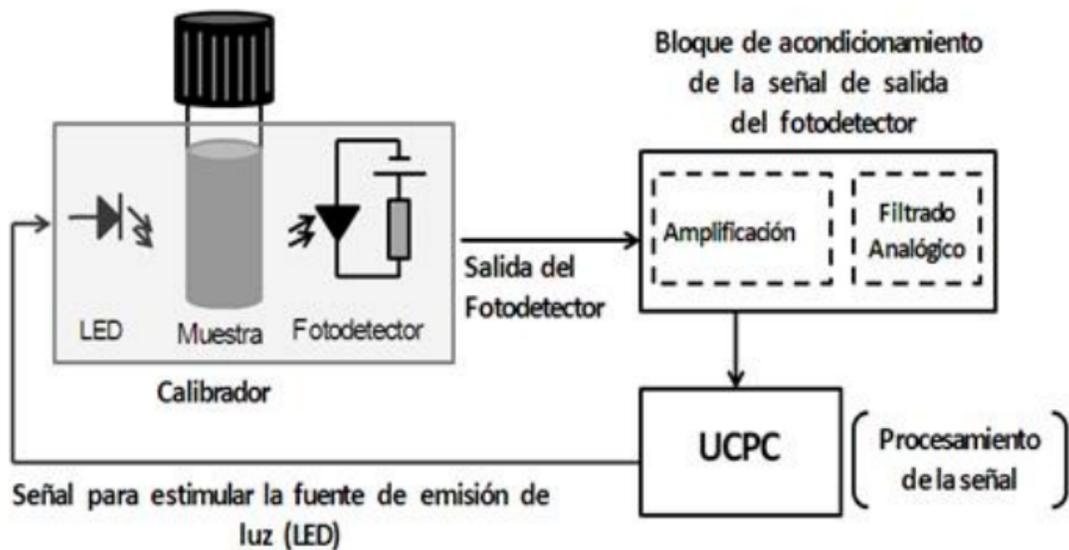


Ilustración 4 – Esquema general de un sistema para la medición de turbidez

Fuente: (Hernández-García & Acebo-González, 2012)

3.9.2 ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS

Según Erba Mannheim (2018) entre las pruebas que puede realizar el ECL 760 se pueden mencionar:

- Las pruebas de coagulación como PT, aPTT, fibrinógeno, tiempo de trombina, factores, anticoagulante lúpico, proteína S se pueden realizar utilizando el principio de dispersión de luz.
- La proteína C, la antitrombina III se puede hacer por el principio cromogénico.
- Las pruebas como D Dimer se pueden realizar utilizando el principio de inmunoturbidimetría.

Además, asegura que posee las siguientes características:

- Teclado/interfaz de pantalla táctil interactiva
- El gráfico de coagulación proporciona detalles de la prueba de coagulación.
- Software de gestión de cubetas y reactivos
- Doce niveles de control de calidad con diagrama de Levy-Jennings: identifica errores aleatorios y sistemáticos y reglas múltiples.
- Estabilidad de la temperatura a 37 grados °C para realizar las pruebas
- Bajo consumo de reactivos
- Software de Windows
- Marca CE

Otras características a tomar en cuenta son el almacenamiento de datos que incluye datos de pacientes y sus exámenes, controles de calidad,

3.10 ANALIZADOR DE ELISA

El analizador de ELISA es utilizado para la lectura de los resultados en pruebas efectuadas utilizando la técnica de ELISA la cual posee una aplicación directa en inmunología y serología. Esta técnica posibilita la confirmación de la presencia de anticuerpos o antígenos de un agente infeccioso, vacunal o anticuerpos dentro del cuerpo, entre otras aplicaciones (Organización Mundial de la Salud, 2005).

La palabra ELISA proviene del acrónimo Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. El analizador de ELISA es un espectrofotómetro especializado que detecta si la muestra posee un antígeno inmovilizado sobre una fase sólida mediante una reacción con ayuda de los anticuerpos (Organización Mundial de la Salud, 2005).

A diferencia de otros espectrofotómetros convencionales, existen equipos actuales que poseen un amplio rango de longitudes de onda e incluso filtros o rejillas de difracción que limitan el rango de longitudes de onda, generalmente tienen longitudes de onda comprendidas entre los 400 y 750 nm (Organización Mundial de la Salud, 2005).

El sistema óptico utilizado en estos analizadores generalmente utiliza fibra óptica para llevar a luz hasta los pozos de la placa donde se realiza la lectura de la muestra. La luz que atraviesa puede poseer entre 1 y 3 mm. Posteriormente, la luz resultante es recibida por un sistema de detección de energía y, a través del sistema de lectura, es convertido en datos que permiten interpretar el resultado de la prueba. Algunos equipos poseen sistemas lumínicos de doble haz (Organización Mundial de la Salud, 2005).

Las muestras para los análisis de ELISA se colocan en placas con un diseño especial, tienen un número definido de pozos o vasos en los cuales se realiza el procedimiento. Las más comunes son las placas de 8 columnas por 12 filas, con un total de 96 pozos. Existen otros equipos que utilizan placas que tienen mayor cantidad de pozos, por ejemplo, de 384 pozos. La preferencia actual es aumentar el número de pozos y reducir la cantidad de reactivos y de muestras requeridas (Organización Mundial de la Salud, 2005).

Actualmente los analizadores de ELISA tienen controles regulados por microprocesadores, interfases de conexión a sistemas de información, programas de control de procesos y controles de calidad a través de un computador que permiten la automatización completa de los procedimientos requeridos (Organización Mundial de la Salud, 2005).

Según la Organización Mundial de la Salud (2005), como se muestra en la Ilustración 5, los equipos mínimos que se requieren para efectuar ensayos de ELISA son:

- Un analizador de ELISA
- Un lavador de ELISA

- Un sistema dispensador de líquidos
- Una incubadora especializada para placas

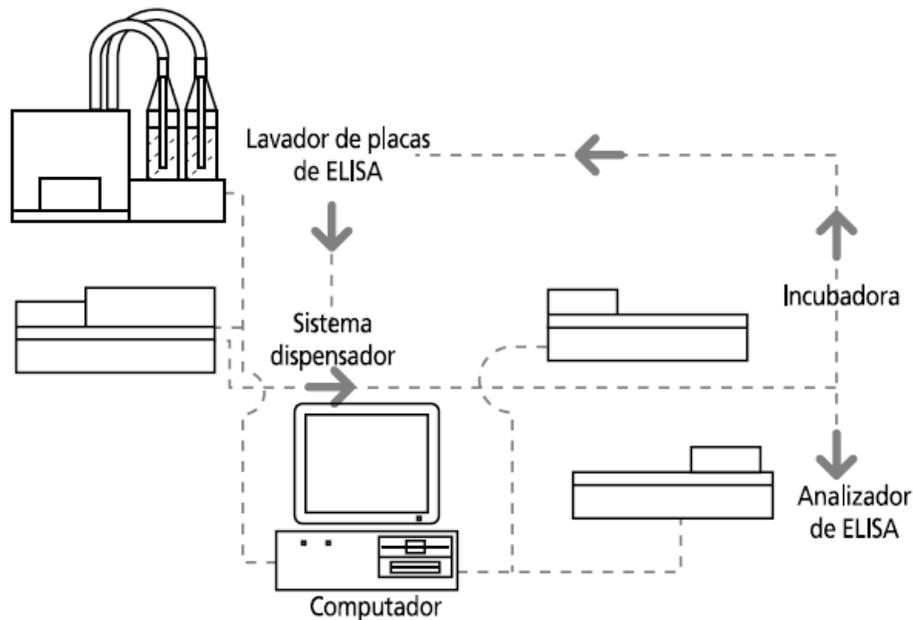


Ilustración 5 – Equipos para análisis con técnica ELISA

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Dentro de la gama de equipos para analizadores de ELISA se tiene el MAGO 4S de ERBA Mannheim, el cual se muestra en la Ilustración 6. Posee la solución para ensayos con ELISA, ensayos de inmunofluorescencia (IFA en inglés) y demás exámenes automatizados (Erba Mannheim, 2018).

Según Erba Mannheim (2018) el equipo cuenta con las siguientes características:

- Sistema inmunoanalítico abierto para todos los pasos del proceso ELISA
- Automatización del procesamiento de pruebas ELISA, IFA y de aglutinación simultáneamente en un lote
- Realiza hasta 12 pruebas ELISA (en 4 microplacas) o hasta 16 pruebas IFA (portaobjetos)
- 104 muestras, 192 posiciones de predilución, códigos de barras, puntas desechables
- Programa de reglas de Levey-Jennings y Westgards a bordo
- 27 posiciones para reactivos, estándares y controles

- Colector de lavado de 8 canales
- Lector de código de barras integrado
- Sonda de acero recubierta de teflón para dispensar muestras y reactivos
- Conexión bidireccional con LIS (RS232, LAN, USB)
- Sensor de nivel de líquido
- Optimización de las condiciones de incubación
- Dos soluciones de lavado (2 x 2l)
- Validación de resultados de prueba basada en condiciones/reglas predefinidas
- Espacio libre para programar hasta 500 métodos



Ilustración 6 – Analizador de ELISA MAGO 4S

Fuente: (Erba Mannheim, 2018)

Adicionalmente, Erba Mannheim (2018) asegura que puede ser utilizado para las siguientes aplicaciones:

- Alergia
- Anemia
- Trastornos autoinmunes
- Marcadores del metabolismo óseo
- Marcadores cardíacos
- Diabetes

- Fertilidad
- Crecimiento
- Enfermedades infecciosas
- Marcadores inflamatorios
- Esteroides
- Marcadores de tiroides
- Marcadores tumorales

3.11 BOMBAS DE INFUSIÓN

La bomba de infusión es un dispositivo que se utiliza para suministrar líquidos y medicamentos al cuerpo del paciente en cantidades controladas. Estos equipos, a diferencia del método manual, brindan el beneficio de poder administrar volúmenes muy pequeños de medicamento y a una velocidad específica a un intervalo automático. La capacidad que tienen las bombas para producir presiones altas pero controladas es la razón por la que estos dispositivos son muy útiles para inyectar medicamento en cantidades controladas en la vía subcutánea o epidural (Perelli L et al., 2020).

Existen diferentes tipos de bombas de infusión según el propósito para el cual se utilizan, algunas de ellas son las siguientes:

- **Bombas elastoméricas:** En este tipo de bomba el medicamento permanece en un depósito esférico elástico y la presión en las paredes impulsa el suministro de líquido (Perelli L et al., 2020).
- **Bombas peristálticas:** El medicamento es impulsado por un mecanismo de rodillos que generan presión en las tubuladuras en donde se transporta el líquido, empujándolo hacia el paciente (Perelli L et al., 2020).
- **Bombas peristálticas lineales:** Este tipo de bomba posee rodillos acomodados en forma lineal, en apariencia de dedos, de esta forma se fuerza el medicamento hacia el paciente (Ochoa Quezada, 2013).
- **Bombas peristálticas rotatorias:** Se compone de un tubo flexible que tiene un sistema rotatorio de rodillos acomodados en un rotor lo cual genera la fuerza necesaria en

diferentes puntos, cuando dicho rotor gira logra empujar el medicamento hacia el paciente (Ochoa Quezada, 2013).

- **Bombas volumétricas:** Posee un infusor electrónico haciéndolas más precisas que las peristálticas (Ochoa Quezada, 2013).
- **Bombas de jeringa:** Es en la que el medicamento permanece en el depósito de una jeringa y un pistón mediante movimientos controla el suministro del líquido (Perelli L et al., 2020).
- **Bombas de pistón:** Su funcionamiento es parecido a la bomba de jeringa, el pistón se dirige por un motor que se mueve hacia dentro y hacia fuera de un cilindro. El movimiento hacia dentro empuja el líquido fuera hacia el paciente, mientras que cuando se realiza hacia afuera absorbe el fármaco cargando el contenedor (Ochoa Quezada, 2013).
- **Bombas de Patient-Controlled Analgesia (PCA):** Son las que permiten al paciente la auto-administración controlada de pequeñas cantidades de medicamentos para aliviar el dolores, a diferencia de una bomba de infusión convencional que posee un mecanismo de protección contra el flujo libre (Ochoa Quezada, 2013).
- **Bombas anestésicas:** Estas bombas son parecidas a las bombas de jeringa exclusivamente para sedación o anestesia (Ochoa Quezada, 2013).

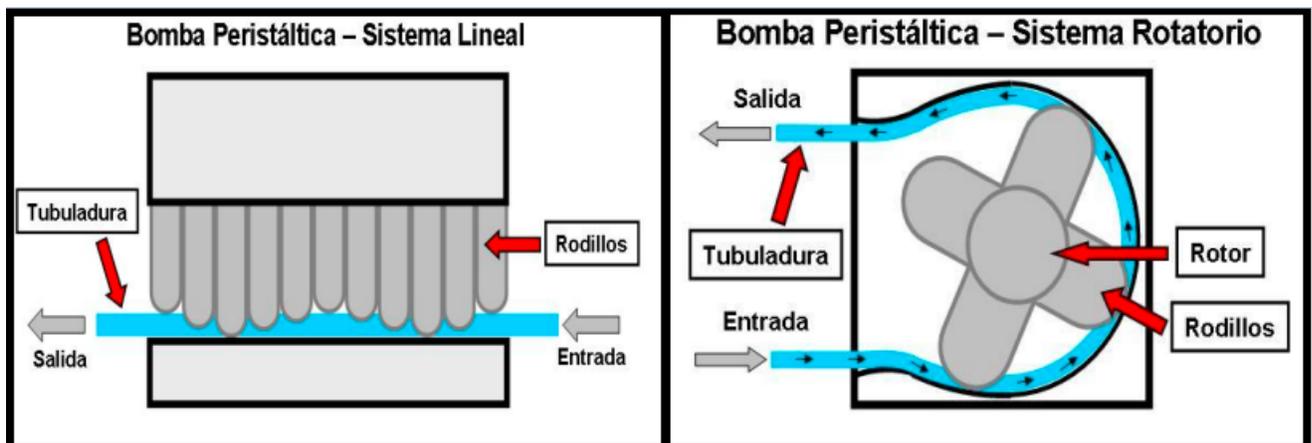


Ilustración 7 – Funcionamiento de bombas peristálticas lineales y bombas peristálticas rotatorias

Fuente: (Ochoa Quezada, 2013)

3.12 MONITOR DE SIGNOS VITALES

Los monitores de signos vitales son equipos para la monitorización de los parámetros fisiológicos del paciente. Dependiendo de la configuración que ingrese el usuario se pueden mostrar las señales de forma procesada y amplificada mostrando la información numérica (García-Estrada et al., 2018). Algunos tipos de monitores de signos vitales que existen son:

- **Monitor de signos vitales básico:** Los parámetros que muestra el monitor básico son el electrocardiograma, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión no invasiva, y oximetría de pulso (García-Estrada et al., 2018).
- **Monitor de signos vitales intermedio:** Los parámetros que muestra el monitor intermedio son electrocardiograma, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión no invasiva, oximetría de pulso y monitoreo de segmento ST, siendo opcionales el monitoreo de la presión invasiva, el gasto cardíaco por termodilución, cinografía y otros parámetros, de acuerdo con la especialidad en la que se instale (García-Estrada et al., 2018).
- **Monitor de signos vitales avanzado:** Los parámetros que muestra el monitor avanzado son electrocardiograma, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión no invasiva, presión invasiva, oximetría de pulso, cinografía, monitoreo de segmento ST, y en algunos casos se agregan los parámetros de índice biespectral, gasto cardíaco, espirometría y otros parámetros, de acuerdo con la especialidad en la que se instale (García-Estrada et al., 2018).
- **Monitor de signos vitales de transporte:** Los parámetros que muestra el monitor de transporte son electrocardiograma, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión no invasiva y oximetría de pulso (García-Estrada et al., 2018).
- **Monitor de signos vitales de anestesia básico:** Los parámetros que muestra el monitor de anestesia básico son electrocardiograma, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión no invasiva, presión invasiva, gasto cardíaco, cinografía, oximetría de pulso, monitoreo de segmento ST, gases anestésicos y respiratorios (García-Estrada et al., 2018).

IV. DESARROLLO

Durante la extensión de la práctica profesional se destaca la presencia del ingeniero en biomédica para la realización de tareas fundamentales que aseguran que los procesos dentro de establecimientos sanitarios y hospitales se lleven a cabo de forma correcta para salvaguardar la vida del paciente.

En la práctica profesional realizada en Distribuidora Comercial DICOSA consistió de muchas actividades como mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos, capacitaciones, revisiones de equipos, entre otros. Todas estas realizadas en diferentes áreas, tanto en el área privada en donde se brindan servicios de diagnóstico o garantía para los clientes, como en el área pública. Cada una de estas actividades serán explicadas a detalle en el presente informe destacando hallazgos y explicando cómo fueron desarrolladas incluyendo ilustraciones de los equipos y del practicante.

4.1 BÁSCULAS SECA 700/777/750

DICOSA posee una alta gama de básculas y de equipos para conocer la composición corporal. Las básculas 700, 777 y 750 son un ejemplo de dichos equipos. Estos equipos poseen garantía por dos años, sin embargo, el equipo debe encontrarse en buen estado y el cliente debe seguir las indicaciones de cuidado cuando se le realiza la entrega de dicho equipo.

Los equipos siempre son revisados antes de las entregas en el taller de biomédica por el personal adecuado. Cada báscula posee su respectivo instructivo o manual de usuario, el cual se recomienda que el cliente lea para que este al tanto del funcionamiento y cuidado adecuado del equipo. Siempre se debe verificar que la documentación pertinente este completo para proceder con la revisión y armado del equipo, el cliente puede pedir el equipo sin armar, pero siempre se debe verificar lo anteriormente mencionado.

4.1.1 SECA 700

En el armado de la SECA 700 el primer paso es verificar que el equipo no haya sido dañado en el traslado hacia la tienda, es decir realizar una inspección física general. Además de verificar que el contenido de la caja este completo.

La caja que almacena el equipo posee la parte superior en donde se encuentra la escala para la toma de medida de peso del paciente, así como los medidores, un tubo, base medidora, dos tornillos pequeños, dos tornillos grandes, dos llaves allen y una unión. Una vez se verifica lo anteriormente mencionado, si es necesario se debe limpiar el equipo. Posteriormente, se inicia con el armado.

Como primer paso se coloca la unión entre la base de la báscula y el tubo que lo une a la parte superior, una vez colocado estos se refuerzan con los tornillos. El siguiente paso es colocar la parte superior con los medidores sobre el tubo colocando la lámina larga de la pieza dentro del tubo hasta llegar a la base. Luego, se refuerza esta última pieza con los tornillos restantes.



Ilustración 8 – Colocación de tornillos entre tubo y parte superior

Fuente: Elaboración propia

Una vez colocados los tornillos, se debe inclinar todo el equipo, a modo de ingresar a la parte inferior, en donde se debe enganchar la lámina larga en el gancho de la base medidora. Se debe verificar que se coloque correctamente, debido a que esta conexión es la que asegura la medición del peso del paciente. Si el equipo llega a transportar, es necesario verificar que el equipo permanezca como se armó al realizar la entrega.

Como último paso, es necesario realizar la calibración del equipo. Esto se realiza moviendo el tornillo que se encuentra al lado izquierda de la parte superior del equipo en donde se encuentran los medidores. Ambos medidores deben colocarse en cero mientras el tornillo se regula. La calibración finaliza cuando el indicador y la línea de peso se encuentran alineadas. Una vez terminada la calibración se debe colocar el sello respectivo como se muestra en la Ilustración 9.



Ilustración 9 – Sello de calibración en tornillo ajustable

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 10 – Calibración en SECA 700

Fuente: Elaboración propia

Al momento de la entrega es necesario realizarle las siguientes recomendaciones al cliente:

- No se deben halar los medidores debido a que desgasta el material de aluminio de las escalas de medida, siempre deben levantarse al momento de moverlos.
- No usar cloro ni alcohol para su desinfección. Únicamente se debe utilizar Lysol con paño sin echar el agente desinfectante directamente al equipo.
- En la base o plataforma es preferible la utilización con el paciente descalzo para mantener el estado de la balanza.
- En caso de utilizar con zapatos se recomienda colocar un protector plástico a la base.
- No se debe marcar el equipo con marcador u otro tipo de marca permanente para que este conserve la garantía otorgada por fabrica. Si existe la necesidad de rotularlo, es preferible colocar una identificación mediante un colgante.

4.1.2 SECA 777

El armado de la SECA 777 es digital y posee un armado parecido al de la SECA 700. Cabe mencionar que se deben realizar las actividades que se mencionaron anteriormente antes de proceder al armado del equipo. La caja del equipo contiene una plataforma, el medidor digital, un tallímetro, una columna, llaves allen, cuatro tornillos, dos separadores y un juego de seis baterías. Cabe mencionar que antes de colocar las baterías siempre se deben asegurar que estén en buen estado debido a que pueden dañar el medidor digital.

Como primer paso se debe acomodar el tallímetro con la columna utilizando los separadores que se colocan en medio de ambos, estos se ajustan con el uso de dos tornillos. Una vez realizado la columna se ensambla con la plataforma y se ajusta con otro par de tornillos.

Como siguiente paso, se debe colocar el medidor digital en la parte superior de la balanza colocando el cable con el conector dentro de la columna, estirándolo para que alcance la plataforma o base inferior. Esta pieza se asegura colocando otro par de tornillos, uno a cada lado ajustándolo con las llaves allen.

Posteriormente, se debe conectar el cable del medidor digital con el conector de la base. Una vez realizado esto se deben colocar las baterías quitando los tornillos de la parte superior izquierda. Se debe encender la balanza y probar su funcionamiento colocando pesas en la plataforma probando las opciones de medición.

Esta báscula posee la ventaja de poder obtener el índice de masa corporal con presionar un solo botón. Además, se puede cambiar el peso de kilogramos a libras. Las recomendaciones para la SECA 700 también aplican para la SECA 777.



Ilustración 11 – SECA 777 armada

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 SECA 750

El modelo se SECA 750 es más sencillo, debido a que se trata de una báscula manual de únicamente una plataforma. Esto permite que el personal pase a únicamente la revisión del equipo sin la necesidad de un armado.

La revisión antes de la entrega del equipo consiste en quitar el pin de seguridad que trae en la parte inferior que se muestra en la Ilustración 13, lo cual se realiza girando el pin un cuarto hacia la izquierda. De esta forma la báscula esta lista para pesar. El siguiente paso a verificar es que la báscula inicie su medición en cero, en caso contrario esto se cambia con el uso del regulador el cual está situado en la parte inferior de donde se visualiza el peso del paciente que es mostrado en la Ilustración 12.



Ilustración 12 – Báscula SECA 750

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 13 – Pin de seguridad de SECA 750

Fuente: Elaboración propia

4.2 MONITOR DE SIGNOS VITALES EDAN

DICOSA distribuye los monitores EDAN como parte de su línea de monitorización para los pacientes en hospitales y establecimientos sanitarios. Dependiendo del modelo del equipo pueden ser utilizados comúnmente en salas de observación, hospitalización, unidad de cuidados intensivos y quirófanos.

4.2.1 CAPACITACIÓN DE MONITOR DE SIGNOS VITALES X12 EDAN

Para la entrega y revisión de estos equipos se debe tomar en cuenta primero que la caja de contenidos traiga cada uno de los sensores del equipo en buen estado y funcionales, el manual de usuario, el cable de alimentación y cable equipotencial. Además, contiene una bolsa sellada con electrodos para el uso del electrocardiograma. El modelo X12 de EDAN es el más básico distribuido por DICOSA e incluye los siguientes parámetros:

- Monitoreo de ECG (electrocardiograma)
- Monitoreo de temperatura
- Monitoreo de SpO2 (nivel de saturación de oxígeno)
- Monitoreo de NIBP (presión arterial no invasiva)

La capacitación realizada fue dirigida hacia las enfermeras en el área de hospitalización de una clínica integral localizada en Choloma, Cortés. En la capacitación se explicó como ingresar la información de los pacientes al monitor, programación de alarmas, cambio de visualización de pantalla, observación de tendencias y demás opciones del menú rápido.

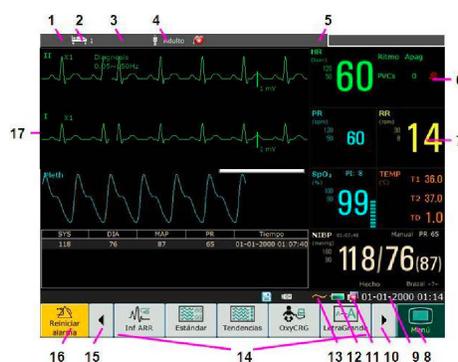


Ilustración 14 – Pantalla de visualización para navegación dentro de monitor X12

Fuente: (EDAN, s. f.)

Según la Ilustración 14:

- Para configurar el tipo de paciente a ingresar, adulto, pediátrico o neonato se puede realizar desde la configuración en la opción menú o desde la barra superior del monitor (4).
- Para ingresar un nuevo paciente puede realizarse ya sea desde admisión rápida (14) o desde la opción de ingreso de paciente en menú (8).
- Para tomar la NIBP existe la opción en el menú de opciones rápidas (14) o desde el botón directo en el equipo.
- La configuración de alarmas puede realizarse colocándose sobre cada parámetro (7) e ingresando mediante el uso de la perilla o se puede realizar desde el menú (8).

Además se dieron las siguientes recomendaciones al cliente:

- No cambiar las configuraciones de fábrica del equipo.
- Asegurarse que el cable de alimentación este correctamente conectado y colocado con su respectivo seguro.
- No marcar el equipo para que conserve su garantía.
- Al realizar la desinfección externa del equipo se debe utilizar Lysol con el uso de una manta de microfibra de preferencia. Cabe mencionar que el agente desinfectante nunca debe ponerse directamente sobre el equipo.
- Al colocar los sensores es necesario seguir el indicador en el cable y que este concuerde con el indicador que se encuentra en el equipo, de esta forma se evita dañar los pines de conexión de dichos sensores.
- Recordar colocar el cable equipotencial del equipo en caso de ser necesario.
- Se debe colocar el sensor de nivel de saturación de oxígeno según el indicador que trae el mismo sensor, debido a que al colocarlo al revés dará un valor erróneo.



Ilustración 15 – Realización de capacitación para monitor EDAN X12

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 16 – Muestra de correcta conexión de cable de alimentación del equipo

Fuente: Elaboración propia

4.3 BOMBAS DE INFUSIÓN

Las bombas de infusión son distribuidas en DICOSA a clientes, hospitales y demás establecimientos sanitarios. Durante la práctica profesional se realizaron revisiones a las bombas de infusión que se encontraban en inventario, dentro de estas bombas se encontraban las bombas de infusión de un cliente las cuales fueron preparadas para entrega.

4.3.1 BOMBAS SK-600II DE MINDRAY

Para la revisión de estas bombas de infusión primero se debe realizar una inspección física general del equipo asegurando que no tiene ningún componente o elemento en mal estado. Además, se debe revisar que contenga dentro de su caja el manual de usuario, la lista de contenidos otorgada por el fabricante y su respectivo cable de alimentación.

Como siguiente paso, la bomba de infusión debe conectarse a alimentación eléctrica. Al conectar el cable de alimentación se debe revisar que los pines del puerto estén en buen estado debido a que en algunos casos pueden venir doblados. Al conectar se debe esperar unos cinco minutos para dejar que la batería tome una cierta cantidad de carga.

Una vez ha transcurrido el tiempo mencionado, se procede a encender el equipo. Al encender el equipo realiza una autocomprobación de cinco pasos. Los cinco pasos constituyen diferentes partes de la bomba que el equipo detecta en buen funcionamiento como ser sensores, compuerta, batería, entre otros. Durante dicho procedimiento que es llevado a cabo por el equipo es necesario poder asegurar que el altavoz, el timbre y la luz de alarma estén funcionando.

Cabe mencionar que la bomba de infusión posee dos indicadores, el LED superior indica que está conectado a alimentación AC (corriente alterna) y el inferior el LED indicador de la batería. Es necesario poder revisar que durante la autocomprobación el LED indicador de la batería no parpadee de forma intermitente, debido a que al estar conectada no deberían existir problemas en la batería y debería de cargarse correctamente. En caso contrario, la bomba de infusión está en buen estado.

Al pasar la autocomprobación del equipo se debe ingresar al menú y revisar cada modo de infusión por medio de la configuración de un volumen y tiempo colocando un venoclis con suero. Este modelo posee cuatro modos de infusión. Posteriormente se debe ingresar a configuraciones y colocar la fecha y hora correspondiente.

Como última prueba se debe comprobar que el equipo emite la alarma de batería baja. Para esto se debe realizar la desconexión del cable de alimentación mientras el equipo se encuentra cargando y se debe generar una alarma tanto audible como visual. Finalmente, se debe dejar cargando el equipo para que la batería se cargue completamente y volver a desconectarlo para asegurar el estado de la misma.



Ilustración 17 – Configuración de infusión a paciente en modo frecuencia de bomba de infusión

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 18 – Revisión de bombas en inventario

Fuente: Elaboración propia

4.4 MOBILIARIO PARA HOSPITALIZACIÓN

DICOSA distribuye tanto camas manuales como camas eléctricas para la zona de hospitalización y todas las que son compradas por clientes y demás establecimientos deben ser revisadas en cuanto a su estado funcional, estado físico y demás características. Durante la práctica profesional se realizó cada una de estas actividades para camas manuales de dos y cinco posiciones, carros de paro, sillas para toma de muestras, etc.

4.4.1 ARMADO DE CAMAS MANUALES

El armado de las camas manuales SAIKANG tanto para dos posiciones como para cinco posiciones consiste en el mismo procedimiento. Primero se debe limpiar para evitar que partículas de polvo vayan en el interior de la cama y es necesario revisar que no haya rastros de abolladuras, oxido u otros elementos dañinos en el material de las mismas.

Como siguiente paso, se debe inspeccionar que se encuentren todos los elementos necesarios dentro de la caja esto incluye los juegos de cabezales de la cama, los juegos de barandales, los tornillos necesarios para cada elemento y las ruedas.

Una vez se asegura que se encuentra todo se procede a armar cada cama. Iniciando por los ejes debajo y las ruedas, después de deben colocar los barandales y los cabezales. Usualmente por el polvo se debe realizar una limpieza profunda y en ciertos casos, trabajos de pintura.



Ilustración 19 - Limpieza de camas de dos posiciones

Fuente: Elaboración propia

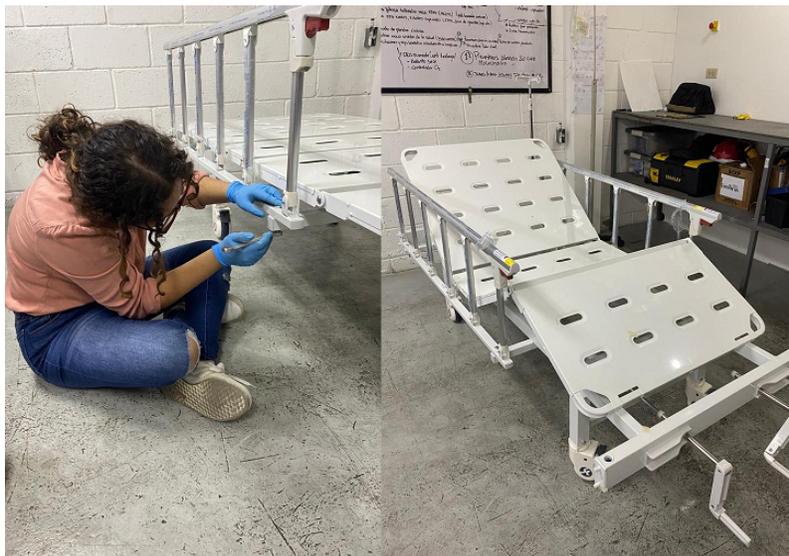


Ilustración 20 – Armado y finalización de trabajo con cama de dos posiciones

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 DEMÁS MOBILIARIO

Este mismo procedimiento se lleva a cabo para la silla de toma de muestras, bacinetes, carritos de paro, entro más mobiliario en donde se debe realizar una inspección física, revisión de piezas, limpieza y finalmente armado como muestra en la Ilustración 21 y en la Ilustración 22.



Ilustración 21 – Armado de bacinete manual para neonato

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 22 – Armado de silla para toma de muestras

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 23 – Armado de carrito de paro para entrega

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, como se muestra en la Ilustración 23, el carro de paro posee otros elementos como ser dos basureros, una tabla gris para colocación de instrumentos, un atril con cuatro ganchos, un juego de llaves, cuatro ruedas y los separadores de cada una de las gavetas.

4.5 ELECTROCARDÍOGRAFO

Los electrocardiógrafos distribuidos por DICOSA incluyen muchos modelos, sin embargo, durante la práctica profesional se realizó la revisión de los equipos tipo portátiles de EDAN, el SE-101.

El primer paso para la revisión de estos equipos es realizar una inspección visual para identificar si existen daños en el equipo. Como segundo paso verificar el contenido de la caja de almacenamiento lo cual incluye el manual de usuario, el electrocardiógrafo, el cable de alimentación, cables de diez derivaciones y papel para los exámenes de electrocardiograma.

Se debe conectar el equipo y asegurarse que el cable de alimentación funcione y transfiera voltaje hacia el equipo. Además, asegurarse que el cable de diez derivaciones funcione mediante una prueba con analizador.

Como siguiente paso se debe probar la pantalla del equipo debido a que es completamente táctil. Se debe configurar la fecha y hora del equipo antes de entrega. Por último, se debe colocar el papel en el equipo e imprimir una de las pruebas realizadas para corroborar que realiza impresiones.

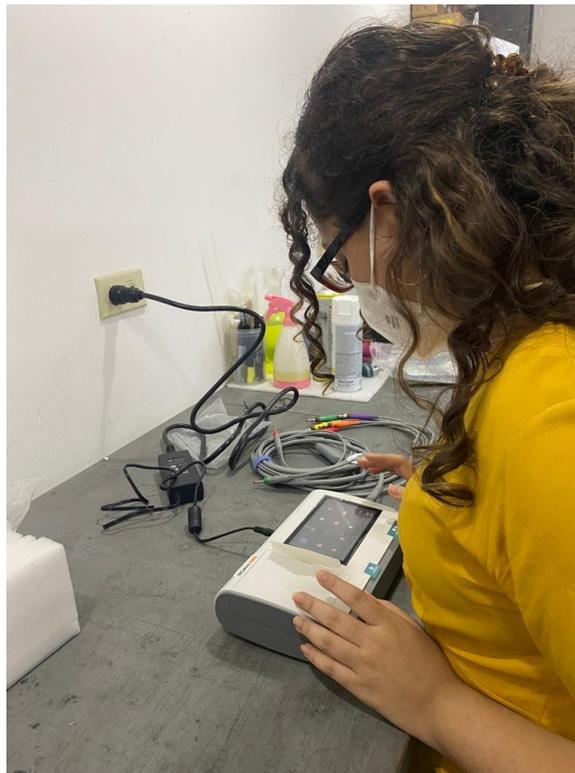


Ilustración 24 – Revisión de electrocardiógrafo

Fuente: Elaboración propia

4.6 EQUIPOS DE LABORATORIO

Los equipos de laboratorio a los cuales se les realiza mantenimiento se encuentran en el Instituto de Seguridad Social (IHSS) ubicado en el Boulevard del Norte en la ciudad de San Pedro Sula. Estos equipos se encuentran en comodato por lo que la empresa se encarga de

brindar los mantenimientos preventivos y correctivos mientras el IHSS se compromete a comprar los insumos requeridos para dichos equipos a DICOSA.

4.6.1 COAGULÓMETROS ECL 760

El mantenimiento preventivo del coagulómetro consiste en el formato mostrado en el Anexo 1. De acuerdo a las actividades enlistadas, la más importante siempre es la limpieza del módulo de incubación debido a que los restos de fibrina pueden causar lecturas erróneas en los resultados de los tiempos de coagulación.

Otra actividad que se realiza es la limpieza de ventiladoras, sin embargo, esta se realiza usualmente de forma mensual debido a que requiere desarmar partes del equipo para poder ingresar a dichas ventiladoras.

En el último mantenimiento mensual realizado, se identificó un estanque de agua y esto debido a que en el módulo de reactivos se quebró un bote de vidrio en donde se almacenaba uno de los reactivos. Esto causó que el sucio acumulado y los vidrios obstruyeran la manguera que funciona como desagüe por gravedad. Se procedió a realizar el desarme de la célula peltier y se cortó y limpió dicha manguera.



Ilustración 25 – Desarme de equipo y corte de manguera de desagüe

Fuente: Elaboración propia

Además, dentro de los mantenimientos correctivos se realizó calibraciones específicas al cátcher y sonda debido a que, al perder dichas calibraciones, las cubetas de reacción tienden a chocar con la sonda lo cual imposibilita que se lleve a cabo el proceso de incubación y lectura de la muestra. La razón de este resultado era que el choque causaba que las cubetas se giraran en sentido contrario como se muestra en la izquierda de la Ilustración 27. Esto mostraba error de falta de identificación de cubetas en el sistema que era mostrado al usuario como en la Ilustración 26.



Ilustración 26 – Error mostrado en pantalla de usuario

Fuente: Elaboración propia

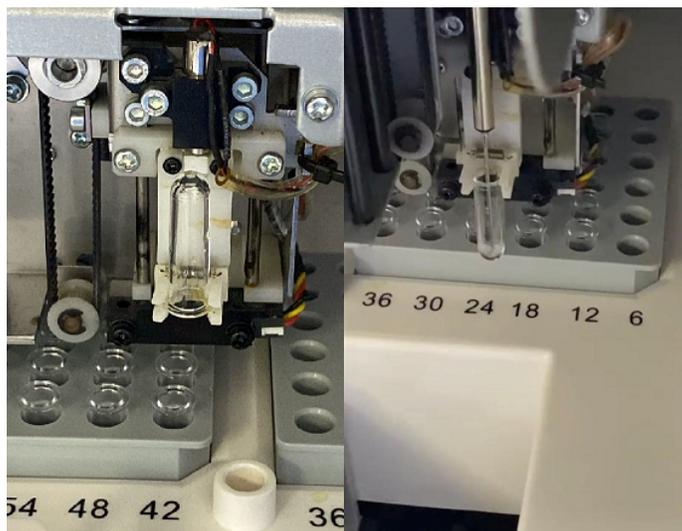


Ilustración 27 – Problema inicial de cubeta (izquierda); resultado de calibraciones (derecha)

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se realizan los mantenimientos correctivos es importante probar el equipo con muestras procesadas anteriormente, de esta forma se asegura que el equipo está trabajando de forma adecuada y acorde con los estudios seleccionados por el usuario.



Ilustración 28 – Ingreso de muestras en ECL 760

Fuente: Elaboración propia

4.6.2 ANALIZADOR DE ELISA MAGO 4S

El mantenimiento preventivo del analizador de ELISA consiste en el formato mostrado en el Anexo 2. Estas actividades son las que se realizan de forma semanal. Dentro de las consideraciones que se debe tomar es que se debe limpiar el manifold con el stylus (aguja) por lo menos cuatro veces para evitar que exista algún remanente de muestra que pueda causar una lectura errónea en los estudios seleccionados.

Además, en cada mantenimiento es importante ver que no exista oxido en ninguna parte del equipo debido a que la corrosión puede llegar a los platos en donde se colocan las muestras. Como ultima consideración es fundamental observar que al lavar el manifold no queden gotas en las entradas, es decir debe quedar como se muestra en la Ilustración 32. Se evita debido a que eso puede significar algún problema con el compresor del equipo.



Ilustración 29 – Mantenimiento preventivo para MAGO 4S

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 30 – Limpieza de racks para MAGO 4S

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los mantenimientos correctivos que se le han realizado al equipo solo se encuentra el reemplazo de uno de los imanes que poseen los platos de lectura debido a indicios de corrosión

mostrado en la Ilustración 31. Adicionalmente, la instalación de un programa que fue borrado por equivocación por el personal médico.

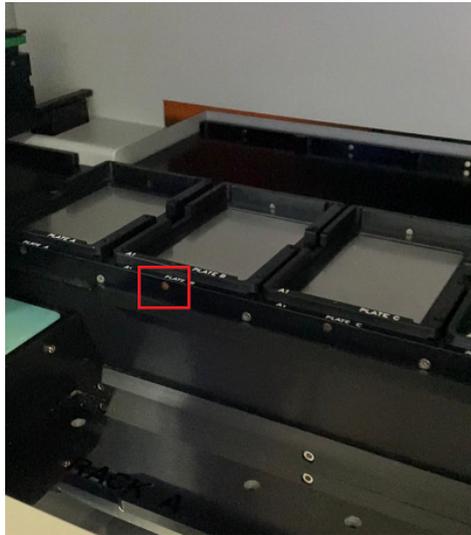


Ilustración 31 – Imán en plato B con corrosión

Fuente: Elaboración propia

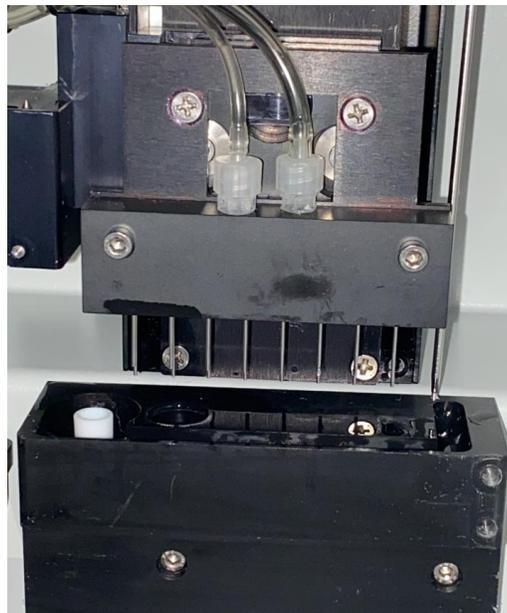


Ilustración 32 – Manifold después de lavado

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 CAPACITACIÓN EN EQUIPOS DE LABORATORIO

La capacitación de los equipos de laboratorio consistió en la enseñanza al practicante acerca de cómo realizar los mantenimientos preventivos y las consideraciones a tomar en cuenta en cada uno de ellos. Además, se realizó la introducción a los equipos de hemocultivos y el equipo de microbiología y el uso de los softwares de control de usuario normal y usuario de servicio en cada uno. También se discutieron los fallos comunes que presentan cada uno de los equipos.

La consideración más importante de ambos equipos es la remoción y lavado de los filtros de ambos equipos debido a que el ambiente en donde se encuentran hay bastante polvo. Esto puede afectar los resultados de los estudios que se realizan en cada uno de estos equipos.



Ilustración 33 – Equipo de hemocultivos BD BACTEC

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 34 – Ingreso a usuario de servicio del equipo de microbiología Phoenix M50

Fuente: Elaboración propia

4.7 REALIZACIÓN DE DOCUMENTACIÓN PARA DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA

Para cada una de las actividades realizadas por el personal del departamento de biomédica es necesario la realización de un tipo de documento. Los formatos que se utilizan en cada caso son los siguientes:

- **Ordenes de servicio:** Se utilizan cuando el personal realiza mantenimientos preventivos, correctivos, demostraciones, diagnósticos, capacitaciones, instalaciones, asesorías, etc. El formato que se utiliza se muestra en el Anexo 3.
- **Comprobantes de ingreso:** Se utilizan cuando ingresan equipos al taller de biomédica que necesitan diagnóstico o un reclamo.
- **Comprobantes de revisión:** Este se utiliza para constar la llegada del equipo y que se revisó conforme a los respectivos procedimientos. Esto también incluye revisión de equipos en tienda para entrega a clientes.
- **Comprobantes de capacitación:** Se utiliza cuando se realizan capacitaciones en donde cada participante se enlista y hace constar que recibió dicha capacitación.

Cada uno de estos formatos son subidos al sistema digital en donde se revisa el nivel de productividad del departamento de biomédica según las demandas que se presentan en la empresa.

Adicionalmente, se realizó el orden de los archiveros dentro del departamento como se muestra en la Ilustración 35 donde se encuentran todas las documentaciones de los contratos de licitaciones, comodatos y demás que la empresa posee con otras organizaciones.



Ilustración 35 – Practicante ordenando archivero de documentos

Fuente: Elaboración propia

4.8 RESUMEN DE ACTIVIDADES

Durante la extensión de la práctica profesional se realizaron todas las actividades descritas anteriormente por varias semanas. El resumen de dichas actividades se encuentra detallado en la Tabla 1.

Tabla 1 – Resumen de actividades realizadas

Actividad	Cantidad
Revisión de equipos	18
Mantenimientos preventivos	30
Mantenimientos correctivos	5
Armado de mobiliario hospitalario	10
Inventario de repuestos	1
Subir documentación al sistema	8
Ordenar documentación en archivero	1
Capacitaciones a clientes	1
Demostraciones de equipos a clientes	1

Fuente: Elaboración propia

Con la elaboración de la tabla se logró realizar el gráfico de la Ilustración 36, en donde se refleja que la mayor cantidad de actividades fueron los mantenimientos preventivos con un 40% seguido de la revisión de equipos con un 24% y junto con el armado de mobiliario hospitalario con un 13%.



Ilustración 36 – Gráfico de actividades realizadas

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, en la Tabla 2 se puede observar las actividades realizadas de acuerdo a cada porcentaje obtenido. Concluyendo que las actividades con menor porcentaje son la realización de inventario de repuestos, ordenar documentación, capacitaciones, y demostraciones.

Tabla 2 – Resumen de actividades de acuerdo a porcentaje

Actividad	Porcentaje
Mantenimientos preventivos	40%
Revisión de equipos	24%
Armado de mobiliario hospitalario	13%
Subir documentación al sistema	11%
Mantenimientos correctivos	7%
Inventario de repuestos	1%
Capacitaciones a clientes	1%
Demostraciones de equipos a clientes	1%
Ordenar documentación en archivero	1%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia

4.8.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Finalmente, en la Tabla 3 se encuentra el cronograma de las actividades realizadas según la duración de diez semanas del período el cual duró la práctica profesional colocando lo que se realizó en cada semana.

Tabla 3 – Cronograma de actividades realizadas por semana

Actividad		Semanas									
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Mantenimientos Preventivos (Equipos de Laboratorio)											
Revisión de equipos											
Armado de mobiliario hospitalario											
Subir documentación al sistema											
Mantenimientos correctivos (Equipos de Laboratorio)											
Otros	Capacitaciones										
	Demostraciones										
	Inventario										
	Ordenar documentación										

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- El apoyo que brinda el ingeniero biomédico en el departamento de biomédica en la Distribuidora Comercial DICOSA consiste en diferentes actividades siendo las más frecuentes los mantenimientos preventivos y correctivos para los equipos de laboratorio, revisión de equipos y armado de mobiliario médico.
- Las actividades como revisión, instalación y entrega de equipos se realizan para todos los equipos que son adquiridos por los clientes. Durante el desarrollo de la práctica la mayoría de estos equipos fueron bombas de infusión, monitores de signos vitales, básculas y camas manuales de dos y cinco posiciones.
- Se realizan mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos complejos instalados en diferentes establecimientos sanitarios, sin embargo, durante la práctica profesional se les dio prioridad a los equipos de laboratorio instalados en el Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS) en San Pedro Sula.
- Se logró identificar la diferente documentación que es utilizada en el departamento de biomédica para cada una de las diversas actividades que realiza el ingeniero biomédico como ser las ordenes de servicio las cuales semanalmente se ingresan al sistema digital. Además, existen otros documentos que respaldan las actividades como ingreso y revisión de equipos y capacitaciones a clientes.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe considerar la mejor comunicación entre departamento de biomédica, ventas y logística para evitar confusiones entre la solicitud del cliente con el equipo y el servicio que requiere de la empresa, ya sea armado, desarmado, capacitación o instalación y la entrega del equipo.
- Se debe considerar colocar personal de planta en el laboratorio del IHSS para imprevistos futuros con los equipos debido a que cuando existen emergencias de fallas es difícil la movilización hasta el establecimiento.
- Se debe considerar colocar personal supervisor en San Pedro Sula para un mejor manejo de las actividades de la sede y para generar reportes de dichas actividades a la sede principal en Tegucigalpa.
- Se debe considerar el refuerzo de los conocimientos de circuitos eléctricos y electrónica en los estudiantes mediante proyectos o aplicaciones de la vida real.

BIBLIOGRAFÍA

Aljamali, N., & ALMUHANA, W. (2021). *Review on Biomedical Engineering and Engineering Technology in Bio- Medical Devices*. 6, 18-24.

Análisis de la proteína C reactiva—Mayo Clinic. (s. f.). Recuperado 17 de septiembre de 2022, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/c-reactive-protein-test/about/pac-20385228>

Anticoagulante lúpico. (s. f.). Recuperado 17 de septiembre de 2022, de <https://labtestsonline.es/tests/anticoagulante-lupico>

Aplicaciones en Bioingeniería. (s. f.). Institute for Bioengineering of Catalonia. Recuperado 22 de agosto de 2022, de <https://ibebarcelona.eu/es/sobre-nosotros/aplicaciones-en-bioingenieria/>

ASALE, R.-, & RAE. (s. f.-a). *Fibrina* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 17 de septiembre de 2022, de <https://dle.rae.es/fibrina>

ASALE, R.-, & RAE. (s. f.-b). *Licitar* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 22 de agosto de 2022, de <https://dle.rae.es/licitar>

CDC. (2017, marzo 1). *Información básica sobre tromboembolismo venoso (coágulos de sangre)*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/dvt/facts.html>

- CDC. (2021, septiembre 23). *Tipos de virus de influenza*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://espanol.cdc.gov/flu/about/viruses/human-serology.html>
- CDC. (2022, marzo 17). *Índice de masa corporal | Peso Saludable | DNPAO | CDC*. <https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/assessing/bmi/index.html>
- Clinical Lab Products. (2010, abril 3). The Science, Technology, and Trends of Coagulation Analyzers. *Clinical Lab Products*. <https://clpmag.com/diagnostic-technologies/hematology-serology/the-science-technology-and-trends-of-coagulation-analyzers/>
- Corciovă, C., Andrițoi, D., & Luca, C. (2020). A Modern Approach for Maintenance Prioritization of Medical Equipment. En *Operations Management—Emerging Trend in the Digital Era*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92706>
- EDAN. (s. f.). *EDAN X12 Manual Para El Usuario*. ManualsLib. Recuperado 28 de agosto de 2022, de <https://www.manualslib.es/manual/37809/Edan-X8.html>
- Erba Mannheim. (2018a, julio 25). *MAGO 45*. Erba Mannheim. <https://product.erbamannheim.com/instrument/immunology/mago-4/29>
- Erba Mannheim. (2018b, julio 27). *ECL 760*. Erba Mannheim. <https://product.erbamannheim.com/instrument/hemostasis/ecl-760/32>
- Espinosa, J. A. A. (2020). *METODOLOGÍA PARA LA ADQUISICIÓN Y RENOVACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA CLÍNICA NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS*. 75.
- Fandiño, C. C. (s. f.). La ingeniería biomédica: Aplicación e impacto de la tecnología en salud. *Revista de investigación*, 14.

Florida's STEM University. (2018, junio 18). *Exploring Biomedical Engineering Fields | Florida Tech Ad Astra*. Florida Tech News. <https://news.fit.edu/archive/exploring-biomedical-engineering-fields/>

Fox, S. I. (2017). *Estudio de la función del cuerpo | Fisiología humana, 14e | AccessMedicina | McGraw Hill Medical*.
<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2163§ionid=162707546#1157755728>

García Martínez, A. L. (2007). Control de las funciones operativas de un Departamento de Ingeniería Biomédica. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 9.

García-Estrada, H., Pastrana-Manzanero, A., Linares-Escobar, O.-A., García- Vázquez, J., Ramírez-Sotelo, M.-G., & Cabrera-Llanos, A.-I. (2018). Monitor de signos vitales con comunicación inalámbrica Wi-Fi para unidad de cuidados intensivos desarrollado en LabVIEW y la tarjeta myRIO-1900. *Research in Computing Science*, 147(12), 203-212.
<https://doi.org/10.13053/rcs-147-12-19>

Gismondi Glave, G. (2010). Ingeniería Biomédica. *Revista Ciencia y Cultura*, 24, 99-118.

Greenfacts. (s. f.). *Scientific Committees*. Recuperado 17 de septiembre de 2022, de https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/primates-no-humanos/glosario/abc/coagulacion-sanguinea.htm

Hernández-García, A. T., & Acebo-González, D. (2012). *Los métodos Turbidimétricos y sus aplicaciones en las ciencias de la vida*.

Human Diagnosticos Worldwide. (s. f.). *Hemostasia*.

- Ibáñez, C. R., & Soto, J. M. (2006). *Ingeniería Clínica: Introducción, percepción y práctica en el área metropolitana de Medellín*. 15.
- Kalstein. (2020, junio 8). ¿Cómo funciona un analizador de coagulación? *Kalstein*.
<https://www.kalstein.cl/como-funciona-un-analizador-de-coagulacion/>
- MedlinePlus. (s. f.). *Prueba del dímero D*. Recuperado 17 de septiembre de 2022, de
<https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/prueba-del-dimero-d/>
- Mendoza, H. L. (2015). *Inmunología*.
- Ochoa Quezada, Y. C. (2013). *Bombas de infusión*.
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2194>
- Organización Mundial de la Salud. (2005). *Manual de Mantenimiento para Equipos de Laboratorio*.
- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/53374/retrieve>
- Peniche Covas, C. (2009). *Ingeniería de tejidos aplicada a la sustitución y regeneración de piel*. Editorial Universitaria. <https://elibro.net/es/ereader/unitechn/71387>
- Perelli L, García Martí S, Pichon-Riviere A, Augustovski F, Alcaraz A, Bardach A, & Ciapponi A. (2020). *Bombas de Infusión Parenteral en Internación General*.
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/12/1349042/iecs-irr-756.pdf>
- Pérez Martínez, C. J., Corella Madueño, M. A. G., Castro, T. del C., Cenizales Rodríguez, D. F., & Palacios Careaga, G. (2019). *BIOMATERIALES PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS*.

Quiénes Somos, DICOSA. (2022). DICOSA S.A. <https://dicosanet.net/pages/nuestra-empresa>

Salinas, I. N. E. (2015). EL ROL DEL INGENIERO BIOMÉDICO EN LA SOCIEDAD. *REV MED HONDUR*, 83, 3.

Tiempo de trombina. (s. f.). Recuperado 17 de septiembre de 2022, de https://healthlibrary.brighamandwomens.org/Spanish/RelatedItems/167,thrombin_time_ES

UC Berkeley Bioengineering. (2022). *Bioinstrumentation.* <https://bioeng.berkeley.edu/research/bioinstrumentation>

Universidad Europea. (2021, junio 10). *Ingeniero biomédico: Trabajo y salidas profesionales.* <https://universidadeuropea.com/blog/trabajo-ingeniero-biomedico/>

ANEXOS

Distribuidora Comercial S.A.

Departamento de Biomedica

ERBA ECL-760

Cliente _____ Marca _____

Lugar _____ Modelo _____

Equipo _____ Serie _____

LITADO DE VERIFICACION MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ACTIVIDAD	CHECK	CHECK	CHECK	CHECK
Limpieza				
1. Limpieza interna y externa				
2. Limpieza externa e interna de la cánula				
3. Limpieza del módulo de incubación y óptico				
4. Lavado del reservorio de agua y desechos				
5. Vaciado y lavado de bandeja de desechos				
6. Limpieza de ventiladoras de módulo de reactivo				
7. Limpieza de ventiladoras de fuente de poder				
8. Limpieza estación de lavado				
Verificación				
1. Módulo de sensores				
2. Brazo de Cánula y cátcher engrase si requiere				
3. Presión de vacío				
4. Módulo óptico				
5. temperatura de incubación				
6. Estado de mangueras				
Fecha				
Hora				
Técnico				
No. Orden				

Observaciones

Anexo 1 – Listado de actividades para mantenimiento preventivo de coagulómetros

Fuente: Distribuidora Comercial DICOSA

Distribuidora Comercial S.A.

Departamento de Biomedica

ERBA Mago 4s semanal

Cliente _____ Marca _____

Lugar _____ Modelo _____

Equipo _____ Serie _____

ACTIVIDAD	CHECK	CHECK	CHECK	CHECK
Limpieza				
1. Vaciar contenedores de desechos				
2. Limpieza y desinfección externa				
3. Limpieza de Cánula				
4. Limpieza de Manifold				
5. Limpieza de manifold con stylus				
6. limpieza de botellas				
7. Limpieza de superficies				
8. Limpieza de racks				
9. Enjuague de Cánula y manifold				
Fecha				
Hora				
Técnico				
No. Orden				
Recibido				

Anexo 2 – Mantenimiento preventivo para analizador de ELISA MAGO 4S

Fuente: Distribuidora Comercial DICOSA

DICOSA
DISTRIBUIDORA COMERCIAL S.A.

DEPARTAMENTO BIOMÉDICO
Final Blvd. Los Próceres, Edif. DICOSA, 4002
Tel. Teg.: (504) 2221-1970 al 74, Fax: 2221-1999
S.P.S. (504) 2550-7072 al 75 Fax: (504) 2550-1721
E-Mail: info@dicosa.net

ORDEN DE SERVICIO N° 006130

Datos del Establecimiento Fecha: _____

Nombre del Establecimiento: _____

Teléfono: _____ E-Mail: _____

Dirección: _____

Nombre del Encargado: _____

EQUIPO:

Modelo del Equipo _____ Marca: _____

Serie: _____ Posee UPS: _____

Unidad Médica Solicitante

Pediatría _____ Radiología _____ Quirófano _____ Ginecología y Obstetricia _____ Cuidados Intensivos _____ Laboratorio _____

Otros Específicos _____

Tipo de Servicio

Mantenimiento Preventivo _____ Mantenimiento Correctivo _____ Demo _____ Evaluación _____ Diagnóstico _____

Capacitación _____ Actualización _____ Control de Calidad _____ Instalación _____ Asesoría _____

Problema Reportado: _____

Solución del Problema: _____

Inicio de Servicios Fecha: ____/____/____ Finalizado: Fecha: ____/____/____
Hora: ____ am ____ pm Servicio Pendiente: Hora: ____ am ____ pm

Repuestos Utilizados:

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

Observaciones Técnicas:

Recibió el trabajo: _____ Efectuó el Trabajo: _____

Firma _____
Firma Dicosa _____

Sello _____
Sello _____

Original-Biomédica/Taller Rosada-Cliente
Azul-Archivo **"Al Servicio de la Salud desde 1971"** Código UT 228

Anexo 3 – Formato de ordenes de servicio

Fuente: Distribuidora Comercial DICOSA

Bitácora de Trabajo	
Fecha	Actividad
Semana 1	
18/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mantenimiento preventivo Phoenix y BACTEC ○ Documentación requerida para inicio de práctica profesional
19/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Revisión de monitor de signos vitales X12 EDAN ○ Armado y calibración de báscula SECA 700 ○ Explicación de documentación para ingreso y revisión de equipo médico
20/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mantenimiento preventivo de coagulómetros ECL 760 ○ Armado de camas de 5 posiciones
21/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mantenimiento preventivo de analizador de ELISA MAGO 4S ○ Reunión de proceso para ingreso y entrega de equipos
22/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Armado de camas de 2 y 5 posiciones ○ Ingreso de ordenes de servicio al sistema digital
Semana 2	
25/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Orden de archivo con órdenes de servicio y demás documentación ○ Inducción a equipos de laboratorio ECL 760 y capacitación en mantenimientos preventivos
26/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Inducción a mantenimientos preventivos del BD BACTEC ○ Mantenimiento correctivo de manguera de equipo y calibración de catcher
27/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Inducción a mantenimientos preventivos del Phoenix ○ Mantenimiento preventivo a ECL 760
28/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mantenimiento mensual de MAGO 4S y cambio de imán de plato B ○ Cambio de teclados en ECL 760
29/07/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Revisión de impresoras de etiquetas para muestras

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Colocación de pegamento en módulo de reactivos de coagulómetros ○ Rondas de supervisión de estado de los equipos de laboratorio
Semana 3	
01/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Atención DICOSA ○ Mantenimiento preventivo de coagulómetros
02/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Orden de manuales de servicio ○ Revisión de concentrador de oxígeno
03/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Armado de sillas para muestras de laboratorio ○ Mantenimiento preventivo de coagulómetros
04/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Revisión de monitor fetal EDAN ○ Ingreso de ordenes de servicio al sistema digital ○ Mantenimiento preventivo MAGO 4S
05/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ingreso de ordenes de servicio al sistema digital ○ Verificación de estado de balanzas y cintas métricas SECA para exposición médica
Semana 4	
08/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mantenimiento de BD BACTEC y Phoenix ○ Mantenimiento correctivo con cambio de calibraciones en coagulómetro ○ Mantenimiento preventivo a coagulómetros
09/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Revisión de monitor fetal EDAN ○ Armado de sillas para toma de muestras
10/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Armado de atriles para entrega ○ Mantenimiento de coagulómetros
11/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Armado y revisión de carro de paro para entrega ○ Armado de camas de 2 posiciones ○ Mantenimiento preventivo de MAGO 4S
12/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Armado de carro de paro ○ Revisión de bombas de infusión para entrega

Semana 5	
15/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Armado de bacinete para bebé y carro de paro para entrega ○ Revisión de bombas de infusión ○ Mantenimiento preventivo de coagulómetros
16/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Armado y revisión de balanza SECA 777 ○ Revisión de electrocardiógrafo EDAN ○ Armado y limpieza de atriles
17/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ingreso de ordenes de servicio al sistema digital ○ Mantenimiento preventivo de coagulómetros ○ Ingreso de bombas de infusión en mal estado
18/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Atención DICOSA ○ Mantenimiento preventivo MAGO 4S ○ Coagulómetro presenta alarma por error de usuario
19/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Atención DICOSA ○ Capacitación y entrega de monitor de signos vitales EDAN X12
Semana 6	
22/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Revisión de camas enviadas de Tegucigalpa ○ Mantenimientos preventivos de coagulómetros
23/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Revisión de bombas de infusión ○ Revisión de esterilizador a calor seco ○ Inventario y empaque de repuestos disponibles en el departamento de biomédica
24/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mantenimiento de coagulómetros ○ Falla audible de coagulómetro ○ Revisión de balanza manual
25/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Armado y limpieza de camas de 2 posiciones para entrega ○ Mantenimiento preventivo de MAGO 4S
26/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Atención DICOSA
Semana 7	
29/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Atención DICOSA
30/08/22	<ul style="list-style-type: none"> ○ Orden de documentación y

	ordenes de servicio
31/08/22	○ Mantenimiento preventivo de coagulómetros
01/09/22	○ Mantenimiento preventivo de MAGO 4S
02/09/22	○ Revisión de báscula digital ○ Orden de ordenes de servicio y documentación
Semana 8	
05/09/22	○ Mantenimiento preventivo de coagulómetros
06/09/22	○ Atención DICOSA
07/09/22	○ Mantenimiento mensual preventivo de coagulómetros
08/09/22	○ Mantenimiento mensual preventivo de MAGO 4S ○ Revisión de error en viales de BD BACTEC ○ Revisión de monitores de presión arterial (100 unidades)
09/09/22	○ Revisión de monitores de presión arterial (150 unidades) ○ Revisión de vaporizador de sevoflurano para máquina de anestesia ○ Atención a falla de coagulómetro de cubetas
Semana 9	
12/09/22	○ Atención DICOSA ○ Mantenimientos preventivos de coagulómetros
13/09/22	○ Atención DICOSA
14/09/22	○ Atención DICOSA ○ Mantenimiento preventivo coagulómetros
15/09/22	○ Feriado nacional
16/09/22	○ Mantenimiento preventivo de Phoenix M50 y BD BACTEC
Semana 10	
19/09/22	○ Atención DICOSA ○ Mantenimientos preventivos de coagulómetros ECL 760
20/09/22	○ Atención DICOSA
21/09/22	○ Atención DICOSA ○ Mantenimientos preventivos de coagulómetros ECL 760
22/09/22	○ Atención DICOSA

	<ul style="list-style-type: none">○ Mantenimiento MAGO 4S
23/09/22	<ul style="list-style-type: none">○ Atención DICOSA○ Entrega y revisión de concentrador de oxígeno○ Revisión de monitores Doppler○ Revisión de esterilizadores de calor seco○ Revisión de monitores de signos vitales

Anexo 4 – Bitácora de trabajo realizado durante la práctica profesional

Fuente: Elaboración propia