



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTA DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**EL INGENIERO BIOMÉDICO EN SERVICIO TÉCNICO DENTRO DE LA EMPRESA DIMEX  
MÉDICA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**11741136 NORMA ZELAYA**

**ASESOR: ING. FERNANDA CÁCERES**

**CAMPUS TGU; JULIO, 2022**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la empresa Dimex Médica por brindarme la oportunidad de haber realizado la practica profesional dentro de la empresa. De igual manera agradecer a todo el personal dentro del departamento de biomédica por sus enseñanzas y paciencia.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Luego de cinco años de carga académica y proyecto de graduación, el estudiante debe de proseguir con su práctica profesional. Dentro de la practica el estudiante debe de realizar tareas para aplicar los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera. El ingeniero en biomédica puede elegir realizar su práctica profesional en hospitales o en empresas de distribución de equipo médico.

La presente practica fue desarrollada dentro de una empresa privada de distribución de equipo médico llamada Dimex Médica. Dimex Médica distribuye una variedad de equipos siendo las más fuertes son bombas de infusión, esterilizadores, ultrasonidos, ventiladores mecánicos, y equipos de laboratorios. Se tuvo la oportunidad de conocer las funcionalidades de estos equipos y como reparar dichos equipos.

A lo largo de la práctica se realizaron entregas, mantenimientos correctivos, mantenimientos preventivos, controles de calidad, e inventariado. Se brindó apoyo como ingeniero en biomédica dentro de las tareas mencionadas previamente. Se pudo observar que la tarea realizada con frecuencia fueron los controles de calidad, ya que ingresaban equipo nuevo o en comodato constantemente al taller.

## **ABSTRACT**

After five years of academic load and graduation project, the student must proceed with his-her professional practice. Within the internship, the student must perform a series of tasks to apply the knowledge obtained throughout the career. The biomedical engineer may choose to perform his professional practice in hospitals or in companies of medical equipment.

The present internship was developed inside a private medical equipment distribution company called Dimex Medica. Dimex Medica distributes a variety of equipment, the strongest being infusion pumps, sterilizers, ultrasound, mechanical ventilators, and laboratory equipment. We had the opportunity of leaning about the functionalities of this equipment and how to repair them.

Throughout the internship, deliveries, corrective maintenance, preventive maintenance, quality control and inventory were performed. Support was provided as biomedical engineer in the previously mentioned tasks. It was observed that the most frequently performed task was quality control, since new or loaned equipment was constantly entering the workshop.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	3
II.	Generalidades de la Empresa.....	4
2.1.	Descripción de la Empresa.....	4
2.1.1.	Descripción del departamento.....	4
2.2.	Misión.....	4
2.3.	Visión.....	4
2.4.	Objetivos.....	5
2.4.1.	Objetivo General.....	5
2.4.2.	Objetivos Específicos.....	5
III.	Marco Teórico.....	6
3.1.	El papel del Ingeniero Biomédico en Honduras.....	6
3.2.	Departamento de Soporte técnico.....	8
3.3.	Equipo distribuido por Dimex Médica.....	8
3.4.	Bombas de Infusión.....	10
3.5.	Esterilizadores por vapor húmedo.....	11
3.6.	Esterilizador a baja temperatura.....	14
3.7.	Ultrasonido.....	15
3.7.1.	Principio físico del ultrasonido.....	15
3.7.2.	Transductores.....	16
3.8.	Timpanometría.....	17
3.8.1.	Timpanómetro.....	18
3.9.	Centrífuga.....	19

3.10.	Esfigmomanómetros.....	20
3.10.1.	Funcionamiento .....	20
3.11.	Hematología.....	20
3.11.1.	Hemograma Completo.....	20
3.11.2.	Conteo de Glóbulos Blancos.....	21
3.11.3.	Conteo de glóbulos rojos.....	21
3.11.4.	Concentración de hemoglobina .....	21
3.11.5.	Inmunoematología.....	21
3.12.	Analizador de Inmunoematología .....	23
3.13.	Inventario .....	24
3.14.	Mantenimiento Preventivo.....	24
3.14.1.	Ventajas del Mantenimiento Preventivo .....	25
3.14.2.	Fases del Mantenimiento Preventivo.....	25
3.15.	Mantenimiento Correctivo .....	25
3.16.	Control de Calidad.....	26
IV.	Desarrollo .....	27
4.1.	Descripción del trabajo realizado.....	27
4.1.1.	Bombas de Infusión.....	27
4.1.2.	Elaboración de Fichas de Mantenimiento Preventivo para las Bombas de Infusión	
	33	
4.1.3.	Mantenimiento Preventivo a Esterilizadores en el Hospital María .....	34
4.1.4.	Mantenimiento Correctivo y Preventivo en los Esterilizadores del IHSS.....	36
4.1.5.	Entrega y Capacitación de Centrífuga.....	37
4.1.6.	Capacitación de Timpanómetro .....	37
4.1.7.	Inventario de partes de bombas Samtronic.....	37
4.1.8.	Control de Calidad de esfigmomanómetros .....	39
4.1.9.	Mantenimiento Preventivo al Analizador de Inmunoematología Automatizado..	41

4.1.10.	Control de Calidad de Electrocauterio .....	41
4.1.11.	Control de Calidad de Bombas de Infusión Icatu 3ED .....	42
4.1.12.	Levantamiento de Inventario de bombas de infusión .....	44
4.1.13.	Certificación del Departamento.....	45
4.1.14.	Revisión de Monitor de Signos Vitales para Fetos.....	45
4.2.	Cronograma de Actividades.....	45
4.2.1.	Diagrama de Actividades.....	48
V.	Conclusiones.....	49
VI.	Recomendaciones.....	50
VII.	Bibliografía.....	51

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Distintas Ramas de la Ingeniería Biomédica.....	7
Ilustración 2 Descripción de un autoclave.....	12
Ilustración 3 Grafica del ciclo de esterilización por un autoclave .....	14
Ilustración 4 Espectro de vibraciones acústicas .....	16
Ilustración 5 Tipos de Transductores.....	17
Ilustración 6 Partes del Oído.....	18
Ilustración 7 Partes de una Centrifuga.....	19
Ilustración 8 Los Grupos Sanguíneos .....	22
Ilustración 9 Analizador de Inmunoematología QWALYS 3 EVO .....	23
Ilustración 10 Bomba de Infusión Samtronic 550 T2 .....	28
Ilustración 11 Repuestos reemplazados en una bomba ST 1000 SET .....	29
Ilustración 12 Hoja de Control .....	30
Ilustración 13 Bombas de infusión ST 1000 SET .....	31
Ilustración 14 Bombas de Infusión Icatius 2ED Y 3ED.....	33
Ilustración 15 Practicante brindando mantenimiento preventivo al esterilizador Matachana 21 ED .....	35
Ilustración 16 Contador de Junta de Puerta.....	35
Ilustración 17 Reemplazo de junta de puerta.....	36
Ilustración 18 Repuestos Samtronic.....	38
Ilustración 19 Inventario de repuestos Samtronic.....	38
Ilustración 20 Viñeta para inventario de repuestos Samtronic .....	39
Ilustración 21 Esfigmomanómetro manual.....	40



Ilustración 22 Esfigmomanómetro digital .....	40
Ilustración 23 Electrocauterio Marca Bovie.....	41
Ilustración 24 Bomba de infusión en Control de Calidad.....	42
Ilustración 25 Prueba de control de calidad a bombas de infusión Icatús 3ED .....	44
Ilustración 26 Monitor de Signos Vitales para fetos, marca Edan.....	45
Ilustración 27 Gráfico de las actividades desarrolladas.....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Hoja de Trabajo de parte de Dimex Médica.....	56
Anexo 2 Mantenimiento preventivo para bombas ST1000 SET Y 500T2 .....	57
Anexo 3 Mantenimiento Preventivo para bombas de infusión 2ED y 3ED .....	58
Anexo 4 Hoja de Control de Equipo Nuevo .....	59
Anexo 5 Informe de ISO 9001 .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de Actividades Desarrolladas..... 46

Tabla 2 Desglose de porcentajes por actividad ..... 47

## GLOSARIO

**Agua Osmotizada:** “Es un agua purificada, de mineralización débil, que se obtiene mediante el proceso de ósmosis inversa, un tratamiento que libera al agua de sustancias, contaminantes y sedimentos nocivos para nuestra salud”(Instituto de Consumo Energético, s. f.).

**Código QR:** “es un código bidimensional, fácilmente identificable por los tres cuadros ubicados en las esquinas superiores e inferior izquierda. Puede contener información de caracteres alfanuméricos, símbolos, Kanji, Hiragana, Katakana, códigos binarios y códigos de control”(Gonzalez-Argote & Garcia-Rivero, 2016).

**Destinada:** “Ordenar, señalar o determinar algo para algún fin o efecto” (ASALE & RAE, s. f.).

**Energía acústica:** “La acústica es la ciencia que estudia los diversos aspectos relativos al sonido, particularmente los fenómenos de generación, propagación y recepción de las ondas sonoras en diversos medios, así como su transducción, su percepción y sus variadas aplicaciones tecnológicas”(Miyara, s. f.).

**Distensibilidad:** Capacidad de los vasos sanguíneos para contraerse en cambios de presión y volumen (Facultad de Ciencias Médicas - Universidad Nacional de Rosario, 2015).

**Ingeniería clínica:** “es el empleo combinado de los conocimientos científicos, tecnológicos y administrativos, para su aplicación segura y efectiva, en los servicios de atención de la salud”( F. P. Hernández & Uribe, 2007).

**Nanotecnología:** Es la manipulación de materia en una escala atómica y molecular para la resolución de diversos problemas (*Nanotecnología | NHGRI*, s. f.).

Radiofrecuencia: Es la parte con menos energía del espectro electromagnético (*Radiofrecuencia*, s. f.).

**Plasma Sanguíneo:** “es la fracción líquida y acelular (matriz extracelular) de la sangre”( Centro de Diagnóstico y Terapéutica Endoluminal, 2022).

**QSystem:** “es una empresa de tecnología, peruana, con más de 15 años de experiencia, especializada en brindar servicios tecnológicos mediante soluciones digitales integrales” (QSystem, 2018).

**Venoclis:** Artefacto utilizado para suministrar fluidos al cuerpo humano.

## **I.INTRODUCCIÓN**

La Ingeniería en Biomédica es una carrera en proceso de desarrollo en Honduras. A medida pasan los años se visualiza la necesidad de los biomédicos dentro del departamento de la salud, ya que la ingeniería es la combinación de la medicina y la ingeniería. Dentro de Honduras la carrera se desenvuelve en ingeniería clínica, o en el área técnica, sin embargo, la ingeniería tiene un enfoque más amplio que las dos ramas mencionadas previamente.

Es responsabilidad de un ingeniero en biomédica velar por los equipos dentro del hospital o institución. Ya que, para brindar un servicio de calidad al paciente, se debe de contar con los equipos en buen estado y sin ningún problema. Dentro de las clases de la Ingeniería Biomédica en Universidad Tecnológica de Honduras (UNITEC) se lleva una serie de clases que tienen como finalidad preparar al estudiante para el ámbito laboral.

La práctica profesional es la última etapa para adquirir el título de Ingeniero en Biomédica. Es aquí donde se aplican todas las habilidades y destrezas adquiridas a lo largo de la carrera y señala la importancia del Ingeniero Biomédico dentro de las instituciones y hospitales. Para este informe se desarrolló la practica en Dimex médica, dentro de la empresa se distribuyen equipos desde estetoscopios hasta máquinas de rayos-X, en una alta gama de marcas. A lo largo del presente informe se presentarán todas las actividades que fueron desarrolladas a lo largo de la práctica profesional.

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

La empresa Dimex Médica comenzó el 1 de octubre del 2001, siendo una de las empresas que componen a Grupo Americana, cumpliendo ya 20 años de estar brindando servicio a sus clientes. Sus enfoques principales son la distribución, importación, venta, arrendamiento y comodato de equipo hospitalario, máquinas para disponer de desechos sólidos, lavandería, laboratorio, equipo médico, cocina, sistemas de información y gases médicos. De igual manera se le provee servicios de instalación y mantenimiento de los equipos adquiridos dentro de Dimex o equipos que estén bajo contrato en hospitales y clínicas.

#### **2.1.1. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

La división de Biomédica está conformada por cinco técnicos, un ingeniero en mecatrónica, un ingeniero en logística capacitados para la instalación, revisión y reparación de los equipos médicos, hospitalarios, de laboratorio, etc. También cuentan con un auxiliar administrativo, se encarga de todas las operaciones administrativas dentro del departamento de biomédica. Algunos de los equipos a los que se les brinda mantenimiento o reparación son las bombas de infusión, autoclaves, esterilizadores, ultrasonidos, monitores de signos vitales, electrocardiógrafo, centrifugas, cabinas de desinfección, entre otros. Esta división es la responsable de la instalación y asegurarse que el equipo se encuentre en buenas condiciones y en perfecta funcionalidad, dentro de los hospitales de Tegucigalpa y en los demás departamentos del país.

### **2.2. MISIÓN**

“Ofrecer soluciones especializadas en salud, accesibles y de alta calidad, cumpliendo los estándares y garantías internacionales” (Dimex Médica, 2021).

### **2.3. VISIÓN**

“Ser la mejor alternativa en productos, equipos y servicios innovadores, de última generación en el área de salud” (Dimex Médica, 2021).

## **2.4.OBJETIVOS**

### 2.4.1.OBJETIVO GENERAL

- Brindar apoyo en las actividades de mantenimiento, entrega, y control de calidad dentro del departamento de Biomédica de la empresa Dimex Médica.

### 2.4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cumplir con el servicio de entrega para los equipos distribuidos por la empresa.
- Analizar los problemas presentes dentro de las bombas de infusión y demás equipos para brindar una solución al cliente.
- Inspeccionar el equipo que ingresa a la empresa para verificar si aprueban el control de calidad que se ejecuta.



### **III. MARCO TEÓRICO**

Un Ingeniero en Biomédica debe de aplicar los conocimientos de la medicina, y biología con los conceptos de ingeniería para brindar la solución y mejoras a la medicina. Según Armentano (s. f.)

El rol de un ingeniero en biomédica consiste de las siguientes actividades:

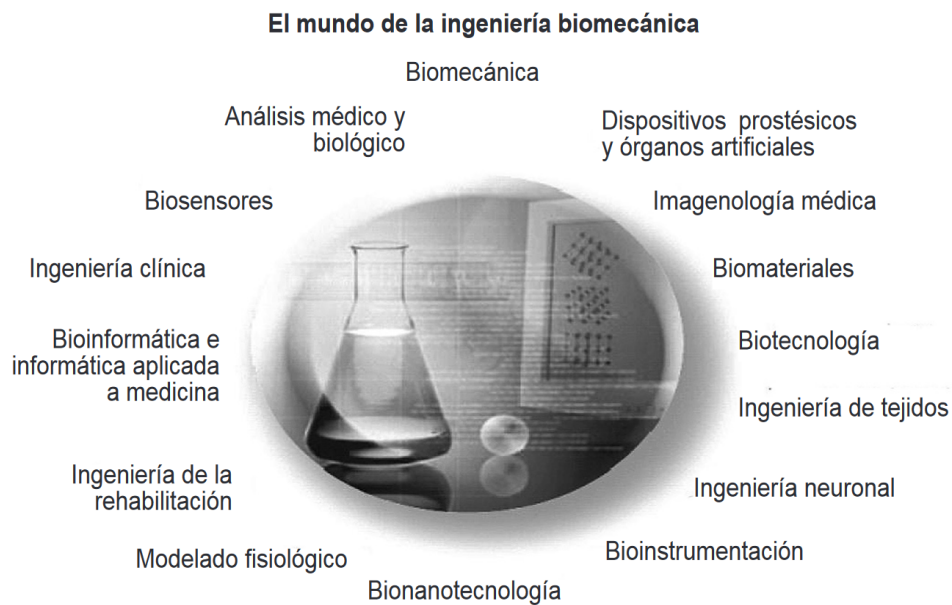
- Desarrollo de nueva terapia de medicamentos con el uso de la química, física, y simuladores.
- Estudio de señales generadas por el cerebro, corazón y musculo utilizando modelos matemáticos y estadística.
- Diseño y construcción de órganos artificiales para reemplazar perdidas en el cuerpo humano.
- Desarrollo de tecnologías inalámbricas para permitir la comunicación entre médicos y pacientes.
- Diseño de productos terapéuticos y para rehabilitación para la pronta recuperación de los pacientes.
- Desarrollo de nanotecnología y micro-maquinas con el fin de reparar daños dentro de la célula.
- Desarrollo de simulaciones tridimensionales para mostrar el movimiento de tejidos y fluidos, con el propósito de entender como una prótesis funcionaria en el cuerpo.
- Resuelven problemas físicos, de negocios, fiscales de patentes.
- Los biomédicos logran a ser profesores, investigadores científicos y escritores técnicos.

Según Armentano (s. f.) los Ingenieros Biomédicos pueden trabajar en industrias, instituciones académicas, hospitales, agencia gubernamentales.

#### **3.1. EL PAPEL DEL INGENIERO BIOMÉDICO EN HONDURAS**

El ingeniero biomédico es el responsable de solucionar los problemas del sector de salud, es decir una de las responsabilidades del biomédico es asegurar la organización y reestructuración del sector. Para lograr este objetivo se utiliza la ingeniería clínica, ya que mediante la ingeniería clínica se optimiza la atención que se le brinda al paciente y permite una mejor organización dentro del

sector. Por lo que la ingeniería en biomédica en Honduras posee un enfoque orientado a la ingeniería clínica (Salinas, 2015). En la Ilustración 1 se visualizan las distintas ramas de la biomédica, y se podría decir que la ingeniería clínica es la base de algunas ramas.



**Ilustración 1 Distintas Ramas de la Ingeniería Biomédica**

Fuente: (Salinas, 2015)

El área de imagenología ha ido evolucionando a través de los años dentro de Honduras, ha sido la tarea de los ingenieros biomédicos velar por la instalación y funcionamiento de dichos equipos dentro de los centros privados y públicos (Salinas, 2015).

Según Salinas (2015) los biomédicos poseen un conocimiento asociado con la rehabilitación y terapia física dentro del Hospital Universitario, ya que es el rol del biomédico que los equipos y el área de rehabilitación y terapia este en sus óptimas condiciones para que los médicos y enfermeras brinden un servicio de calidad.

El Ingeniero biomédico tiene la responsabilidad ética y moral de proveer a la sociedad con soluciones integrales a los problemas que aquejan a la misma; que sean sostenibles y adecuadas al ambiente donde se desarrollan sus actividades y que cumplan con los requisitos actuales y futuros para garantizar la calidad en el servicio provisto a pacientes y personal del sector salud (Salinas, 2015).

### **3.2. DEPARTAMENTO DE SOPORTE TÉCNICO**

Es el encargado de atender las fallas de los equipos, realizando mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos (*Departamento de Soporte Técnico, s. f.*).

Algunas de las principales funciones son:

- Planeación, administración, supervisión y ejecutar proyectos de equipamiento informático, programas de mantenimiento preventivo a los equipos.
- Realizar mantenimientos correctivos de los equipos
- Diseñar, apoyar y ensayar los objetivos planteados por el departamento.
- Supervisar y elaborar el cumplimiento del plan anual de trabajo y plan estratégico institucional del departamento.
- Supervisar el trabajo desarrollado por el personal a cargo, como también el cumplimiento de metas y planes de mantenimiento preventivo y correctivo (*Departamento de Soporte Técnico, s. f.*).

### **3.3. EQUIPO DISTRIBUIDO POR DIMEX MÉDICA**

A lo largo de los años la empresa Dimex Médica ha logrado adquirir representación de múltiples marcas y distintos tipos de equipos médicos. A continuación, se enlistan algunos equipos que se distribuyen. Según (*Dimex Médica, 2021*) estos son algunos de los equipos que distribuyen:

- Selladoras-Tuttauer
- Esterilizadores de Baja Temperatura Plasma-matachana
- Esterilizadores de baja temperatura-matachana
- Esterilizador de vapor-matachana
- Timpanómetro-Gsi
- Audiómetro-Gsi
- Bombas de Infusion-Samtronic
- Microscopio de ORL-
- Endoscopios Rígidos y Flexibles
- Fronto Luz

- Oftalmoscopio
- Cama de parto
- Monitor Fetal-mindray
- Unidad de Electrocirugia+Evacuador de humo- Bovie
- Colposcopio
- Ultrasonido Estacionario-mindray
- Ultrasonido Portatil-mindray
- Ergoespiometría
- Difusión de CO
- Plestimografía
- Espirómetro
- Aspirador de Secreciones
- Lámpara Cuello de Ganso
- Termómetro-WelchAllyn
- Bascula con Tallímetro
- Esfigmomanómetro
- Oxímetro
- Estetoscopio
- Ultra Cavitación-Cavix
- Termocoagulación -Ecleris
- Radiofrecuencia-FraxFace
- Microdermoabrasión-Ecleris
- Monitor Ambulatorio de Presión-Schiller
- Electrocardiógrafo-Edan
- Equipo de Tamizaje Neonatal
- Analizador de Inmunoematología Automatizado para banco de sangre-Diagast

Cabe recalcar que los equipos enlistados anteriormente solo es una porción de todos los equipos que Dimex Médica distribuye.

### 3.4. BOMBAS DE INFUSIÓN

La bomba de infusión es un dispositivo médico utilizado para suministrar líquidos al cuerpo en cantidades controladas y reguladas. A diferencia de la administración manual o por gravedad, las bombas de infusión permiten suministrar medicamentos en pequeños volúmenes y a velocidades programables. Una bomba de infusión permite suministrar medicamentos, nutrientes, algunos ejemplos son la insulina, analgésicos, quimioterapia, hormonas, y antibióticos. Al poseer la capacidad de producir altas presiones controladas hace posible que se pueda inyectar cantidades de fluidos en la vía epidural o subcutánea (Perelli et al., 2020).

El principio de funcionamiento de las bombas de infusión es mediante la generación de presión mecánica. Mediante la presión se logra mover el fluido a través del tubo del venoclisis hacia el sistema vascular del paciente, esto logra suministrar los fluidos con más precisión (Uso de Bombas de Infusión, s. f.).

Algunos de los tipos de bombas de infusión son los siguientes:

- **Elastoméricas:** Son equipos que no requieren batería o alguna fuente de alimentación ya que su funcionamiento es basado en energía constante que es liberada por una membrana que regresa a su forma inicial después de que se haya llenado con solución para infundir (Tapia-López et al., 2016).
- **Jeringa:** Se compone de un mecanismo de impulsión, jeringa, y controles. Se utilizan para suministrar líquidos intravenosos, infusiones epidurales, y soluciones de alimentación (Perelli et al., 2020).
- **Continua de Insulina:** es un equipos que administra insulina según los requerimientos y en bolos antes de los tiempos de comida, es destinada para pacientes con diabetes mellitus tipo 1 (*Bomba de infusión de insulina. Tratamiento de la Diabetes. Clínica Universidad de Navarra, s. f.*).
- **Analgésia controlada por el paciente (PCA):** Permite la inyección de analgésico mediante la vía intravenosa cuando el paciente lo necesite. El paciente pulsa un botón cuando siente dolor y la bomba le suministra el analgésico programado por el doctor. (*Tratamiento del dolor: Bomba de analgesia controlada por el paciente | Cigna, s. f.*)

- Ambulatorias: Son portadas por el paciente y son destinadas a la administración controladas de líquidos hacia el paciente (Toribio Felipe, 2008).

Dado que las bombas de infusión son utilizadas con frecuencias para suministrar fluidos críticos poseen diversas alarmas para avisar un problema dentro de la bomba. Es importante escuchar y reaccionar al momento de que las alarmas se disparen ya que las bombas poseen implicaciones severas para el paciente (Perelli et al., 2020).

Según Alvia ( 2015) algunos ejemplos de alarmas dentro de la bomba son los siguientes:

- Alarma de desconexión de la alimentación: Si se desconecta de la fuente de alimentación su batería sigue funcionando.
- Alarma de goteo: Esta alarma es por el aumento o disminución del goteo que la enfermera programo, esto es detectado mediante el sensor de goteo.
- Alarma de aire: Si se detectan burbujas de aire dentro de la línea se acciona la alarma.
- Alarma de batería: Indica cuando la batería está en nivel crítico.
- Alarma de espera o Stand by: Se activa cuando se suspende el tratamiento temporalmente,
- Alarma de oclusión: Si se produce una oclusión la alarma de accionará.

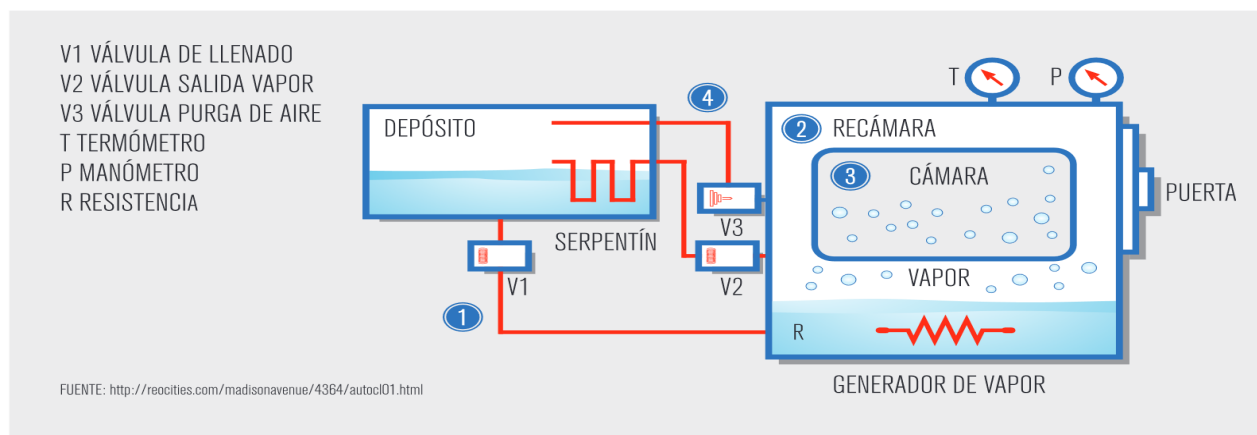
Es importante que el usuario utilice el venoclisis destinada para la marca y modelo que posee, ya que si utiliza un venoclisis universal puede dañar el sistema del equipo o simplemente no va a funcionar (Alvia, 2015).

### **3.5. ESTERILIZADORES POR VAPOR HÚMEDO**

La esterilización por vapor a presión se realiza mediante el uso de un autoclave. El autoclave es un recipiente metálico que posee paredes gruesas con un cierre hermético. Su diseño permite trabajar con vapor de agua a alta presión y temperatura con el fin de esterilizar el material e instrumental. Para obtener una esterilización efectiva se debe de asegurar:

- El vapor debe de tener contacto directo con el material e instrumental a esterilizar
- Se debe de crear un vacío con el fin de eliminar todo el aire presente dentro de recámara del autoclave, ya que las burbujas de aire impiden que el vapor penetre al material (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2018).

En la Ilustración 2 muestra algunas de las partes que constituyen a un autoclave y el orden del paso del vapor dentro del autoclave.



**Ilustración 2 Descripción de un autoclave**

Fuente: (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2018)

Siendo:

1. Paso del agua osmotizada que viene desde el depósito hacia el generador de vapor. EL agua al llegar al generador de vapor es calentada por una resistencia para luego generar vapor libre de cualquier impureza.
2. El vapor luego pasa del generador hacia la recamara, para hacer posible este paso, se cuenta con aire comprimido para accionar la llave de paso y permitir el paso del vapor.
3. Paso desde la recamara hacia la cámara.
4. Sistema de vacío, es el responsable de crear un vacío en la cámara para eliminar el aire dentro de esta (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2018).

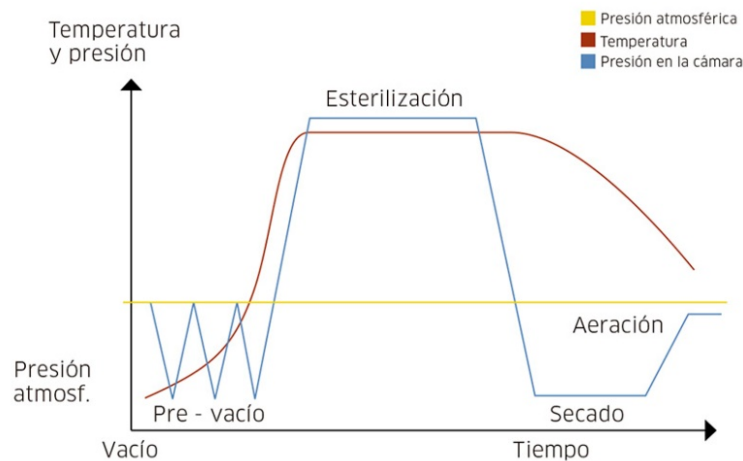
Según Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2018) existen las siguientes etapas del ciclo de esterilización:

- Inicio: Se cierran las compuertas del autoclave para dar inicio al ciclo.
- Purga de aire: Se elimina el aire dentro de la cámara, donde se inyecta vapor a la cámara y se activa el sistema de vacío.

- Preparación: Se extrae el aire de los productos y dentro de la cámara, para ello se realizan hasta cuatro inyecciones de vapor desde la recámara a cámara. Luego se realizan fases seguidas de vacío o pre-vacío, utilizando el sistema de vacío para una eliminación total del aire faltante.
- Calentamiento: El vapor es introducido dentro de la cámara y en los contenedores hasta llegar a la presión y temperatura de la fase de esterilización.
- Esterilización: La temperatura y presión se mantienen constantes durante el tiempo de esterilización, por lo general es de quince minutos.
- Desvalorización: Se elimina el vapor dentro de la cámara por el sistema de vacío y la presión desciende.
- Secado: Se realiza un vacío final, donde el vapor dentro de la recámara se mantiene, con el propósito de mantener la cámara caliente y así secar el material dentro del autoclave.
- Igualación: Se da entrada al aire atmosférico hacia la cámara, mediante un filtro de aire estéril, para llegar a compensar la presión dentro de la cámara, ya que está en depresión con la atmósfera. El vapor es condensado y se convierte en agua, esta agua es transportada hacia el depósito.
- Fin del Proceso: El autoclave indica cuando el proceso ha llegado a su fin y el material puede ser retirado del autoclave.

En la Ilustración 3 muestra una gráfica de presión con respecto al tiempo del ciclo de esterilización de un autoclave. Se observa que la presión dentro de la cámara al momento de realizar pre-vacío, secado y aeración se encuentra por debajo de la presión atmosférica. Esta presión por debajo de la atmosférica es dado a que el autoclave realiza pulsos de vacío mediante una bomba de vacío que opera en presiones negativas.





**Ilustración 3 Grafica del ciclo de esterilización por un autoclave**

Fuente: (*Menor consumo de agua en procesos de esterilización, s. f.*)

### 3.6. ESTERILIZADOR A BAJA TEMPERATURA

En la esterilización a baja temperatura se transforma el peróxido de hidrogeno en plasma baja temperatura y se logra una esterilización rápida. El plasma es el cuarto estado de la materia que se componen de iones, electrones y partículas atómicas neutras, y es producido mediante un campo electrónico o magnético (Sociedad de Enfermeras en Pabellones Quirúrgicos y Esterilización, s. f.).

Para utilizar la esterilización por plasma, se deben de colocar los materiales dentro de los esterilizadores, luego se cierra la puerta del esterilizador, y se produce un vacío. Luego se inyecta y se vaporiza la solución de peróxido de hidrogeno que está en un estado acuoso con el fin de que el vapor penetre al material. Se reduce la presión dentro de la cámara, y se genera plasma de baja temperatura por medio la aplicación de radiofrecuencia (RF). Se genera un campo eléctrico que cuando llega a su activación, y si inicia la reproducción de plasma (Sociedad de Enfermeras en Pabellones Quirúrgicos y Esterilización, s. f.).

Cuando está en estado de plasma, el vapor se separa en especies activas que reaccionan entre sí y se matan los microorganismos. Luego se suspende la emisión de radiofrecuencia, y los componentes que reaccionaron entre sí, ellos pierden la alta energía que poseían y al final se

recombinan para formar oxígeno y agua (Sociedad de Enfermeras en Pabellones Quirúrgicos y Esterilización, s. f.).

Al terminar el proceso la energía de radio frecuencia y el vacío llega a su fin, y la cámara regresa a la presión atmosférica mediante la introducción de aire filtrado mediante filtro HEPA. Los materiales esterilizados por plasma están listos para ser manipulados en menos de una hora después de haber iniciado el ciclo de esterilización. No se requiere aireación y tampoco existe emisión de residuos tóxicos (Sociedad de Enfermeras en Pabellones Quirúrgicos y Esterilización, s. f.).

### **3.7. ULTRASONIDO**

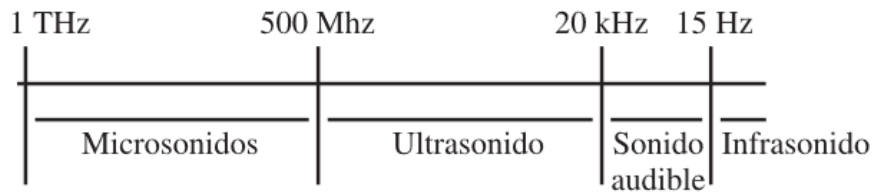
Las imágenes dentro de un ultrasonido se consiguen mediante el procesamiento de haces ultrasónicos conocidos como ecos que son reflejados por el tejido muscular y sistema óseo. El ultrasonido es una cadena de ondas mecánicas, por lo general son longitudinales, que se originan por las vibraciones de un elemento elástico como el cristal piezoeléctrico y se propaga por un medio como por el ejemplo tejidos corporales. Estas ondas superan la del sonido audible por el humano: 20,000 ciclos/segundo o 20 KHz (Vargas et al., 2008).

En el momento que la energía acústica se relaciona con los tejidos corporales, las moléculas se alteran ligeramente y luego la energía se transmite de una molécula a otra. Es posible que la energía acústica se mueva a través de los tejidos mediante ondas longitudinales, mientras las moléculas oscilan en la misma dirección de la onda. Las ondas sonoras pertenecen a la refracción y la comprensión periódica del medio por el cual se trasladan (Vargas et al., 2008).

#### **3.7.1. PRINCIPIO FÍSICO DEL ULTRASONIDO**

Se utiliza el eco pulsado, es decir que se debe de pulsar eléctricamente el cristal y luego emitir un haz ultrasónico (Vargas et al., 2008).

En la Ilustración 4 se muestra el espectro de vibraciones acústicas donde la gama de sonido audible es de 20 KHz.



**Ilustración 4 Espectro de vibraciones acústicas**

Fuente: (Vargas et al., 2008)

Las ondas de ultrasonidos son producidas por los transductores, los iones positivos y negativos en la estructura del material piezoeléctrico son unidos de tal manera que exista una relación entre la forma del cristal y la diferencia de potencial entre la superficie. Cuando este pulso da paso a través de los tejidos, este haz o pulso puede ser reflejado, refractado, difractado, dispersado o absorbido. La absorción da una pérdida en la intensidad de los tejidos blandos, lo que causa que las frecuencias altas tengan una menor penetración. En los huesos la absorción aumenta al cuadrado. La reflexión y dispersión son necesarios en la ecografía. La difracción y refracción pueden generar artefactos y entrega una imagen distorsionada (A. Torres, s. f.).

Una vez que las ondas se reflejan de regreso al transductor, se genera una señal eléctrica que son enviadas al escáner del ultrasonido. Se utiliza la velocidad del sonido y el tiempo de regreso de cada eco para que el escáner pueda calcular la distancia entre el transductor y el tejido deseado. Estas distancias son utilizadas para crear imágenes bidimensionales de tejidos y órganos (NIH, s. f.).

### 3.7.2. TRANSDUCTORES

Los transductores son los responsables de generar la energía ultrasónica. Los transductores poseen elementos piezoeléctricos, y contienen la capacidad de transformar la energía eléctrica en sonido y viceversa (Vargas et al., 2008). Los cuatro tipos de transductores que existen son los siguientes:

- Sectoriales: Entrega una imagen en forma de abanico con una base de emisión de los ecos pequeña. Se utilizan en las exploraciones cardíacas y abdominales dado que permiten

obtener una cobertura costal, y se utiliza para visualizar estructuras profundas. La frecuencia de trabajo es de 3.5 a 5 MHz.

- Convexos: Posee una forma curva y una base de emisión de un trapecio. Se usan en exploraciones abdominales y obstetricias, y se utiliza para visualizar tejidos profundos. Su frecuencia de trabajo es de 3.5 a 5 MHz.
- Lineales: Proporcionan una imagen rectangular, y se usan para estudios superficiales como por ejemplo los músculos, tendones, mama, tiroides, escroto, vasos superficiales, entre otros. Su frecuencia de trabajo es de 7.5, 13, 20 MHz.
- Endocavitario: Pueden ser convexos o lineales, y se utilizan para estudios intravaginales o intrarrectales. Su frecuencia de trabajo es de 5 y 7.5 MHz (Díaz-Rodríguez et al., 2007) .

En la Ilustración 5 se visualiza los distintos tipos de transductores y la diferencia en tanto forma y finalidad.



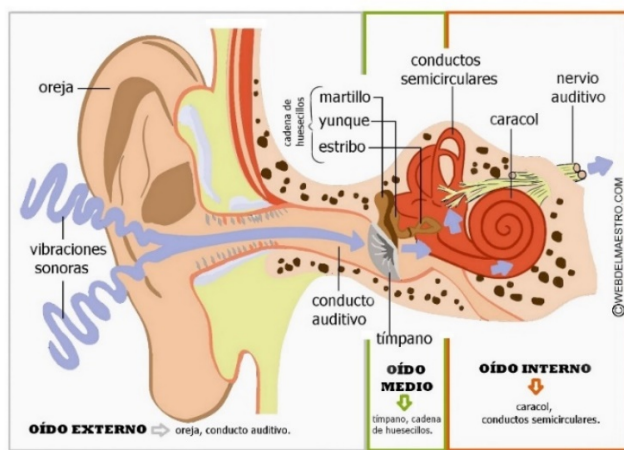
**Ilustración 5 Tipos de Transductores**

Fuente: («ULTRASONIDO PORTATIL DE ECOGRAFIA MINDRAY TRANSDUCTORES CONVEXOY ENDOCAVITARIO», s. f.)

### **3.8. TIMPANOMETRÍA**

Se realiza la timpanometría para analizar la función del oído medio, mide la elasticidad y libertad del movimiento de la parte osicular y calcula la presión en el oído medio (Brenes, 2003).

La timpanometría tiene como propósito medir la distensibilidad del sistema del tímpano y de los huesecillos dentro del oído (Timpanometría. Estudio de la compliancia o admitancia del tímpano., 2015). En la Ilustración 6 se observa la localización del tímpano y los huesecillos.



**Ilustración 6 Partes del Oído**

Fuente:(Crespo, 2019)

El tímpano es una membrana que posee dimensiones de diez milímetros verticalmente y nueve milímetros anteroposteriormente. Se divide en dos partes en función de su composición, parte flácida y parte tensa. El tímpano se mueve dado a las vibraciones del aire que llega a través del canal auditivo externo. Los movimientos en la membrana timpánica se transmiten al oído medio mediante el movimiento de la cadena de huesecillos, esto transforma las vibraciones de presión en movimiento mecánico (Timpanometría. Estudio de la compliancia o admitancia del tímpano., 2015).

### 3.8.1. TIMPANÓMETRO

El timpanómetro posee una punta similar al otoscopio, cuando ya se obtiene la medida requerida para el paciente. Se produce una cantidad de energía sonora y es introducida al oído. La cantidad que se introduce al oído es un valor dado o conocido, así que para medir la elasticidad se resta la energía que no se conduce al oído medio del valor de energía conocido. La elasticidad se mide en  $\text{cm}^3$ , y revela la cantidad de movimiento en el oído medio (Brenes, 2003).

### 3.9. CENTRÍFUGA

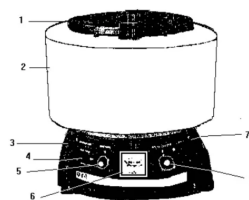
La centrífuga es una máquina diseñada para separar partículas de una disolución sea cual sea la naturaleza de estas. Básicamente consiste en un motor eléctrico que lleva unido un vástago, que a su vez soporta un cabezal o rotor donde se colocan los recipientes con las muestras. Existen dos tipos fundamentales de cabezales o rotores, basculantes o de ángulo fijo (Fiñana et al., s. f.).

Partes de una centrífuga:

- Tapadera
- Cámara
- Base
- Interruptor
- Marcador de tiempo
- Tacómetro
- Freno
- Control de Velocidad (Artedínamico, s. f.)

En la Ilustración 7 se observa las partes que componen a una centrífuga.

#### PARTES DE LA CENTRIFUGA



1. Tapadera
2. Cámara
3. Base
4. Interruptor de encendido
5. Marcador de tiempo
6. Tacómetro
7. Freno
8. Control de velocidad

**Ilustración 7 Partes de una Centrífuga**

Fuente: (Equipo de-laboratorio-clinico, 19:35:31 UTC)

### **3.10.ESFIGMOMANÓMETROS**

Los esfigmomanómetros se utilizan para medir la tensión arterial o presión de manera indirecta o no invasiva. La manera que mide dichos parámetros es comprimiendo externamente la arteria y a los tejidos cercanos, ya que la presión requerida para ocluir la arteria es igual a la que hay dentro de esta. La presión o tensión arterial, se produce por el volumen de sangre incluida en los vasos sanguíneos (5\_e\_METODO DE VERIFICACION PARA ESFIGMOMANOMETROS.pdf, s. f.).

#### **3.10.1.FUNCIONAMIENTO**

Cuando se coloca el brazalete del esfigmomanómetro en el brazo, muñeca o pierna se aplica una presión disminuyendo el paso de la sangre. Esto se realiza con el fin de crear un flujo de sangre pequeño. Este flujo es turbulento, y produce ruido. Al inflar el manguito del esfigmomanómetro se genera una presión externa con el propósito de interrumpir el flujo de sangre. El aire que se utiliza para inflar el brazalete es tomado de la atmosfera y es impulsado por medio de un insuflador. El brazalete tiene conectado un manómetro, para medir la presión (5\_e\_METODO DE VERIFICACION PARA ESFIGMOMANOMETROS.pdf, s. f.).

### **3.11.HEMATOLOGÍA**

La hematología es un estudio de laboratorio que se realiza con el propósito de conocer los valores a la cantidad y distribución de las células de la sangre, el valor porcentual de la hemoglobina e índices hematimétricos (Policlinica Metropolitana, 2022).

La manera que se realiza dicho estudio es mediante una muestra de sangre que es tomada en un tubo que contiene anticoagulante. El anticoagulante impide que la sangre se coagule para poder ser evaluada (Policlinica Metropolitana, 2022).

#### **3.11.1.HEMOGRAMA COMPLETO**

El hemograma completo es un estudio que evalúa tres factores:

- Glóbulos Blancos: Defensores de nuestro cuerpo contra las enfermedades
- Glóbulos Rojos: Transporte de oxígeno en la sangre.

- Plaquetas: Responsables de coagular la sangre para evitar el desangrado.

Se realiza un hemograma completo para detectar anemia, infecciones, o enfermedades hematológicas (Policlinica Metropolitana, 2022).

### 3.11.2. CONTEO DE GLÓBULOS BLANCOS

Los glóbulos blancos son los responsables de defender al cuerpo de las enfermedades. Por lo que se requiere un conteo de glóbulos blancos para detectar alguna infección, si hay un aumento puede existir una infección. (Policlinica Metropolitana, 2022)

### 3.11.3. CONTEO DE GLÓBULOS ROJOS

También llamados eritrocitos, su función es el transporte de oxígeno en la sangre, y contienen en el interior una proteína llamada hemoglobina (Policlinica Metropolitana, 2022).

### 3.11.4. CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA

Es la proteína que se encarga de transportar oxígeno desde los pulmones hacia los diferentes tejidos dentro del organismo. De igual manera transporta el dióxido de carbono producido en las células hasta los pulmones para que este sea expulsado en la respiración (Policlinica Metropolitana, 2022).

### 3.11.5. INMUNOHEMATOLOGÍA

Es parte de la hematología, y se encarga de estudiar las reacciones inmunes entre los antígenos que se encuentran en los glóbulos rojos y anticuerpos en el plasma sanguíneo. En general la inmunohematología se encarga de determinar los grupos sanguíneos y el análisis de anticuerpos contra los glóbulos rojos. (Laboratorio Clínico Hematológico, s. f.)

A continuación, se mencionan algunas pruebas de inmunohematología:

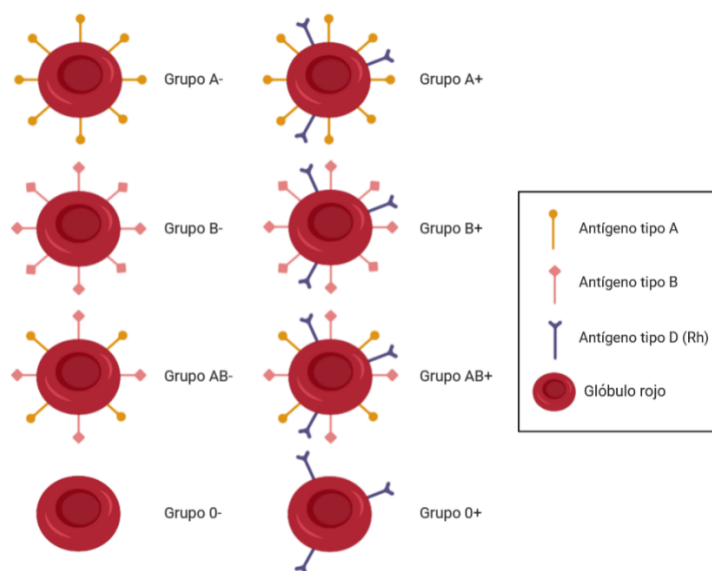
#### *3.11.5.1. Hemoclasificación*

Es el método que se usa para la sangre con la presencia o ausencia de antígenos presentes en las superficies de los glóbulos rojos. Los seres humanos generan anticuerpos contra los antígenos



que no se encuentran presentes en sus propios glóbulos rojos. Los tipos de sangre que existen son el A, B, AB y O. También es importante el factor Rh (antígeno D) ya que puede ser negativo o positivo (Laboratorio Clínico Hematológico, s. f.).

En la Ilustración 8 se visualiza los distintos grupos sanguíneos que existen. Como se puede observar los grupos negativos no contienen el antígeno D, por lo que solo pueden recibir una transfusión de sangre de otra persona que también no porte antígeno d en su sangre (Laboratorio Clínico Hematológico, s. f.).



**Ilustración 8 Los Grupos Sanguíneos**

Fuente: (A. C. Hernández, 2020)

### 3.11.5.2. Coombs Indirecto

Esta prueba permite detectar un porcentaje de anticuerpos dirigidos contra los antígenos de los glóbulos rojos, esto se pueden unir y causar problemas como la destrucción de los glóbulos rojos. Este tipo de anticuerpos se producen dado a una transfusión previa o un embarazo ya que los glóbulos rojos son distintos a los de la persona y puede haber un daño si se expone de nuevo a ese escenario (Laboratorio Clínico Hematológico, s. f.).

### 3.11.5.3.

### *Coombs Directo*

Se utiliza para detectar anticuerpos adheridos a los glóbulos rojos, se realiza en recién nacidos para detectar la enfermedad hemolítica debido a una incompatibilidad sanguínea entre madre y feto. También se utiliza para el estudio de anemia hemolítica y para reacciones transfusionales (Laboratorio Clínico Hematológico, s. f.).

## **3.12. ANALIZADOR DE INMUNOHEMATOLOGÍA**

Para las pruebas realizadas en el área de banco de sangre, es especial las pruebas de inmunohematología se utiliza un analizador de inmunohematología. Estos analizadores son automatizados, es decir que ellos siguen una secuencia dependiendo del tipo de prueba que el usuario seleccione. Estos analizadores tienen la ventaja de disminuir el riesgo de contacto entre personal y prueba.

Un ejemplo de un analizador de inmunohematología es el DIAGAST QWALYS 3EVO, este analizador es un sistema totalmente automatizado que utiliza la magnetización de eritrocitos, un proceso que ya no requiere de lavado y centrifugación (QWALYS 3 EVO QWALYS, s. f.) En la Ilustración 9 se observa el equipo QWALYS 3 EVO.



**Ilustración 9 Analizador de Inmunohematología QWALYS 3 EVO**

Fuente: (QWALYS 3 EVO QWALYS, s. f.)

### **3.13. INVENTARIO**

Los inventarios se originan con los egipcios y otros pueblos de la antigüedad, ya que ellos acostumbraban a almacenar magnas cantidades de alimento para utilizarlos en tiempos de sequías y otros factores que afectaban a estas civilizaciones. En resumen, los inventarios fueron creados para almacenar todos los bienes y alimentos esenciales para poder sobrevivir situaciones extremas y poder continuar con sus actividades en su día a día (Durán, 2012).

Los inventarios se usan actualmente para evitar problemas financieros, y mantener la productividad de una empresa. Un inventario es el motor de las organizaciones ya que permite a la empresa a comercializar y poder obtener ganancias (Durán, 2012)..

Por lo que se define un inventario como el conjunto de artículos o mercancías que posee una empresa para comercializar, ya que permite la compra y venta o fabricación para luego ser vendido. El propósito de un inventario es promocionar a la empresa de materiales necesarios para un desarrollo continuo y regular, y también juega un papel muy importante en el proceso de producción ya que debe de cubrir con la demanda que posee la empresa. De igual manera un inventario debe de poseer y conservar niveles óptimos para minimizar el costo total de pedidos y mantenimientos, ya que un inventario demasiado bajo aumenta el costo de pedido y un inventario alto aumenta el costo de mantenimiento (Durán, 2012).

El inventario puede ayudar a un Biomédico a conocer los insumos y repuestos a su disposición al momento de vender un equipo o de brindar servicio técnico de algún equipo. De igual manera un inventario ayuda al Biomédico a conocer cuál es la falla más común de un equipo y estar preparado para dicha falla.

### **3.14. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Son las tareas que se ejecutan antes de que suceda un desperfecto en la máquina, estos mantenimientos son programados por las empresas, pero son recomendados por los fabricantes (V. Torres & Valdivieso Torres, 2010).

### 3.14.1. VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Seguridad: Al brindarle mantenimiento preventivo el equipo opera en mejores condiciones brindando mayor seguridad al momento de ser utilizado.
- Vida Útil: Un equipo tiene una vida útil mayor al realizar mantenimientos preventivos.
- Coste de reparaciones: Existe la posibilidad de reducir el costo de reparaciones al realizar mantenimientos preventivos.
- Inventarios: Es posible reducir el costo de los inventarios.
- Carga de trabajo: Es una carga uniforme ya que son programados (V. Torres & Valdivieso Torres, 2010).

### 3.14.2. FASES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Inventario Técnico: Se obtiene las características de cada equipo con los manuales y planos.
- Proceso Técnico: Lista de trabajos a realizar.
- Control de Frecuencia: Fechas de mantenimientos (V. Torres & Valdivieso Torres, 2010).

## **3.15.MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Se realiza cuando ya existe un daño en el equipo, este es el mantenimiento que normalmente se realiza en la mayoría de las empresas. Los mantenimientos correctivos tienen repercusiones para las empresas como paradas no programadas, y costos adicionales de mantenimiento no programados (V. Torres & Valdivieso Torres, 2010).

Existen dos tipos de mantenimiento correctivo y son los siguientes:

- Mantenimiento rutinario: Se corrigen fallas y no afectan de manera drástica a los sistemas.
- Mantenimiento de emergencia: Proviene por fallas del equipo e instalaciones y requiere ser corregido urgentemente (V. Torres & Valdivieso Torres, 2010).

### **3.16.CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad es el uso de actividades y técnicas para obtener, mantener y progresar la calidad de un producto o servicio. Las actividades y técnicas que se utilizan son las siguientes:

- Especificaciones de los requerimientos
- Diseño de productos o servicios
- Producción o instalación que cumpla todas las especificaciones requeridas
- Inspección para verificar las especificaciones
- Prueba del uso para verificar el funcionamiento y determinar que modificaciones son necesarias o que soluciones se deben de implementar (Besterfield, 2009).

## **IV. DESARROLLO**

### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO**

La práctica profesional es una prueba de lo que es el ámbito laboral, lo cual tuvo un gran impacto luego de recibir clases de manera virtual. En el ámbito laboral se aplican conocimientos no solo adquiridos en las clases, pero también en la vida, es aquí donde se adquiere experiencia y se va formando profesional y personalmente.

El estudiante siente la presión y la responsabilidad de reparar un equipo de manera responsable y adecuadamente, ya que es la vida de una persona la que pone en riesgo. Se debe de poner en práctica varias virtudes y las más importantes es la honestidad y el profesionalismo. El estudiante debe de ser honesto al momento no conocer sobre un tema e investigar sobre ello para poder desempeñarse de la mejor manera posible y mantener siempre el profesionalismo ante los clientes y el ámbito laboral.

En la práctica profesional se realizaron una variedad de tareas que describen una porción de lo que realiza el ingeniero biomédico, estas se describen a continuación.

#### **4.1.1. BOMBAS DE INFUSIÓN**

Uno de los equipos que tiene una gran demanda para Dimex son las bombas de infusión, distribuyendo las bombas de infusión a nivel nacional. Dimex distribuye la marca Samtronic, y se manejan cuatro modelos. La bomba posee dos años de garantía con la empresa Samtronic y un año con Dimex en caso de que el cliente la compre, si es comodato la bomba tiene garantía en lo que dure el contrato de comodato. En dado caso que este bajo el contrato de comodato y el usuario la quiebre o la maltrate no tiene garantía y el cliente debe de pagar por el daño.

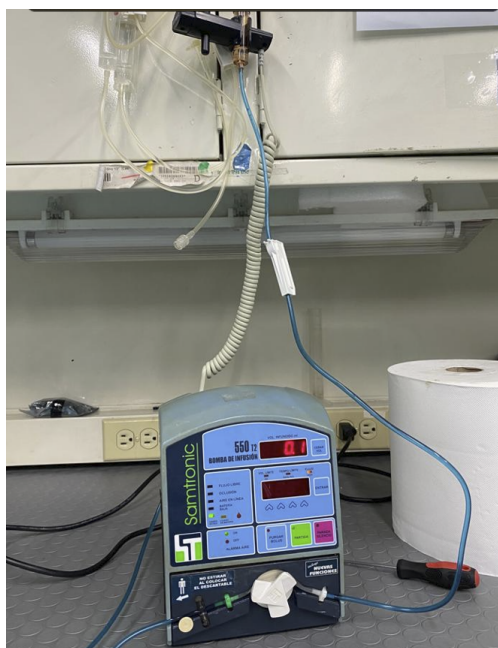
Se proporciona el servicio de mantenimiento al Hospital Escuela, Instituto Hondureño de Seguridad Social, Hospital Medical Center, Hospital Militar, Medicasa, Hospital San Felipe, Hospital El Tórax, entre otros. No se realiza mantenimiento preventivo a las bombas de infusión solo

mantenimiento correctivo. Lo único que se ha comenzado a implementar es hacer rondas para verificar si hay bombas en mal estado, en la capital se realizan cada mes y a nivel nacional se realizan cada tres meses. El encargado de las salas de los hospitales se comunica con el departamento de biomédica para reportar bombas en mal estado, se retira la bomba y se entrega una orden de trabajo.

#### *4.1.1.1. Bomba de Infusión 550 T2*

En el primer día de la práctica profesional se aprendió sobre la bomba 550 T2, sobre su funcionamiento y algunas de sus partes. La bomba 550 T2 posee las funciones para un flujo parenteral y enteral, y tiene los sensores de gotas, oclusión, aire en línea, y flujo libre. También cuenta con una batería en dado caso que no esté conectado a la red.

En esta bomba se debía de arreglar los botones de purgar, partida y parada ya que se tenía que pulsar con más fuerza de lo normal. Ya que se había reportado que los botones se encontraban en mal estado. En la Ilustración 10 se muestra una bomba de infusión 550 T2.



**Ilustración 10 Bomba de Infusión Samtronic 550 T2**

Fuente: Ilustración Propia

#### 4.1.1.2. Bomba de Infusión ST 1000 SET

A las bombas de infusión ST1000 SET se les brindó mantenimiento correctivo, algunos de los componentes que se cambiaron fueron:

- Sensores de presión
- Pantalla LCD
- Puerta
- Sensor de Gotas
- Sensor de aire en línea
- Conector Telefónico

En la Ilustración 11 se observa algunos de los repuestos que fueron reemplazados.



**Ilustración 11 Repuestos reemplazados en una bomba ST 1000 SET**

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se han reemplazado las partes que lo requerían se anotan en una hoja de control, donde se anota la fecha, el modelo, serie, de que hospital pertenece, sala, repuesto, el código del repuesto, y la cantidad. En la Ilustración 12 se observa una hoja de control con sus campos a llenar.



Norma Zelaya Mes de Abril

HOJA CONTROL DE RESPUESTOS SAMTRONIC							
FECHA	MODELO	SERIE	HOSPITAL	SALA	RESPUESTO	CODIGO	CANTIDAD
29/04/22	ST1000 SET	39919M/00	H. E. U	E. D	Sensor de Presion	0141	1
					Pantalla LCD	0197	1
					Puerta	0311	1
					Sensor de gotas	0046	1
					Sensor de Aire en línea	0302	1
29/04/22	ST1000 SET	39925M/00	H. E. U	E. P	Pantalla LCD	0197	1
					Sensor de gotas	0046	1
					conector felt		

**Ilustración 12 Hoja de Control**

Fuente: Elaboración Propia

En la Ilustración 13 se observa dos bombas ST1000 SET siendo colocadas en atriles. Estas bombas fueron revisadas dentro de Dimex y entregadas al Hospital Escuela. Cuando se retira o se entrega cualquier equipo se debe de redactar una hoja de trabajo, estas hojas de trabajo incluso se deben de redactar cuando hacen ronda y cuando realizan mantenimientos preventivos y correctivos.



**Ilustración 13 Bombas de infusión ST 1000 SET**

Fuente: Elaboración Propia

En la Anexo 1 se muestra una hoja de trabajo, donde se debe de detallar lo siguiente:

- Fecha
- Centro de Servicio, es decir el hospital, clínica o cliente al que se está proporcionando el servicio.
- Ubicación
- Hora de Inicio
- Hora Final
- Descripción, aquí es donde pone un resumen de lo que trata el trabajo.
- Tipo de aparato
- Marca
- Modelo
- Número de Serie
- Personal del departamento técnico que ejecuto la tarea
- La firma, nombre y sello del peticionario

- Observaciones, aquí se anotan las tareas que se ejecutaron de manera específica y cualquier otro detalle que sea importante mencionarlo.

#### *4.1.1.3. Bombas Samtronic Icatius 2ED Y 3ED*

Las bombas de infusión Samtronic Icatius 2ED Y 3ED son los modelos más recientes de la marca Samtronic, la diferencia entre ambos está en que la bomba 2ED se manipula mediante botones físicos y la 3ED se manipula con un teclado, y que la 3ED es un modelo más nuevo que la 2ED.

Se realizó un mantenimiento correctivo en el IHSS a bombas 3ED, se les reemplazo su sensor de aire en line y se calibro el sensor de presión. Cada vez que se cambia el sensor de aire en línea se debe de calibrar el sensor con el programa proporcionado por el fabricante.

De igual manera al departamento de biomédica se le asigno una entrega de 20 bombas de infusión al Hospital Escuela, donde el personal de biomédica se encargó de descargar las bombas y realizar la entrega. Dentro de esta entrega existieron una seria de percances, ya que hubo una confusión a quien se le entregaba y donde tenían que ser colocadas. Las bombas pertenecían a FUNIH CER, donde se debía realizar un intercambio de bombas, es decir ellos debían de entregar 20 bombas desactualizadas y se le hacia la entrega de 20 bombas nuevas. Por falta de comunicación y entendimiento, el personal no estaba listo para esta entrega ya que no hubo un acuerdo formal, por lo que la entrega se demoró un total de cuatro horas dentro del hospital.

En la Ilustración 14 se muestra dos tipos de bombas de infusión, estas son las 2ED Y 3ED.



**Ilustración 14 Bombas de Infusión Icatus 2ED Y 3ED**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2. ELABORACIÓN DE FICHAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS BOMBAS DE INFUSIÓN

En vista que solo se realizan mantenimientos correctivos a las bombas de infusión, se decidió desarrollar planes de mantenimiento preventivo para las bombas de infusión. Según el departamento técnico no se implementan mantenimientos preventivos por la cantidad de bombas que existen, y dado a que la mayoría de las fallas son por el usuario. Las fichas de mantenimiento se encuentran en el Anexo 2 y Anexo 3. Las fichas de mantenimiento se desarrollaron en base a los manuales de cada bomba. Según Samtronic (2011) el mantenimiento preventivo a la bomba ST1000SET se debe de realizar cada seis meses. De acuerdo con el mantenimiento preventivo para la bomba 500T2 se debe de realizar cada seis meses. Según Samtronic ( s. f.), el mantenimiento preventivo para las bombas Icatus 2 ED y 3ED se deben de realizar cada doce meses. Sin embargo, por los casos y la frecuencia en el cual las bombas presentan fallas, se recomienda cada tres meses como mínimo.

#### 4.1.3.MANTENIMIENTO PREVENTIVO A ESTERILIZADORES EN EL HOSPITAL MARÍA

Una de las primeras tareas que observe como se realizaba es el mantenimiento preventivo a los esterilizadores en el Hospital María. El hospital cuenta con cuatro esterilizadores de vapor, y un esterilizador a baja temperatura de plasma. El mantenimiento preventivo de estos esterilizadores está programado a ser realizado cada seis meses, sin embargo, se realizan antes de lo programado. Lo que se realizan en estos mantenimientos preventivos es revisar los contadores de los esterilizadores Matachana 21ED, revisar la pureza del agua con el que trabaja el autoclave, y limpiar de manera externa con un paño y liquido limpiador. Se limpian los componentes internos con aire comprimido para remover el polvo de las tarjetas electrónicas. En dado caso que ocupe algún reemplazo se notifica o si ya se tiene el componente se realiza el reemplazo.

Luego se desarma el esterilizador de plasma y se limpiar los componentes con aire comprimido y un paño húmedo. En dado caso de requerir el reemplazo del plasma que se presenta en un bote de metal, se realiza siempre con cuidado.

Se realizó el mantenimiento preventivo por su cuenta a los esterilizadores de vapor, donde se realizaron algunos reemplazos de partes que requerían. En la Ilustración 15 y muestra el proceso de mantenimiento a los autoclaves. En la Ilustración 16 e Ilustración 17 se muestra un ejemplo de una parte que requería reemplazo ya que iba a llegar a su límite máximo.



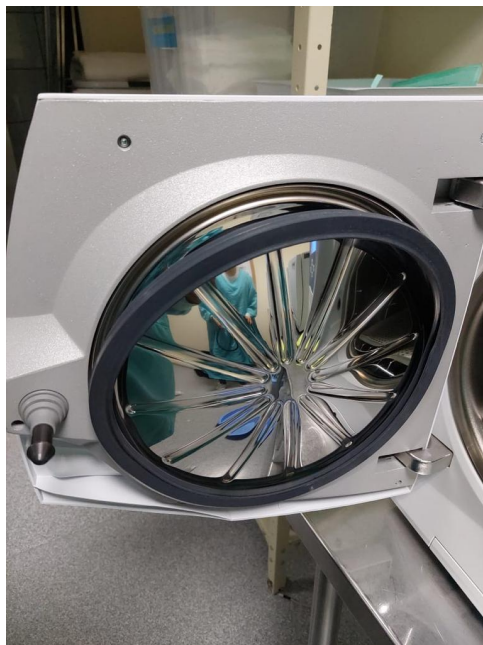
**Ilustración 15 Practicante brindando mantenimiento preventivo al esterilizador  
Matachana 21 ED**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 16 Contador de Junta de Puerta**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 17 Reemplazo de junta de puerta**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.4.MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO EN LOS ESTERILIZADORES DEL IHSS

Se observó cómo se solucionaba la falla de “Alarma en el nivel del generador de vapor” en un autoclave localizado en IHSS de Barrio Abajo. El problema estaba en que el sensor magnético del calderín estaba obstruido por lo que el sensor no daba una buena medición y el equipo se alarmaba. Siempre se debe de usar agua tratada (agua osmotizada) y estar pendiente de limpiar los ductos que se encuentran en el calderín.

Luego el personal capacitado para tratar con autoclaves realizó un cambio de pantalla a un autoclave localizado en el IHSS de La Granja ya que esta se dañó de manera repentina.

De igual manera realizaron mantenimiento preventivo a los esterilizadores por formaldehído en el IHSS de La Granja. El mantenimiento consistió en succionar toda la suciedad que se encontraban los esterilizadores, revisar el contenido de formaldehído y si no contenía ninguna fuga el sistema, y realizar un ciclo de vacío de prueba para verificar que la bomba esté funcionando en perfecto estado.

#### 4.1.5. ENTREGA Y CAPACITACIÓN DE CENTRIFUGA

Se realizó la entrega de una centrifuga para banco de sangre en el Hospital de San Lorenzo. La centrifuga se adquirió mediante una licitación con Banco de Occidente. Tras desmontar el equipo, se armó e instaló el equipo dentro del área. Luego el Ingeniero encargado del área de laboratorio impartió una capacitación al personal dentro del área de banco de sangre.

#### 4.1.6. CAPACITACIÓN DE TIMPANÓMETRO

El Ing. Matus capacitado para impartir la capacitación del timpanómetro GSI impartió la capacitación en la Clínica Zoé. Al final no se pudo instalar el software en la computadora de la clínica ya que el programa no era compatible con la versión de Windows, por lo que solo se realizó la entrega y capacitación del equipo.

#### 4.1.7. INVENTARIO DE PARTES DE BOMBAS SAMTRONIC

El inventario de bombas Samtronic es de gran cantidad y estaba previamente colocado en cajas individuales dentro de un armario. Muchos de los códigos y cantidades no concordaban, por lo que fue necesario realizar un conteo total del inventario y actualizar los códigos. En la Ilustración 18 Repuestos Samtronic se muestra parte de los repuestos Samtronic, en esta etapa aún se estaban contando los repuestos. Una vez que se terminó de realizar el conteo y clasificación, se colocaron todos los repuestos en cajas individuales y en estantes, tal como se muestra en la Ilustración 19. Para su rotulación se creó una viñeta donde se describe lo siguiente:

- Marca
- Código de Barra
- Número de Serie del repuesto según fabrica
- Nombre del repuesto

En la Ilustración 20 se muestra dos viñetas con los elementos mencionados previamente.





**Ilustración 18 Repuestos Samtronic**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 19 Inventario de repuestos Samtronic**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 20 Viñeta para inventario de repuestos Samtronic**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.8. CONTROL DE CALIDAD DE ESFIGMOMANÓMETROS

Se realizó un control de calidad a esfigmomanómetros manuales y electrónicos. Con los esfigmomanómetros manuales, como se muestra en la Ilustración 21, se verificó que portara todos los elementos que se describían en la caja y las instrucciones. Luego se prosiguió a calibrar el manómetro y probar su funcionamiento, una vez que haya pasado todos los controles de calidad se vuelve a empacar y se anota en una hoja de control.

Para los esfigmomanómetros digitales, como se muestra en la Ilustración 22, se verificó que estuviera completo en cuanto componentes, y se encendió para probar su funcionamiento. Una vez haya pasado la prueba, se colocó el equipo en su estuche y se anotó en la hoja de control. Se revisaron alrededor de trescientos veinte y seis esfigmomanómetros digitales.



**Ilustración 21 Esfigmomanómetro manual**

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 22 Esfigmomanómetro digital**

Fuente: Elaboración Propia

La hoja de control previamente mencionado se muestra en la Anexo 4, y se detalla lo siguiente el nombre del equipo, marca, modelo, y cantidad. En dado caso de ser un equipo único o pocos

equipos se describen los accesorios en el apartado de accesorios. En el caso de ser una gran cantidad de equipos se detallan las series en la casilla de accesorios.

#### 4.1.9.MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL ANALIZADOR DE INMUNOHEMATOLOGÍA

##### AUTOMATIZADO

Se realizó el mantenimiento preventivo a dos analizadores de inmunohematología automatizados localizados en el área de banco de sangre del IHSS de La Granja. El mantenimiento consistió en la limpieza de estos equipos y ejecutar el mantenimiento preventivo que se encuentra en el sistema de los equipos, solo se debía de seguir los pasos que indicaba el sistema. El practicante también observó el funcionamiento de estos equipos y conoció la finalidad de algunas de las pruebas realizadas en estos equipos.

#### 4.1.10.CONTROL DE CALIDAD DE ELECTROCAUTERIO

Se recibió un equipo de electrocauterio con sus accesorios, no se pudo verificar el funcionamiento por falta de una plancha desechable y el lápiz del electrocauterio. La verificación consistió en la comprobación de los pedales y los botones del equipo. De igual manera se anotó el equipo en las hojas de control, donde se describió los accesorios que incluían el equipo. La Ilustración 23 muestra el electrocauterio Bovie en proceso de examinación.

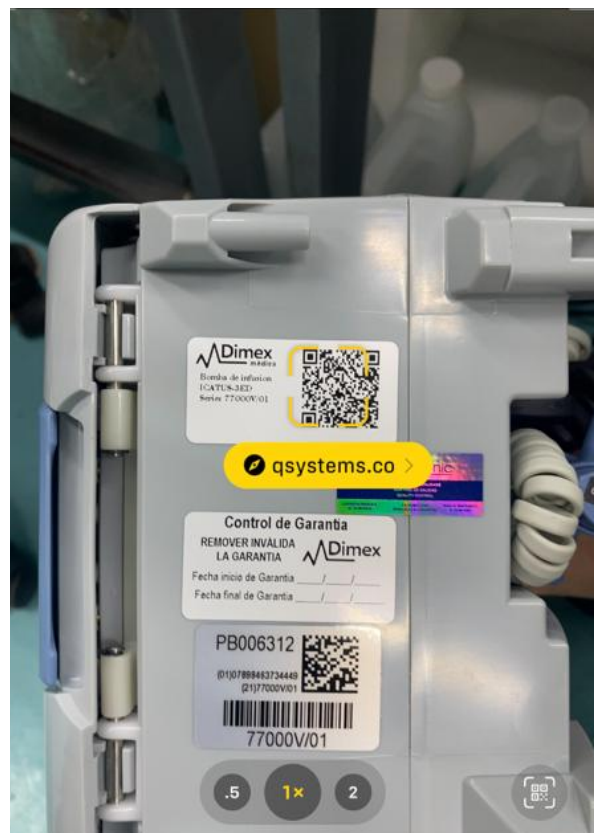


**Ilustración 23 Electrocauterio Marca Bovie**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.11. CONTROL DE CALIDAD DE BOMBAS DE INFUSIÓN ICATUS 3ED

Se recibieron un total de doscientas bombas de infusión, se debía de realizar una prueba de flujo para verificar el funcionamiento de estas. En el departamento han decidido implementar el uso de dos viñetas, una de ellas es el código de identificación de la bomba. Esta viñeta también incluye un código QR donde lleva al usuario al sistema de QSystem, este sistema es utilizado por el administrador dentro Biomédica. El programa ayuda a la organización del inventario de equipo dentro de la empresa, es aquí donde se puede desglosar el tipo y cantidad de equipos que pertenecen a la empresa Dimex Medica. La segunda viñeta es para especificar el inicio de la garantía del equipo, esta garantía comienza a correr desde que el cliente pone en uso la bomba. La Ilustración 24 muestra las dos viñetas previamente mencionadas y el funcionamiento del código QR en la viñeta.



**Ilustración 24 Bomba de infusión en Control de Calidad**

Fuente: Elaboración Propia

#### *4.1.11.1. Control de Calidad del Flujo de las Bombas de Infusión*

Todas las bombas de infusión que pasan por el departamento de biomédica deben de someterse a una prueba de flujo, y sean nuevas o se reciben por comodato. Por lo general según los fabricantes de debe de realizar una prueba con un volumen de 25mL a 48 minutos. Pero en las bombas ST1000 SET se realiza con un volumen de 20mL y un flujo de 25mL. Las bombas admiten un desfase en el flujo de tres a cinco por ciento, pero siempre se trata de dejar el flujo lo más preciso posible ya que las bombas se usan para procesos como la quimioterapia y se necesita mucha precisión.

Los elementos utilizados en este control de calidad son:

- Una probeta o analizador de flujo
- Una venoclisis
- Un cable de corriente alterna
- Bomba de infusión

Para comenzar el proceso se debe de conectar la bomba a la red y luego se debe de programar los valores. Luego se debe de purgar el set para eliminar cualquier burbuja dentro de la línea del venoclisis. Una vez que la bomba haya terminado el proceso de purgar se debe de iniciar el ciclo, para esto se coloca la punta del venoclisis por donde sale el fluido dentro de la probeta y se le da iniciar el ciclo. Cuando el ciclo haya terminar, se revisa la probeta y el líquido debe de haber llenado los 25 mL de la probeta. Si este no es el caso se debe de calibrar el sensor de flujo, se debe de ir a configuraciones, luego calibraciones y seleccionar sensor de flujo. La calibración va a depender del resultado de la prueba. En la Ilustración 25 se muestra una serie de bombas de infusión bajo el control de calidad que se debe de realizar.





**Ilustración 25 Prueba de control de calidad a bombas de infusión Icatus 3ED**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.12. LEVANTAMIENTO DE INVENTARIO DE BOMBAS DE INFUSIÓN

Se realizó un levantamiento de inventario de bombas de infusión con la finalidad de conocer todas las bombas de marca Samtronic que están presentes en los siguientes hospitales dentro de Tegucigalpa:

- Hospital Escuela Universitario
- Instituto Hondureño de Seguridad Social
- Hospital Honduras Medical Center
- Hospital Viera
- Hospital La Policlínica
- Hospital Militar
- Instituto Nacional Cardiopulmonar/ Hospital el Tórax

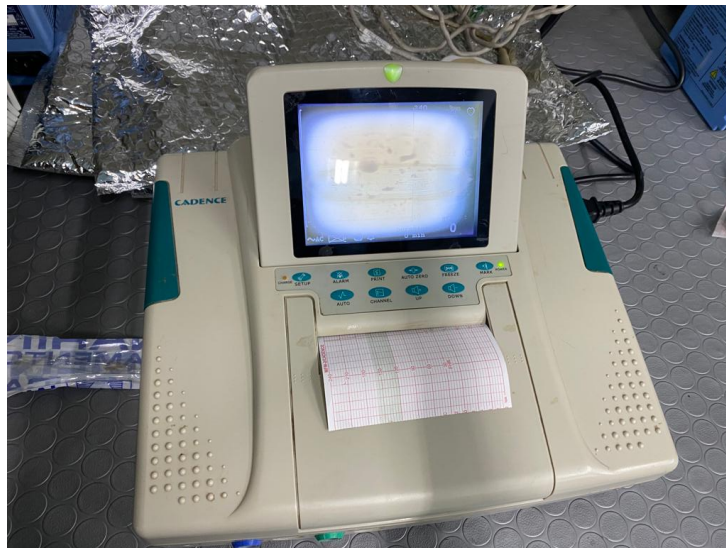
Aparte de conocer cuáles son las bombas que pertenecen a cada hospital, también se quería realizar una lista de las bombas que ya cumplieron su vida útil para reemplazarlas por nuevas.

#### 4.1.13.CERTIFICACIÓN DEL DEPARTAMENTO

El Gerente de Servicio Técnico de Biomédica solicitó que se le redactara un informe de la certificación de la ISO 9001. Dentro de este informe se incluyeron la importancia de la ISO 9001, requerimientos y pasos para la certificación. En el Anexo 5 se muestra la portada del informe para los requisitos y pasos del ISO 9001.

#### 4.1.14.REVISIÓN DE MONITOR DE SIGNOS VITALES PARA FETOS

Se realizó una inspección a un monitor fetal marca Edan, como se muestra en la Ilustración 26. La prueba consistió en verificar el funcionamiento del transductor para escuchar los signos fetales del feto, y comprobar que todas las funciones operaran de manera correcta. El problema que se reportó fue al momento de imprimir el examen, no imprimía el examen completo. También presentaba problemas la pantalla ya que presentaba daños físicos.



**Ilustración 26 Monitor de Signos Vitales para fetos, marca Edan**

Fuente: Ilustración Propia

## 4.2.CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la Tabla 1 se muestra un resumen de las actividades que se realizaron a lo largo de las diez semanas en la práctica profesional. La tabla esta estructurada por actividad y la cantidad de semanas que se realizó la actividad, es decir que por los mantenimientos preventivos se realizaron por



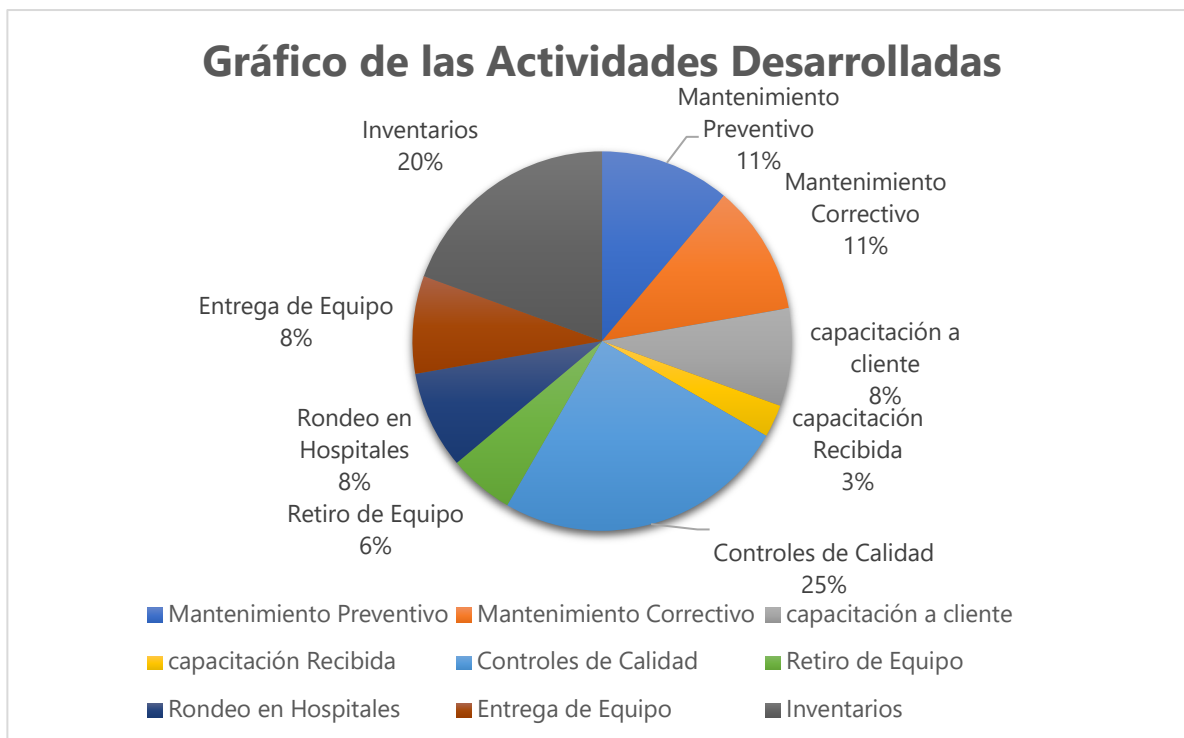
cuatro semanas dentro de la práctica. Como se observa las tareas que se realizaron con más frecuencia fueron las categorías de controles de calidad, la creación y actualización de inventarios. Sin embargo, un ingeniero en biomédica dentro del área del servicio técnico también realiza mantenimientos correctivos y preventivos, al igual que capacitaciones, entrega y retiro de equipos.

**Tabla 1 Resumen de Actividades Desarrolladas**

Actividad	Cantidad de Semanas
Mantenimiento Preventivo	4
Mantenimiento Correctivo	4
capacitación a cliente	3
capacitación Recibida	1
Controles de Calidad	9
Retiro de Equipo	2
Rondeo en Hospitales	3
Entrega de Equipo	3
Inventarios	7

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de la Ilustración 27 se muestra un gráfico de pastel con los porcentajes que representa cada actividad previamente mencionada. Se observa que los controles de calidad abarcan un 25% y los inventarios un 20%, estas dos actividades se realizaron con mayor frecuencia a lo largo de la práctica.



**Ilustración 27 Gráfico de las actividades desarrolladas**

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de la Tabla 2 se observa un análisis de los porcentajes por cada actividad realizada dentro del departamento de biomédica dentro de Dimex Médica.

**Tabla 2 Desglose de porcentajes por actividad**

Actividad	Porcentaje %
Mantenimiento Preventivo	20
Mantenimiento Correctivo	11
capacitación a cliente	8
capacitación Recibida	3
Controles de Calidad	25
Retiro de Equipo	6
Rondeo en Hospitales	8
Entrega de Equipo	8
Inventarios	20

#### 4.2.1. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

Tarea	Descripción	Semanas									
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Mantenimiento Correctivo	Reparación de Bombas de infusión	■	■		■	■					
	Reparación de Autoclave				■						
	Creación de reporte de repuestos para gira de mantenimiento de bombas de infusión		■								
Mantenimientos Preventivos	Limpieza y pruebas a esterilizadores	■				■					
	Limpieza y pruebas a equipo analizador automatizado de Inmunoematología				■						
	Desarrollo de fichas de mantenimiento						■				
Controles de Calidad	Realizar prueba de control de calidad a bombas de infusión	■					■		■	■	■
	Verificar y probar equipos que ingresan al taller			■	■		■	■		■	
	Realizar pruebas de control a equipos en comodato		■							■	■
	ISO 9001		■					■		■	
Retiro y entrega de equipo	Entrega de bombas de infusión en buen estado.	■									
	Entrega de equipo nuevo		■				■				
	Retiro de bombas de infusión en mal estado	■									
	Retiro de equipo en mal estado		■								
	Rondeo en los hospitales.				■	■		■			
Capacitaciones	capacitación de timpanómetro.	■									
	capacitación de centrifuga		■								
	capacitación de máquina de ultrasonido			■							
	capacitación de bombas de infusión	■									
	capacitación de incubadoras neonatales								■		
Inventarios	Actualización del inventario Samtronic			■	■						
	Crear un inventario de bombas en mal estado	■	■								
	Inventario de bombas de infusión Samtronic		■					■	■		
	Inventario de repuestos utilizados en las bombas de infusión							■	■	■	

## V. CONCLUSIONES

- El ingeniero biomédico dentro del área de servicio técnico tiene como objetivo ejecutar mantenimientos preventivos y correctivos, brindar el servicio de entrega de equipos cuando sea necesario y realizar controles de calidad a todos los equipos que ingresan al taller de biomédica. Para poder ejecutar las tareas de mantenimiento y controles de calidad el ingeniero debe de conocer el funcionamiento de los equipos y sus partes.
- En ciertos casos es tarea del ingeniero biomédico realizar la entrega de los equipos adquiridos por los clientes. Una vez que se haya realizado la entrega, el ingeniero debe de impartir una capacitación al usuario sobre el uso y las partes del equipo.
- Uno de los equipos más vendidos dentro de la empresa Dimex Médica son las bombas de infusión, por lo que se realizan rondes dentro de los hospitales y clínicas para retirar las bombas en mal estado y brindarles un mantenimiento correctivo. Al igual que las bombas se brinda servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a todos los equipos que se distribuyen dentro de la empresa Dimex Médica.
- Cuando ingresa un equipo al taller de biomédica ya sea un equipo usado o nuevo, estos deben de someterse a una prueba de control de calidad. Se realizan los controles de calidad con la finalidad de hacer entrega de equipos que estén en buen estado y funcionamiento para que el cliente disfrute del equipo.

## **VI.RECOMENDACIONES**

- El departamento de biomédica no debe de ser el responsable de las entregas ya que para eso hay un departamento que es el responsable, por el problema mencionado anteriormente en la sección 4.1.1.3. El departamento responsable de las entregas es almacén ya que ellos llevan un control de las entregas. Cuando el departmaneto de Biomédica realiza las entregas no es un proceso muy organizado, ya que existen las confusiones y las equivocaciones. Por lo cual el departamento de biomédica solo se debería de encargar de impartir la capacitación al momento de entregar equipo nuevo.
- Seguir las recomendaciones brindadas por los fabricantes al momento de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos. Siempre se debe de investigar el proceso y los tipos de fallas de los equipos dentro del manual, ya que esto va a facilitar el mantenimiento y ayuda a saber que acciones tomar dependiendo de la falla.
- Los controles de calidad es una de las tareas con más demanda, abarcando un 23 % de las tareas realizadas en la práctica profesional. Por lo cual se recomienda tener un equipo designado para realizar los controles de calidad, dado que los controles de calidad tomaban hasta una semana para poder finalizar un lote de equipos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

5\_e\_METODO DE VERIFICACION PARA ESFIGMOMANOMETROS.pdf. (s. f.). Recuperado 19 de mayo de 2022, de [https://saludcolima.gob.mx/images/documentos/5\\_e\\_METODO%20DE%20VERIFICACION%20PARA%20ESFIGMOMANOMETROS.pdf](https://saludcolima.gob.mx/images/documentos/5_e_METODO%20DE%20VERIFICACION%20PARA%20ESFIGMOMANOMETROS.pdf)

admin. (2018, febrero 21). Diferencias en las mediciones de presión arterial manuales y MAPA. *Blog Tecnomed 2000*. <http://blog.tecnomed2000.com/2018/02/21/diferencias-las-mediciones-presion-arterial-manuales-mapa/>

Alvia, K. (2015). *Entrenamiento de Bomba de Infusión*. <https://hospitalgeneralchone.gob.ec/wp-content/uploads/2015/10/si-ENTRENAMIENTO-EN-BOMBAS-DE-INFUSI%C3%93N.pdf>

Armentano, Dr. Ing. R. (s. f.). *Introducción a la Ingeniería Biomedica*. [https://eva.interior.udelar.edu.uy/pluginfile.php/40334/mod\\_resource/content/1/IIB\\_Lectures\\_RL\\_A\\_1.pdf](https://eva.interior.udelar.edu.uy/pluginfile.php/40334/mod_resource/content/1/IIB_Lectures_RL_A_1.pdf)

Artedimamico. (s. f.). *CENTRIFUGAS (USO, TIPOS Y MANTENIMIENTO)* (Colombia) [Text]. Equipos y laboratorio de Colombia; [equiposylaboratorio.com](http://equiposylaboratorio.com). Recuperado 6 de mayo de 2022, de [https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/centrifugas-\(uso-tipos-y-mantenimiento\)](https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/centrifugas-(uso-tipos-y-mantenimiento))

ASALE, R.-, & RAE. (s. f.). *Destinado, destinada | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 19 de mayo de 2022, de <https://dle.rae.es/destinado>

Besterfield, D. H. (2009). *Control de calidad*. [http://dc02eja.cormagdalena.gov.co/recursos\\_user/preparedd/Libro\\_Control\\_de\\_Calidad\\_Besterfield\\_Oct.pdf](http://dc02eja.cormagdalena.gov.co/recursos_user/preparedd/Libro_Control_de_Calidad_Besterfield_Oct.pdf)

*Bomba de infusión de insulina. Tratamiento de la Diabetes*. Clínica Universidad de Navarra. (s. f.). Recuperado 19 de mayo de 2022, de <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/tratamientos/bomba-insulina>

Brenes, R. R. (2003). *Entendiendo la timpanometría*. 7.

Centro de Diagnóstico y Terapéutica Endoluminal. (2022). *Plasma Sanguíneo*. CDyTE. <https://cdyte.com/pacientes/glosario/plasma-sanguineo/>

Crespo, M. (2019, septiembre 30). Partes del Oído. *musikeandoya*. <http://musikeandoya.blogspot.com/2019/09/partes-del-oido.html>

*Departamento de Soporte Técnico*. (s. f.). <https://www.fiscalia.gob.sv/wp-content/uploads/pdf-organigrama/11-2-3-DEPARTAMENTO-DE-SOPORTE-TECNICO.pdf>

Díaz-Rodríguez, N., Garrido-Chamorro, R. P., & Castellano-Alarcón. (2007). *Metodología y técnicas. Ecografía: Principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico*. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-pdf-13109445>

Dimex Médica. (2021). *Sobre Nosotros*. Dimex Médica. <https://dimexmedica.com/sobre-nosotros/>

Durán, Y. (2012). *Administración del inventario: Elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas*. <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545892008.pdf>

*Equipo de laboratorio clínico*. (19:35:31 UTC). <https://pt.slideshare.net/PRIMROSE/equipo-delaboratorioclinico/20>

*Especificaciones técnicas de la OMS para dispositivos automáticos de medición de la presión arterial no invasivos y con brazalete*. (2020). Organización Panamericana de la Salud. <https://doi.org/10.37774/9789275323052>

Facultad de Ciencias Médicas - Universidad Nacional de Rosario. (2015). *Discusión sobre los conceptos de Elasticidad, Elastancia y Compliancia*. [http://www.clinica-unr.com.ar/2015-web/Especiales/52/Especiales\\_52\\_Pag\\_1.htm](http://www.clinica-unr.com.ar/2015-web/Especiales/52/Especiales_52_Pag_1.htm)

Fiñana, I. T., Muñoz, M. del C., & Montila López, P. (s. f.). 9. *Centrifugación. Estudio del hematocrito*. 6.

*Gas plasma*. (s. f.). El autoclave. Recuperado 3 de mayo de 2022, de <https://elautoclave.wordpress.com/category/gas-plasma/>

Gonzalez-Argote, J., & Garcia-Rivero, A. A. (2016). *Códigos QR y sus aplicaciones en las ciencias de la salud*. <http://scielo.sld.cu/pdf/ics/v27n2/rci09216.pdf>

Hernández, A. C. (2020, octubre 2). *¿Qué es el grupo sanguíneo y cómo se detecta?* <https://microbacterium.es/que-es-el-grupo-sanguineo-y-como-se-detecta>

Hernández, F. P., & Uribe, J. R. R. (2007). *Ingeniería clínica. Fundamentos para la implementación de la tecnología en los hospitales*. 8.

*ICATU-ICATU-TCI-e-ICATU-Intelli-Manual-del-Usuario.pdf*. (s. f.). Recuperado 25 de mayo de 2022, de <https://www.samtronic.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/ICATU-ICATU-TCI-e-ICATU-Intelli-Manual-del-Usuario.pdf>

Instituto de Consumo Energético. (s. f.). *¿Qué es el agua osmotizada?* Recuperado 26 de mayo de 2022, de <https://www.solucionesice.com/blog/que-es-el-agua-osmotizada>

Ivalmed. (2016). *Manual de Uso, Tratamiento y mantenimiento del Instrumental Quirúrgico*. <https://ivalmed.com/wp-content/uploads/2019/09/Tratamiento-y-Mantenimiento-del-Instrumental.pdf>

Laboratorio Clínico Hematológico. (s. f.). Inmunoematología. *Laboratorio Clínico Hematológico*. Recuperado 22 de mayo de 2022, de <https://lch.co/inmunoematologia/>

*Menor consumo de agua en procesos de esterilización*. (s. f.). Recuperado 3 de mayo de 2022, de <https://www.elhospital.com/temas/Ajuste-de-los-gastos-de-operacion-de-autoclaves-por-vapor-saturado-mediante-un-menor-consumo-de-agua+106758>

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2018). *Guía para el manejo del autoclave en la central de esterilización del Hospital Universitario de Ceuta*. 103.

Miyara, F. (s. f.). *INTRODUCCIÓN A LA ACÚSTICA*. 75.

*Nanotecnología | NHGRI*. (s. f.). Genome.gov. Recuperado 6 de mayo de 2022, de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Nanotecnologia>

NIH. (s. f.). *Ultrasonido*. Recuperado 22 de mayo de 2022, de <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/ultrasonido>



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>

Policlinica Metropolitana. (2022, febrero 22). Hematología Completa ¿Qué detecta? *Policlínica Metropolitana*. <https://policlinicametropolitana.org/informacion-de-salud/hematologia-completa-un-examen-de-rutina/>

QSystem. (2018). *System*. <https://www.qsystem.com.pe/SobreNosotros>

QWALYS 3 EVO QWALYS. (s. f.). DIAGAST. Recuperado 22 de mayo de 2022, de <https://www.diagast.com/en/automatons-reagents/automate-methods/qwalys-3-evo-en/qwalys/>

*Radiofrecuencia: ¿qué es y cuáles son sus aplicaciones?* (s. f.). VIU. Recuperado 6 de mayo de 2022, de <https://www.universidadviu.com/int/actualidad/nuestros-expertos/radiofrecuencia-que-es-y-cuales-son-sus-aplicaciones>

Salinas, Ing. N. E. (2015). *Vista de El rol del ingeniero biomédico en la sociedad*. <https://camjol.info/index.php/RMH/article/view/12773/14809>

Samtronic. (s. f.). *icatu Bomba de Infusión Peristáltica. Manual de usuario*. <https://www.samtronic.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/ICATU-ICATU-TCI-e-ICATU-Intelli-Manual-del-Usuario.pdf>

Samtronic. (2008). *Bomba de Infusión Peristáltica ST500T2*.

Samtronic. (2011). *Bomba de Infusión Peristáltica ST1000 SET*.

Sociedad de Enfermeras en Pabellones Quirúrgicos y Esterilización. (s. f.). *Sistema de esterilización por Plasma de Peroxido de Hidrógeno, "Sterrad"*. <http://www.enfermeraspabellonyesterilizacion.cl/trabajos/plasma.pdf>

Tapia-López, Dra. E., Hernández, Dr. A., Ciapponi, Dr. A., Pichon-Riviere, Dr. A., Augustovski, Dr. F., García Martí, Dr. S., Alcaraz, Dra. A., Bardach, Dr. A., López, Dra. A., & Rey-Are, Dra. L. (2016).

*Bombas elastoméricas para la infusión de medicamentos.*  
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/03/981923/iecs-irr-4651.pdf>

*Timpanometría. Estudio de la compliancia o admitancia del tímpano.* (2015, junio 16). Centro Auditivo Cuenca, audífonos Valencia. <http://www.centroauditivo-valencia.es/2015/06/16/timpanometr%C3%ADa-estudio-de-la-compliancia-o-admitancia-del-t%C3%ADmpano/>

Toribio Felipe, R. (2008). *Bombas de Infusion Externas*. 34.

Torres, A. (s. f.). *Ultrasonido: Principios físicos*. 53.

Torres, V., & Valdivieso Torres, J. C. (2010). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Extruplas S.A.* 115.

*Tratamiento del dolor: Bomba de analgesia controlada por el paciente | Cigna.* (s. f.). Recuperado 19 de mayo de 2022, de <https://www.cigna.com/es-us/individuals-families/health-wellness/hw/tratamiento-del-dolor-zx1143>

ULTRASONIDO PORTATIL DE ECOGRAFIA MINDRAY TRANSDUCTORES CONVEXOY ENDOCAVITARIO. (s. f.). *Baladeva Venta de Equipo Médico*. Recuperado 22 de mayo de 2022, de <https://www.ventaequipomedicoenmexico.com.mx/producto/ultrasonido-portatil-de-ecografia-mindray-transductores-convexo-y-endocavitario/>

*Uso de Bombas de Infusión.* (s. f.). Recuperado 1 de mayo de 2022, de [https://www.pisa.com.mx/publicidad/portal/enfermeria/manual/4\\_1\\_4.htm](https://www.pisa.com.mx/publicidad/portal/enfermeria/manual/4_1_4.htm)

Vargas, A., Amescua-Guerra, L. M., Araceli Bernal, M., & Pineda, C. (2008). Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos. *ACTA ORTOPÉDICA MEXICANA*, 13.

Webmaster. (2013, agosto 12). *Estudio de los riesgos asociados a procesos de esterilización en hospitales.* Prevención Integral & ORP Conference. <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2008/estudio-riesgos-asociados-procesos-esterilizacion-en-hospitales>

# ANEXOS

## Anexo 1 Hoja de Trabajo de parte de Dimex Médica.

**ACME**  
*lanús*

	No. de Orden: _____	<b>PRIORIDAD</b>
	Fecha: _____	<b>Tiempo</b>
	Centro de Servicio: _____	Hora inicio: _____
	Ubicación: _____	Hora final: _____

**SOLICITUD DE TRABAJO**

**DESCRIPCIÓN:**

**EN CASO DE APARATOS ESPECIFICAR:**

Tipo de Aparato	Marca	Modelo	Serie No.

<i>Departamento Técnico</i>	<i>Peticionario</i>
<i>Nombre y Firma</i>	<i>Nombre y Firma</i>

MANTENIMIENTO CORRECTIVO       MANTENIMIENTO PREVENTIVO       TRABAJO MODIFICADO

**OBSERVACIONES:**



CONDICIÓN	CAUSAS	ACCIÓN	

TEG: 2280-4444 | 2280-4445 SPS: 2553-5000 | 2553-5002  
Barrio San Felipe, Calle Bustamante y Rivero, No. 3002, atrás de iglesia Medafa Milagrosa, Tegucigalpa, Honduras CA.  
Oficina Regional: Zona de la Cervicería, 3era avenida 16 calle NQ, local de la esquina. Esquina opuesta a Por Salud.

**"Calidad y Profesionalismo al cuidado de la Salud"**  
[www.dimexmedica.com](http://www.dimexmedica.com)

## Anexo 2 Mantenimiento preventivo para bombas ST1000 SET Y 500T2



### Mantenimiento Preventivo de Bombas de infusión

Fabricante: Samtronic

Modelo: ST 1000 SET y 500T2

Serie: \_\_\_\_\_

Hora Inicio: \_\_\_\_\_

Establecimiento: \_\_\_\_\_

Hora Final: \_\_\_\_\_

Sala: \_\_\_\_\_

Descripción del Mantenimiento	Aprobación
Verificar la integridad exterior de la bomba	__SI__NO
Verificar el estado del cable A.C	__SI__NO
Inspeccionar el estado de la batería	__SI__NO
Verificar el display y que todos los indicadores estén en buen estado.	__SI__NO
Verificar que los botones estén en buen estado	__SI__NO
Verificar la alarma de puerta abierta	__SI__NO
Verificar el sensor de aire en la línea, retirando el descartable del sensor de aire en línea	__SI__NO
Verificar el funcionamiento del sensor de gotas	__SI__NO
Verificar la alarma de flujo libre, desconectar la cámara de goteo del sensor	__SI__NO
Verificar la alarma de oclusión, se debe de cerrar la pinza del descartable e iniciar la infusión.	__SI__NO
Verificar la alarma de sensor de gotas, desconectar el sensor de gotas del equipo.	__SI__NO
Iniciar un ciclo de prueba con un volumen de 20 ml, y un flujo de 25 ml/h (Si aplica)	__SI__NO
Limpiar el equipo con un paño y solución desinfectante	

Observaciones

Nombre y Firma-Departamento Técnico Dimex	Nombre y Firma-Peticionario

### Anexo 3 Mantenimiento Preventivo para bombas de infusión 2ED y 3ED



#### Mantenimiento Preventivo de Bombas de infusión

Fabricante: Samtronic

Modelo: Ictus 2 ED Y 3 ED

Serie: \_\_\_\_\_

Hora Inicio: \_\_\_\_\_

Establecimiento: \_\_\_\_\_

Hora Final: \_\_\_\_\_

Sala: \_\_\_\_\_

Descripción del Mantenimiento	Aprobación
Verificar la integridad exterior de la bomba	__SI__NO
Verificar el estado del cable A.C	__SI__NO
Inspeccionar el estado de la batería	__SI__NO
Verificar el display y que todos los indicadores estén en buen estado.	__SI__NO
Verificar que el corta flujo funcione, no debe de haber goteo en la cámara luego de haber abierto la puerta de la bomba.	__SI__NO
Verificar que los botones estén en buen estado	__SI__NO
Verificar la alarma de puerta abierta	__SI__NO
Verificar el sensor de aire en la línea, retirando el descartable del sensor de aire en línea	__SI__NO
Verificar el funcionamiento del sensor de gotas	__SI__NO
Verificar la alarma de flujo libre, desconectar la cámara de goteo del sensor	__SI__NO
Verificar la alarma de oclusión, programar un flujo de 1,200 mL/h y pinzar el equipo después del sensor de presión e iniciar la infusión.	__SI__NO
Verificar las alarmas de error de flujo y error de tiempo, programar el fujo mayor a 1,200 mL/h.	__SI__NO
Verificar la alarma de sensor de gotas, desconectar el sensor de gotas del equipo.	__SI__NO
Iniciar un ciclo de prueba con un volumen de 20 mL, y un flujo de 25 mL/h (Si aplica) ó un volumen de 20 mL a 48 minutos.	__SI__NO
Limpia el equipo con un paño y solución desinfectante	

Observaciones

Nombre y Firma-Departamento Técnico Dimex	Nombre y Firma-Peticionario



## Anexo 5 Informe de ISO 9001



---

# DIMEX MÉDICA S.A. DE C.V.

## Requisitos y Pasos para la Certificación de la ISO 9001

---

17 de junio de 2022