



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE BIOMEDICINA**

**PLAN DE REACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA EL
LABORATORIO DE BIOINSTRUMENTACIÓN Y BIOMECÁNICA DE
LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA (UPS) GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Biomédico

AUTOR: Thais Nayerly Pin Quimi
TUTOR: Ing. Carlos Aguilera Sarria

Guayaquil - Ecuador
2025

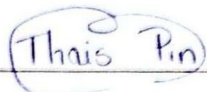
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Mi persona, **Thais Nayerly Pin Quimi** con documento de identificación N° **0954975496** manifestamos que:

Soy autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 15 de Agosto del año 2025

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Thais Pin". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Thais Nayerly Pin Quimi
0954975496

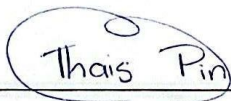
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Thais Nayerly Pin Quimi** con documento de identificación N° **0954975496** expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del **Proyecto Técnico: PLAN DE REACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA EL LABORATORIO DE BIOINSTRUMENTACIÓN Y BIOMECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA (UPS) GUAYAQUIL**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Biomedico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de Agosto del año 2025

Atentamente,

A handwritten signature in black ink that reads "Thais Pin". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a hand-drawn oval shape. Below the signature is a horizontal line.

Thais Nayerly Pin Quimi
0954975496

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Carlos Aguilera Sarria**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **PLAN DE REACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA EL LABORATORIO DE BIOINSTRUMENTACIÓN Y BIOMECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA (UPS) GUAYAQUIL**, realizado por **Thais Nayerly Pin Quimi** con documento de identificación N° **0954975496** obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Proyecto técnico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de Agosto del año 2025

Atentamente,



Ing. Carlos Aguilera Sarria.
0912880028

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a Dios, mi fuente de vida , mi lugar seguro , mi guía de cada paso de esta travesía. Él, que me ayudó en los momentos difíciles durante este proceso de estudio universitario, el que me dió fuerzas para no rendirme cuando el cansancio y la incertidumbre intentaban detenerme.

A mis padres, Alfredo Pin y Mónica Quimi, pilares de mi vida, gracias porque a ustedes estoy culminando mis estudios, son un ejemplo de seguir. Gracias por apoyarme en cada cosa que necesitaba, por enseñarme que la educación y la fe son las llaves que abren cualquier puerta, y por impulsarme a creer en mis capacidades aún cuando yo misma dudaba. Su amor ha sido mi refugio, su consejo mi brújula, y sus oraciones el escudo que me protegió en este camino.

A mi hermano Joel Pin, por ser un compañero de vida, confidente y amigo incondicional. Gracias por estar presente en los momentos más difíciles, por tus consejos que me impulsan a ser mejor cada día y por tu apoyo constante. Que Dios continúe bendiciéndote y te conceda el privilegio de seguir evangelizando a los jóvenes que tanto necesitan de Jesús.

A mi familia, por apoyarme y darme amor, ánimos para seguir con mis estudios. Gracias por aquellas sonrisas que me han sacado a pesar de los momentos difíciles y me han recordado que Dios nunca me ha dejado sola en este camino.

A mis amigos : Elías , Daniel , Luisa , Nathaly quienes estuvieron conmigo apoyandome día y noche, quienes fueron testigos de mis desvelos y de mis extensas conversaciones encima de este proyecto. Quienes estuvieron recordándome que Dios me ayudará y me dará fuerzas para cada meta que yo me proponga, los que escucharon mis inquietudes, se rieron conmigo de mis ocurrencias. Agradezco que me hayan enseñado que una verdadera amistad es fundamental en los momentos más difíciles.

Thais Nayerly Pin Quimi

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi fortaleza, mi guía y mi refugio en cada etapa de este camino, por darme la vida, la salud y la sabiduría necesarias para perseverar hasta el final. A mi familia, por brindarme su apoyo incondicional en los momentos en que más lo necesitaba, por motivarme a seguir adelante incluso en las circunstancias más difíciles y por inculcarme desde siempre valores sólidos que han guiado cada una de mis decisiones. Este logro no es solo mío, sino también de ellos, pues cada paso dado y cada meta alcanzada ha sido posible gracias a su amor, sus enseñanzas y su ejemplo constante.

Agradezco de manera especial al Ing. Carlos Aguilera por su valiosa guía y acompañamiento a lo largo de la realización de este proyecto. Sus orientaciones, sugerencias y la confianza depositada en mi trabajo fueron fundamentales para culminarlo con éxito. Asimismo, expreso mi sincera gratitud al Ing. Roberto Bayas por su compromiso, paciencia y dedicación en cada etapa del proceso, brindándome no solo apoyo académico, sino también confianza y motivación para superar los diferentes retos que se presentaron.

Thais Nayerly Pin Quimi

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla un plan de reacondicionamiento y mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos del Laboratorio de Bioinstrumentación y Biomecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, con el objetivo de garantizar su operatividad, seguridad y prolongar su vida útil. La investigación parte de la problemática generada por la ausencia de protocolos técnicos formales, lo que provoca fallos, interrupciones en las prácticas académicas y riesgos para los usuarios.

Se plantea un abordaje metodológico dividido en tres fases: selección estratégica de los equipos más relevantes según su estado técnico y frecuencia de uso; diagnóstico detallado mediante inspecciones, pruebas funcionales y análisis documental; y ejecución de un plan estructurado de mantenimiento preventivo con cronogramas y procedimientos definidos.

Se realizó conceptos de reacondicionamiento técnico, tipos e importancia del mantenimiento preventivo en entornos críticos, y la descripción de equipos específicos como centrífugas, incubadoras y analizadores de orina. La implementación del plan busca mantener los equipos activos, y poder tener una mejor práctica con los estudiantes en el laboratorio de Biomecánica y Bioinstrumentación, fomentar una cultura de cuidado y sostenibilidad tecnológica dentro del entorno universitario.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, reacondicionamiento técnico, equipos biomédicos, centrífuga, incubadoras, analizador de orina, seguridad del paciente.

ABSTRACT

This work presents a reconditioning and preventive maintenance plan for the biomedical equipment of the Bioinstrumentation and Biomechanics Laboratory at Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil campus. Its objective is to ensure operational reliability, safety, and extend the useful life of the equipment. The research addresses the issues arising from the lack of formal technical protocols, which lead to equipment failures, interruptions in academic practices, and risks to users.

A methodological approach is proposed, divided into three phases: strategic selection of the most relevant equipment based on technical condition and frequency of use; detailed diagnostics through inspections, functional testing, and document analysis; and execution of a structured preventive maintenance plan with defined schedules and procedures.

The study includes concepts of technical reconditioning, types and importance of preventive maintenance in critical environments, and descriptions of specific equipment such as centrifuges, incubators, and urine analyzers. The implementation of the plan aims to keep the equipment operational, improve hands-on learning experiences for students in the Biomechanics and Bioinstrumentation Laboratory, and promote a culture of care and technological sustainability within the university setting.

Keywords: Preventive maintenance, technical reconditioning, biomedical equipment, centrifuge, incubators, urine analyzer, patient safety.

ÍNDICE

I.	Introducción	1
II.	Problema	2
III.	Justificación	3
IV.	Objetivos	4
IV-A.	Objetivo general	4
IV-B.	Objetivos específicos	4
V.	Marco Teórico	5
V-A.	Reacondicionamiento Técnico	5
V-B.	Definición	5
V-C.	Importancia de mantenimiento preventivo en equipos de Biomedicina	5
V-D.	Definición	5
V-E.	Beneficios del Mantenimiento Preventivo	5
V-F.	Tipos de mantenimiento preventivo en equipos del laboratorio de Biomecanica	5
V-G.	Mantenimiento Preventivo Programado	5
V-H.	Mantenimiento Basado en Condición	6
V-I.	Mantenimiento Predictivo	6
V-J.	Mantenimiento de Seguridad o Riesgo Crítico	6
V-K.	Equipos Biomedicos	6
V-L.	Importancia de los Equipos Biomedicos	6
V-M.	Diversidad y Aplicación	6
VI.	Impacto en la Vida y Calidad de Vida	6
VI-A.	Centrifuga	7
VI-A1.	Definición	7
VI-A2.	Funcionamiento	7
VI-A3.	Tipos de Centrífugas	8
VI-A4.	Principios de las centrifugaciones	8
VI-B.	Incubadoras de laboratorios	9
VI-B1.	Definición	9
VI-B2.	Tipos de incubadoras de Laboratorios	9
VI-B3.	Principios de Incubadoras	9
VI-B4.	Convección natural	9
VI-B5.	Convección forzada	9
VI-C.	Analizador de Orina	10
VI-C1.	Definición	10
VI-C2.	Tipos de Analizadores de Orina	10
VI-C3.	Según el Nivel de Automatización	10
VI-C4.	Según el Método de Análisis	10
VI-C5.	Rendimiento, de los equipos automatizado pueden clasificarse en:	10
VI-C6.	Principios de Analizadores de orina	10
VI-D.	Estructura de la tira reactiva	10
VI-E.	Principio de medición	11
VI-F.	Fotometría de reflectancia	11
VI-G.	Reconocimiento de patrones y algoritmos de procesamiento	11
VI-H.	Análisis microscópico automatizado	11

VI-I.	Conectividad y gestión de datos	11
VI-J.	Control de calidad interno	11
VII.	Marco Metodológico	12
VII-A.	Fase 1	12
VII-B.	Fase 2	12
VII-C.	Fase 3	13
VII-D.	Centrifuga Hettich EBA 20	13
VII-E.	Aplicaciones de la centrífuga	14
VII-F.	Analizador de Orina Cybow R 50	16
VII-G.	Características de un analizador de orina	16
VII-H.	Tira reactiva de orina	16
VII-I.	Uso de tirillas	17
VII-J.	Materiales para usar un analizador de orina	18
VII-K.	Procedimiento	18
VII-L.	Incubadora ASP Sterrad 58°C	20
VII-M.	Incubadora Unico L-CU 60°C	24
VIII.	Resultados	27
VIII-A.	Encuestas realizadas	27
VIII-B.	Procedimientos y Mantenimiento de Equipos Biomédicos	30
VIII-C.	Procedimiento por equipo	30
VIII-D.	Incubadora ASP Sterrad 58 °C	30
VIII-E.	Incubadora UNICO L-CU60	30
VIII-F.	Centrífuga Hettich EBA 20	30
VIII-G.	Analizador de Orina Cybow R-50	30
VIII-H.	Datos Generales del Equipo	31
VIII-I.	Ficha Técnica Básica	31
VIII-J.	Herramientas por equipos biomédicos	31
VIII-K.	Incubadora ASP Sterrad 58 °C	31
VIII-L.	Incubadora UNICO L-CU60	31
VIII-M.	Centrífuga Hettich EBA 20	32
VIII-N.	Analizador de Orina Cybow R-50	32
IX.	Modelos de Fichas	33
IX-A.	Registro de mantenimiento- Incubadora ASP STERRAD 58°C	33
IX-B.	Registro de mantenimiento- Cetrífuga Hettich EBA 20	34
IX-C.	Registro de mantenimiento- Analizador de orina R 50	35
IX-D.	Registro de mantenimiento-Incubadora UNO 60°C	36
X.	Cronograma	37
XI.	Presupuesto	38
XII.	Conclusiones	39
XIII.	Recomendaciones	40
	Referencias	41
XIV.	Anexos	43

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Equipos Biomédicos [11]	7
2.	Incubadora de laboratorio [11]	9
3.	Parte interna de la centrifuga	15
4.	Cambio de elementos	15
5.	Cambio de elementos	16
6.	Tiras reactivas de Orina	17
7.	Parte interna del Analizador	18
8.	Botón antiguo	19
9.	Botón nuevo	19
10.	Botón nuevo	20
11.	Primer paso quitar tornillos en la parte lateral	22
12.	Quitar tornillo en la parte inferior	22
13.	Medida de la respectiva tapa	22
14.	Diseñar tapa	23
15.	Impresión de tapa en una cortadora láser	23
16.	Equipamiento diligente para un buen uso	24
17.	Abrir la incubadora 60°C	25
18.	Se analiza cada componente que obtiene el equipo	25
19.	Se analiza cada componente que obtiene el equipo	26
20.	Puerta transparente de la Incubadora	26
21.	Gráficas sobre la importancia del mantenimiento preventivo de equipos Biomedicos en el laboratorio de la UPS.	27
22.	Gráficas sobre la importancia del mantenimiento preventivo de equipos Biomedicos en el laboratorio de la UPS.	28
23.	Gráficas sobre la importancia del mantenimiento preventivo de equipos Biomedicos en el laboratorio de la UPS.	28
24.	Gráficas sobre la importancia del mantenimiento preventivo de equipos Biomedicos en el laboratorio de la UPS.	29
25.	Equipos Biomedicos Datos Generales	31
26.	Equipos Biomedicos Ficha Técnica Básica	31
27.	Incubadora esterilización	33
28.	Cetrífuga Hettich EBA 20	34
29.	Analizador de orina R 50	35
30.	Incubadora Microbiologicos	36
31.	ENCUESTA 1	43
32.	ENCUESTA 2	44
33.	ENCUESTA 3	45
34.	ENCUESTA 4	45
35.	CENTRIFUGA HETTICH EBBA 20	46
36.	INCUBADORA ASP 58°	47
37.	INCUBADORA UNICO LCU 60°C	47
38.	ANALIZADOR DE ORINA	48

ÍNDICE DE TABLAS

I.	Datos técnicos del rotor/centrífuga	14
II.	Cronograma	37
III.	Presupuesto	38

I. INTRODUCCIÓN

El presente plan tiene como objetivo garantizar el óptimo funcionamiento, seguridad y prolongación de la vida útil de los equipos biomédicos del Laboratorio de Bioinstrumentación y Biomecánica de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) sede Guayaquil. Este laboratorio, enfocado en la formación práctica de futuros profesionales en ingeniería biomédica, cuenta con equipamiento esencial para el desarrollo de actividades académicas y de investigación, tales como centrifugas, analizadores de orina, incubadoras de 58°C y de 60°C, cuyo modelo UNICO L-CU60 , CYCLESURE ASP

Los equipos biomédicos son instrumentos de alta precisión cuyo rendimiento depende directamente de una adecuada gestión técnica. La implementación de un plan estructurado de reacondicionamiento y mantenimiento preventivo responde a la necesidad de evitar fallas inesperadas que afecten la continuidad académica y experimental además asegurar condiciones óptimas de operación y confiabilidad de los dispositivos por otro lado se debe cumplir con normas de calidad y seguridad técnica, tanto internas como externas, se debe establecer rutinas sistemáticas para la inspección, limpieza, calibración y validación funcional de los equipos.

La evaluación técnica y funcional del estado actual de los equipos, es la ejecución de tareas correctivas y de reacondicionamiento en caso de desgaste o fallas. Por lo tanto, es fundamental establecer rutinas de mantenimiento preventivo que sean periódicas y específicas para cada tipo de equipo, teniendo en cuenta sus manuales técnicos y ciclos operativos.

Para implementar esta propuesta, se llevará a cabo un estudio sobre los equipos que son beneficiosos para que los estudiantes optimicen su aprendizaje. Luego, la reparación de todos los equipos indicados permitirá crear un plan que facilite el uso correcto de los dispositivos en las prácticas del laboratorio de Biomecánica y Bioinstrumentación de la Universidad Politécnica Salesiana.

II. PROBLEMA

A nivel mundial, las inadecuadas prácticas en la reparación y el mantenimiento preventivo de equipos médicos constituyen un riesgo considerable para la seguridad de los pacientes y la eficacia del sistema de salud. En numerosos países, sobre todo en áreas con pocos recursos, se vuelve a utilizar dispositivos sin adherirse a normas técnicas o estándares internacionales, lo que aumenta la probabilidad de fallos en su utilización clínica[1].

La ausencia de protocolos bien definidos, personal entrenado y registros de mantenimiento complica el seguimiento de los procedimientos realizados, creando un entorno clínico susceptible a errores en los diagnósticos y tratamientos. Varios informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) han señalado la circulación de equipos reacondicionados sin certificación, lo que afecta de manera negativa la fiabilidad del diagnóstico, la calidad del tratamiento y la seguridad del paciente [2].

En el ámbito local, la problemática es similar, especialmente en instituciones públicas y educativas donde el reacondicionamiento de los equipos se lleva a cabo sin un plan sistemático de mantenimiento preventivo, sin supervisión técnica adecuada o sin un registro apropiado de los procesos realizados[3].

Esta situación se ve agravada por la baja inversión en tecnología biomédica y la falta de formación continua para el personal técnico encargado del mantenimiento, tanto a nivel académico como técnico dentro de la universidad. Como consecuencia, equipos fundamentales como monitores multiparámetros, centrífugas, bombas de infusión o microscopios pueden estar operando fuera de especificación, con calibraciones inadecuadas o en condiciones de riesgo eléctrico, lo que compromete tanto la formación académica de los estudiantes como la integridad de las prácticas médicas que pudieran realizarse en espacios universitarios o centros de salud comunitarios [4].

Esta circunstancia puede generar una ilusión de que la tecnología está disponible, cuando en realidad hay equipos que presentan fallos ocultos o condiciones inseguras para su uso académico.

Frente a este desafío, es crucial implementar un plan organizado y sistemático que incluya la identificación, evaluación, reacondicionamiento y mantenimiento preventivo de los dispositivos biomédicos empleados en el laboratorio de Bioinstrumentación y Biomecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, en su sede de Guayaquil. Esta acción no solo ayudará a prolongar la duración de los equipos, sino que también garantizará prácticas seguras, efectivas y compatibles con los estándares de formación profesional en el campo biomédico.

III. JUSTIFICACIÓN

El Laboratorio de Bioinstrumentación y Biomecánica de la Universidad Politécnica Salesiana en Guayaquil es un espacio clave para el aprendizaje práctico de los estudiantes en el área de Biomedicina. Aquí, los aspirantes a profesionales tienen la posibilidad de interactuar con los equipos médicos auténticos, lo que mejora sus habilidades técnicas, su juicio profesional y su ética en relación con el uso de tecnología en el ámbito de la salud.

Sin embargo, se ha detectado que varios de los dispositivos biomédicos en el laboratorio tienen problemas, están fuera de uso o funcionan de manera intermitente, lo que se debe a la falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado y a la ausencia de procesos oportunos de reacondicionamiento técnico. Esta situación afecta negativamente el desarrollo de las prácticas educativas, influye en la calidad del aprendizaje y crea riesgos tanto para los estudiantes como para el cuerpo docente.

Para abordar esta situación, la creación de un plan para reacondicionamiento y mantenimiento preventivo permitirá examinar la condición actual de los equipos, detectar fallas, llevar a cabo las reparaciones necesarias y establecer pautas para su adecuada utilización y conservación. Así, se garantizará que el laboratorio funcione de manera continua, se aprovecharán mejor los recursos de la institución y se mejorará la calidad de la enseñanza práctica.

Además, este proyecto fomenta una cultura técnica relacionada con la carrera en el ámbito académico, apoyando la sostenibilidad tecnológica y preparando a los futuros profesionales para un manejo responsable de la tecnología médica. Desde una perspectiva institucional, también contribuye a extender la vida útil de los equipos, a prevenir gastos innecesarios por reemplazos anticipados y a realzar la imagen académica y técnica de la universidad.

En ese contexto, este trabajo tiene una alta relevancia académica, técnica y social, ya que responde a una necesidad concreta dentro de la institución, mejora el entorno educativo y forma parte de una solución sostenible para el uso adecuado y seguro de la tecnología biomédica en entornos educativos.

IV. OBJETIVOS

IV-A. Objetivo general

Desarrollar un plan de reconocimiento y mantenimiento preventivo que garantice la operatividad, funcionalidad y seguridad de los equipos biomédicos seleccionados del Laboratorio de Bioinstrumentación y Biomecánica de la UPS Guayaquil.

IV-B. Objetivos específicos

- Seleccionar un conjunto representativo de equipos biomédicos, considerando criterios de relevancia funcional, estado técnico y frecuencia de uso.
- Diagnosticar el estado operativo del equipamiento seleccionado mediante inspecciones visuales, pruebas funcionales y documentación técnica.
- Implementar el plan de reconocimiento y mantenimiento preventivo, incluyendo procedimientos de intervención y cronogramas.

V. MARCO TEÓRICO

V-A. *Reacondicionamiento Técnico*

V-B. *Definición*

Es un proceso que consiste en reparación, limpieza, remplazo de piezas , guiándose por los manuales del fabricante y aplicando técnicas de diagnóstico y solución de fallas [5].

Todas las partes y componentes que están en mal funcionamiento son reparados y reemplazados. Inspección física inicial, la unidad se limpia y las baterías se cambian. Con tecnología avanzada para la calibración, se comprueba el desempeño de todos los parámetros, piezas y elementos.

Cualquier pieza o elemento que no funcione correctamente es reparado o sustituido. La unidad es sometida a pruebas y calibración, se conectan todos los accesorios, módulos y periféricos que se utilizan con frecuencia, lo que permite el adecuado funcionamiento y eficacia del dispositivo. Todos los cambios, pruebas y servicios son debidamente documentados y registrados. Aprobación por parte del departamento de control de calidad.

Aunque es viable efectuar pruebas funcionales en los equipos, la ejecución efectiva es verificar el funcionamiento y el mantenimiento preventivo en cuyos equipos biomedicos, estas operaciones no solo contribuyen al mantenimiento preventivo y correctivo del equipamiento biomédico, sino que también aseguran el cumplimiento de los estándares de calidad para que los estudiantes , profesores puedan usar estos equipos.

El proceso inicia con una inspección física preliminar polvo, seguida de una limpieza completa , añadiendo materiales para el uso de aquellos equipos. Aquellos elementos que presentan fallas son reparados o sustituidos según sea necesario. Posteriormente, el equipo se somete a pruebas funcionales y calibraciones precisas. Finalmente, el equipo debe ser aprobado en el laboratorio de Bioinstrumentacion, Biomecanica de control de calidad antes de considerarse listo para su uso.

V-C. *Importancia de mantenimiento preventivo en equipos de Biomedicina*

V-D. *Definición*

El mantenimiento preventivo en el ámbito de la ingeniería biomédica representa un componente esencial para asegurar la funcionalidad, seguridad y disponibilidad continua de los dispositivos médicos utilizados en los servicios de salud. Este enfoque técnico permite detectar y corregir posibles fallas antes de que generen interrupciones críticas al momento de usar.

V-E. *Beneficios del Mantenimiento Preventivo*

- **Reducción de tiempos de inactividad:** Minimiza fallos inesperados que puedan interrumpir la operación de los equipos Biomedicos.
- **Prolongación de la vida útil:** Promueve el uso eficiente de los recursos tecnológicos disponibles.
- **Seguridad para el paciente:** Disminuye riesgos derivados del mal funcionamiento de equipos críticos.

V-F. *Tipos de mantenimiento preventivo en equipos del laboratorio de Biomecanica*

El mantenimiento preventivo en equipos biomédicos utilizados en laboratorios de Biomecánica puede clasificarse según su enfoque y periodicidad, con el objetivo de preservar la precisión operativa y anticipar posibles fallas.

V-G. *Mantenimiento Preventivo Programado*

Consiste en intervenciones periódicas basadas en un calendario fijo. Incluye inspecciones, limpieza, ajustes mecánicos, y calibraciones según las especificaciones del fabricante, establece requisitos para el control de mantenimiento y la trazabilidad en dispositivos médicos [6].

V-H. Mantenimiento Basado en Condición

Se fundamenta en el monitoreo de indicadores técnicos del equipo, como señales eléctricas, niveles de vibración o desempeño funcional, para determinar cuando quiere intervenir, analiza metodologías de mantenimiento basadas en condición en equipos biomédicos de precisión[7].

V-I. Mantenimiento Predictivo

Utiliza técnicas avanzadas como el análisis de tendencias, sensores inteligentes o algoritmos predictivos para estimar el momento óptimo de intervención, propone modelos predictivos aplicados a sistemas biomecánicos con base en inteligencia artificial [8].

V-J. Mantenimiento de Seguridad o Riesgo Crítico

Se enfoca en garantizar la integridad operativa de dispositivos cuya falla implicaría riesgos graves. Considera pruebas de aislamiento eléctrico, redundancia de sistemas y cumplimiento normativo, también detalla los principios para la gestión de riesgos en dispositivos médicos, incluyendo aspectos de mantenimiento[9].

V-K. Equipos Biomedicos

V-L. Importancia de los Equipos Biomedicos

V-M. Diversidad y Aplicación

- Existen cerca de 1.5 millones de dispositivos médicos distintos, distribuidos en más de 10 000 categorías generales.
- Estos dispositivos abarcan desde instrumentos sencillos como termómetros, hasta complejas tecnologías de diagnóstico por imagen[10].

DESIGUALDAD EN EL ACCESO GLOBAL

A pesar de su valor clínico, gran parte de la población mundial carece de acceso suficiente a dispositivos médicos seguros y adecuados. Según datos de la OMS:

- Aproximadamente dos tercios de los países de bajos ingresos no cuentan con una política nacional de tecnología sanitaria que garantice una planificación y gestión eficiente.
- La disponibilidad de tomógrafos computarizados es notablemente desigual: 1 por cada 64 900 personas en países de ingresos altos, frente a 1 por cada 3.5 millones en los países de ingresos bajos[10].

VI. IMPACTO EN LA VIDA Y CALIDAD DE VIDA

Los dispositivos médicos tienen un rol vital tanto en salvar vidas como en mejorar la calidad de vida:

- Equipos como los de anestesia, cirugía o radioterapia permiten intervenciones críticas.
- Instrumentos como incubadoras, gafas, prótesis o hemodializadores restauran o reemplazan funciones esenciales, contribuyendo significativamente al bienestar del paciente[10].



Figura 1. Equipos Biomédicos [11]

VI-A. Centrifuga

VI-A1. Definición: Es importante destacar que una centrífuga es una máquina que pone en rotación una muestra para separar por fuerza centrífuga sus componentes o fases (generalmente una sólida y una líquida), en función de su densidad. Es muy usada en laboratorios de control de calidad en hospitales[12].

VI-A2. Funcionamiento: La centrifugación se emplea frecuentemente para dividir los elementos presentes en una muestra sanguínea. Las centrífugas tienen la capacidad de diferenciar glóbulos rojos y glóbulos blancos, así como otros elementos como las plaquetas.

Además, la centrifugación se usa para extraer proteínas y moléculas de la muestra. Al ajustar la velocidad de giro, la centrífuga permite la separación de componentes que tienen diferentes densidades y tamaños. En la investigación clínica, se recurre a las centrífugas para aislar y analizar estos elementos de la sangre.

Existen diversas variantes de centrífugas destinadas a diferentes propósitos. Por ejemplo, una centrífuga de alta velocidad que se coloca sobre una mesa puede ser utilizada para la separación de células, mientras que una centrífuga más robusta puede servir para el procesamiento de grandes cantidades de muestras. Los distintos análisis necesitan ya sea suero o plasma, que se obtienen a través de centrifugación. El suero se obtiene dejando que una muestra de sangre completa se coagule a temperatura ambiente. Luego se centrifuga para remover el coágulo, dejando solo el líquido superior que contiene el suero.

Por otro lado, el plasma proviene de sangre completa que incluye tanto suero como factores de coagulación, lo cual implica que no se coagula. Para extraer plasma, se toma una muestra de sangre completa utilizando tubos con anticoagulantes que impiden la coagulación. Después de la centrifugación, las células sanguíneas se separan del líquido que es el plasma. Al separar los distintos componentes de una muestra sanguínea, los investigadores pueden adquirir información crucial sobre variadas condiciones médicas y formular tratamientos apropiados. La separación exacta y eficaz que ofrecen las centrífugas es fundamental para la investigación en medicina.

Incluir la centrifugación como parte de un protocolo de estudio puede ser un proceso complicado y costoso. Sin embargo, en un estudio, los investigadores hallaron que tiempos de centrifugación de 7 o 10 minutos produjeron resultados de pruebas casi idénticos a los 15 minutos recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

Este hallazgo se atribuyó a la mejora en la preparación de las muestras y los parámetros de centrifugación empleados durante el estudio. Así, llegaron a la conclusión de que tiempos más cortos de centrifugación podrían hacer que las operaciones de laboratorio sean más eficientes, reduciendo errores por contaminación y tiempos de espera prolongados. Por lo tanto, la disminución en los tiempos de centrifugación podría también aumentar la precisión de las pruebas y los resultados para los pacientes[13].

VI-A3. Tipos de Centrifugas:

1. Centrifugas de Mesa o Bancada

- Creadas para usos generales en entornos de laboratorio.
- Ideales para dividir líquidos de sólidos.
- Son compactas y se emplean para volúmenes de muestra intermedios.

2. Centrifugas de Alta Velocidad

- Construidas para operar a rotaciones significativamente más rápidas que las centrifugas de mesa.
- Se utilizan en estudios más complejos y en procedimientos que demandan fuerzas centrífugas notables.

3. Centrifugas Refrigeradas

- Incorporan sistemas de enfriamiento que controlan la temperatura durante la operación.
- Preservan la integridad de muestras sensibles al calor, como proteínas o ácidos nucleicos.

4. Centrifugas de Microplacas

- Diseñadas específicamente para el tratamiento de microplacas.
- Frecuentemente empleadas en biología molecular y en la preparación de muestras de alta eficiencia.

5. Centrifugas de Ángulo Fijo

- El rotor se mantiene en un ángulo determinado.
- Se usan para separar líquidos y sólidos en el fondo de los tubos para centrifugación.

6. Ultracentrifugas

- Pueden alcanzar rotaciones extremadamente elevadas, generando fuerzas centrífugas significativas.
- Se emplean en investigaciones avanzadas y en situaciones que requieren la separación de partículas diminutas.

7. Centrifugas Clínicas

- Diseñadas específicamente para el uso médico y clínico.
- Empleadas en análisis de sangre, orina y otros fluidos corporales.

8. Centrifugas de Preparación de Sangre

- Están hechas para procesar muestras sanguíneas, separando elementos como glóbulos rojos y plasma[14].

VI-A4. *Principios de las centrifugaciones:* Los principios de la centrifugación se basa en la separación de partículas de acuerdo a su densidad en un recipiente que gira a gran velocidad. Al colocar sangre en una centrifuga y someterla a una alta rotación, se logra la separación de sus distintos elementos en capas diferenciadas según su densidad. Este procedimiento de centrifugación se compone de tres fases fundamentales:

1. **Aceleración:** La muestra de sangre es colocada en un rotor que se inserta en la centrifuga. A continuación, el rotor comienza a rotar rápidamente, alcanzando velocidades que pueden variar desde unos pocos miles hasta un millón de veces la fuerza de gravedad
2. **Sedimentación:** Con la rotación del rotor, las partes más pesadas de la sangre, como los glóbulos rojos, se depositan en el fondo del contenedor. En contraste, las partes más livianas, como el plasma o el suero, ascienden hacia la parte superior.
3. **Desaceleración:** Después de que se finaliza la centrifugación, el rotor reduce su velocidad, lo que permite que los distintos componentes sean extraídos con cuidado del contenedor[15].

VI-B. Incubadoras de laboratorios

VI-B1. Definición: Una incubadora de laboratorio es un dispositivo diseñado para cultivar y preservar microorganismos o células. Este equipo mantiene la temperatura y la humedad adecuadas, además de regular otros factores como las concentraciones de dióxido de carbono y oxígeno. Las incubadoras son esenciales para estudios de laboratorio a gran escala que se centran en la biología celular, microbiología y biología molecular. Además, los modelos más sofisticados pueden proporcionar la posibilidad de enfriar y controlar la humedad y los niveles de dióxido de carbono.

VI-B2. Tipos de incubadoras de Laboratorios: Las incubadoras de laboratorio se clasifican en diversas categorías, según sus funciones y condiciones de operación. A continuación, se detallan las más comunes:

- **Incubadora estándar:** Con sistemas de convección, ya sea por gravedad o a través de ventiladores, estas incubadoras permiten mantener temperaturas controladas entre 80°C y 100°C.
- **Incubadora refrigerada:** Diseñada para funcionar a temperaturas iguales o incluso más bajas que la del entorno, es útil para aplicaciones que necesitan condiciones frías y estables.
- **Incubadora con control de humedad:** Aparte de regular la temperatura, estas incubadoras son capaces de mantener niveles específicos de humedad interna a través de sistemas de refrigeración, en lugar de utilizar calentamiento directo.
- **Incubadora con agitación :** Este tipo de incubadora combina el control de temperatura con un sistema que agita constantemente las muestras, lo que resulta beneficioso para cultivos celulares y microbiológicos que necesitan movimiento constante.

VI-B3. Principios de Incubadoras: La incubadora funciona con el principio de la termoelectricidad. Su termostato genera un diferencial de temperatura que mantiene una temperatura constante.

TRANSFERENCIA DE CALOR EN INCUBADORAS

La manera en que se reparte el calor en el interior de la cámara de una incubadora se lleva a cabo, generalmente, a través de dos métodos fundamentales: la convección natural y la convección forzada.

VI-B4. Convección natural: Este enfoque se fundamenta en el desplazamiento natural del aire causado por variaciones de temperatura. El aire caliente, al ser menos pesado, tiende a subir, mientras que el aire frío baja. Este ciclo constante facilita la circulación del calor sin requerir mecanismos adicionales.

VI-B5. Convección forzada: En este escenario, el movimiento del aire se provoca mediante dispositivos externos, como ventiladores o turbinas. Este tipo de sistema aumenta la velocidad de distribución del calor y permite alcanzar una temperatura más uniforme en el interior de la cámara de manera más rápida.



Figura 2. Incubadora de laboratorio [11]

VI-C. Analizador de Orina

VI-C1. Definición : El analizador de orina es un aparato empleado en laboratorios clínicos que ayuda en la identificación de distintas enfermedades. La orina, siendo el resultado de los procesos metabólicos del organismo, presenta una amplia gama de sustancias biológicas que pueden ser analizadas para ofrecer información significativa sobre el estado de salud de una persona. A través de este análisis, se pueden identificar infecciones del tracto urinario, realizar cultivos microbiológicos y detectar aumentos en el número de glóbulos blancos en la sangre, entre otros factores clínicos relevantes.

Este aparato cuenta con una pantalla LCD y tiene una función de almacenamiento automático, lo que facilita la comparación de resultados en evaluaciones futuras. También permite ingresar la fecha y la hora, lo que mejora el manejo de los registros recogidos. En cuanto a su desempeño, brinda la opción de realizar pruebas tanto individuales como continuas, adaptándose a diferentes requerimientos. Además, incluye una fuente de luz intensa, diseñada para minimizar la interferencia de la iluminación ambiental. Adicionalmente, ciertos modelos incluyen artículos de prueba específicos, optimizando su funcionalidad según las aplicaciones requeridas [16].

VI-C2. Tipos de Analizadores de Orina: Los analizadores de orina se clasifican según su nivel de automatización, método de análisis, rendimiento o entorno:

VI-C3. Según el Nivel de Automatización:

- **Automáticos:** Procesan múltiples muestras sin intervención humana
- **Semiautomáticos:** Requieren carga manual de muestras.
- **Portátiles:** Compactos y usados en atención primaria.

VI-C4. Según el Método de Análisis:

- **Colorimétricos:** Interpretan el cambio de color en tiras reactivas.
- **Fotométricos:** Miden la absorbancia de luz.
- **Citometría de flujo:** Utilizados en analizadores para sedimento urinario.

VI-C5. Rendimiento, de los equipos automatizado pueden clasificarse en::

- **Bajo rendimiento:** Hasta 20 pruebas por hora. Son equipos generalmente portátiles, utilizados en entornos con bajo volumen de muestras.
- **Medio rendimiento:** Entre 100 y 150 pruebas por hora, con la ampliación en clínicas o laboratorios con demanda media.
- **Alto rendimiento:** Más de 500 pruebas por hora. Están destinados a grandes laboratorios con alta carga de trabajo.

VI-C6. Principios de Analizadores de orina: El analizador de orina opera mediante la lectura de tiras reactivas, que están diseñadas para reaccionar químicamente con diversos componentes presentes en la orina. Su funcionamiento se basa en dos aspectos principales: la estructura de la tira reactiva y el principio de medición óptica.

VI-D. Estructura de la tira reactiva

La tira reactiva está compuesta por varias capas, cada una con una función específica:

- **Primera capa (membrana de nailon):** Actúa como barrera protectora, evitando que sustancias de gran tamaño molecular interfieran en las reacciones químicas.

- **Segunda capa (capa polar):** Contiene dos subcapas. La subcapa de yodato neutraliza interferencias como la vitamina C. La subcapa de reactivo posee sustancias químicas que reaccionan con los analitos presentes en la orina, generando un cambio de color.
- **Tercera capa (capa absorbente):** Facilita una distribución rápida y uniforme de la orina sobre la superficie de la tira, permitiendo que el fluido llegue correctamente a las zonas reactivas.
- **Cuarta capa (soporte plástico):** Proporciona estructura y rigidez a la tira. Es impermeable a la orina y actúa como base de soporte.

Cabe destacar que cada analizador de orina suele emplear tiras reactivas específicas, junto con bloques de referencia y blancos para una correcta medición.

VI-E. Principio de medición

Una vez que la tira reactiva entra en contacto con la muestra de orina, se produce una serie de reacciones químicas en los bloques reactivos, provocando cambios de color. La intensidad del color generado está relacionada directamente con la concentración de cada tira. El sistema está controlado por un microprocesador, que realiza una lectura semicuantitativa de los resultados. De esta forma, se calcula la concentración de diferentes sustancias presentes en la orina con base en la reflectancia de la luz y la intensidad del color detectado. Los principales principios de funcionamiento de estos equipos incluyen:

VI-F. Fotometría de reflectancia

La mayoría de los analizadores automáticos utilizan tiras reactivas con zonas impregnadas de reactivos químicos. Cuando la orina entra en contacto con estas zonas, se produce una reacción que genera un cambio de color. La intensidad del color es medida mediante un sistema óptico basado en fotometría de reflectancia, el cual permite estimar la concentración de diversos analitos como glucosa, proteínas, bilirrubina, cetonas, hemoglobina, leucocitos, nitritos y urobilinógeno [17].

VI-G. Reconocimiento de patrones y algoritmos de procesamiento

Estos dispositivos también cuentan con algoritmos sofisticados que pueden analizar señales ópticas y mitigar interferencias, diluciones o cambios en el fondo. Esta innovación aumenta la exactitud en los diagnósticos y es capaz de identificar automáticamente fallos operativos, como el mal posicionamiento de tiras o un volumen de muestra insuficiente [18].

VI-H. Análisis microscópico automatizado

Algunos tipos de analizadores vienen equipados con sistemas para la captura y el procesamiento digital de imágenes, dedicados al examen del sedimento en la orina. Esto permite la identificación automática de células, cilindros, cristales y bacterias, reduciendo la necesidad de intervención del personal y mejorando la consistencia en los resultados [19].

VI-I. Conectividad y gestión de datos

Los analizadores de última generación suelen integrarse con sistemas de información de laboratorio (LIS), lo que posibilita el almacenamiento, la gestión y el envío de resultados. Esta capacidad de conexión asegura la trazabilidad y facilita la correlación de los resultados con las historias clínicas electrónicas [20].

VI-J. Control de calidad interno

Para garantizar la fiabilidad de los resultados, estos aparatos incluyen mecanismos automáticos de control de calidad. Dichos mecanismos realizan comprobaciones constantes sobre la estabilidad de las reacciones químicas, la correcta alineación de los componentes ópticos y la calibración adecuada del equipo [21].

En resumen, los analizadores automáticos de orina representan un avance significativo en el diagnóstico clínico, ya que permiten obtener resultados rápidos, confiables y estandarizados. Estos equipos combinan principios ópticos, como la fotometría de reflectancia, con algoritmos avanzados para interpretar datos y garantizar precisión. Además, la incorporación de análisis automatizado del sedimento urinario y la integración con sistemas de información de laboratorio optimizan el flujo de trabajo, reducen los errores humanos y mejoran la calidad de los datos clínicos.

VII. MARCO METODOLÓGICO

En el desarrollo de esta investigación, el marco metodológico se estructura en tres fases principales. Cada una de estas fases contempla el análisis detallado de diversos equipos biomédicos utilizados comúnmente en el laboratorio de Bioinstrumentación y Biomecánica.

Los equipos objeto de estudio son los siguientes:

- Incubadora **ASP ClyClusure 58°C**
- Incubadora **UNICO L-CU60**
- Centrífuga **Hettich EBA 20**
- Analizador de orina **Cybow R-50**

En cada fase, se abordarán aspectos técnicos y funcionales de estos equipos biomédicos, así como su aplicación en el ámbito biomédico. Este enfoque metodológico permitirá una evaluación integral de las tecnologías involucradas, contribuyendo a una comprensión más profunda de su importancia en el diagnóstico, tratamiento y procesamiento de muestras biológicas.

VII-A. Fase 1

El proyecto que se presenta tiene un enfoque metodológico que se fundamenta en la aplicación de buenas prácticas para garantizar mantenimientos eficientes y reacondicionamientos adecuados, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de los dispositivos biomédicos. Para esto, es crucial realizar una selección estratégica de los equipos representativos dentro del ámbito de la carrera. Este procedimiento de selección debe basarse en criterios técnicos y operativos que permitan identificar los equipos que tienen un impacto significativo en las actividades del laboratorio y cuya conservación es vital para el desarrollo de investigaciones y prácticas académicas.

Entre los criterios más importantes a tener en cuenta para esta selección se incluyen aspectos como la función que desempeñan, su estado técnico y la cantidad de veces que son utilizados. Es esencial dar prioridad a aquellos dispositivos que son fundamentales en la realización de experimentos, pruebas biomecánicas y estudios de bioinstrumentación. Los equipos que se elijan deben estar en consonancia con los objetivos académicos y de investigación de la institución, asegurando que su óptimo funcionamiento contribuya directamente al aprendizaje de los estudiantes y a la generación de conocimiento científico. Además, la elección debe contemplar la versatilidad de los equipos, es decir, su capacidad para ser utilizados en diferentes tipos de investigaciones y procedimientos, maximizando así su funcionalidad dentro del laboratorio.

Esta etapa del proceso es vital, ya que ayuda a evitar gastos innecesarios en equipos cuya reparación no sea viable y, en cambio, permite enfocar los esfuerzos en aquellos dispositivos que aún funcionan bien o que pueden ser restaurados mediante los procedimientos adecuados. La frecuencia de uso de los equipos biomédicos es un aspecto fundamental a considerar para analizar su vida útil, ya que su uso constante tiende a provocar un mayor desgaste, lo que hace que el mantenimiento preventivo sea prioritario para prevenir interrupciones en su disponibilidad.

Además, en esta fase, los recursos destinados a la investigación serán fundamentales para establecer las pautas necesarias para llevar a cabo el reacondicionamiento y los protocolos de mantenimiento necesarios que aseguren la futura operatividad de los equipos.

VII-B. Fase 2

En esta etapa, es crucial llevar a cabo un análisis completo de la condición operativa de los equipos seleccionados. Este procedimiento debe realizarse a través de una combinación de revisiones visuales, pruebas de funcionamiento y evaluación de documentación técnica, lo que permitirá comprobar su rendimiento en la actualidad y decidir las intervenciones necesarias para su mantenimiento o mejora.

Primero, las revisiones visuales ofrecen una valoración preliminar sobre la condición física del equipo. En esta fase, se analiza la solidez estructural de los dispositivos, identificando señales claras de desgaste, corrosión, daños mecánicos o problemas en las conexiones eléctricas. También se examinan componentes externos como pantallas, botones, cables y conexiones, asegurándose de que no haya deterioros que puedan afectar su funcionamiento. Una observación minuciosa ayuda a identificar posibles irregularidades que pudieran influir en el rendimiento del equipo, facilitando la planificación de acciones preventivas antes de que ocurran fallos importantes.

En este sentido, la documentación técnica ofrece información clave sobre la situación operativa de los equipos. Se evalúan manuales de uso, informes de mantenimiento anteriores, registros de fallos y certificaciones de calibración, lo que permite obtener una perspectiva completa del historial de cada equipo biomédico. Además, se identifican las desviaciones en el rendimiento y se determina si es necesario hacer ajustes o actualizaciones para mejorar la calidad de dicha documentación técnica.

VII-C. Fase 3

La ejecución del plan de rehabilitación y mantenimiento preventivo es crucial para el funcionamiento y la longevidad de los instrumentos biomédicos en el laboratorio. Este procedimiento no solo ayuda a prevenir problemas potenciales antes de que impacten el desempeño de los equipos, sino que también mejora su eficiencia a largo plazo, disminuyendo gastos de reparación y evitando paradas en las actividades académicas y científicas.

Para realizar esta ejecución de forma efectiva, es vital establecer procesos de intervención bien definidos y organizados, ya que deben incluir revisiones visuales exhaustivas para detectar desgaste físico o daños en la estructura, evaluaciones funcionales para confirmar la exactitud y la respuesta de los instrumentos, así como el examen de documentación técnica para contrastar el estado actual del equipo con sus características originales. Además de los procesos de intervención, la puesta en práctica del plan debe incluir un calendario detallado que indique la periodicidad de las inspecciones y el mantenimiento.

A continuación, se detallarán cuatro equipos biomédicos que serán utilizados por los estudiantes y docentes en el laboratorio de biomecánica-bioinstrumentación. Para cada uno, se presentará una descripción técnica, su función específica, así como observaciones relevantes obtenidas durante su uso.

VII-D. Centrifuga Hettich EBA 20

La centrifuga EBA 200 es un equipo de laboratorio de diseño compacto y funcional, especialmente concebido para el procesamiento de volúmenes reducidos de muestra en entornos clínicos y biomédicos. Su estructura ergonómica y tamaño reducido la convierten en una solución ideal para laboratorios con espacio limitado o que requieren equipos portátiles sin comprometer la precisión.

Además, su funcionamiento silencioso y su sistema de cierre seguro contribuyen a una experiencia de uso confiable, minimizando riesgos y optimizando el flujo de trabajo en tareas de centrifugación.

Es muy importante el uso de este equipo la cual ayuda a muchas personas demostrando las muestras procesadas con esta centrifuga: una persona que recibe un diagnóstico certero, un tratamiento adecuado, o simplemente la tranquilidad de saber que su salud está siendo cuidada con tecnología confiable.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Teclado de membrana que se limpia con facilidad, creado para ambientes sanitarios.
- Sistema de cierre de tapa operable con una sola mano.
- Incorporada protección frente al sobrecalentamiento.

Parámetro	Valor
RCF máx.	2.991 xg
RPM máx.	5.000 min ⁻¹
Capacidad máx.	8 x 10 ml
Ángulo del rotor	90°
Número de referencia	1148

Tabla I

DATOS TÉCNICOS DEL ROTOR/CENTRÍFUGA

- Impulsor para centrifugación en periodos breves.
- Velocidad máxima de operación: **8.000 rpm**.
- Dimensiones: **22,8 x 26,2 x 35,2 cm**.

VII-E. *Aplicaciones de la centrífuga*

- Adecuada para la centrifugación de muestras de sangre.
- Indicada para la creación de plasma pobre en plaquetas (PPP).
- Compatible con la centrifugación de otras muestras clínicas.

Posteriormente, las centrífugas son fundamentales en:

- **Laboratorios clínicos:** para obtención de plasma, suero y el procesamiento de muestras destinadas a pruebas hematológicas y bioquímicas.
- **Bancos de sangre:** para separar los diversos elementos de sangre, como glóbulos rojos, plasma y plaquetas.
- **Laboratorios de microbiología:** para la recolección de microorganismos en muestras clínicas, lo que facilita su identificación y análisis.
- **Investigación molecular:** en procesos de purificación de biomoléculas como ADN, ARN y proteínas, que son fundamentales para las investigaciones y análisis

El grupo citado es muy beneficioso en el campo clínico y académico, dado que facilita la separación efectiva de elementos en muestras biológicas, en particular la sangre. A través del método de centrifugación, se puede adquirir el plasma, un componente líquido que alberga esenciales biomarcadores indispensables para llevar a cabo diferentes estudios diagnósticos, tales como índices de glucosa, proteínas, electrolitos, entre otros.

Disponer de este tipo de centrífuga en ámbitos educativos constituye un beneficio significativo para los alumnos de ciencias de la salud o ingeniería biomédica, puesto que les brinda la posibilidad de llevar a cabo experimentos sin la necesidad de desplazarse a un laboratorio externo. No solo promueve un aprendizaje práctico y independiente, sino que también maximiza el uso del tiempo y los recursos de la institución.

Además, su diseño compacto y características como el teclado higiénico de membrana, el botón de impulsos para ciclos cortos y la protección contra sobrecalentamiento la hacen una herramienta segura, contemporánea y eficaz. Estas propiedades la hacen una elección perfecta tanto para entidades académicas como para pequeños laboratorios clínicos.

La centrífuga en cuestión presentaba un funcionamiento inadecuado, ya que no cumplía con la labor para la cual estaba destinada. Ante esta situación, se procedió a realizar la apertura del equipo con el fin de llevar a cabo una inspección interna y determinar con mayor precisión la posible falla que estaba afectando su desempeño.



Figura 3. Parte interna de la centrífuga

Durante la revisión técnica se identificó que la centrífuga presentaba un Varistor quemado, el cual impedía su correcto funcionamiento. Ante esta situación, el equipo de trabajo procedió a realizar el reemplazo de dicho componente, asegurando así la restitución de la protección eléctrica del dispositivo. Esta intervención fue fundamental para restablecer las condiciones adecuadas de operación y garantizar la continuidad en el uso seguro y eficiente del equipo dentro del laboratorio. En este momento, la centrífuga consiguió operar adecuadamente, cumpliendo con

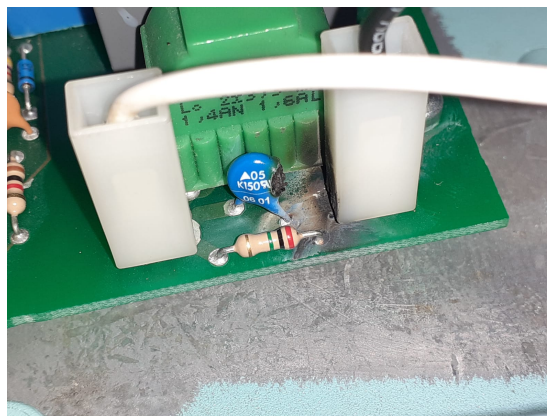


Figura 4. Cambio de elementos

los estándares de funcionamiento previstos. Después de la intervención hecha anteriormente, el equipo nuevamente llevó a cabo sus procesos de separación de muestras sin inconvenientes, lo que demostró que la reparación realizada tuvo éxito y permitió restaurar la eficiencia máxima del equipo.



Figura 5. Cambio de elementos

VII-F. *Analizador de Orina Cybow R 50*

Los analizadores de química urinaria Cybow son dispositivos que utilizan fotometría de reflexión. La tira reactiva es iluminada por una fuente de luz blanca, y un sensor capta la luz que regresa. Luego, las señales en formato RGB son convertidas a datos digitales y analizadas por el procesador.

Un software avanzado de análisis de imágenes examina la tira y las zonas de reactivo, determinando los valores de los parámetros en función de la información cromática. Los resultados, que incluyen la fecha y la hora de la prueba, así como un número de serie y un identificador, quedan registrados. Los analizadores Cybow son simplemente operativos y proporcionan resultados precisos constantemente.

VII-G. *Características de un analizador de orina*

Se utiliza para detectar condiciones de salud a través de análisis de orina en humanos y animales, analizando parámetros como glucosa, proteínas, pH, sangre, cetonas, bilirrubina, urobilinógeno, nitritos, densidad, leucocitos y vitamina C con el analizador de química de orina.

- Fácil de operar mediante botones de acceso rápido.
- Resultados fiables gracias a la impresora térmica integrada.
- Ajuste rápido y sencillo, realizado en menos de un minuto.
- Proporciona un mantenimiento simple para el usuario.
- Función de calibración automática.
- Conectividad con el Sistema de Información de Laboratorio (LIS) mediante protocolo de PC.

VII-H. *Tira reactiva de orina*

La tira reactiva de orina es un procedimiento de diagnóstico rápido, económico y de sencilla aplicación, empleado para igualar y estimar de forma cualitativa o semicuantitativa diferentes características fisicoquímicas presentes en la orina. Está compuesta por una lámina plástica delgada que contiene varias zonas o almohadillas pequeñas recubiertas con reactivos específicos. Cada una de estas zonas responde químicamente, produciendo un cambio de color que puede compararse con una escala patrón o analizarse con un lector automatizado.

Su funcionamiento se apoya en técnicas de química húmeda adaptadas a un soporte seco y permite examinar parámetros como pH, densidad urinaria, glucosa, proteínas, cuerpos cetónicos, bilirrubina, urobilinógeno, nitritos,

sangre y leucocitos, entre otros. Este instrumento se utiliza ampliamente en laboratorios clínicos, centros de salud y consultorios, ya que ofrece resultados en pocos minutos y facilita la orientación diagnóstica de trastornos metabólicos, hepáticos y del aparato urinario.

Para su uso, la tira se introduce brevemente en una muestra de orina fresca y uniforme, asegurándose de quitar el líquido sobrante antes de comenzar el tiempo de reacción indicado por el fabricante. Luego, se lleva a cabo la lectura de los resultados, teniendo en cuenta aspectos como el periodo de tiempo, la iluminación y la calidad de la muestra, que podrían afectar la precisión. En laboratorios especializados, los dispositivos automáticos para leer tiras ayudan a minimizar errores humanos y guardan los resultados obtenidos. Estas tiras son herramientas de evaluación inicial o cribado que, aunque no sustituyen a las pruebas confirmatorias, son fundamentales para la detección temprana de infecciones del sistema urinario, diabetes, hematuria, problemas renales y otras enfermedades. Debido a su facilidad de uso, rapidez y naturaleza no invasiva, se consideran un recurso clave en el diagnóstico básico y en el monitoreo de pacientes.

- **pH:** Indica el grado de acidez o alcalinidad de la orina. Los valores normales oscilan entre 4.5 y 8. Un pH ácido puede relacionarse con dietas ricas en proteínas, acidosis metabólica o cetoacidosis diabética; un pH alcalino puede indicar infecciones urinarias o dietas vegetarianas.
- **Densidad urinaria:** Refleja la concentración de solutos en la orina. Valores elevados sugieren orina concentrada (deshidratación), mientras que valores bajos indican orina diluida (exceso de líquidos o disfunción renal).
- **Glucosa:** La presencia de glucosa (glucosuria) suele estar asociada a diabetes mellitus o alteraciones en la reabsorción renal.
- **Proteínas:** La proteinuria puede indicar daño renal, hipertensión o infecciones.
- **Cuerpos cetónicos:** La cetonuria puede relacionarse con ayuno prolongado, dietas cetogénicas o cetoacidosis diabética.
- **Bilirrubina y urobilinógeno:** Su aumento puede señalar problemas hepáticos o hemólisis.
- **Sangre (hematuria):** Puede ser signo de cálculos renales, infecciones, traumatismos o enfermedades renales.
- **Nitritos:** Indican la posible presencia de bacterias productoras de nitritos, frecuentes en infecciones urinarias.
- **Leucocitos:** Su presencia sugiere inflamación o infección en el tracto urinario.



Figura 6. Tiras reactivas de Orina

VII-I. Uso de tirillas

Se recomienda recoger la orina de primera hora de la mañana, aunque esto no es siempre posible. No hay problema en realizarla en cualquier otro momento.

VII-J. *Materiales para usar un analizador de orina*

- Tiras de prueba de orina.
- Contenedor estéril para recoger muestras.
- Papel absorbente o gasa.
- Guantes.
- Agua y jabón.

VII-K. *Procedimiento*

1. Para asegurar que la orina esté lo más limpia posible, el paciente debe lavar sus genitales con jabón y agua.
2. Descartar las primeras gotas durante la micción y recoger el resto de la orina en el contenedor estéril, luego asegurarlo bien.
3. Introducir la tira en el contenedor por 10 segundos (podrían ser 2 segundos, verificar las instrucciones del fabricante). Sacar y eliminar el exceso de orina sobre una gasa o papel absorbente. Esto previene que los reactivos se combinen y que los colores se difuminen. Por último, cerrar el recipiente de orina.
4. Generalmente, en el envase de las tiras se indica el tiempo de espera necesario para interpretar los resultados. No debe ser menor a 2 minutos (los leucocitos son los que requieren más tiempo). Es recomendable observar los resultados con la tira en posición horizontal para evitar la mezcla de productos químicos.
5. Minimizar el tiempo de espera para el análisis y proteger de la luz. Puede almacenarse en refrigeración a aproximadamente 4 °C si no es factible realizar el análisis de inmediato.

En el laboratorio de Bioinstrumentación se llevó a cabo el análisis de un analizador de orina Cybow automático R-50. Durante la inspección inicial se evidenció que el equipo presentaba un estado de conservación deficiente, ya que no encendía al momento de realizar las pruebas de funcionamiento. Ante esta situación, se determinó que era necesario efectuar un proceso de limpieza y revisión detallada de sus componentes, con el fin de descartar la presencia de suciedad, residuos o deterioro en las conexiones internas que pudieran estar interfiriendo con el encendido y el desempeño adecuado del dispositivo. Este procedimiento constituye la primera etapa del reacondicionamiento preventivo para garantizar la operatividad y prolongar la vida útil del equipo.



Figura 7. Parte interna del Analizador

Se procedió a realizar la limpieza general del equipo. Durante la revisión se constató que la parte correspondiente al botón presentaba fallas y no cumplía con su función adecuada, por lo que fue necesario reemplazarlo. Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, se adquirió un nuevo botón que permite encender y apagar el equipo de manera segura y confiable.



Figura 8. Botón antiguo

Como parte del proceso de reacondicionamiento del analizador de orina Cybow automático R-50, se identificó que el botón de encendido presentaba un daño irreparable, lo que imposibilitaba el funcionamiento adecuado del equipo. Ante esta situación, se procedió a retirar el componente defectuoso y se implementó la sustitución por un botón nuevo, adquirido específicamente para cumplir con las características técnicas requeridas. Con esta acción se restableció la capacidad de encendido y apagado del dispositivo, garantizando un manejo seguro y confiable por parte del usuario. Esta intervención no solo permitió recuperar la operatividad del equipo, sino que también contribuye a extender su vida útil y optimizar su rendimiento en las futuras prácticas de laboratorio.



Figura 9. Botón nuevo

Después, se llevó a cabo la colocación del nuevo botón en el analizador de orina automático Cybow R-50. El elemento fue colocado en su lugar correspondiente, asegurándose de que estuviera bien ajustado y conectado a los terminales adecuados. Tras completar la instalación, se realizaron pruebas de encendido y apagado, confirmando que el botón funcionaba correctamente.



Figura 10. Botón nuevo

VII-L. Incubadora ASP Sterrad 58°C

Las incubadoras de laboratorio son herramientas esenciales en el campo biomédico, particularmente en ámbitos clínicos, hospitalarios y de investigación. Su objetivo principal es ofrecer un entorno regulado en términos de temperatura y humedad, e incluso en algunos casos, niveles de luz, lo que resulta crucial para la conservación y el cultivo de muestras biológicas, así como para asegurar la estabilidad de algunas pruebas diagnósticas. Este equipamiento automatiza tareas que anteriormente se realizaban de manera manual, disminuyendo así el riesgo de errores humanos y aumentando la cantidad de muestras procesadas. En el ámbito del laboratorio de biomecánica y bioinstrumentación, su uso es valioso para el seguimiento de funciones renales y metabólicas, especialmente en estudios que necesitan el control de variables fisiológicas en pacientes o voluntarios.

La utilización del analizador de orina fue clave para el proceso de formación profesional, ya que mostró de manera práctica cómo se integran los dispositivos biomédicos en un entorno clínico real. A través de su manejo y análisis, se mejoró la comprensión del funcionamiento interno de este tipo de herramientas y se destacó la importancia de su mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. Además, esta experiencia ayudó a desarrollar el criterio técnico necesario para detectar problemas, sugerir soluciones y asegurar el funcionamiento de los equipos, lo que beneficia tanto al diagnóstico como a la atención médica. Así, el uso del analizador no solo constituyó una experiencia técnica, sino también una oportunidad para consolidar habilidades aplicables en el ámbito profesional biomédico.

Con la instalación de este dispositivo, se ha llevado a cabo una limpieza exhaustiva de cada una de sus partes, lo que ha permitido restaurar su capacidad para detectar y registrar datos. Esta revitalización no solo ha vuelto a habilitar su funcionalidad, sino que también ha optimizado notablemente el tiempo de análisis y ha potenciado la precisión en la detección de parámetros clínicos como pH, proteínas, glucosa, sangre y otros componentes relevantes de la orina. Cada uno de estos parámetros es crucial para la identificación de diversas enfermedades, convirtiendo al analizador en una herramienta esencial para el diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado. Además, su presencia en el laboratorio de biomecánica y bioinstrumentación ofrece a los estudiantes la oportunidad de realizar prácticas entre ellos, promoviendo un aprendizaje activo y un conocimiento detallado sobre los equipos biomédicos que son vitales para la salud y el bienestar de las personas. Este tipo de implementación no solo refuerza la formación académica, sino que también fomenta una cultura de atención, precisión y sostenibilidad tecnológica dentro del ambiente universitario.

La **Incubadora ASP Sterrad 58°C** se considera una de las tecnologías más innovadoras en la categoría de dispositivos. Este modelo particular ha sido creado para satisfacer altos niveles de precisión y fiabilidad, lo que permite configuraciones térmicas precisas a una temperatura constante de 58°C. Esta condición es ideal para muchos procesos relacionados con el análisis clínico, la desinfección de materiales sensibles y los tratamientos térmicos controlados.

Su uso en consultorios médicos, laboratorios clínicos y hospitales ha resultado ser extremadamente beneficioso, ya que aumenta la capacidad diagnóstica y terapéutica de estas instalaciones. La incorporación de esta tecnología permite a los profesionales de la salud ofrecer una mayor gama de servicios especializados, lo que se traduce en

una mejora notable en la calidad del cuidado al paciente.

Además, la efectividad de la incubadora ASP Sterrad a 58°C se evidencia en su capacidad para optimizar la duración del procesamiento y mantener condiciones estables durante períodos prolongados de funcionamiento. Este equilibrio térmico es esencial para procedimientos como la incubación de medios de cultivo, la inactivación de microorganismos y el almacenamiento temporal de muestras clínicas.

Desde una perspectiva técnica, este dispositivo cuenta con mecanismos de seguridad avanzados que previenen el exceso de calor, sensores térmicos de alta precisión y una interfaz accesible que facilita su uso, incluso para el personal en formación. Estas características contribuyen a crear un entorno laboral más eficiente, fiable y seguro para los usuarios.

En el ámbito académico y educativo, la disponibilidad de este tipo de incubadoras también representa una ventaja significativa, ya que permite a los estudiantes realizar prácticas más completas y alineadas con la realidad profesional, sin depender únicamente de laboratorios externos. Esto promueve una formación más sólida y práctica, compatible con las exigencias del entorno clínico actual.

En conclusión, la **Incubadora ASP Sterrad 58°C** no solo cumple una función técnica esencial dentro del laboratorio, sino que también representa una inversión estratégica para las instituciones de salud, al contribuir directamente con la mejora de los procesos clínicos, la seguridad de las muestras y la calidad general del servicio ofrecido a los pacientes.

Durante la oportunidad que se ha analizado el funcionamiento de la incubadora ASP Sterrad a 58°C, un equipo biomédico fundamental para la esterilización a baja temperatura, especialmente en materiales sensibles al calor. Esta incubadora utiliza un sistema basado en peróxido de hidrógeno vaporizado, lo cual permite una desinfección eficaz sin dañar los instrumentos médicos delicados.

A lo largo del proceso de investigación y observación del equipo, se constató que este dispositivo garantiza una alta eficiencia en la eliminación de microorganismos, lo que representa una ventaja considerable frente a otros métodos convencionales. Asimismo, se comprobó que el equipo reduce de manera significativa el tiempo de ciclo en comparación con los procedimientos tradicionales de esterilización térmica, favoreciendo así la optimización de los procesos. Su diseño cerrado y automatizado no solo incrementa la seguridad del operador al minimizar la exposición a agentes contaminantes, sino que también contribuye a una gestión más eficiente de los recursos en el entorno clínico, fortaleciendo la calidad y confiabilidad en las prácticas de esterilización.

Dentro de los logros alcanzados, el uso de esta incubadora ha sido fundamental para comprender a profundidad los protocolos modernos de bioseguridad. A través de su análisis técnico, he podido identificar la relevancia de implementar procedimientos regulares de mantenimiento preventivo, los cuales garantizan su correcto funcionamiento y contribuyen significativamente a prolongar su vida útil.

Se pudo observar que el equipo no funcionaba y se hizo una limpieza profunda, no funcionaba el led del equipo y no hacía su respectivo funcionamiento de calentar a 58°C. El procedimiento consistió en desmontar la incubadora para identificar la causa por la cual no alcanzaba su temperatura de funcionamiento adecuada. Esta intervención permitió inspeccionar los componentes internos y detectar posibles fallos que impedían el correcto calentamiento del equipo.

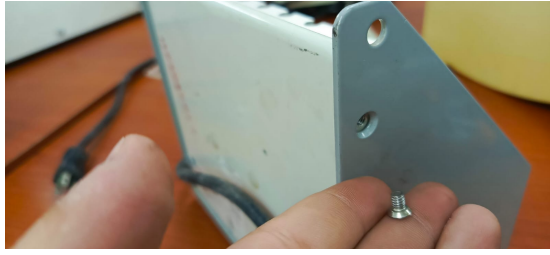


Figura 11. Primer paso quitar tornillos en la parte lateral

Como parte del procedimiento de diagnóstico, se procedió a retirar los cuatro tornillos ubicados en la parte inferior de la incubadora. Esta acción permitió acceder al compartimiento interno del equipo, con el objetivo de identificar la causa del fallo que impedía alcanzar la temperatura adecuada de funcionamiento. La apertura controlada del sistema fue realizada con precaución, siguiendo medidas de seguridad eléctrica y mecánica, para evitar daños en los componentes sensibles. Esta etapa inicial resultó clave para observar el estado de los elementos internos, evaluar posibles desconexiones, deterioro en el sistema de calefacción o fallos en el circuito de control térmico.



Figura 12. Quitar tornillo en la parte inferior

Como parte del proceso de reacondicionamiento, se procedió a tomar las medidas estructurales del equipo con el fin de determinar la altura correspondiente de la tapa faltante de la incubadora. Tras una evaluación precisa, se estableció que dicha altura es de 10 pulgadas, lo cual servirá como referencia para el diseño y fabricación del componente. Una vez obtenidas todas las medidas necesarias, se avanzará con la siguiente etapa del procedimiento, que incluye la elaboración de la tapa.

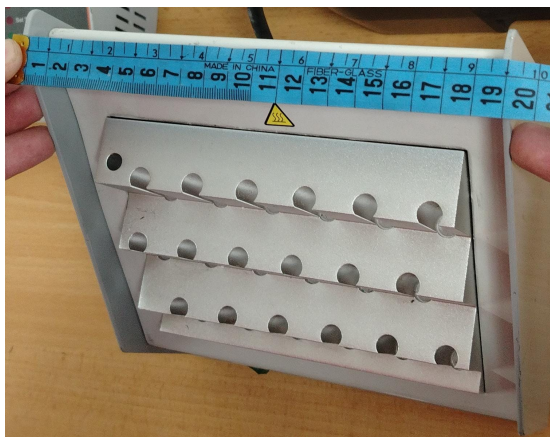


Figura 13. Medida de la respectiva tapa

Ante todo, se identificó que el equipo seleccionado no contaba con todos sus componentes completos, específicamente una tapa faltante que forma parte esencial de su estructura funcional. Para resolver esta situación, se procedió a determinar las dimensiones exactas de la pieza utilizando herramientas de diseño asistido por computadora, en este caso el programa Adobe Illustrator 2025.

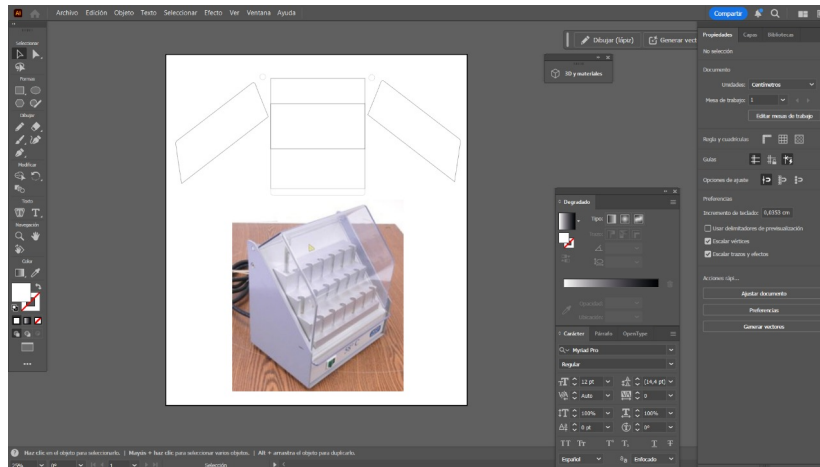


Figura 14. Diseñar tapa

Luego de completar el diseño técnico de la tapa faltante, se procederá con la etapa de fabricación mediante impresión de la tapa. Este diseño ha sido elaborado con precisión, tomando en cuenta las dimensiones estructurales del equipo. Una vez impreso el patrón, se realizará el corte del material utilizando una cortadora láser de alta precisión, lo que garantiza bordes limpios, exactitud dimensional y una adecuada adaptación al equipo. El material seleccionado para esta pieza es acrílico de 3 mm de espesor, elegido por su resistencia, transparencia, facilidad de manipulación y compatibilidad con ambientes controlados.



Figura 15. Impresión de tapa en una cortadora láser

Finalmente, tras la instalación de la tapa diseñada y fabricada en acrílico de 3 mm, se procedió a realizar pruebas de funcionamiento en la incubadora, estableciendo una temperatura de referencia de 58°C. Durante el proceso de verificación, se comprobó que el equipo operaba correctamente, alcanzando y manteniendo la temperatura deseada de forma estable y segura. La tapa se ajustó con precisión a la estructura del equipo, demostrando su compatibilidad funcional y contribuyendo a la eficiencia térmica del sistema. Esta validación confirma que el reacondicionamiento fue exitoso, y que el equipo está nuevamente apto para su uso en prácticas académicas.



Figura 16. Equipamiento diligente para un buen uso

VII-M. Incubadora Unico L-CU 60°C

Uno de los elementos más importantes en la creación y operación de equipos de laboratorio es el control exacto de la temperatura, dado que muchos procedimientos biológicos y químicos son extremadamente sensibles a los cambios en la temperatura. En este sentido, el modelo L-CU60 proporciona una solución eficaz y confiable gracias a su avanzado sistema de gestión térmica, que facilita la configuración de temperaturas precisas desde el ambiente hasta los 60°C. Esta capacidad lo convierte en un instrumento ideal para aquellas aplicaciones que requieren condiciones térmicas controladas y constantes.

El equipo ha sido elaborado con un sistema de retroalimentación térmica que incorpora sensores muy precisos y una unidad de control electrónico que gestiona automáticamente el calentamiento interno. Este tipo de control no solo asegura que la temperatura se mantenga constante durante largos períodos, sino que también permite realizar transiciones rápidas y seguras entre diferentes rangos de temperatura sin poner en riesgo la integridad de las muestras.

Debido a estas características, el L-CU60 se puede utilizar de manera efectiva en diversas áreas del laboratorio clínico y biomédico. Algunas de sus aplicaciones más notables incluyen la incubación de cultivos microbiológicos, la realización de pruebas enzimáticas, la preservación de reactivos que son sensibles a la temperatura y el almacenamiento temporal de muestras antes de ser procesadas. La capacidad de mantener condiciones térmicas uniformes dentro de la cámara garantiza una alta reproducibilidad de los experimentos y mejora considerablemente la fiabilidad de los resultados obtenidos. Además, el sistema ha sido diseñado para disminuir el consumo de energía y reducir las pérdidas de calor, lo que supone una ventaja tanto económica como ambiental. Su interfaz fácil de usar permite ajustar los parámetros térmicos de forma rápida y segura, disminuyendo el riesgo de errores humanos y facilitando su empleo en contextos educativos o de investigación, donde la precisión y la facilidad de uso son igualmente esenciales.

En resumen, el manejo exacto de temperatura del **L-CU60** no solo garantiza el cumplimiento de los estándares técnicos necesarios para el trabajo en laboratorio, sino que también contribuye a optimizar la eficiencia operativa y la calidad de los procesos analíticos. Se ha podido observar el funcionamiento de la incubadora UNICO L-CU60, un equipo biomédico esencial en entornos clínicos y de laboratorio. Este aparato ha sido concebido para

sostener una temperatura uniforme y controlada, lo cual resulta crucial en procedimientos donde se necesita una incubación precisa de muestras biológicas o productos médicos. En el transcurso de la investigación realizada en el laboratorio, se demostró que la incubadora proporciona una distribución uniforme del calor, lo que asegura condiciones térmicas estables para el crecimiento de cultivos biológicos y la preservación de materiales delicados. Esta propiedad es vital para conservar la integridad de los procedimientos biomédicos que requieren una precisión en el ambiente. El dispositivo presenta un panel de control fácil de usar que permite modificar los parámetros operativos con sencillez, lo que facilita su utilización incluso por personal en entrenamiento. A través de la interacción directa con la incubadora, el encargado del análisis pudo entender mejor la relevancia del control ambiental en los procedimientos biomédicos, así como la necesidad de implementar protocolos de mantenimiento preventivo que garanticen condiciones óptimas de operación.

El equipo estaba fuera de servicio, ya que no cumplía con la función para la cual había sido diseñado. Ante esta circunstancia, se decidió llevar a cabo una revisión exhaustiva para localizar la avería. Para ello, se inició el proceso de apertura del dispositivo y se comenzó a desmontar sus componentes principales, siguiendo un orden sistemático y cuidadoso para evitar causar daños adicionales. Durante esta etapa inicial, se examinaron las conexiones internas, los componentes eléctricos y mecánicos, así como las áreas que pudieran mostrar signos de desgaste o deterioro.



Figura 17. Abrir la incubadora 60°C

Se procedió a la apertura del equipo de manera correcta y siguiendo las precauciones necesarias, con el propósito de observar detalladamente el estado de sus componentes internos. Esta acción permitió identificar posibles daños, desgastes o alteraciones que pudieran estar afectando su funcionamiento. La inspección inicial constituyó un paso esencial dentro del proceso de diagnóstico, ya que brindó una visión más clara sobre las condiciones reales del dispositivo y facilitó la determinación de las acciones correctivas requeridas para restablecer su operatividad.

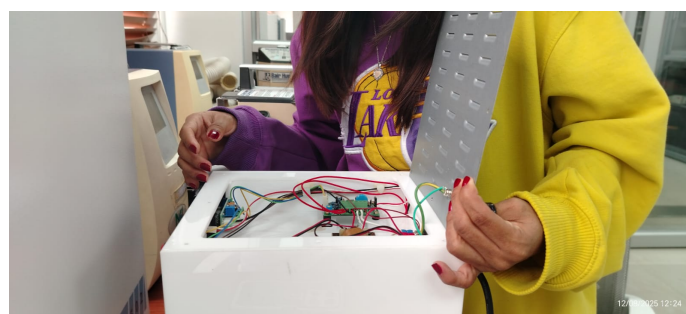


Figura 18. Se analiza cada componente que obtiene el equipo

Se necesitó llevar a cabo una limpieza exhaustiva y minuciosa de todos los elementos del equipo, enfocándose especialmente en las partes más frágiles y difíciles de alcanzar, para asegurar su correcto funcionamiento y alargar su duración.

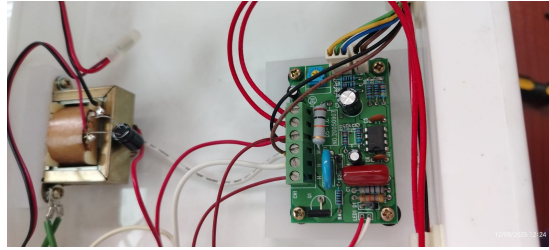


Figura 19. Se analiza cada componente que obtiene el equipo

Una vez que se completó la limpieza exhaustiva del equipo, se iniciaron las pruebas de funcionamiento para comprobar si operaba correctamente. En esta fase, se notó que el sistema de cierre presentaba fallas: la tapa no se ajustaba de manera segura y el imán que debía mantenerla en su lugar no estaba realizando adecuadamente su función de sujeción. Este problema en el mecanismo de cierre impedía que el equipo funcionara en condiciones ideales, ya que una tapa mal sellada podría afectar la estabilidad térmica, la seguridad del contenido y la eficiencia energética del sistema. Se determinó que el imán presentaba desgaste o desalineación, lo que afectaba su capacidad de generar la fuerza magnética necesaria para mantener el cierre hermético. Ante esta situación, se planteó la necesidad de revisar el sistema de fijación, evaluar la posibilidad de reemplazo del imán y ajustar el alineamiento de la tapa para garantizar un cierre seguro.

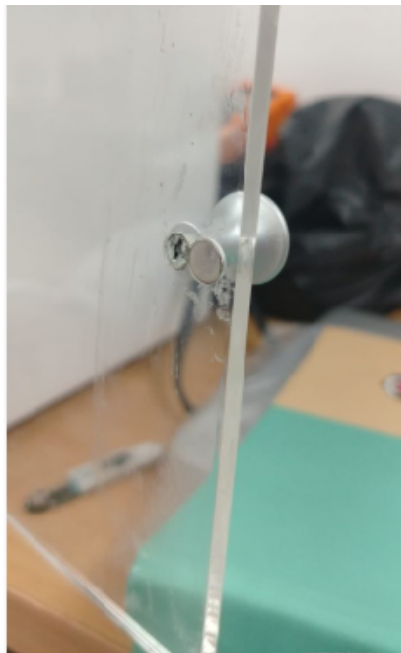


Figura 20. Puerta transparente de la Incubadora

VIII. RESULTADOS

VIII-A. Encuestas realizadas

La encuesta que se llevó a cabo tiene como objetivo saber la opinión de la comunidad salesiana acerca del plan de reacondicionamiento de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos en el laboratorio de bioinstrumentación y biomecánica de la UPS. La encuesta tiene un total de 65 respuestas correspondiente a estudiantes de la carrera Biomedicina.

En la figura 21 se percibe el resultado de la pregunta: ¿Con qué frecuencia utiliza los equipos biomédicos del laboratorio de Biomecánica y Bioinstrumentación?.

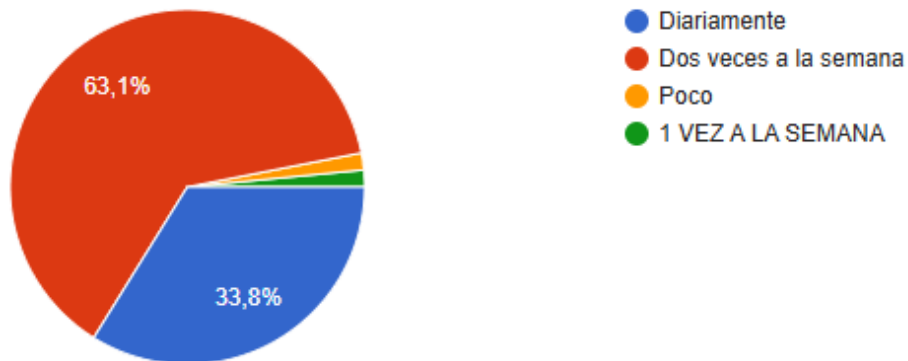


Figura 21. Gráficas sobre la importancia del mantenimiento preventivo de equipos Biomedicos en el laboratorio de la UPS.

Según los hallazgos de la encuesta realizada, se revela que el 63,1% de los participantes eligieron la opción “Dos veces a la semana”, lo que sugiere que consideran que los equipos del laboratorio reciben un adecuado mantenimiento preventivo de manera regular. Esta respuesta indica una percepción favorable sobre el cuidado técnico de los aparatos, algo crucial para asegurar su buen funcionamiento y extender su duración..

Por otro lado, el 33,8% indicó “Diariamente”, lo que señala un uso intensivo de los equipos biomédicos por parte de los estudiantes o del personal del laboratorio. Esta frecuencia de utilización implica una mayor demanda en cuanto a la funcionalidad de los dispositivos, y refuerza la necesidad de establecer protocolos de mantenimiento permanentes para prevenir fallos operativos.

Las respuestas restantes, correspondientes a las opciones “Poco” y “Una vez a la semana”, representan un porcentaje mínimo, lo que evidencia que la mayoría de los usuarios interactúan con los equipos de forma frecuente y reconocen la importancia de su conservación.

Este análisis permite concluir que existe una conciencia significativa sobre el valor del mantenimiento preventivo en el entorno académico, y que los equipos biomédicos son utilizados de manera activa, lo cual justifica la implementación de estrategias de seguimiento técnico y capacitación continua en el manejo de dichos dispositivos.

Según los resultados de la figura 22 de la pregunta: ¿Considera que los equipos que están actualmente en el laboratorio tienen un mantenimiento preventivo necesario?

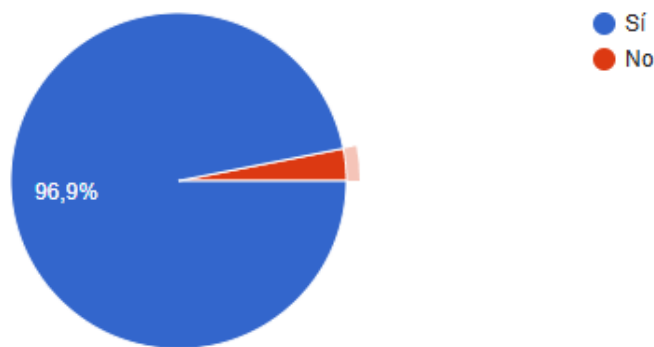


Figura 22. Gráficas sobre la importancia del mantenimiento preventivo de equipos Biomedicos en el laboratorio de la UPS.

Se obtuvo que el 96,9 % de los encuestados consideran que la mejor opción es crear un plan de reacondicionamiento para los equipos biomédicos, mientras que solo el 3,1 % eligió la opción de no crear dicho plan..

En la figura 23 se observa el resultado de la pregunta: ¿Cree que un plan de reacondicionamiento preventivo mejoraría la disponibilidad y funcionamiento de los equipos?.

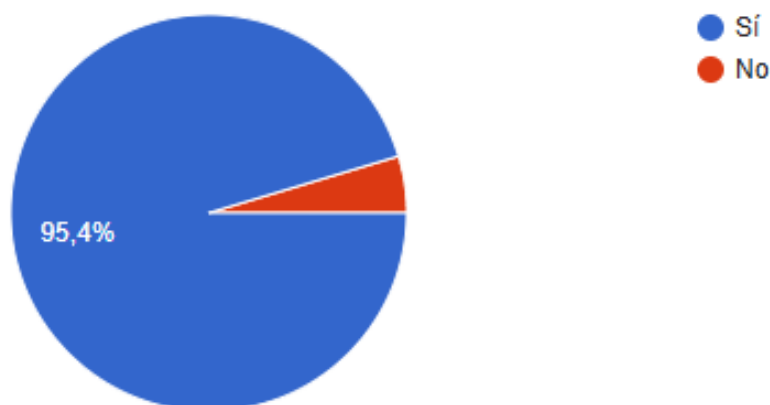


Figura 23. Gráficas sobre la importancia del mantenimiento preventivo de equipos Biomedicos en el laboratorio de la UPS.

Segun el grafico, 95,4 % de los encuestados consideran que es muy importante crear el plan de reacondicionamiento preventivo. Mientras el 4,6 % no considera incluir un plan de reacondicionamiento preventivo

La figura 24 nos muestra los resultados de la pregunta: ¿Qué aspectos considera prioritarios incluir en un plan de reacondicionamiento preventivo?.

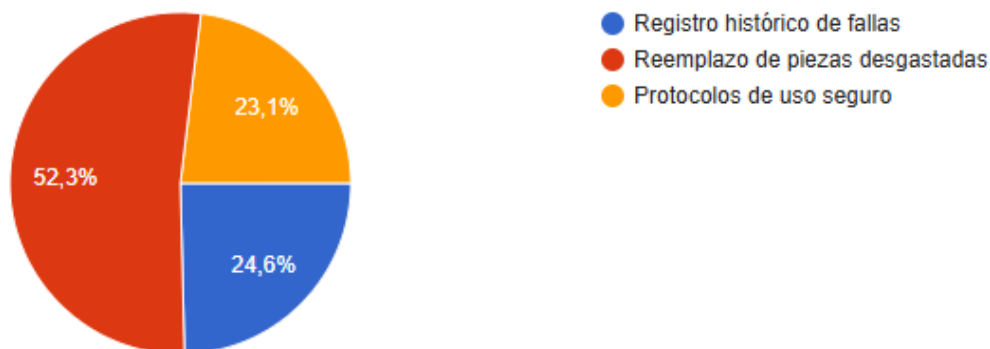


Figura 24. Gráficas sobre la importancia del mantenimiento preventivo de equipos Biomédicos en el laboratorio de la UPS.

La distinción entre las respuestas es bastante evidente, lo que demuestra que la mayoría de los alumnos consideran fundamental el uso práctico de los equipos biomédicos como parte esencial de su formación en el laboratorio. En este contexto, el 52,3 % de los encuestados indicó que la acción principal a realizar es el cambio de piezas que están desgastadas, lo que pone de relieve una preocupación directa por asegurar la funcionalidad y seguridad de los dispositivos a través de intervenciones técnicas específicas.

Por otro lado, el 24,6 % considera vital tener un registro histórico de fallos, lo que permite un control sistemático de los problemas recurrentes, ayuda en el diagnóstico técnico y optimiza la planificación del mantenimiento preventivo. Esta respuesta muestra una perspectiva más organizada y enfocada en el seguimiento de los equipos.

El 23,1 % decidió dar prioridad a la puesta en marcha de protocolos de uso seguro, subrayando la relevancia de establecer reglas claras para la manipulación de los dispositivos, especialmente en ambientes académicos donde el personal en formación necesita orientación constante.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que existe una alta valoración por el mantenimiento preventivo y la seguridad operativa de los dispositivos biomédicos, lo cual justifica el diseño de planes integrales que incluyan reemplazo de componentes, trazabilidad de fallas y protocolos de uso responsable.

Por otra parte, se documentó un Plan de reacondicionamiento preventivo , además se mostrará el estado funcional de cada equipo mediante fichas técnicas.

VIII-B. *Procedimientos y Mantenimiento de Equipos Biomédicos*

VIII-C. *Procedimiento por equipo*

VIII-D. *Incubadora ASP Sterrad 58 °C*

Frecuencia: mensual (limpieza), anual (revisión general).

- Limpiar interior y exterior con solución desinfectante no abrasiva.
- Asegúrese de que la incubadora esté conectada de forma segura a la fuente de alimentación.
- Verificar funcionamiento del sistema de esterilización con peróxido de hidrógeno vaporizado.
- Revisar puerta de los equipos correspondidos.
- Calibrar sistema de control de temperatura.
- Registrar cada intervención en Plan de reacondicionamiento.

Fuente: Manual oficial del fabricante ASP y Microbe Notes.

VIII-E. *Incubadora UNICO L-CU60*

Frecuencia: semanal (limpieza), mensual (verificación).

- Retirar muestras y limpiar con paño húmedo y detergente neutro.
- Inspeccionar resistencias y termostato.
- Comprobar la uniformidad de temperatura interna.
- Desconectar la incubadora.
- Secar completamente antes de reconectar.

Fuente: Manual técnico UNICO L-CU60 y Guía de Mantenimiento CISLAB (2023).

VIII-F. *Centrífuga Hettich EBA 20*

Frecuencia: diaria (limpieza rápida), mensual (verificación).

- Limpiar rotor y cámara con solución suave después de cada uso.
- Apagar y desconectar la centrífuga.
- Inspeccionar cables y conexiones.
- Calibrar RPM según especificaciones correctas.

Fuente: Manual técnico de Hettich EBA 20.

VIII-G. *Analizador de Orina Cybow R-50*

Frecuencia: diaria (limpieza), mensual (verificación óptica).

- Limpiar bandeja de tiras y sensores ópticos con paño libre de pelusa.
- Apagar el equipo y desconectarlo de la fuente eléctrica.
- Verificar alineación y calibración del sistema fotométrico.
- Secar completamente antes de volver a instalar.
- Sustituir reactivos o tiras reactivas vencidas.
- No usar tiras dobladas ni contaminadas.
- Validar que los resultados coincidan con los valores esperados.

Fuente: Manual técnico Cybow R-50S (MedM, 2014) y normativas ISO aplicables.

VIII-H. Datos Generales del Equipo

Nombre del equipo	Marca / Modelo	Función principal	Ubicación en el laboratorio
Incubadora ASP Sterrad 58 °C	ASP Sterrad	Esterilización por peróxido de hidrógeno	Área de esterilización
Incubadora UNICO L-CU60	UNICO L-CU60	Mantenimiento de temperatura para cultivos	Área de microbiología
Centrífuga Hettich EBA 20	Hettich EBA 20	Separación de componentes por densidad	Área de análisis de muestras
Analizador de Orina Cybow R-50	Cybow R-50	Diagnóstico rápido de parámetros urinarios	Área de bioquímica clínica

Figura 25. Equipos Biomedicos Datos Generales

VIII-I. Ficha Técnica Básica

Equipo	Alimentación eléctrica	Rango de operación	Partes principales aumentadas.	Indicadores normales / fallas
Incubadora ASP Sterrad 58 °C	110-120 V	58 °C fijo	Tapa del equipo.	Pantalla estable / error al encender.
Incubadora UNICO L-CU60	110 V	25-60 °C	Imán de la puerta.	Temperatura estable / imán de la puerta despegada.
Centrífuga Hettich EBA 20	110 V	500-6,000 rpm	Rotor y tacómetro.	RPM estables / vibración excesiva, error al encender.
Analizador Cybow R-50	110 V	Ambiente controlado	Bandeja de tiras, lector óptico, pantalla	Lectura clara / error en pantalla.

Figura 26. Equipos Biomedicos Ficha Técnica Básica

VIII-J. Herramientas por equipos biomédicos

VIII-K. Incubadora ASP Sterrad 58 °C

Tipo: Incubadora para indicadores biológicos de peróxido de hidrógeno.

Herramientas necesarias:

- Multímetro digital (para verificar alimentación eléctrica)
- Solución desinfectante no abrasiva
- Paños sin pelusa
- Destornilladores
- Registro técnico o plan de reacondicionamiento

VIII-L. Incubadora UNICO L-CU60

Tipo: Incubadora de laboratorio para cultivos microbiológicos.

Herramientas necesarias:

- Paño húmedo y detergente neutro
- Multímetro (para verificar resistencias y termostato)
- Guantes de nitrilo
- Registro de mantenimiento mensual

VIII-M. Centrifuga Hettich EBA 20

Tipo: Centrifuga compacta para muestras clínicas.

Herramientas necesarias:

- Tacómetro digital (para verificar RPM reales)
- Paño húmedo y solución de limpieza suave
- Multímetro (para verificar alimentación y fusibles)
- Destornilladores
- Tubos de muestra
- Registro de mantenimiento

VIII-N. Analizador de Orina Cybow R-50

Tipo: Fotómetro de reflectancia para tiras reactivas.

Herramientas necesarias:

- Tiras de control de calidad
- Paño suave
- Guantes de nitrilo
- Alcohol

IX. MODELOS DE FICHAS

IX-A. Registro de mantenimiento- Incubadora ASP STERRAD 58°C


 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR</p> <p>REPORTE DE SERVICIO TÉCNICO – EQUIPO BIOMÉDICO</p> <p>Fecha: ____ / ____ / ____</p> <p>Nombre del equipo: Incubadora ASP STERRAD</p> <p>Modelo: 21005</p> <p>Ubicación: Universidad Politécnica Salesiana</p> <p>Tipo de propiedad: <input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado</p> <p>Tipo de servicio: <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo</p> <p>Actividades realizadas:</p> <p>Observaciones:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Recomendaciones:</p> <p><input type="checkbox"/> Reemplazo de componentes resistencia-varistor-entre otras.</p> <p><input type="checkbox"/> Sustitución de cableado</p> <p><input type="checkbox"/> Verificación de fuente de alimentación</p> <p><input type="checkbox"/> Otro:</p> <p>Firma de Servicio técnico : THAIS PIN QUIMI</p> <p>Cliente / Supervisor: _____</p> <p>Firma: _____ Teléfono: _____</p>

Figura 27. Incubadora esterilización



REPORTE DE SERVICIO TÉCNICO – EQUIPO BIOMÉDICO
Fecha: ____ / ____ / ____
Equipo: Centrífuga
Marca: Hettich
Modelo: EBA 20
Número de serie: 0009924
Ubicación: Universidad Politécnica Salesiana
Tipo de propiedad: <input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado
Tipo de servicio: <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo
Frecuencia de mantenimiento: <input type="checkbox"/> Diaria <input type="checkbox"/> Mensual
Actividades realizadas:
Observaciones:
.....
.....
.....
Recomendaciones:
<input type="checkbox"/> Reemplazo de componentes resistencia-varistor-entre otras.
<input type="checkbox"/> Sustitución de cableado
<input type="checkbox"/> Verificación de fuente de alimentación
<input type="checkbox"/> Otro:
Firma de Servicio técnico : THAIS PIN QUIMI
Cliente / Supervisor: _____
Firma: _____ Teléfono: _____

Figura 28. Cetrífuga Hettich EBA 20



REPORTE DE SERVICIO TÉCNICO – EQUIPO BIOMÉDICO
Fecha: ____ / ____ / ____
Equipo: Analizador de Orina
Marca: Cybow
Modelo: R-50
Ubicación: Universidad Politécnica Salesiana
Tipo de propiedad: <input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado
Tipo de servicio: <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo
Frecuencia de mantenimiento: <input type="checkbox"/> Diaria <input type="checkbox"/> Mensual
Actividades realizadas:
Observaciones:
.....
.....
Recomendaciones:
<input type="checkbox"/> Sustitución del cargador de tiras
<input type="checkbox"/> Revisión del sistema de alineación de tiras
<input type="checkbox"/> Verificación del sistema de impresión
<input type="checkbox"/> Otro:
Firma de Servicio técnico : THAIS PIN QUIMI
Cliente / Supervisor: _____
Firma: _____ Teléfono: _____

Figura 29. Analizador de orina R 50


 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR</p> <p>REPORTE DE SERVICIO TÉCNICO – EQUIPO BIOMÉDICO</p> <p>Fecha: ____ / ____ / ____</p> <p>Equipo: Incubadora</p> <p>Marca: UNICO</p> <p>Modelo: L-CU60</p> <p>Número de serie: TW081693-H</p> <p>Ubicación: Universidad Politécnica Salesiana</p> <p>Tipo de propiedad: <input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado</p> <p>Tipo de servicio: <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo</p> <p>Frecuencia de mantenimiento: <input type="checkbox"/> Diaria <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual</p> <p>Observaciones:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Recomendaciones:</p> <p><input type="checkbox"/> Reemplazo de componentes</p> <p><input type="checkbox"/> Sustitución de cableado</p> <p><input type="checkbox"/> Otro:</p> <p>Firma de Servicio técnico : THAIS PIN QUIMI</p> <p>Cliente / Supervisor: _____</p> <p>Firma: _____ Teléfono: _____</p>
--

Figura 30. Incubadora Microbiologicos

X. CRONOGRAMA

A continuación se muestra el cronograma de trabajo en la siguiente tabla II.

Tabla II
CRONOGRAMA

TEMA : PLAN DE REACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA EL LABORATORIO DE BIOINSTRUMENTACIÓN Y BIOMECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA (UPS) GUAYAQUIL		ÁMBITO DE APLICACIÓN :				
ALUMNOS	THAIS NAYERLY PIN QUIIMI	(MESES)				
OBJETIVO GENERAL	Desarrollar un plan de reconocimiento y mantenimiento preventivo que garantice la operatividad, funcionalidad y seguridad de los equipos biomédicos seleccionados del Laboratorio de Bioinstrumentación y Biomecánica de la UPS Guayaquil	abr-04	may-05	jun-06	jul-07	ago-08
OBJETIVO ESPECÍFICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar un conjunto representativo de equipos biomédicos, considerado criterios de relevancia funcional, estado técnico y frecuencia de uso. 2. Diagnosticar el estado operativo del equipamiento seleccionado mediante inspecciones visuales, pruebas funcionales y documentación técnica. 3. Implementar el plan de reconocimiento y mantenimiento preventivo, incluyendo procedimientos de intervención y cronogramas. 	RESPONSABLE				
	ACTIVIDAD					
	Definición del título del anteproyecto de investigación					
	Problema de investigación					
	Justificación					
	Objetivos generales y específicos					
	Marco teórico					
	Metodología					
	Presupuesto y de acuerdo al proyecto a implementar					
REPARACIÓN	Centrifuga					
	Incubadora 58°C					
	Incubadora 60°C					
	Analizador de Orina					
PLAN DE REACONDICIONAMIENTO	Protocolo de Uso y mantenimiento					

XI. PRESUPUESTO

Tabla III
PRESUPUESTO

Descripción	Cantidad	Ingresos	Egresos
Recursos estimados	1	700 \$	
Horas de trabajo	350 horas		300 \$
Papelería	1		30 \$
WDB40	1		30 \$
Switches	1		0.50 \$
Varistor	1		0.30 \$
Tacómetro	1		45.70 \$
Tubos de sangre	1		20 \$
Material acrílico (tapa de incubadora)	1		30 \$
Tirillas de orina	1		15.50 \$
Equipaje para reparaciones de equipos médicos	2		30 \$
Limpiador de contacto	1		4 \$
TOTAL			505 \$

XII. CONCLUSIONES

La evidencia presentada nos lleva a concluir que, para los equipos biomédicos reparados en el laboratorio de Biomecánica y Bioinstrumentación, Este protocolo debe ser una parte clave del plan de mantenimiento preventivo, garantizando así la extensión de la duración útil de los equipos y la continuidad en su funcionamiento óptimo.

Este plan incluye una serie de acciones que comienzan con la selección de un grupo representativo de equipos bio médicos, basándose en criterios como su importancia funcional, el estado técnico actual y la frecuencia de uso en el laboratorio. Luego, se lleva a cabo un diagnóstico completo del estado operativo de los equipos seleccionados, mediante inspecciones visuales, pruebas de funcionamiento y la revisión de la documentación técnica que permite evaluar su condición real.

A partir de esta evaluación, se elabora un plan exhaustivo de reacondicionamiento y mantenimiento preventivo, que detalla procedimientos específicos para cada tipo de equipo y establece un cronograma que define cuándo y con qué frecuencia se deben realizar las intervenciones pertinentes. La correcta categorización y priorización de los equipos según su criticidad y uso facilita la optimización de los recursos disponibles, permitiendo asignar el tiempo y el presupuesto necesarios para maximizar el impacto positivo de cada actividad de mantenimiento.

Además, la inclusión de registros detallados y el uso de sistemas digitales de seguimiento para todas las tareas de mantenimiento asegura una mayor transparencia y trazabilidad. Esto ayuda a detectar tempranamente patrones de desgaste y a identificar posibles fallas recurrentes, reduciendo así los tiempos de inactividad inesperados. De esta forma, se previenen reparaciones mayores y costosas, además de mejorar la seguridad tanto para los usuarios del laboratorio como para los pacientes en el caso de equipos biomédicos clínicos.

Por último, se subraya la importancia de promover una cultura de conciencia sobre el mantenimiento preventivo, fomentando un uso responsable de los equipos por parte de todo el personal y los estudiantes. Esta cultura no solo ayuda a prolongar la vida útil de los instrumentos, sino que también contribuye a aumentar la eficiencia operativa del laboratorio. En resumen, la continuidad y la mejora constante de este plan son fundamentales para mantener la competitividad y relevancia del laboratorio en el campo de la bioinstrumentación, promoviendo prácticas y enseñanzas de calidad para los estudiantes que conforman la Universidad.

XIII. RECOMENDACIONES

Proponer un protocolo específico que evite daños futuros y ayude en el adecuado mantenimiento de estos dispositivos. Este protocolo debe integrarse al plan de mantenimiento preventivo, asegurando así una mayor durabilidad de los equipos y el mantenimiento de su buen funcionamiento.

Este plan incluye una serie de actividades que comienzan con la selección de un grupo representativo de equipos biomédicos, basándose en criterios como su funcionalidad, su estado técnico actual y su frecuencia de uso en el laboratorio. Luego, se realiza un análisis detallado de la condición operativa de los equipos seleccionados, mediante inspecciones visuales, pruebas de funcionamiento y revisión de la documentación técnica que permita evaluar su verdadera situación.

Con los resultados de esta evaluación, se establece un plan específico de reacondicionamiento y mantenimiento preventivo, que abarca procedimientos concretos para cada tipo de equipo y un cronograma que determina los días y frecuencias para llevar a cabo las intervenciones necesarias. La adecuada clasificación y priorización de los equipos según su importancia y frecuencia de uso ayuda a optimizar los recursos disponibles, permitiendo asignar el tiempo y gasto necesario para maximizar el efecto positivo de cada acción de mantenimiento.

Además, la inclusión de registros minuciosos y el uso de sistemas digitales para el seguimiento de todas las actividades de mantenimiento asegura una mayor transparencia y trazabilidad. Esto permite una detección temprana de patrones de desgaste y la identificación de posibles fallas recurrentes, reduciendo así los tiempos de inactividad no planificados. De este modo, se previenen reparaciones costosas y amplias, además de mejorar la seguridad tanto de los usuarios del laboratorio como de los pacientes en situaciones de equipos biomédicos clínicos.

Finalmente, se resalta la importancia de cultivar una conciencia sobre el mantenimiento preventivo, promoviendo la atención responsable de los equipos por parte de todo el personal y los estudiantes. Esta cultura no solo ayuda a alargar la vida útil de los instrumentos, sino que también potencia la eficiencia operativa del laboratorio. En conclusión, la continuidad y la mejora constante de este plan son fundamentales para mantener la competitividad y relevancia del laboratorio en el ámbito de la bioinstrumentación, favoreciendo prácticas y enseñanzas de calidad para los estudiantes de la Universidad.

REFERENCIAS

- [1] World Health Organization, «WHO Global Model Regulatory Framework for Medical Devices Including in vitro Diagnostic Medical Devices,» World Health Organization, 2017. dirección: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241512350>.
- [2] World Health Organization, «Medical Device Regulations: Global overview and guiding principles,» World Health Organization, 2011. dirección: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42495>.
- [3] L. Romero y J. Vásquez, «Análisis del mantenimiento de equipos médicos en hospitales públicos de América Latina,» *Revista Latinoamericana de Ingeniería Biomédica*, vol. 10, n.º 2, págs. 45-52, 2020.
- [4] M. Barrera, *Gestión del mantenimiento preventivo en equipos biomédicos universitarios*, Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ecuador, 2021.
- [5] R. de Equipos Médicos, «Proceso de Reacondicionamiento,» 2025. dirección: <https://www.miproximopaso.org/profile/summary/49-9062.00#:~:text=Lo%20que%20hacen:,el%20C3%A9ctricas%20o%20aparatos%20de%20medici%C3%B3n..>
- [6] International Organization for Standardization, *ISO 13485:2016 - Medical devices — Quality management systems*, Accedido el 30 de julio de 2025, 2016. dirección: <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/05/97/59752.html>.
- [7] P. González y A. Chávez, «Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para equipos biomédicos en laboratorios universitarios,» *Revista de Tecnología y Ciencia Aplicada*, vol. 5, n.º 1, págs. 15-22, 2020.
- [8] UNICO, *Compact Clinical Incubator L-CU60*, Accedido: 28-jul-2025, 2025. dirección: <https://unicosci.com/compac-incubator-l-cu60.html>.
- [9] International Organization for Standardization, *ISO 14971:2019 - Application of risk management to medical devices*, Accedido el 30 de julio de 2025, 2019. dirección: <https://www.iso.org/cms/%20render/live/es/sites/isoorg/contents/data/standard/07/27/72704.html?browse=ics>.
- [10] *La importancia de los dispositivos médicos para atender las necesidades sanitarias mundiales*, 2025. dirección: <https://isanidad.com/33512/la-importancia-de-los-dispositivos-medicos-para-atender-las-necesidades-sanitarias-mundiales/>.
- [11] B. I. S.A.C., *Equipos Biomédicos: Cuando La Tecnología Salva Vidas*, 2021. dirección: <https://www.biosoporteperu.com/equipos-biomedicos-tecnologia/>.
- [12] e. y. l. d. c. Equipos de laboratorio equipos para laboratorio, *QUE ES UNA CENTRÍFUGA*, 2022. dirección: <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-una-centrifuga>.
- [13] M. Hany, *¿Cómo se utiliza la centrífuga en una muestra de sangre?* 2025. dirección: <https://iprocess.net/centrifuge-blood-sample/>.
- [14] L. S. Muñiz, *Tipos de Centrífugas*, 2023. dirección: <https://www.cislab.com.mx/blog/el-blog-del-quimico-1/tipos-de-centrifugas-77>.
- [15] W. Development, *¿Cómo funciona una centrífuga de sangre para separar los componentes de la sangre?* Dirección: <https://www.mrclab.com/the-ultimate-guide-to-blood-centrifuges-everything-you-need-to-know#:~:text=Blood%20centrifuges%20work%20based%20on,layers%20based%20on%20their%20densities..>
- [16] COTECNO, «Equipos de laboratorio general Analizador de orina,» 2025. dirección: https://www.cotecno.cl/analizador-de-orina/?utm_source=chatgpt.com.
- [17] D. Kutter, M. Guntinas y U. Schwidetzky, «Principles and performance of automated urinalysis,» *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, vol. 14, n.º 5, págs. 240-250, 2000. DOI: 10.1002/1098-2825(200010)14:5<240::AID-JCLA4>3.0.CO;2-2. dirección: [https://doi.org/10.1002/1098-2825\(200010\)14:5<240::AID-JCLA4>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/1098-2825(200010)14:5<240::AID-JCLA4>3.0.CO;2-2).
- [18] J. A. Simerville, W. C. Maxted y J. J. Pahira, «Urinalysis: A comprehensive review,» *American Family Physician*, vol. 71, n.º 6, págs. 1153-1162, 2005. dirección: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2005/0315/p1153.html>.
- [19] J. Delanghe y M. Speeckaert, «Preanalytical requirements of urinalysis,» *Biochemia Medica*, vol. 26, n.º 1, págs. 25-36, 2016. DOI: 10.11613/BM.2016.003. dirección: <https://doi.org/10.11613/BM.2016.003>.

- [20] L. M. Bachmann y R. Haeckel, «Connectivity and automation in laboratory medicine,» *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, vol. 49, n.º 5, págs. 775-784, 2011. DOI: 10.1515/CCLM.2011.139. dirección: <https://doi.org/10.1515/CCLM.2011.139>.
- [21] J. L. V. Shaw, R. J. Lyons y L. A. Mutch, «Quality control in automated urinalysis,» *Clinical Laboratory*, vol. 56, n.º 7-8, págs. 333-340, 2010. DOI: 10.7754/Clin.Lab.2010.091203. dirección: <https://doi.org/10.7754/Clin.Lab.2010.091203>.

Universidad Politecnica Salesiana

Uso, estado y mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos en el laboratorio de Bioinstrumentación y Biomecánica-UPS

¿Con qué frecuencia utiliza los equipos biomédicos del laboratorio de Biomecánica y Bioinstrumentación? *

Diariamente

Dos veces a la semana

Otra...

Figura 31. ENCUESTA 1

¿Considera que los equipos que están actualmente en el laboratorio tienen un mantenimiento preventivo necesario?

Sí

No

Figura 32. ENCUESTA 2

⋮

¿Cree que un plan de reacondicionamiento preventivo mejoraría la disponibilidad y funcionamiento de los equipos?

Sí

No

Figura 33. ENCUESTA 3

⋮

¿Qué aspectos considera prioritarios incluir en un plan de reacondicionamiento preventivo? *

Registro histórico de fallas

Reemplazo de piezas desgastadas

Protocolos de uso seguro

Figura 34. ENCUESTA 4

Detalles técnicos

- Capacidad máxima: 8 x 15 ml
- Densidad permitida: 1,2 kg/dm³
- Velocidad máxima (RPM) / Fuerza (RCF): 6000 / 3421 (ángulo fijo)
- Nivel sonoro: 54 dB(A)
- Carga conectada: 65 VA
- Consumo actual: 0,28 A
- Energía cinética: 850 Nm
- Tensión de red ($\pm 10\%$): 240 V 1~
- Frecuencia de red: 50 - 60 Hz
- Dimensiones (An x Pr x Al): 231 x 292 x 216 mm
- Peso: aprox. 4 kg

Figura 35. CENTRIFUGA HETTICH EBBA 20

Voltaje: 100-120 V
Potencia: 33-48W
Corriente: 0,4 A
Frecuencia: 50/60HZ
Dimensiones: 5,5" x 8,5" x 7,5"

Figura 36. INCUBADORA ASP 58°

- Especificaciones del L-CU60:
- Capacidad de la cámara: 6 litros (0,21 pies cúbicos)
- Tamaño de la cámara: Dimensiones internas: 6.8" de ancho x 7.7" de profundidad x 7" de alto
- Capacidad de la placa: 20 placas de cultivo estándar (10/estante)
- Rango de temperatura: Ambiente a 60 °C (Ambiente a 140 °F)
- Estantes: Un estante extraíble, perforado para el flujo de aire.
- Control de temperatura: digital
- Pantalla: Pantalla digital LCD
- Potencia/Consumo: 0,75 amperios / 80 vatios
- Calefacción: Aire forzado, ventilador de circulación montado en la cámara.
- Estabilidad: Mantendrá la temperatura constante +/- 0,5° C
- Disponible en 110V y 220V

Figura 37. INCUBADORA UNICO LCU 60°C

AutomatizaciónAutomation	Completamente automáticoFully Automatic
MarcaBrand	CybowCybow
MostrarDisplay	DigitalDigital
InterfazInterface	Puerto RS 232CRS 232C Port
ImpresoraPrinter	Impresora térmicaThermal Printer
TipoType	Fotómetro de reflectanciaReflectance Photometer
RendimientoThroughput	720 pruebas/hora720 Tests /Hour
PesoWeight	2400 gramos2400 Gram
Fuente de alimentaciónPower Supply	12 V CC/3 A12 V DC/3A
DisponibilidadAvailability	En stockIn Stock

Figura 38. ANALIZADOR DE ORINA