

**INVENTARIO, DESCRIPCIÓN Y PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO, PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS EN EL LABORATORIO DE
GENÉTICA**

JAIRO IVÁN DÍAZ CÁRDENAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2008

**INVENTARIO, DESCRIPCIÓN Y PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO, PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS EN EL LABORATORIO DE
GENÉTICA**

JAIRO IVÁN DÍAZ CÁRDENAS

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al título de Ingeniero Electrónico**

Director

Ing. José Alejandro Amaya Palacio

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2008**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por su inefable amor, quien me levanta, sostiene y ayuda, porque con su luz ilumina mis pensamientos y con su mano guarda mi vida.

Al director Ing. José Alejandro Amaya Palacio, por su respaldo incondicional y por los valiosos aportes académicos y de formación personal, compartidos durante la realización de este trabajo.

Al personal de la división de mantenimiento, por acogerme como uno más del grupo y darme esos conocimientos, que solo se consiguen a través de la experiencia.

A la doctora Adriana Castillo Pico, por abrirme las puertas del laboratorio y por la solidaridad constante que me ofreció.

A mis padres, quienes siempre me apoyaron y aconsejaron en momentos decisivos, sin reproches ni condiciones y me inyectaron esa fuerza y calor, que me levantaron en duros momentos de esta nueva etapa de mi vida.

A mi hermana y sobrino, por brindarme motivación y ayuda tanto espiritual como material siempre que la necesite.

A mi novia e hija, quienes me regalaron su dulzura y amor en momentos de angustia y desconsuelo.

A mis familiares y amigos, por su presencia, respaldo y optimismo, que me impulsaron a perseverar en la realización de mi trabajo de grado.

A la Universidad Industrial de Santander y la escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, por las bases que me brindaron en la formación personal y profesional.

Jairo Iván Díaz Cárdenas

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 LABORATORIO DE GENÉTICA UIS	3
1.1.1 Misión de la escuela de medicina	3
1.1.2 Reseña histórica	3
1.1.3 Servicios ofrecidos	4
1.2 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL LABORATORIO	5
1.2.1 División de Mantenimiento Tecnológico	6
1.2.2 Mantenimiento con personal externo	6
1.3 PROBLEMAS DEL SISTEMA ACTUAL	6
1.3.1 Escasez de Personal Calificado	7
1.3.2 Falta de información	8
1.3.3 Canales de comunicación	8
1.4 OPCIONES DE CONSULTA Y REGISTRO	8
1.4.1 Protocolos de mantenimiento preventivo	9
1.4.2 Manual de información	9
1.4.3 Difusión del plan de mantenimiento	9
2. INVENTARIO TÉCNICO Y HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS LABORATORIO DE GENÉTICA	10
2.1 INVENTARIO TÉCNICO	10
2.1.1 Objetivos	11
2.1.2 Elaboración de formato inventario de equipos	12
2.1.3 Procedimiento de uso del formato	13
2.2 HOJA DE VIDA	14
2.2.1 Objetivos	14
2.2.2 Elaboración de formato Hoja de Vida	16
2.2.3 Procedimiento de uso del formato	18
3. CENTRÍFUGA	20

Jairo Iván Díaz Cardenas

3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	20
3.2 CENTRÍFUGA Z300	31
3.2.1 Especificaciones	32
3.2.2 Protocolo de mantenimiento preventivo	33
3.3 FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES	40
4. ESPECTROFOTÓMETRO	41
4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	41
4.2 SPECTRONIC GENESYS 2 (MILTON ROY COMPANY)	50
4.2.1 Especificaciones técnicas.	51
4.2.2 Protocolo de mantenimiento preventivo	51
4.3 FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES	58
5. MICROPIPETAS	60
5.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	60
5.2 PIPETAS P GILSON	67
5.2.1 Especificaciones técnicas	68
5.2.2 Protocolo de mantenimiento preventivo	69
5.3 FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES	74
6. BAÑO SEROLÓGICO	76
6.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	76
6.2 BAÑO SEROLÓGICO (INDULAB)	81
6.2.1 Especificaciones técnicas	81
6.2.2 Protocolo de mantenimiento preventivo	82
6.3 FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES	86
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	94

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organización del mantenimiento en el laboratorio	5
Figura 2. Esquema de cuerpo libre	21
Figura 3. Diagrama según densidades	22
Figura 4. Rotor vertical	25
Figura 5. Rotor de ángulo fijo	25
Figura 6. Rotor vertical	26
Figura 7. Cargado del rotor	29
Figura 8. Centrífuga Z300	31
Figura 9. Tablero de control centrífuga Z300	34
Figura 10. Apertura de la cubierta centrífuga Z300	36
Figura 11. Extracción del rotor centrifuga Z300	37
Figura 12. Componentes centrífuga Z300	37
Figura 13. Extracción de empaques	38
Figura 14. Vista de la cámara y el rotor	39
Figura 15. Diagrama de absorción de luz de una sustancia	41
Figura 16. Grafica de transmitancia vs concentración y absorbancia vs transmitancia	43
Figura 17. Espectrofotómetro	45
Figura 18. Compartimiento de lámparas	46
Figura 19. Vista trasera espectrofotómetro	49
Figura 20. Spectronic Genesys 2 (Milton Roy Company)	50
Figura 21. Pantalla	53
Figura 22. Descripción de elementos compartimiento de lámparas	56
Figura 23. Procedimiento de uso	61
Figura 24. Pipetas de desplazamiento por aire	63
Figura 25. Pipetas de desplazamiento directo	64
Figura 26. Partes micropipetas gilson	65

Jairo Iván Díaz Cardenas

Figura 27. Pipetas P Gilson en el laboratorio de genética UIS.	67
Figura 28. Despiece micropipetas Gilson	69
Figura 29. Punta titular y eyector de punta	70
Figura 30. Resistencias	77
Figura 31. Componentes principales baño serológico	78
Figura 32. Tablero de control baño serológico	79
Figura 33. Baño Serológico INDULAB 09-A	81
Figura 34. Tablero de control Baño serológico Indulab 09-A	83
Figura 35. Tanque baño serológico Indulab 09-A	84
Figura 36. Parte derecha	85
Figura 37. Parte izquierda	85

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Fallas y posibles soluciones centrífuga Z300	40
Cuadro 2. Fallas y posibles soluciones con el espectrofotómetro	58
Cuadro 3. Fallas y posibles soluciones micropipetas Gilson	74
Cuadro 4. Fallas y posibles soluciones con el baño serológico	86

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla de inmersión y tiempo de la pipeta dependiendo del volumen de dispensación	62
Tabla 2. Tabla de maximo error permisible	68
Tabla 3. Punta recomendada para cada modelo	68
Tabla 4. Clasificación Baño María	77

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Mantenimiento	95
Anexo B. Registros de mantenimiento preventivo	99
Anexo C. Resumen de inventario equipo laboratorio de genética	103

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar una propuesta de protocolo de mantenimiento preventivo, que incluya hoja de vida, histórico y manual de primeros auxilios de mantenimiento, para los principales equipos del laboratorio de genética.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el inventario de los equipos electrónicos del laboratorio de genética de la Universidad Industrial de Santander; diligenciando un formato que describa brevemente cada elemento, en donde encontremos, Código Interno, inventario, uso, equipo, marca, serial, estado y fecha de fabricación.
- Diligenciar un formato para el registro de histórico y hoja de vida de los principales equipos, que cuente con información como: estado, ubicación y último mantenimiento.
- Documentar las características de los equipos describiendo principio de funcionamiento, componentes principales, fallas comunes y posibles soluciones, anexando el manual de referencia, con el apoyo de técnicos de mantenimiento y personal del laboratorio de genética.
- Implementar por medio de un instructivo una propuesta de protocolo de mantenimiento preventivo, en el cual este incluido los primeros auxilios de mantenimiento para las fallas más comunes.

RESUMEN

TÍTULO: INVENTARIO, DESCRIPCIÓN Y PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS EN EL LABORATORIO DE GENÉTICA*

AUTOR: DÍAZ CÁRDENAS, Jairo Iván**

PALABRAS CLAVES: Laboratorio de genética UIS, principios de funcionamiento, equipos de genética, protocolos de mantenimiento preventivo.

DESCRIPCIÓN:

La evolución de la genética combinados con el poder de la tecnología, conducen al mejoramiento de la calidad de vida de las personas. A partir de esto, es necesario contar con las estrategias necesarias para el cuidado del equipo medico, encargado de realizar los procesos bioquímicos.

La escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y telecomunicaciones, el laboratorio de genética y la división de mantenimiento tecnológico de la universidad industrial de Santander, desarrollan una estrategia, en la que se recopile información para realizar el inventario y la hoja de vida de los equipos del laboratorio y se elaboren los protocolos de mantenimiento preventivo que sirvan de guía y apoyo al técnico encargado.

Esta investigación orientada a ser una herramienta guía para las practicas de mantenimiento; garantiza: el conocimiento del universo de acción de la DMT, el entendimiento de los principios de funcionamiento, la facilidad para la consecución de las tareas de mantenimiento, y la aclaración de las posibles fallas, de los principales equipos del laboratorio de genética. Esto se logra con la integración y el apoyo de los grupos involucrados en las tareas administrativas y de sostenimiento, desarrollando los instructivos de mantenimiento, siguiendo una estructura establecida para su correcto uso, que permitan el entendimiento y aplicabilidad, apuntando hacia el interés de mejorar y preservar los servicios ofrecidos por los diferentes departamentos de la institución.

Esta investigación es la base de próximos trabajos de grado, que profundicen en la electrónica detallada de cada equipo, para de esta manera construir los protocolos de mantenimiento correctivo y mejorar el servicio ofrecido por la División de mantenimiento tecnológico de la universidad.

* Trabajo de grado

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ing. José Alejandro Amaya Palacio

ABSTRACT

TÍTULO: INVENTORY, DESCRIPCIÓN AND AND PROTOCOL OF PREVENTIVE MAINTENANCE, FOR ELECTRONIC EQUIPMENTS IN THE LABORATORY OF GENETICS *

AUTHOR: DÍAZ CÁRDENAS, Jairo Iván**

KEY WORDS: Laboratory of genetics UIS, Principles of functioning, equipments of genetics, protocols of preventive maintenance.

DESCRIPTION:

The evolution of the combined genetics with the power of the technology, they drive to the improvement of the quality of life of the persons. From this, it is necessary to rely on the necessary strategies for the care of the medical equipment, entrusted to realize the biochemical processes.

The school of electrical, electronic and telecommunications engineering, the laboratory of genetics and the division of maintenance technological of the Industrial University of Santander, they develop a strategy, in which information is compiled to realize the inventory and the curriculum of the equipments of the laboratory and there are elaborated the protocols of maintenance preventive that use as guide and support to the technician in charged.

This investigation was orientated to being a guide tool for the practices of maintenance; it guarantees the knowledge of the universe of Action of the DMT, the understanding of the principles of functioning, the facility for the attainment of the tasks of maintenance, and the explanation of the possible faults, of the principal equipments of the genetics laboratory. This is achieved by the integration and the support of the involved groups in the administrative tasks and of maintenance, developing the instructive of maintenance, following an established structure for its correct use, which the understanding and applicability should allow, appearing towards the interest of improving and preserving the services offered by the different departments of the institution.

This investigation is the base of Next Project of Grade, get inside in the detailed electronics of every equipment, so then to construct the protocols of corrective maintenance and to improve the service offered by the Division of technological maintenance of the university.

* Project of Grado

** University Industry de Santander, Faculty of Sciences Physicist – Mechanics. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering. Director: Eng. José Alejandro Amaya Palacio

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia la evolución de la genética¹ ha sido clave para el desarrollo de la humanidad. Los descubrimientos de genes y su localización fueron las primeras revelaciones que conoció la sociedad. Hoy el desarrollo de la genética combinada con el poder de la tecnología en lo que se conoce como ingeniería genética², conducen el desarrollo del mundo. Esta nueva modalidad esta adelantando un proyecto denominado el genoma humano cuyo objetivo es cartografiar los cromosomas humanos y con el tiempo averiguar la secuencia del ADN³ de cada uno de ellos, que a la postre suministrará mas datos para las técnicas de diagnóstico y manipulación genética. Pero, ¿Qué sería la genética sin la tecnología para adelantar los diferentes procesos bioquímicos? Las herramientas tecnológicas permiten ahorrar enormes esfuerzos en la manipulación de las muestras, pero también motivan la innovación tecnológica gracias a que permiten experimentar con tecnologías difíciles de adquirir o que apenas se encuentran en la mente de los científicos. De otro lado, el intenso desarrollo ha presentado algunos inconvenientes en lo que se refiere a manejo de la información y desconocimiento de las tecnologías, que en ocasiones se vuelven problemas difíciles de resolver. Por esta razón, la organización mundial de la salud (OMS) viene trabajando en la concepción de un sistema para la administración y documentación del equipo médico.

La división de mantenimiento tecnológico (DMT) de la Universidad Industrial de Santander en cooperación con la escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y telecomunicaciones, junto a la facultad de salud han iniciado un proyecto en el cual se documente y se cree una base de datos en donde se encuentre la información referente a todos y cada uno de los instrumentos clínicos con los que cuenta la

¹ Campo de la biología que se encarga del estudio de la herencia.

² Rama de la genética que se concentra en el estudio y manipulación del ADN.

³ ADN iniciales de ácido desoxirribonucleico

Jairo Iván Díaz Cardenas

institución, así como los manuales que describan el artefacto, para facilitar y agilizar la tarea de mantenimiento y la toma de decisiones en lo que concierne a exclusión y adquisición de tecnología.

La elaboración de este proyecto de grado desarrollado por la mencionada alianza es un primer paso para satisfacer esta necesidad. Desde el punto de vista de un usuario, esta herramienta brinda la posibilidad de conocer la descripción técnica y los últimos procedimientos realizados a los principales instrumentos del laboratorio de genética, previamente seleccionados para iniciar un modelo micro con miras a evolucionar hasta el punto de cubrir todos los estamentos y laboratorios de la universidad. También le permite al técnico encargado de efectuar el mantenimiento, contar con los manuales y protocolos de mantenimiento para realizar un procedimiento previamente estructurado, que acelere la tarea y minimize la cantidad de errores. Gran parte de la solución será consecuencia del presente trabajo de grado que en siguientes trabajos buscará: desarrollar una base datos con acceso a cualquier miembro de la universidad que pueda conocer el estado de los equipos, ya sea para aportar posibles mejoras o simplemente con el fin de conocer si los operarios están respetando las normas estipuladas por los fabricantes y las organizaciones de la salud; otro importante servicio consiste en que los ingenieros y técnicos de mantenimiento dispongan de una especie de capacitación y retroalimentación en la que se mencionen temas sobre el mantenimiento y control de los procesos.

En el capítulo primero se presenta una breve descripción de los actores implicados en el mantenimiento, así como los problemas y las posibles soluciones del sistema de mantenimiento.

En el capítulo segundo se recopila la información necesario para elaborar los formatos de inventario y hoja de vida implementados en el laboratorio de genética, argumentando su elaboración y mostrando sus ventajas.

En el capítulo tercero, cuarto, quinto y sexto, se dan a conocer las cuatro categorías de equipos estudiados, en lo que concierne a principios de funcionamiento, protocolos de mantenimiento y posibles fallas con soluciones.

La elaboración de este proyecto de grado requirió de la recopilación e integración de las experiencias empíricas aportadas por los encargados de operar y mantener los equipos, apoyados en las normas establecidas por la OMS⁴, los fabricantes y los conocimientos adquiridos dentro de la institución, por ello se garantiza la confiabilidad de los resultados, como un producto originado en el núcleo de la universidad y destinado al servicio de la sociedad.

1.1 LABORATORIO DE GENÉTICA UIS

1.1.1 Misión de la escuela de medicina. La Escuela de Medicina de la Universidad Industrial de Santander es una unidad académica que tiene como propósito la formación integral de médicos con alta calidad humana, ética, política y científica; la generación de conocimientos y la promoción de una cultura orientada a la preservación de la vida y al cuidado de la salud.

Soporta su labor en un grupo humano motivado y comprometido, en permanente investigación y desarrollo y en un proceso de aprender haciendo, buscando dar respuesta adecuada a los problemas de salud de los colombianos.

1.1.2 Reseña histórica. Fue creado en el año 1993 con el fin de ofrecer los servicios en el área de genética en el nororiente colombiano.

En la actualidad cuenta con un grupo de profesionales idóneos en permanente capacitación que con la ayuda de equipos automatizados y alta tecnología

⁴ OMS Organización mundial de la salud

Jairo Iván Díaz Cardenas

permiten realizar pruebas de ADN (ácido desoxirribonucleico) con una excelente calidad y confiabilidad en los resultados emitidos.

En cada uno de los procedimientos realizados el laboratorio lleva a cabo un estricto seguimiento de las muestras, así como un control de calidad interno. De la misma forma sus profesionales son miembros de las asociaciones nacionales e internacionales de genética forense (SCG – ISFG – GEP)⁵. El Laboratorio cuenta con la acreditación internacional para cada una de las pruebas que realiza.

1.1.3 Servicios ofrecidos. Los servicios ofrecidos comprenden:

a. PRUEBAS HEREDOBIOLOGICAS DE PATERNIDAD

La prueba se realiza mediante el estudio del material genético de cada persona o su ADN. El análisis comprende el estudio de 16 marcadores STR'S autosómicos validados internacionalmente, con los cuales se logra obtener una probabilidad de paternidad mayor del 99.99%. Adicionalmente se realizan estudios del ADN del cromosoma Y para establecer parentesco entre individuos de sexo masculino. La Universidad Industrial de Santander es la única institución en todo el nor-oriente colombiano que ejecuta en su totalidad las pruebas de paternidad en sus instalaciones.

b. CARIOTIPOS

Detección de alteraciones cromosómicas tanto numéricas como estructurales, mediante técnicas de bandeo G⁶ y de alta resolución. Esta prueba puede realizarse en sangre periférica, médula ósea, líquido amniótico, restos ovulares tejido tumoral y biopsias de tejidos. Adicionalmente se realizan estudios de fragilidad cromosómica para detección de síndrome de X frágil o de exposición a agentes mutágenos ambientales.

⁵ (SCG) susceptibility-conferring genotype (ISFG) international Society for Forensic Genetics (GEP) spanish and Portuguese working group

⁶ Técnica clásica de análisis cromosómico.

Jairo Iván Díaz Cardenas

c. ESTUDIO MOLECULAR DE ENFERMEDADES GENÉTICAS

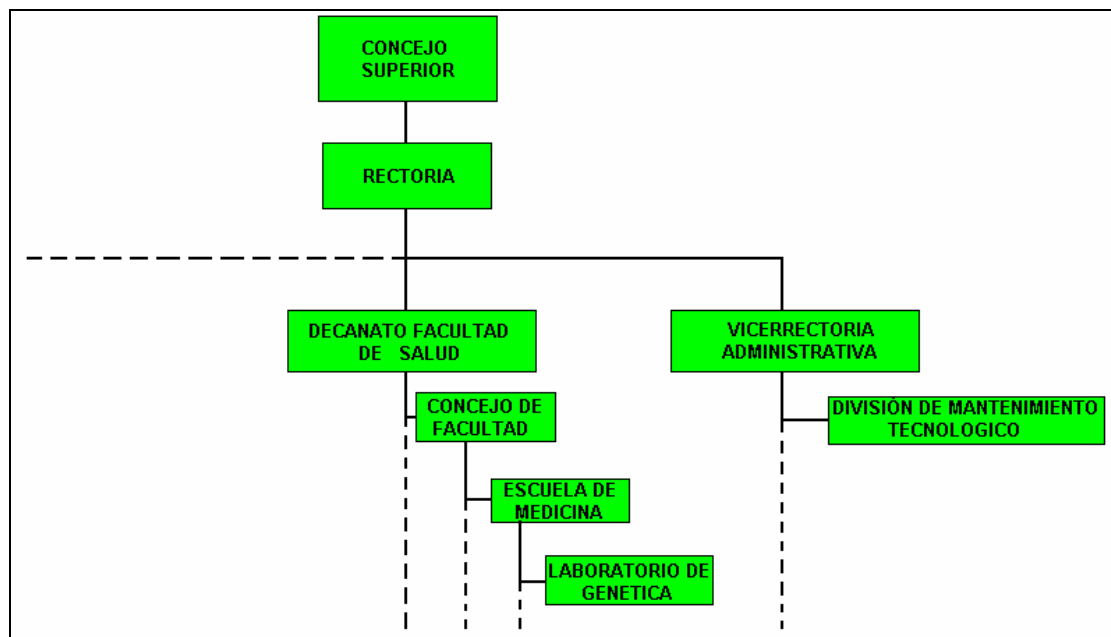
Detección de mutaciones presentes en ADN de pacientes con fibrosis quística, distrofias musculares, mucopolosacaridosis, etc.

d. CONSEJERÍA GENÉTICA

Asesoría para parejas con problemas de fertilidad, personas con familiares con enfermedad genética, etc.

1.2 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL LABORATORIO

Figura 1. Organización del mantenimiento en el laboratorio



Fuente: www.uis.edu.co

Dentro del sistema anteriormente descrito (Figura 1), el laboratorio de genética debe maniobrar con los distintos actores para la operativización del servicio de mantenimiento, según las modalidades siguientes:

Jairo Iván Díaz Cardenas

1.2.1 División de Mantenimiento Tecnológico. La División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito servir de apoyo a las unidades académicas y administrativas de la Universidad, en los procesos de adquisición de equipos, su instalación, operación y mantenimiento preventivo y correctivo, a fin de garantizar la continuidad en la prestación de los servicios, con la mayor calidad y eficiencia a toda la comunidad, y el cumplimiento de sus objetivos.

Para el cumplimiento de sus objetivos, la DMT cuenta con personal humano, técnico capacitado y equipos, que se encuentran a disposición de la comunidad universitaria y orientados por políticas institucionales, que conllevan a desarrollar todos sus programas y realizar una labor integral que cubre todas las dependencias de la institución.

Debido a que el laboratorio de genética es parte de la universidad, el mantenimiento de los equipos existentes en este, corre por cuenta de la DMT de acuerdo a un plan establecido con anterioridad.

1.2.2 Mantenimiento con personal externo. Cuando el alcance de la división de mantenimiento es rebasado por el nivel de complejidad de los equipos, debido a la falta de capacitación de los técnicos o por no contar con el equipo adecuado para intervenir ciertos instrumentos, se procede a contratar el servicio con empresas privadas, quienes brindan las garantías necesarias de calidad, para garantizar la continuidad del servicio. La función de la DMT es, en esta situación, actuar como interventora y asesora de la prestación del servicio.

1.3 PROBLEMAS DEL SISTEMA ACTUAL

En todas las instituciones prestadoras del servicio de la salud regularmente nos encontramos con dificultades para el control y manejo de equipos electrónicos

Jairo Iván Díaz Cardenas

especializados. El cambio de proveedores, de personal técnico y administrativo, hacen que cuando alguien pregunte por el estado, principios de funcionamiento, precauciones de manejo, peligros para la salud del operador, manuales y procedimientos; seguramente no encontramos ninguna respuesta; siendo estos equipos la principal herramienta científica con que cuentan los especialistas para poder dar un diagnóstico clínico acertado o en su defecto controvertir un diagnóstico equivocado.

Se ha descubierto que la mayoría de estos inconvenientes en el sistema, se deben a demoras y dificultades, en lo que concierne al mantenimiento de los equipos, que a la postre paralizan procesos de aprendizaje y el servicio a la comunidad. En los ítems a continuación, se describirán los problemas que requieren una pronta solución, para mejorar los estándares de calidad y conseguir una acreditación futura.

1.3.1 Escasez de Personal Calificado. Algunos equipos especiales, se les debe realizar mantenimiento externo debido al desconocimiento de los técnicos de la DMT de las posibles fallas de dichos instrumentos, que son la mayoría de las ocasiones por problemas básicos en el uso del equipo, provocando la inversión de grandes sumas de dinero, la inactividad del equipo y por consiguiente de las actividades profesionales y estudiantiles en las que estaba involucrado dicho elemento. Al no contar con un registro histórico de mantenimiento del equipo y un protocolo de mantenimiento preventivo, se dificulta la tarea de reparar o determinar los posibles daños o la operación incorrecta del equipo. Los trabajos en la DMT se deben realizar en forma rápida y eficiente, ya que la demanda de mantenimiento de todos los equipos de la universidad, supera, en ocasiones la capacidad operativa de la DMT, que debe cumplir, no solo con mantenimientos preventivos de instrumentos de laboratorio, si no con el mantenimiento de toda la planta física incluidos mantenimiento de última hora o correctivos.

Jairo Iván Díaz Cardenas

1.3.2 Falta de información. Debido a la importancia que posee el laboratorio de genética de la Universidad Industrial de Santander, tanto para la comunidad universitaria, como para el nororiente colombiano, se realizó un sondeo sobre el estado, cantidad y calidad de los equipos electrónicos, que determinó la carencia de información sobre el histórico o hoja de vida, lo cual dificulta la toma de decisiones en eventos de cambio de personal. No existe el material técnico donde esten plasmadas las principales características de los elementos como són: principios de funcionamiento, estructura general de la máquina, últimos mantenimientos realizados, que sirva de apoyo al encargado de realizar el mantenimiento de los equipos. Este manual de consulta es un ítem importante en lo que respecta a la organización del laboratorio, que será evaluada por sus respectivos auditores, para continuar con el reconocimiento con el que cuenta y posiblemente alcanzar la certificación nacional e internacional, en todas y cada una de las pruebas que allí se realizán.

1.3.3 Canales de comunicación. La falta de sincronización entre la facultad de salud y la DMT de la UIS, para realizar los mantenimientos previstos de los equipos, ya sean semestral, anual o bianual, causa que se atrase dicho mantenimiento o en determinados casos que no se realice, debido a limitaciones propias de la DMT por equipo y personal capacitado, reduciéndose la vida útil de los instrumentos y acelerándose el desgaste debido a la carga de trabajo. De acuerdo a la descripción de cada elemento se pueden programar las fechas en las que los equipos deben ingresar al taller para su respectivo mantenimiento preventivo.

1.4 OPCIONES DE CONSULTA Y REGISTRO

Dada la importancia de los siguiente equipos; centrifuga para la separación de sustancias y análisis de sangre, espectrofotómetro para determinar la cantidad de sustancia dentro de una solución, pipetas para extraer y transvasar volúmenes

Jairo Iván Díaz Cardenas

específicos de líquido, baño serológico para mantener la temperatura de una muestra, como herramienta básicas y fundamentales para realizar las tareas propias del laboratorio de genética de la universidad industrial de santander, se han elaborado tres opciones de consulta y registro para facilitar, de una manera programada y oportuna la realización de estos mantenimientos, dejando a un lado las improvisaciones y salidas de servicio de estos equipos, que conllevan las consecuencias señaladas en capitulos anteriores.

1.4.1 Protocolos de mantenimiento preventivo. Los protocolos de mantenimiento preventivo serán la herramienta guía con la que contarán los técnicos para desarrollar los respectivos mantenimientos siguiendo unos pasos y procedimientos establecidos, que permitan mejorar la calidad del servicio. Estos protocolos estarán en la DMT en medio físico y magnético a disposición de los técnicos de mantenimiento.

1.4.2 Manual de información. Dentro del manual de información se encontrara la descripción técnica como: identificación de equipos, fabricantes, principios de funcionamiento, partes, recomendaciones, registros y las hojas de vida, que servirán de soporte para la localización de instrumentos y detección de fallas.

1.4.3 Difusión del plan de mantenimiento. Una propuesta clave para mejorar la calidad del servicio ofrecida por la DMT, que a la postre se verá reflejada en la comunidad, es la programación oportuna, acertada y anticipada de las fechas en las que serán realizados los mantenimientos, de tal forma que no se interfiera el desarrollo normal de las labores propias del laboratorio. Además se debe priorizar las solicitudes o los requerimientos de la facultad de salud y por ende del laboratorio de genética, debido a que estos equipos están asociados directamente con la salud y la vida de las personas.

2. INVENTARIO TÉCNICO Y HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS LABORATORIO DE GENÉTICA

La atención médica en el mundo de hoy se ha convertido en un servicio indispensable para la humanidad, ya que ha sido un gran aporte para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Por este motivo la importancia que tiene para el laboratorio y para la comunidad, contar con las herramientas suficientes, para brindar de la mejor forma un servicio que sea confiable y eficaz, que conlleve a promover, proteger y recuperar la salud de los pacientes.

Esta responsabilidad reclama por parte de la DMT, un gran compromiso en lo que respecta a la confiabilidad y efectividad del servicio que presta, que se logrará únicamente, con el conocimiento y la información del universo de acción al que se ejecutará el mantenimiento, tema del presente capítulo. Un mecanismo para llevar a cabo esta tarea, es el inventario técnico y la hoja de vida de los equipos; el primero para conocer el nombre y la cantidad de equipos, el segundo para contar con un registro descriptivo permanente, de las principales características de los equipos; en los cuales se basa la planeación de la adquisición, control de partes y la ejecución de próximas tareas de mantenimiento.

2.1 INVENTARIO TÉCNICO

El inventario técnico es la primera descripción que se debe realizar para iniciar con un plan de mantenimiento, este debe ser lo más abreviado posible y su principal objetivo es detallar la relación patrimonial de los equipos del laboratorio, asignándoles un código con el que puedan ser reseñados en la base de datos de toda la institución. Otra función importante es la de control de existencias en el laboratorio, para observar los elementos con los que cuentan y los que podrían adquirirse para ofrecer un servicio confiable.

Jairo Iván Díaz Cardenas

2.1.1 Objetivos. Podemos resumir los objetivos principales en el listado presentado a continuación:

a. Conocer el universo de acción de la división de mantenimiento:

La DMT debe identificar los equipos con que cuenta el laboratorio y cuales de ellos son de su responsabilidad en lo que concierne al mantenimiento; así como la frecuencia con que se deben efectuar dichas tareas, dato que debe estar consignado en el formato de forma clara explicita.

b. Asignar un código a cada equipo:

Para colaborar con la tarea de sistematización, se debe asignar a cada equipo un número de inventario y código interno, el primero para identificarlo en el sistema general de la universidad y el segundo para el registro a nivel local.


c. Disponer de información técnica y administrativa de los equipos:

Para controlar el uso y la ubicación de la información de cada equipo, se debe especificar la existencia del material bibliográfico al que pueden tener acceso los técnicos de mantenimiento y el lugar donde lo pueden encontrar.

d. Observar detalles mínimos de los equipos:

Dar una breve descripción del equipo con información básica como la ubicación y el estado físico-funcional en el que se encuentra el equipo, que además sirve para agruparlos según la función que cumplen.

2.1.2 Elaboración de formato inventario de equipos

Inventario de Equipos Laboratorio de Genética Universidad Industrial de Santander			
Identificación del Equipo			
Equipo:	Marca:	Serial:	Cód. Interno:
Uso:	Estado:	Ubicación:	Cód. Inventario:
Datos Técnicos			
Voltaje [V]: _____ Corriente [AMP]: _____ Potencia [W]: _____ Frecuencia [Hz]: _____			
Parámetros Medidos ADN __ Temperatura __ Presión __ Peso __ Ph __ Flujo __ Otros __		Existencia de información M. del Fabricante _____ M. de Operación _____ M. de mantenimiento _____ Otros _____	
Mantenimiento			
Origen: Externo _____ Interno _____		Frecuencia: Semestral _____ Anual _____ Bianaual _____	
Fecha Programada: _____		Ejecutado: _____	
Identificación del Equipo			
Equipo:	Marca:	Serial:	Cód. Interno:
Uso:	Estado:	Ubicación:	Cód. Inventario:
Datos Técnicos			
Voltaje [V]: _____ Corriente [AMP]: _____ Potencia [W]: _____ Frecuencia [Hz]: _____			
Parámetros Medidos ADN __ Temperatura __ Presión __ Peso __ Ph __ Flujo __ Otros __		Existencia de información M. del Fabricante _____ M. de Operación _____ M. de mantenimiento _____ Otros _____	
Mantenimiento			
Origen: Externo _____ Interno _____		Frecuencia: Semestral _____ Anual _____ Bianaual _____	
Fecha Programada: _____		Ejecutado: _____	
Identificación del Equipo			
Equipo:	Marca:	Serial:	Cód. Interno:
Uso:	Estado:	Ubicación:	Cód. Inventario:
Datos Técnicos			
Voltaje [V]: _____ Corriente [AMP]: _____ Potencia [W]: _____ Frecuencia [Hz]: _____			
Parámetros Medidos ADN __ Temperatura __ Presión __ Peso __ Ph __ Flujo __ Otros __		Existencia de información M. del Fabricante _____ M. de Operación _____ M. de mantenimiento _____ Otros _____	
Mantenimiento			
Origen: Externo _____ Interno _____		Frecuencia: Semestral _____ Anual _____ Bianaual _____	
Fecha Programada: _____		Ejecutado: _____	

Jairo Iván Díaz Cardenas

2.1.3 Procedimiento de uso del formato. El diligenciamiento de la información en el formato de inventario técnico, se debe realizar de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

1. Identificación del equipo:

- Nombre del equipo: Escribir el nombre comercial del equipo.
- Marca: Describir quien fabricó el equipo.
- Serial: Colocar el serial del equipo.
- Código Interno: Para el registro a nivel local.
- Código de Inventario: Para el registro a nivel institucional.

2. Detalles de funcionamiento:

- Uso: Se asigna R si es uso restringido y NR si es uso no restringido.
- Estado: Información concerniente a si está activo o fuera de servicio.
- Ubicación: Se escribe la zona o lugar donde se encuentra ubicado el equipo.

3. Mantenimiento:

- Mantenimiento: Aclarar si el mantenimiento del equipo es INTERNO o EXTERNO.
- Frecuencia de Mantenimiento: Definir cada cuanto se debe realizar mantenimiento puede ser: SEMESTRAL, ANUAL o BIANUAL.
- Fecha programada: Esta es la fecha acordada entre la división de mantenimiento y el laboratorio de genética para realizar el debido mantenimiento.
- Ejecutado: Al momento de realizar el mantenimiento se debe rellenar este ítem, de lo contrario se pensará que no se hizo el correspondiente mantenimiento.

Jairo Iván Díaz Cardenas

4. Datos técnicos: Detallar la información básica en lo que tiene que ver con la alimentación del equipo (Voltaje, Corriente, Potencia).
5. Información técnica: Marcar en la casilla correspondiente la clase de información con la que se cuenta, detallando si se ha perdido o ha llegado nuevo material en las casillas siguientes.

2.2 HOJA DE VIDA

La hoja de vida de los equipos es un formato en el que están consignadas las principales características del equipo y los registros de los últimos mantenimiento realizados; de esta manera se convierte en una herramienta indispensable para los técnicos, a la hora de realizar mantenimientos futuros, minimizando el tiempo y la dificultad del proceso.

Para la consignación de la información se ha implementado un formato especial, que debe ser diligenciado por el técnico de forma precisa y completa, en la medida que se realiza el mantenimiento. El formato se debe actualizar cada vez que se realice un mantenimiento ya sea semestral o anual, aunque algunos datos permanecen sin modificaciones como són la marca, el modelo, etc.

2.2.1 Objetivos. El formato de hoja de vida o histórico de los equipo sirve para cumplir con las siguientes funciones:

- a. Registrar las fallas del equipo: Es de vital importancia registrar la incidencia y frecuencia de las fallas de los equipos, información que contribuye a planificar la reinversión en instrumentos nuevos y dar de baja equipo que por tiempo de trabajo o antigüedad ya no se encuentra apto para cumplir su función. Además al momento de realizar el mantenimiento, este control aporte al técnico

Jairo Iván Díaz Cardenas


encargado una guía de cuales elementos han fallado y són los que posiblemente están causando el mal funcionamiento del equipo.

- b. Conocer la procedencia del mantenimiento: Al momento de realizar el mantenimiento, el técnico o la empresa encargada de ejecutarlo debe anotar las actividades técnicas que se realizarón y el nombre de la persona responsable, de esta manera si el equipo presenta al poco tiempo la misma falla se puede reclamar al responsable la garantía del mantenimiento, reestableciendo el servicio lo más rápido posible.
- c. Resumir actividades técnicas del equipo: Toda actividad técnica de la que sea objeto el equipo, deberá ser registrada en la hoja de vida, para que en mantenimientos futuros, se tenga una idea de los elementos que pueden estar fallando.

2.2.2 Elaboración de formato Hoja de Vida

		LABORATORIO DE GENÉTICA	HOJA N°:
			VERSIÓN N°:
			AUTORIZADO POR:
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE DEL EQUIPO:		CÓDIGO INTERNO:	
SOFTWARE:		N° INVENTARIO:	
NOMBRE DEL FABRICANTE:		SERIAL:	
UBICACIÓN DENTRO DEL LABORATORIO:		INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE:	
OBSERVACIONES			
FECHA	OBSERVACIÓN	RESPONSABLE	

Frente

Universidad Industrial de Santander 	LABORATORIO DE GENÉTICA		HOJA N°:																																																																
			VERSIÓN N°:																																																																
			AUTORIZADO POR:																																																																
EQUIPO: _____ CÓDIGO INTERNO: _____																																																																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <table border="1" style="width: 45%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="width: 30%;">FECHA</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">EJECUTADO</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">SI</th> <th style="width: 10%;">NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 45%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">PLAN DE CALIBRACIÓN</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="width: 30%;">FECHA</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">EJECUTADO</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">SI</th> <th style="width: 10%;">NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> </div>				PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			FECHA	EJECUTADO		SI	NO																									PLAN DE CALIBRACIÓN			FECHA	EJECUTADO		SI	NO																								
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																																			
FECHA	EJECUTADO																																																																		
	SI	NO																																																																	
PLAN DE CALIBRACIÓN																																																																			
FECHA	EJECUTADO																																																																		
	SI	NO																																																																	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO /PREVENTIVO																																																																			
FECHA	MOTIVO MANTENIMIENTO	REALIZADO POR																																																																	

Reverso

Jairo Iván Díaz Cardenas

2.2.3 Procedimiento de uso del formato. El diligenciamiento de la información en el formato de hoja de vida, se debe realizar de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

1. Identificación del equipo:

- Nombre del equipo: Escribir el nombre comercial del equipo.
- Software: Identificar si el equipo cuenta con software propio.
- Nombre del fabricante: Describir quien fabricó el equipo.
- Ubicación dentro del laboratorio: Identificar la zona donde está instalado el equipo.
- Código Interno: Para el registro a nivel local.
- Código de Inventario: Para el registro a nivel institucional.
- Serial: Colocar el serial del equipo.
- Instrucciones del fabricante: Datos destinados por el fabricante.

2. Observaciones:

- Fecha: Anotar la fecha en la que presentó novedades o se efectuó un mantenimiento.
- Observación: Describir el inconveniente y la reparación.
- Responsable: Nombre del técnico o empresa encargada de realizar el mantenimiento.

3. Identificación del equipo:

- Equipo: Escribir el nombre comercial del equipo.
- Código Interno: Para el registro a nivel local.

4. Plan de mantenimiento preventivo:

- Fecha: Anotar la fecha acordada para realizar los respectivos mantenimientos.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Ejecutado: Marcar si fue o no realizado el mantenimiento.
5. Plan de calibración
- Fecha: Anotar la fecha acordada para realizar las respectivas calibraciones.
 - Ejecutado: Marcar si fue o no realizada la calibración.
6. Mantenimiento correctivo/preventivo:
- Fecha: Anotar la fecha en la que fueron realizados los mantenimientos.
 - Motivo mantenimiento: Causa por la cual el equipo requirió el servicio de mantenimiento.
 - Realizado por: Nombre del técnico o empresa encargada de realizar el mantenimiento.

3. CENTRÍFUGA

Con los formatos de inventario y hoja de vida elaborados en el capítulo anterior, finaliza la organización en el laboratorio desde el punto de vista administrativo. A continuación se describen cuatro de los equipos que componen el laboratorio, presentando detalladamente los principios de funcionamiento, protocolos de mantenimiento y fallas comunes, de una forma simple que facilite su entendimiento.

En este capítulo se aborda la centrífuga, que tiene vital importancia para el análisis de las muestras, ya que separa los componentes de distintas densidades, que en la sangre son el plasma y el suero. Por esta razón su desempeño es determinante en las labores diarias dentro del laboratorio.

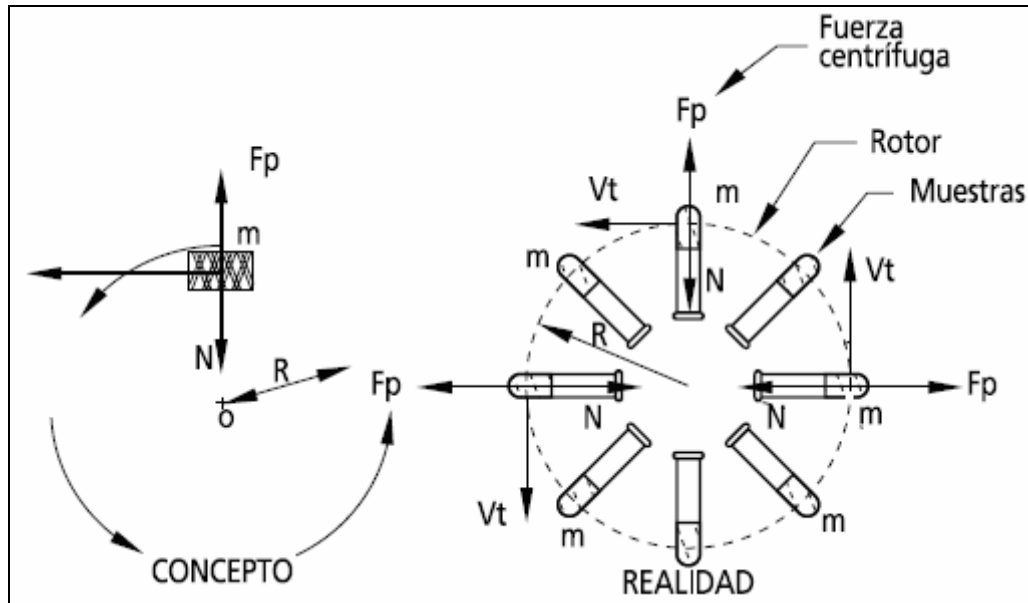
3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La centrifugación es un método por el cual se pueden separar partículas de diferente densidad, dentro de una solución, mediante un equipo centrífugo llamado comúnmente centrifugadora. Esto se consigue a través de un eje giratorio sobre el cual esta instalado un rotor, encargado de producir una gran velocidad tangencial⁷ (V_t), que genera una fuerza de mayor intensidad que la gravedad (F_p), provocando la sedimentación⁸ del sólido o de las partículas de mayor densidad. A continuación se muestra el diagrama de cuerpo libre con las fuerzas presentes en la centrifugación (Figura 2).

⁷ Se obtiene derivando los componentes de la posición en un movimiento circular uniforme.

⁸ Asentamiento de partículas sólidas en un sistema líquido debido a la gravedad.

Figura 2. Esquema de cuerpo libre



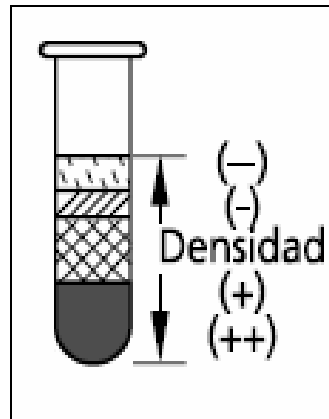
$$V_t = \omega R \quad N = F_p = \omega^2 m R \quad A_c = \omega^2 R$$

Fuente: www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/laboratorio/cap7.pdf

La centrifugación ocasiona, gracias a la aceleración centrífuga, un efecto semejante al gravitacional, provocando que las partículas experimenten una fuerza centrífuga de igual magnitud que la normal, que las obligue a sedimentar. Dicha sedimentación es una de las técnicas más utilizadas para caracterizar las macromoléculas, donde podemos extraer propiedades como peso molecular, densidad y forma. De este modo, lo que se hace es aumentar dichas velocidades de sedimentación, haciendo girar muy rápidamente la mezcla, provocando que la fuerza centrípeta cumpla el papel de la gravedad y pueda ser mucho mayor que esta, provocando que las partículas más densas queden el fondo del recipiente y las menos densas en la parte superior del recipiente como lo muestra la Figura 3; este es el principio de la centrifugación y de la ultra-centrifugación

Jairo Iván Díaz Cardenas

Figura 3. Diagrama según densidades



Fuente: www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/laboratorio/cap7.pdf

- *Como se realiza?*

El proceso es muy sencillo, consta de hacer girar las partículas y medir a través del tiempo, la distribución de la concentración de las moléculas dentro del porta-muestras de la centrífuga, esta técnica suministra el coeficiente de sedimentación, valor en el cual esta inmersa información de la partícula. Cuando la medida del coeficiente de sedimentación no cambia a través del tiempo se puede decir que las partículas han alcanzado un estado de equilibrio, y los datos obtenidos dan información acerca de la composición de la partícula.

Este procedimiento se realiza colocando la muestra en un aparato, cerrado herméticamente, que gira a una velocidad angular constante muy elevada. Una vez está girando, la mezcla experimenta una aceleración centrípeta que puede llegar a ser, en ultracentrifugadoras de laboratorio, unas 600000 veces la aceleración de la gravedad. Esta fuerza empuja a sedimentar, a distinta velocidad, a las partículas de distinta masa de la mezcla, creándose distintos estratos con las partículas de cada clase. Este método es muy utilizado en biología y medicina.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- *Formas:*

La centrifugación se puede realizar en primera instancia de dos formas: La preparativa y la analítica. En la primera, se obtienen grandes cantidades del material que se desea estudiar, mientras que en la segunda se procede al análisis de las macromoléculas en una ultra-centrifugación. La centrifugación analítica a diferencia de la preparativa, cuenta con un lente de detección óptico, programado para medir a través del tiempo la concentración de la muestra durante la sedimentación, además esta equipada con un sistema automatizado para trabajar horas o días, sin necesidad de la intervención de un operador. Existen centrífugas especiales para realizar cada labor, de allí la importancia de tener muy claro la función que va a cumplir el equipo y definir cual sería el más recomendado para dicho trabajo.

- *Uso y tipos*

Debido a la importancia, cotidianidad y frecuencia, con que es usado el proceso de separación de mezclas en la industria de la salud, las centrífugas son equipos médicos que cumplen un papel fundamental en los procesos realizados en: laboratorios clínicos, laboratorios especializados, clínicas y hospitales. Por ejemplo en la rama de laboratorio clínico, para el análisis de sangre, por lo general es necesario separar el plasma⁹ de los otros componentes para poder ser analizado.

Existen varios tipos de centrífugas que se pueden dividir de acuerdo a la velocidad:

*De baja velocidad: Utilizadas para la separación de sueros, células o plasma, con velocidades entre 2000 y 6000 rpm, con capacidad hasta de 6 litros y dotadas de un sistema de flujo de aire que mantiene la muestra fría.

⁹ Parte líquida de la sangre.

Jairo Iván Díaz Cardenas

*De alta velocidad: Al igual que las de baja velocidad son utilizadas para microhematócritos y la división subcelular, el rango de velocidad es de 10000 a 20000 rpm, alcanzando 60000 veces la aceleración de la gravedad. A diferencia de las anteriores cuenta con un sistema de refrigeración para el control de la temperatura.

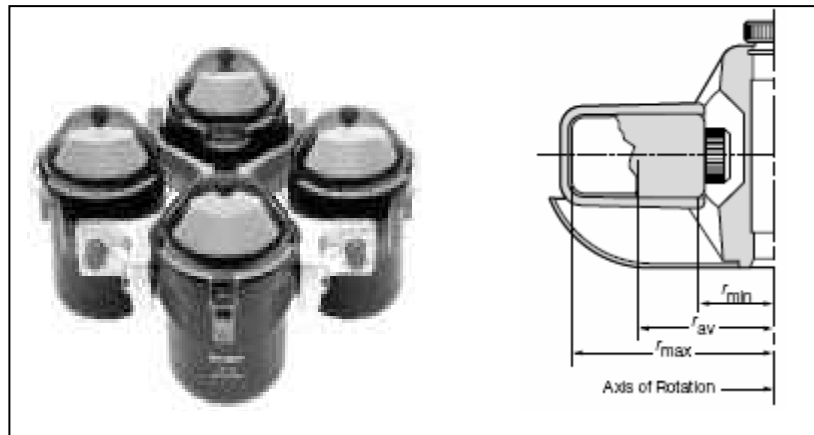
*Ultracentrifugas: Empleadas en la separación de proteínas, alcanzan velocidades de 20000 a 75000 rpm, que generán fuerzas mayores a 60000 la aceleración de la gravedad. Son las de mayor tecnología en el mercado, debido a que son las más completas y cuentan con los sistemas más eficientes en lo que concierne a control de temperatura. Algunas son diseñadas especialmente para la centrifugación analítica, por lo cuentan con lente óptico y sistema automatizado de control, que eleva su precio en el mercado.

Otra característica importante por la que pueden ser clasificadas es por el tipo de rotor:

*Rotores de columpio (Figura 4): En estos rotores la muestra se coloca en su respectivo tubo, que queda suspendido libremente sobre el eje del rotor, de tal manera que cuando empiece a incrementarse la velocidad, el tubo quede en forma horizontal, provocando el movimiento de la mezcla en dirección perpendicular al eje y ejerciendo una fuerza centrífuga que obligue a sedimentar las partículas. Estos rotores llevan de tres a seis tubos portamuestras y están diseñados para trabajar a distintas velocidades de centrifugación baja, media y alta.

Jairo Iván Díaz Cardenas

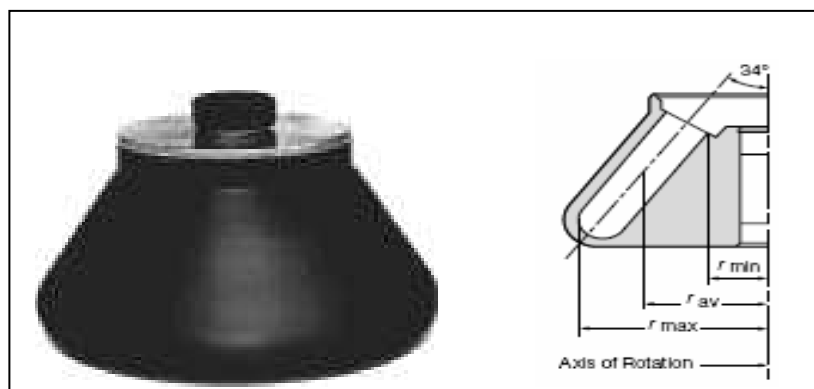
Figura 4. Rotor de columpio



Fuente: http://sr.burnham.org/sr/homepage/rs/Com_Equip_Info_files/Beckman%20Ultra.pdf

*Rotores de ángulo fijo (Figura 5): Como su nombre lo indica el portamuestra su encuentra fijo respecto a un ángulo sobre el eje del rotor. Existen rotores con diferente ángulo de inclinación diseñados para soportar grandes velocidades y con distinta capacidad. El ángulo de inclinación puede variar entre 14° a 40°, con mayor eficiencia en los de menor ángulo debido a que el trayecto es mas corto.

Figura 5. Rotor de ángulo fijo



Fuente: http://sr.burnham.org/sr/homepage/rs/Com_Equip_Info_files/Beckman%20Ultra.pdf

*Rotores verticales (Figura 6): En este tipo de rotor los portamuestras se encuentran en posición vertical lo cual acorta el tiempo de sedimentación de las

Jairo Iván Díaz Cardenas

partículas, son utilizados en centrífugas de altas velocidades ya que están diseñados para soportar grandes fuerzas centrífugas.

Figura 6. Rotor vertical



Fuente: http://sr.burnham.org/sr/homepage/rs/Com_Equip_Info_files/Beckman%20Ultra.pdf

- *Normas de seguridad*

Debido a la importancia que tiene la seguridad en el manejo y control de las centrífugas, los fabricantes han evolucionado los diseños, para lograr que en el proceso, no se vayan a presentar inconvenientes técnicos, ni personas lesionadas. Algunos de los sistemas que se han incorporado en los equipos como doble cubeta de protección, bloqueo de apertura de la tapa con el motor en movimiento, doble tapa de protección, dispositivo mecánico de emergencia para apertura de la tapa, bloqueo de la puesta en marcha con el motor en movimiento, identificación magnética de los cabezales en prevención de la máxima velocidad permitida en cada cabezal, han sido la solución para prevenir posibles accidentes.

Aunque las centrífugas actuales tienen mecanismos básicos de seguridad, es fácil encontrar todavía algunas, que debido a lo antiguo de su diseño, permiten ser abiertas antes de su parada completa, hecho inaceptable con las normativas actuales. Así pues se pueden producir accidentes al frenarlas manualmente, con el consiguiente riesgo de lesión por la enorme fuerza centrífuga de las mismas.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- *Componentes principales*

* Cubierta: Es una tapa en la parte superior del equipo que evita el acceso y manipulación de las muestras, mientras estas están en movimiento. En los equipos de última tecnología funcionan de forma automática, de tal forma que no se pueda abrir mientras se encuentra en movimiento.

* Cámara o gabinete: Es la zona donde se realiza el proceso de centrifugación. Allí se alojan el rotor y los porta-muestras, por consiguiente se debe mantener una temperatura adecuada para que no se deterioren los elementos del equipo y para que las partículas a estudiar no pierdan sus propiedades. Los equipos más nuevos en el mercado cuentan con un sistema de refrigeración propio, mientras que los más antiguos cuentan con cavidades por donde entra el aire para conservar una temperatura idónea.

* Base: Esta diseñada para brindar la máxima estabilidad posible al equipo, condición indispensable para su correcto funcionamiento. Dicha estabilidad depende de la robustez del material con que fue construido y del sistema de fijación a la superficie donde se va a colocar. Además sobre la base estará ubicado el teclado de control para operar la máquina.

* Interruptor de encendido: Permite controlar el suministro de energía al equipo, a modo de encenderlo, apagarlo, y generalmente incluye selección de modo de operación.

* Controles: La puesta en funcionamiento y ajuste de los parámetros del equipo, son programados por el operario de acuerdo a la exigencia del proceso que se va a realizar. Estos comandos se introducen al equipo, por medio de un teclado que esta ubicado en la parte frontal de la máquina; algunos de los parámetros que podemos controlar son:

Jairo Iván Díaz Cardenas

- ❖ Control de encendido y apagado.
- ❖ Control de tiempo (temporizador).
- ❖ Control de velocidad.
- ❖ Control de temperatura.
- ❖ Control de freno.

* Tacómetro: Muestra la velocidad a la que gira el rotor en revoluciones por minuto (rpm).

* Freno: Solo las centrífugas modernas cuentan con este control, que es utilizado para acelerar la parada de la centrífuga o para interrumpir la centrifugación en situaciones de alarma.

* El rotor: El rotor es tal vez la parte más importante y de mayor cuidado del equipo, ya que sobre este están ubicados los porta-muestras. Existen de diferentes tipos como se mostró anteriormente y de este depende la eficiencia en el proceso de centrifugación.

* Porta-muestras: Son unos tubos colocados sobre el rotor en el cual se introducen las muestras. Existen diferentes tipos, dependiendo de la velocidad de la centrífuga y la función que va a cumplir.

- *Cargado de la centrífuga*

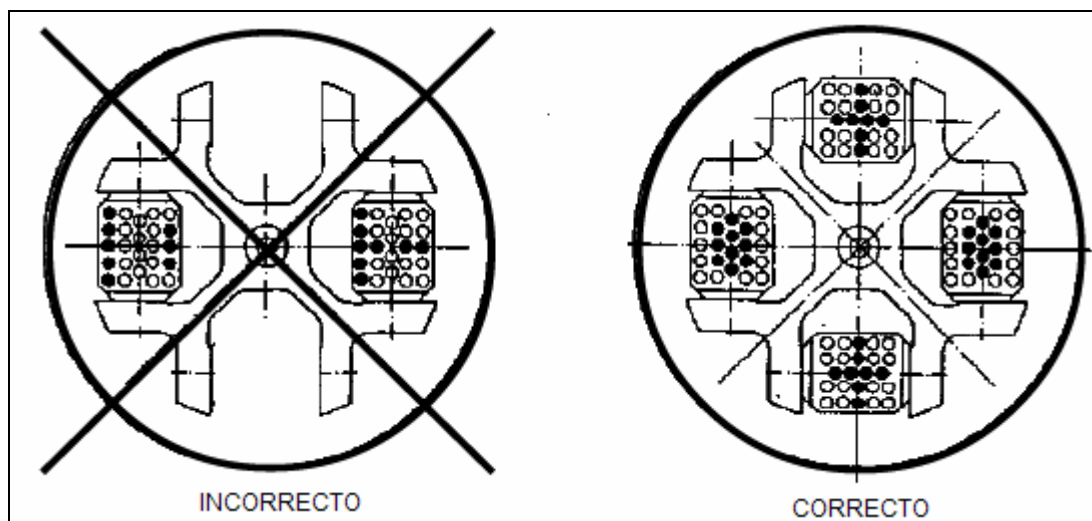
El cargado de la centrífuga tiene gran influencia en la vida útil del equipo y aunque es un procedimiento fácil suele realizarse de manera incorrecta. Un aspecto que se debe tener en cuenta al momento de cargar la centrífuga, es el balance de cargas, ya que la desproporción producirá vibraciones que aumentarán de manera considerable el desgaste del rotor, ocasionando la sustitución del mismo. El balance de las cargas no debe ser una medida estricta, ya que la centrífuga cuenta con un sistema de balanceo al estar en movimiento, que compensa las

Jairo Iván Díaz Cardenas

fuerzas originadas por las muestras. Para esto es necesario cumplir con los siguientes requisitos.

a) Ubicar las muestras de tal forma que las que tengan la misma masa y centro de gravedad, queden en costados opuestos, equilibrando el peso sobre el rotor. Cuando solo haya un número impar de muestras para analizar y recipientes de diferente forma, es necesario compensar el peso ejercido, con una muestra extra de igual masa depositada en el mismo recipiente y colocada en el lado opuesto del roto como se muestra en la Figura (7).

Figura 7. Cargado del rotor



Fuente: http://phenixresearch.com/Images/Manual_Z300.pdf

b) Emplear siempre las piezas originales del equipo. Cuando los componente empiecen a desgastarse y deteriorarse, es recomendable consultar con el fabricante para adquirir la pieza original, ya que si se utilizan piezas de otro equipo, esto puede producir desbalance y acortar la vida útil de la centrífuga.

c) Utilizar todos los elementos de la centrífuga en el momento de empezar el funcionamiento, así el numero de muestras a examinar no sea el suficiente para

Jairo Iván Díaz Cardenas

llenar todos los tubos, ya que estos equipos han sido diseñados para trabajar como mínimo con estos elementos.

- *Mantenimiento Preventivo del operador*
 - a. Limpiar con un paño humedecido, la parte exterior e interior del equipo, retirando los porta-muestras para limpiar la cámara. Luego es necesario pasar un paño seco, que absorba la humedad que dejó el anterior procedimiento. Si después de la limpieza persisten manchas en la cubierta, es necesario volver a pasar el paño húmedo con un poco de detergente, ya que estas manchas pueden ser producto de residuos de orina y sangre que son altamente corrosivas. Se debe dejar un par de minutos, el equipo al aire libre, como medida preventiva para asegurarse que haya humedad en el interior de la centrífuga.
 - b. Inspeccionar que el dispositivo de seguridad de la cubierta funcione correctamente.
 - c. Comprobar que estén funcionando correctamente los controles de encendido, tiempo y velocidad.
 - d. Constatar el estado del freno haciendo una prueba programada y una prueba manual.
 - e. Verificar la alimentación eléctrica del equipo para detectar posibles peladuras, cortes o degradación del material aislante.
 - f. Comprobar al estar en funcionamiento el equipo, que no se presente una vibración excesiva en la centrífuga. Si esto ocurre, detener el proceso y comprobar el balanceo de las cargas dentro del porta-muestras. Si persiste el inconveniente, llamar al técnico encargado.

- *Recomendaciones extras*
 - a. Conservar limpia la centrífuga y los porta-muestras.
 - b. Mantener cerrada la cubierta durante el proceso de centrifugación. Si durante el desarrollo de la centrifugación se detecta que algo se ha roto, derramado o

Jairo Iván Díaz Cardenas

- desencajado, lo correcto es apagar el equipo y verificar lo que esta sucediendo.
- c. Observar los recipientes que irán dentro del porta-muestras, en el caso que presenten deformidades o grietas, abra necesidad de sustituirlos por otros nuevos o en mejores condiciones, ya que producen deformidades en los respectivos tubos y debido a la fuerza centrifuga pueden romperse contaminando el resto de muestras .
 - d. Comprobar que el área donde se colocará la centrífuga, sea completamente plana y así no producir vibraciones que produzcan imperfectos en el rotor.

3.2 CENTRÍFUGA Z300

Figura 8. Centrífuga Z300



Fuente: www.hermle-labortechnik.de

La centrífuga Z 300 (Véase Figura 8) es de las más económicas en el mercado, cuenta con un microprocesador universal de las unidades de control. Estas centrífugas con capacidad para 100ml de muestras, ubicados en tubos y micro placas instaladas sobre rotores de balanceo y rotores de ángulo fijo. Un

Jairo Iván Díaz Cardenas

instrumento de alta velocidad y la fuerza-gravitacional suficiente para aplicaciones en el uso clínico de la biología molecular.

Un microprocesador digital controla todos los parámetros operativos, incluyendo la velocidad y el tiempo. Condiciones de excesiva velocidad son eliminadas por el programa de reconocimiento de rotor, que identifica automáticamente los límites de velocidad máxima de cada rotor. Rotores indebidamente cargados, permiten el desequilibrio en la centrífuga y conllevan a la parada del sistema de funcionamiento de la centrifugadora.

La fuerza proporciona a las centrifugas Z 300, una rápida aceleración de rotación y velocidad prefijada a los rotores. Pueden ser escogidas dos tipos de aceleración y desaceleración, para la protección de las frágiles muestras. La operación de la centrífuga puede ser cronometrada, continua o momentánea.

El aire circula por toda la cámara de los modelos Z 300, reduciendo las elevaciones significativas de temperatura para la protección de la muestra.

3.2.1 Especificaciones

Voltaje:	120Vac - 60Hz
Velocidad máxima:	250rpm a 13.500rpm
RFC máximo:	17.315*g
Capacidad máxima:	4*100ml
Dimensiones:	41*56.5*37.5 cm
Peso:	40Kg
Tiempo:	1 a 60 minutos continuos

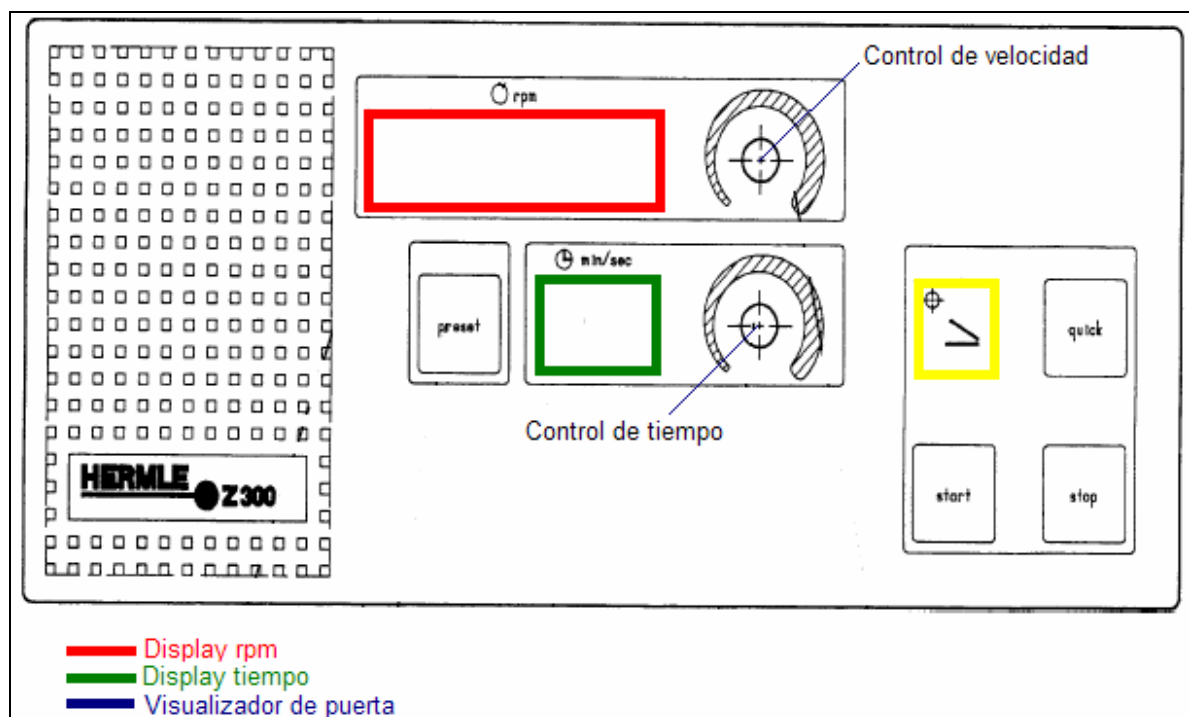
3.2.2 Protocolo de mantenimiento preventivo

- **Test de inspección y funcionalidad**

1. Consultar al operador del equipo sobre las novedades del funcionamiento del instrumento.
2. Chasis: Observar que el exterior del equipo este completo y no presente maltrato debido a golpes y presencia de líquidos y agentes contaminantes.
3. Montajes y apoyos: Comprobar que la superficie donde esta instalado el equipo sea totalmente plana, fija y no sea resbalosa.
4. Cable de poder: Examinar que el cable no este quebrado, que el aislamiento este en buen estado y que la clavija o enchufe no presente señales de calentamiento, que los tornillos estén completos y debidamente ajustados; en caso de encontrar anomalías proceder a cambiar la clavija.
5. Toma o fuente de poder: La clavija debe entrar ajustada en el enchufe para que no se recaliente, debe ser con polo de puesta a tierra. En caso de presentar quemaduras o a cambio de color en los orificios de conexión, se debe proceder a cambiarla.
6. Controles y teclas: Antes de mover cualquier mando de control, tecla o interruptor, verificar con el esquema otorgado por el fabricante su posición y funcionamiento (Véase Figura 9). Verificar las condiciones físicas de todos los controles, que no se hayan girado sobre sus ejes, que la posición de las clavijas coincida con los ciclos de programación. Revisar las teclas de membranas de daños producidas por uñas o marcas de bolígrafos.
Quick: Para accionar a máxima velocidad por corto tiempo.
Key lid: Si el led está en verde la tapa está cerrada correctamente.
Start: Para iniciar la centrifugación.
Preset: Mantener presionado, girar el control de tiempo y modificar el tiempo de centrifugación.
Stop: Para detener la centrífuga.

Jairo Iván Díaz Cardenas

Figura 9. Tablero de control centrífuga Z300



Fuente: http://phenixresearch.com/Images/Manual_Z300.pdf

- Indicadores y displays: Inspeccionar y confirmar el correcto funcionamiento de todas las luces indicadoras, medidores, galgas y displays de visualización de la unidad de control (véase Figura 9).

Jairo Iván Díaz Cardenas

8. Alarmas y dispositivos de protección: Verificar el mecanismo de seguridad de cierre y enclave de la puerta, si el equipo no cuenta con enclave o se encuentra defectuoso se debe retirar de operación.
9. Freno: Chequear que el freno entre en operación al momento de pulsar el botón de parada (stop) y la centrífuga debe desacelerarse progresivamente.
10. Accesorios: Confirmar la presencia y las condiciones físico-mecánicas de los accesorios, probando las cubetas y los portatubos con sus respectivos amortiguadores.

En caso de que se halla roto algún tubo de vidrio, retirar cuidadosamente todas las astillas del portatubos, la cámara del rotor y el rotor, a fin de evitar futuros inconvenientes.

- **Test cuantitativo**

1. Exactitud de tiempo: Verificar los tiempos de programación con un cronometro de la siguiente manera:
 - Conectar el equipo.
 - Ajustar un tiempo de centrifugación de referencia con la perilla de control de tiempo(Véase Figura 9).
 - Pulsar la tecla start en el mismo instante en el que se inicia el cronometro.
 - Detener el cronometro en el instante que se detenga el rotor.
 - La diferencia del tiempo programado en la centrífuga con el obtenido manualmente no debe superar $\pm 10\%$ el tiempo de referencia.
 - Debe consignarse esta diferencia de tiempo para llevar un control de exactitud.
2. Exactitud de velocidad: Comprobar con un tacómetro que la velocidad del rotor corresponda al ciclo respectivo de programación siguiendo los paso descritos a continuación:
 - Conectar el equipo.
 - Ajustar una velocidad de centrifugación de referencia con la perilla de control de velocidad(Vease Figura 10).

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Pulsar la tecla start y esperar a que se estabilice.
 - Comparar los valores arrojados por el tacómetro con la velocidad de referencia.
 - La diferencia de velocidad no debe superar $\pm 10\%$ la velocidad de referencia.
-
- **Mantenimiento preventivo**
 1. Limpieza exterior: Limpiar las superficies exteriores para prevenir la corrosión. Es recomendable utilizar el mismo limpiador para limpiar el exterior del dispositivo y la cámara. Se debe tener cuidado en dejar completamente seca el área donde va ubicado el rotor, para evitar posibles cortocircuitos o chispa, por esta razón esta zona se debe limpiar con un paño húmedo.
 2. Motor, rotor y bomba: Revisar las condiciones físicas y el correcto funcionamiento eléctrico de estos componentes siguiendo el procedimiento descrito a continuación:
 - Retirar la tapa del rotor presionando la tecla key lid (Véase Figura 9).

Figura 10. Apertura de la cubierta centrífuga Z300

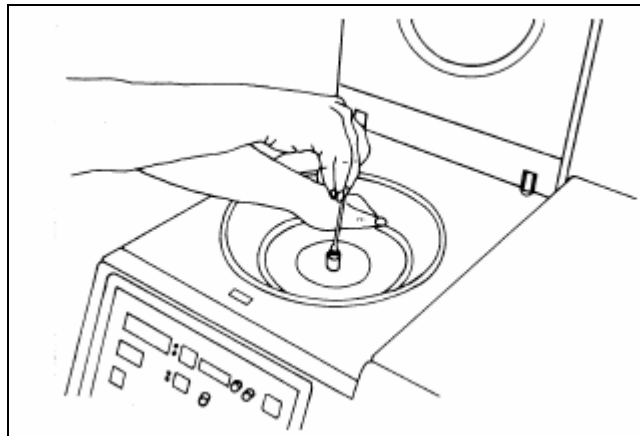


Fuente: www.hermle-labortechnik.de

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Sostener el rotor con una mano y girar la tuerca de conexión en sentido antihorario, hasta que el rotor este totalmente libre y se puede extraer del eje (Véase Figura 11).

Figura 11. Extracción del rotor centrifuga Z300



Fuente: www.hermle-labortechnik.de

- Limpiar y lubricar elementos complementarios como són: escobillas, cojinetes, bobinados del motor, retenedores, juntas de estanqueidad y cierres de hermeticidad (Véase Figura 12).

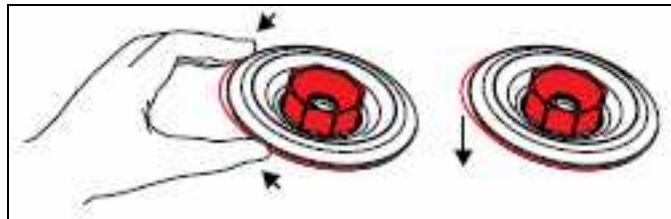
Figura 12. Componentes centrifuga Z300



Fuente: www.hermle-labortechnik.de

- Verificar que el rotor este balanceado, que pueda girar libremente sobre los rodamientos y que el dispositivo de sujeción no presente un desgaste excesivo. Para desinfectar el rotor se deben seguir los siguientes pasos:
 - ❖ Limpiar y desinfectar el rotor con alcohol o isopropanol. Para lograr una mejor higienización del rotor, la tapa del rotor y las empaquetaduras, se pueden introducir en un autoclave a 121 °C por 20 minutos.
 - ❖ Remover todos los empaques para limpiar todas las ranuras que constituyen la cámara del rotor. Estos sellos se retiran manualmente como se muestra en la Figura(13).

Figura 13. Extracción de empaques



Fuente: www.hermle-labortechnik.de

- ❖ Estos sellos se deben cambiar en caso de desgaste o después de realizados 10 procesos de desinfección utilizando el autoclave, ya que son necesarios para proteger el rotor.
- Garantizar que tanto el rotor, la cámara y los empaques estén totalmente secos antes de su instalación para evitar cortocircuitos (Véase Figura 14). Para impedir la cristalización de los empaques se pueden lubricar con glicerina.
- Introducir el rotor en el eje ajustando la tuerca de conexión en sentido horario.

Jairo Iván Díaz Cardenas

Figura 14. Vista de la cámara y el rotor



Fuente: El autor

3. Sustitución de escobillas, freno, junta de estanqueidad¹⁰ y de cierre: Evaluar las condiciones físicas y mecánicas de estos componentes, que de encontrarse en mal estado se deben cambiar por elementos similares o que cumplan con las especificaciones del fabricante.

¹⁰ Componente de material adaptable que sirve para sellar la unión de las caras mecanizadas de los elementos de cierre de piezas.

3.3 FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES

Cuadro 1. Fallas y posibles soluciones centrífuga Z300

FALLA/PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
La centrífuga no enciende	No hay energía eléctrica	Verificar que halla energía
	Interruptor desconectado	Verificar los contactos del interruptor de encendido
La tapa no abre	Centrífuga apagada	Encender la centrífuga
	Interruptor desconectado	Verificar los contactos del botón de apertura de la tapa
Vibración de la centrífuga	Carga incorrecta del rotor	Balancear muestras
	Cerca a velocidad crítica	Disminuir la velocidad
	Rotor mal instalado	Comprobar el ajuste del rotor
	Falta lubricación en los soportes del rotor	Lubricar el eje y los soportes del rotor
	Centrífuga desnivelada	Nivelar la centrífuga
Velocidad de rotación no alcanza la velocidad seleccionada	Escobillas defectuosas	Cambiar escobillas por unas iguales
	Descalibración del control de velocidad	Ajustar control de velocidad
Tubos presentan fugas	Tapado incorrecto	Ajustar tapas
	Tubos demasiado llenos	Extraer un poco de líquido
	Sellado en mal estado	Cambiar sellos
Los tubos se rompen	Se vuelven frágiles por el uso	Cambiar tubos

Fuente: El autor

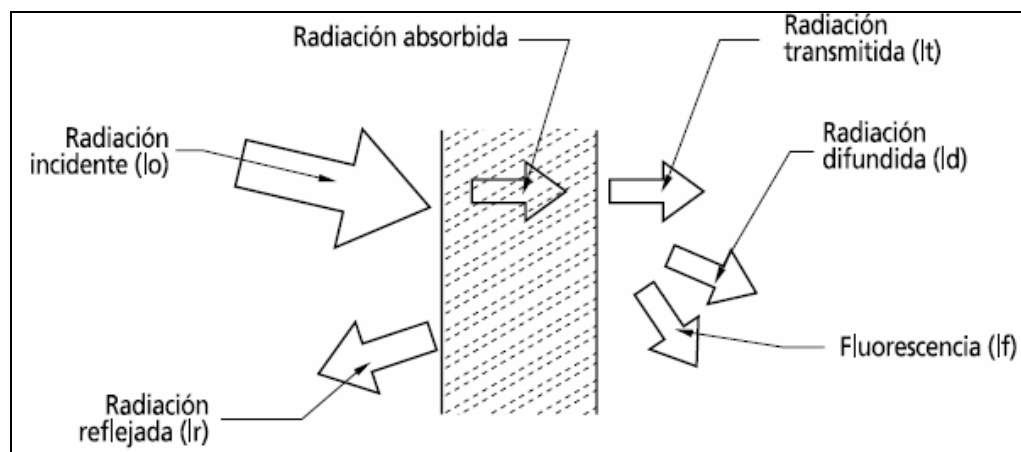
4. ESPECTROFOTÓMETRO

En el presente capítulo se describe el espectrofotómetro, un equipo utilizado en el laboratorio para el análisis de muestras fisiológicas, con el fin de determinar la cantidad de sustancia dentro de una solución, basándose en las propiedades lumínicas de las partículas.

4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Las partículas absorben o emiten energía de diferente longitud de onda, que puede estar desde los rayos ultravioleta (10-200 nm) hasta el infrarrojo (30 000-300 000 nm). Al irradiar una solución con luz policromática, las partículas experimentan un estado de excitación, en donde luz de cierta longitud de onda es reflejada, mientras que la luz de otras longitudes atraviesa la solución. Debido a la absorción de energía por la mezcla, la intensidad lumínica que se irradia disminuye, produciéndose una diferencia de energía, con la que se puede cuantificar e identificar la concentración química dentro del compuesto (Véase Figura 15).

Figura 15. Diagrama de absorción de luz de una sustancia



Fuente: www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/laboratorio/cap11.pdf

Jairo Iván Díaz Cardenas

- *Como se realiza?*

Los métodos espectrofotométricos consideran que la cantidad de energía absorbida por la muestra es proporcional a la cantidad de sustancia que realizó la absorción; esto se consigue midiendo en la solución, la cantidad de energía incidente y la cantidad de energía transmitida, por medio de un sensor de luz, que en la mayoría de los casos es una fotocelda, fotodiodo, fototubo o infrarrojo, dependiendo la zona de trabajo del instrumento.

Para conocer con mayor detalle el principio de absorbancia es necesario conocer la ley de Beer Lambert presentada a continuación:

❖ **Ley de Beer Lambert:** Esta ley identifica la relación entre la absorción de luz por una solución diluida y la concentración de sustancia en la misma. Esta se basa en dos principios la absorbancia [A] y transmitancia [T].

La transmitancia se define como la relación entre la cantidad de luz transmitida y la cantidad de luz incidente, a cierta longitud de onda, mientras que la absorbancia es el logaritmo en base 10 de la transmitancia, con lo cual se consigue una relación lineal con la concentración. Los instrumentos modernos cuentan con una sola escala graduada de 0-100 y un interruptor que permite leer ya sea transmitancia o absorbancia.

$$T = \frac{I_t}{I_o}$$

$$A = \text{Log}_{10} \frac{1}{T}$$

T=Transmitancia

A=Absorbancia

I_t=Intensidad de luz transmitida

I_o=Intensidad de luz incidente

Jairo Iván Díaz Cardenas

La absorbancia se relaciona con la concentración de moléculas absorbentes por medio de la siguiente ecuación:

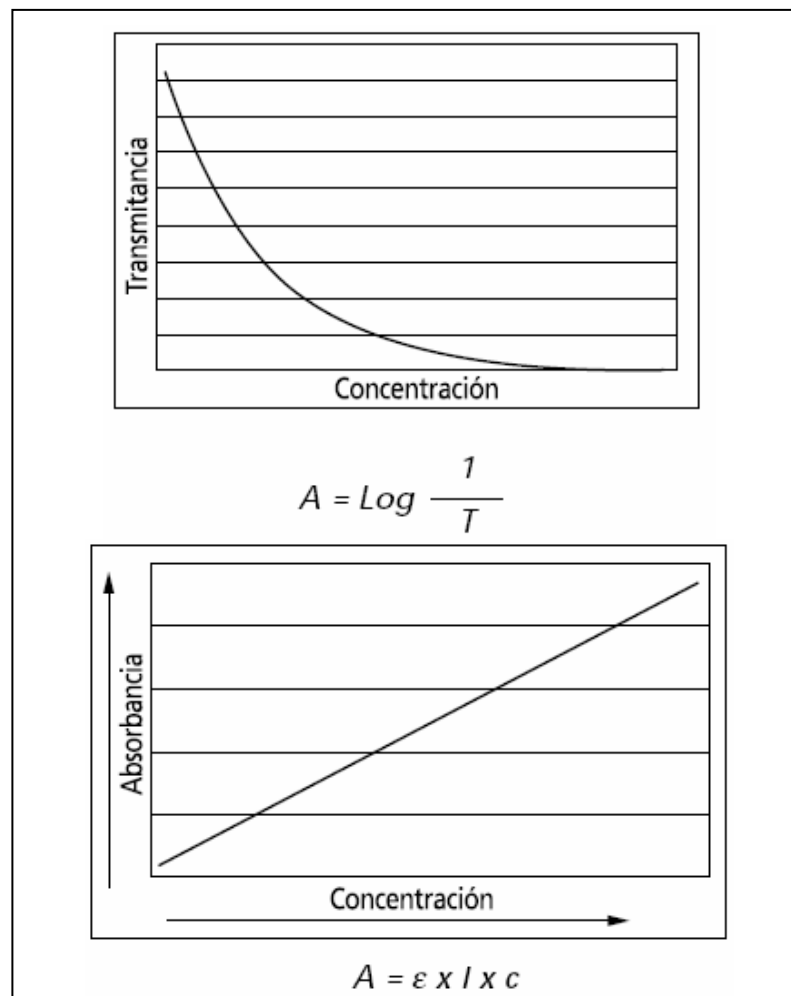
$$A = \text{Log}_{10} 10^{\epsilon \times c \times l} = \epsilon \times c \times l$$

ϵ =Coeficiente de absortividad molar [Litor*cm/mol]

l =Distancia de la trayectoria recorrida por la luz dentro de la muestra

A continuación se presenta la figura (16) que representan la relación de absorbancia y transmitancia con la concentración de sustancia:

Figura 16. Grafica de transmitancia vs concentración y absorbancia vs transmitancia



Fuente: www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/laboratorio/cap11.pdf

Jairo Iván Díaz Cardenas

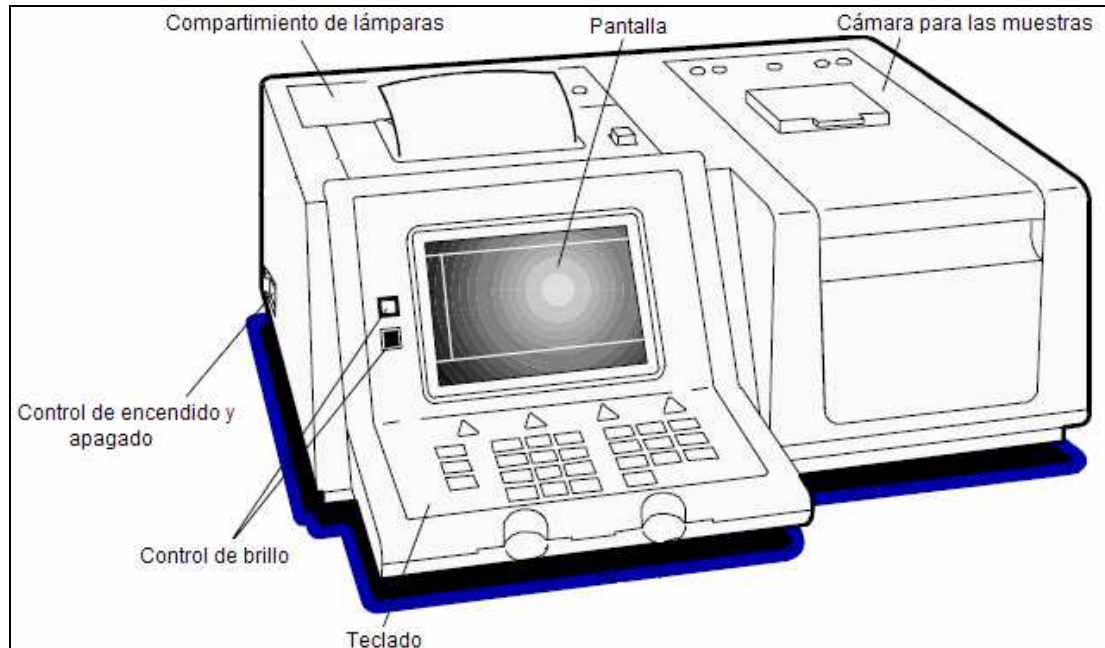
Como conclusión podemos decir, que la transmitancia es inversamente proporcional a la concentración, mientras que la absorbancia es directamente proporcional a la concentración.

- *Pasos a seguir en un análisis:*
 - a. Selección longitud de onda: Para escoger este parámetro es necesario conocer la longitud de onda del equipo, en la que es máxima la absorbancia. En caso de no tener conocimiento de las características del instrumento, se debe realizar la curva absorbancia vs. longitud de onda, para observar el punto de absorbancia máxima y trabajar con la longitud de onda a la cual corresponde ese valor.
 - b. Elaboración de una curva de calibración: Se elabora una gráfica de absorbancia vs. concentración, con soluciones de diferentes sustancias, de concentraciones conocidas. Al final debe obtenerse como resultado una línea recta, que relacione por medio de un factor de proporcionalidad, absorbancia con concentración.
 - c. Medición de la concentración y empleo de soluciones: Observando el valor de absorbancia entregado por el espectrofotómetro, se puede conocer la concentración de acuerdo a la curva de calibración descrita anteriormente. Es necesario adecuar la cantidad de sustancia dentro de la solución, para que los valores obtenidos estén dentro del rango del equipo y los resultados obtenidos sean acertados.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- *Componentes principales*

Figura 17. Espectrofotómetro



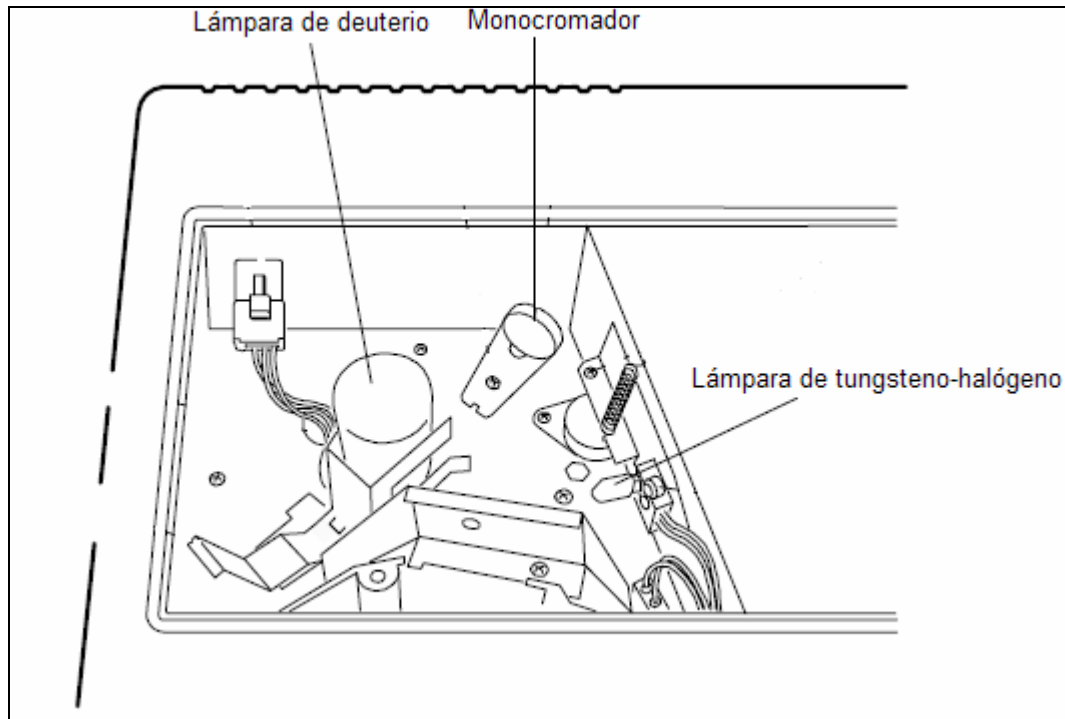
Fuente: www.thermo.com/uv-vis

- Fuente: Es el instrumento encargado de la emisión de luz policromática. Está debidamente ajustada al equipo sobre una base, para proyectar la luz en la dirección correcta y facilitar el retiro en el momento de reemplazarla. Dependiendo del rango de longitud de onda utilizado, la fuente luminosa puede ser:

 - * Lámpara de tungsteno-halógeno (Véase Figura 18): Para rango de luz visible (380nm-780nm).
 - * Tubo de Hidrogeno: Para rayos ultravioleta (10nm-280nm).
 - * Óxidos de tierras (disproseo, holmio, erbio): Emiten radiación en infrarrojo (780nm-3000nm) y están diseñadas para soportar altas temperaturas.
- Monocromador: Es el encargado de seleccionar la longitud de onda. Tiene como objetivo disminuir el ancho de banda en la longitud de onda deseada, por

medio de lentes, rendijas y espejos que se encargan de distinguir, limitar y orientar la radiación no deseada (Véase Figura 18).

Figura 18. Compartimiento de lámparas



Fuente: www.thermo.com/uv-vis

- c. Cámara para las muestras: Recipiente donde se colocan las muestras que se van a analizar. Están diseñadas para soportar la radiación electromagnética a la cual van funcionar y altas temperaturas. Generalmente son construidas a base de vidrio, sílice, cuarzo, cloruro de sodio y cloruro de plata.
- d. Detector: Es un transductor encargado de convertir energía lumínica en energía Eléctrica. Los más utilizados en el mercado son los fototubos, los fotodiodos y el detector de infrarrojo; su elección depende del rango de longitud de onda de trabajo.
- e. Registrador: Es un indicador digital, en el cual se muestra el valor numérico de absorbancia o transmitancia. El equipo cuenta con cuatro led's (absorbancia,

Jairo Iván Díaz Cardenas

transmitancia, factor y concentración) que indican el modo que se encuentra activo temporalmente.

- f. Controles: La mquina cuenta con diferentes controles descritos a continuación:
- Control de encendido y apagado: Posibilita el suministro de energía al equipo, a modo de encenderlo y apagarlo. Generalmente incluye el control de cero, que establece una transmitancia de 0% cuando el recipiente esta vacío y la cubierta cerrada.
 - Control de longitud de onda: Permite Seleccionar la longitud de onda deseada por el operador que se encuentre dentro del rango del aparato. Este valor se muestra en el registrador.
 - Control de transmitancia y absorbancia: Cada vez que se cambie la longitud de onda de trabajo, se debe establecer una referencia que indique 100% de transmitancia, verificando o reajustando este valor si se utiliza por un largo periodo de tiempo.

- Recomendaciones de uso

Estos son algunos aspectos que se deben tener en cuenta al momento de utilizar el equipo, que contribuirán a extender la vida útil y a que los resultados sean lo más confiable posible.

* Limpieza: En la mañana al comienzo de las actividades se debe limpiar, con un paño humedecido el exterior del instrumento. También se deben revisar los recipientes, garantizando que no tengas ralladuras o agrietamientos en la superficie, que puedan causar derrame y contaminación. La limpieza a los elementos internos del equipo se debe realizar según la recomendación del fabricante.

* Alimentación: Comprobar que el cable de conexión y la instalación eléctrica se encuentran en condiciones favorables para la alimentación del equipo.

Jairo Iván Díaz Cardenas

* Ubicación: El equipo debe estar sobre una superficie totalmente plana, para evitar vibraciones. Se debe garantizar que el equipo no este expuesto a los rayos del sol, calor excesivo o humedad, ya que estos factores afectan los elementos electrónicos del instrumento. Además el área debe ser lo suficiente ventilada, de tal manera que no halla concentración de impurezas, ya que la fuente, monocromador y detector se ven seriamente afectados por el polvo. Una opción para el cuidado del equipo, es protegerlo con una cubierta luego de ser utilizado.

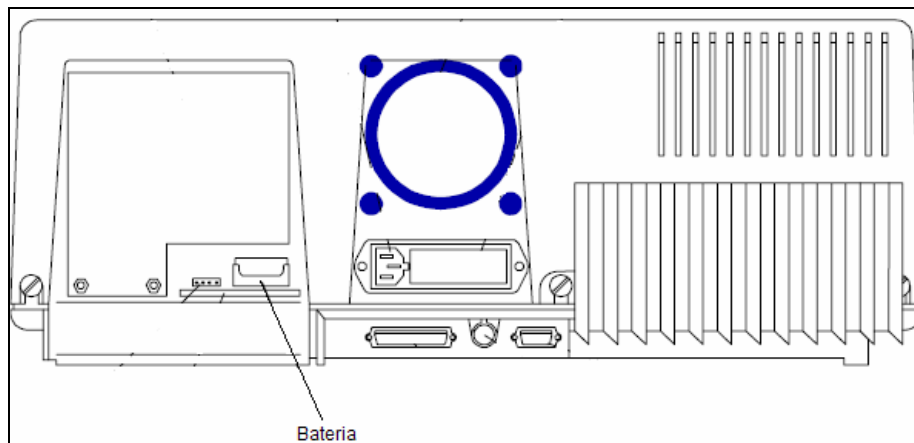
* Temperatura: Al encender el equipo, se debe dejar unos minutos en reposo, hasta que alcance la temperatura ideal de funcionamiento. Este tiempo puede variar entre 13 a 15 minutos. En los aparatos mas modernos habrá una señal que indique, que el equipo está listo para su operación.

- Mantenimiento del operador
 - a. Limpiar recipientes: Para evitar contaminaciones y conservar los porta-muestras en buen estado, se debe seguir el siguiente procedimiento:
 - Después de cada proceso, es necesaria lavar los recipientes con ácido y una solución alcalina, disueltos en un poco de agua. Si no se cuenta con estos elementos, se puede utilizar detergente para realizar la limpieza.
 - Para remover las partículas de la solución descrita anteriormente, se debe lavar la cubeta con agua ojala destilada que este totalmente libre de impurezas.
 - b. Derrames o impurezas: Si se presenta derrame de muestras o impurezas en el equipo, se debe seguir el siguiente procedimiento:
 - Desconectar la alimentación eléctrica del equipo.
 - Extraer del porta-muestras la mayor cantidad de líquido posible, esto se puede realizar con una jeringa.
 - Aspirar el interior del equipo para eliminar la humedad.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Secar los elementos internos del equipo como el detector, fuente y monocromador, con un paño seco de limpiar lentes o un pañuelo libre de hilazas.
 - Pasar un paño por el exterior del equipo, prestando atención a la pantalla, controles y teclado.
- c. Baterías: Algunos espectrofotómetros cuentan con baterías internas, que cumplen la función de mantener en memoria los datos de fecha y hora, así como los últimos resultados, para evitar que se pierda la información debido a una falla eléctrica. En el momento que el instrumento indique en pantalla batería baja, es necesario realizar el siguiente procedimiento, reemplazando la batería que se encuentra en la parte posterior del equipo en la tarjeta de accesorios como lo muestra la figura 19:

Figura 19. Vista trasera espectrofotómetro



Fuente: www.thermo.com/uv-vis

- Apagar y desconectar el equipo.
- Desconectar cualquier accesorio que se encuentre conectado en la parte trasera del compartimiento de muestras.
- Soltar el tornillo y remover el panel que sujeta la tarjeta de accesorio.
- Extraer la tarjeta de accesorios y retirar el plástico que cubre la batería.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Observar detenidamente donde se encuentra el terminal positivo de la batería antes de desconectarla.
 - Insertar la batería de tal manera que coincidan las polaridades de la batería y del soporte.
 - Instalar la tarjeta de accesorios ajustando su respectivo tornillo.
 - Conectar los elementos correspondientes a la tarjeta de accesorios.
- Recomendaciones extras
 - a. Escoger la cubeta de acuerdo al valor de longitud de onda utilizado, evitando utilizar porta-muestras plásticos. Si se utilizan cubetas plásticas se deben eliminar ya que son desechables.
 - b. Limpiar las cubetas después de su utilización y revisar que no tengan rayones o agrietamientos.
 - c. Emplear reactivos de alta calidad, para evitar la contaminación de la muestra y un resultado erróneo. Garantizar que el agua con la que se va a preparar la solución, este libre de impurezas.

4.2 SPECTRONIC GENESYS 2 (MILTON ROY COMPANY)

Figura 20. Spectronic Genesys 2 (Milton Roy Company)



Fuente: El autor

Jairo Iván Díaz Cardenas

El Espectronic Genesys 2 (Véase Figura 20) está diseñado para realizar mediciones cuantitativas de absorbancia, % transmitancia y concentración, con longitudes de onda que se encuentran en el rango de UV-visible (110nm-200nm).

Cuenta con una serie de servicios auxiliares que facilitan el proceso, entre los que se encuentra la interfaz RS-232C para su programación y comunicación con el PC, que le permite ejecutar aplicaciones externas. Además cuenta con una impresora interna y dos ranuras donde son instaladas tarjetas softcard, que sirven para la manipulación y almacenamiento de información.

4.2.1 Especificaciones técnicas.

Voltaje: 110Vac - 60Hz
Rango: UV de 200 a 1100 nm.
Ancho de banda espectral: 2 nm.
Porta-muestras automático de: 8 puestos.
Pantalla a color.
Impresora interna de: 40 columnas.
Puerto Centronics para impresora externa.
Puerto serial RS-232C.

4.2.2 Protocolo de mantenimiento preventivo

- **Test de inspección y funcionalidad**

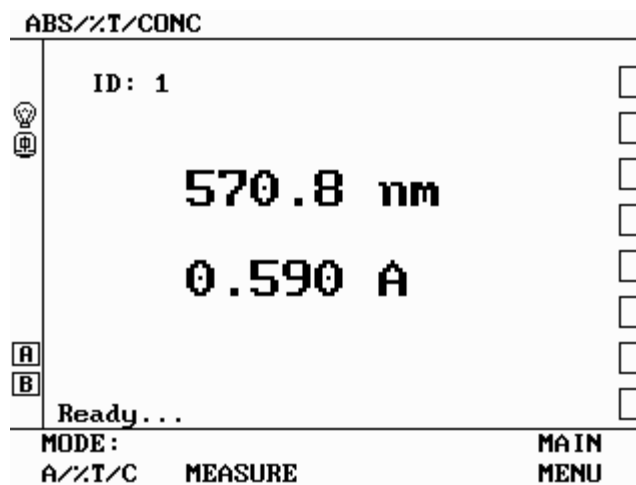
1. Consultar al operador del equipo sobre las novedades del funcionamiento del instrumento.
2. Chasis: Observar que el exterior del equipo este completo y no presente maltrato debido a golpes y presencia de líquidos y agentes contaminantes.
3. Montajes y apoyos: Comprobar que la superficie donde esta instalado el equipo sea totalmente plana, fija y no sea resbalosa.

4. Cable de poder: Examinar que el cable no este quebrado, que el aislamiento este en buen estado y que la clavija o enchufe no presente señales de calentamiento, que los tornillos estén completos y debidamente ajustados; en caso de encontrar anomalías proceder a cambiar la clavija.
5. Toma o fuente de poder: La clavija debe entrar ajustada en el enchufe para que no se recaliente, debe ser con polo de puesta a tierra. En caso de presentar quemaduras o a cambio de color en los orificios de conexión, se debe proceder a cambiarla.
6. Interruptores y fusibles: Revisar que el interruptor de corriente encienda y apague el equipo, que gire con facilidad y que no se quede fijo en ninguna posición. Para comprobar el estado del fusible de protección es necesario seguir los siguientes pasos:
 - a. Retirar el cable de corriente.
 - b. Remover la tapa con el logo fusible/voltaje para acceder al fusible y retirarlo.
 - c. Realizar una prueba de cortocircuito para comprobar que este en buen estado, de no ser así proceder a cambiarlo por uno que se ajuste a las siguientes especificaciones 120VAC, 2.5A Slo-Blo(quemado lento).
 - d. Instalar el fusible y cerrar la cubierta que lo protege.
 - e. Instalar el cable de conexión.
 - f. Conectar y encender el equipo.
7. Controles y teclas: Antes de mover cualquier mando de control, tecla o interruptor, verificar con el esquema otorgado por el fabricante su posición y funcionamiento. Verificar las condiciones físicas de todos los controles, revisando las teclas de membranas de daños producidas por uñas o marcas de bolígrafos.
8. Indicadores y displays: Inspeccionar y confirmar el correcto funcionamiento de todas las luces indicadores, medidores, galgas y displays de visualización de la unidad de control.

- **Test cuantitativo**

1. Calibración de la longitud de onda: Para realizar la calibración de la longitud de onda se deben utilizar soluciones con espectro de absorción conocidos para las diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético de la siguiente forma:
 - a- En el menú principal, oprimir la tecla **MODO** y seleccionar %T.
 - b- Oprimir **GOTO WL** e ingresar el valor deseado de longitud onda en este caso 500nm.
 - c- Ingresar las celdas oprimiendo la tecla **CELL**.
 - d- Ajustar el equipo a cero con la tecla **AUTOZERO**.
 - e- Colocar la solución con ácido clorhídrico al 1% y ajustar a 100%Transmitancia.
 - f- Colocar la solución de absorbancia conocida y anotar el %Transmitancia que aparece en pantalla. Para confirmar la calibración del equipo, se debe hacer un barrido alrededor del punto de longitud de onda conocido y verificar que en este punto ocurra máxima absorbancia (mínima transmitancia). En la figura 21 se muestra la lectura en el menu principal.

Figura 21. Pantalla



Fuente: www.thermo.com/uv-vis

Jairo Iván Díaz Cardenas

2. Medición de la linealidad: Debido a que la exactitud del equipo depende de la linealidad entre la concentración y la absorbancia, es necesario comprobar esta linealidad para una solución conocida en el rango de trabajo del equipo.

a- Determinar el rango en el cual es lineal la relación de absorbancia vs concentración de una sustancia conocida.

b- Preparar tres muestras, de diferente concentración, de tal manera que cubran el rango en el cual es lineal la relación de absorbancia vs concentración.

c- Tabular los datos obtenidos y graficar absorbancia vs concentración. El rango donde la gráfica presente linealidad representa el rango sobre el cual se pueden realizar cálculos acertados. La gráfica obtenida debe ser semejante a la figura 16.

- **Mantenimiento preventivo**

Limpieza:

- Celdas: Realizar una limpieza externa e interna de las celdas que colaboraran con obtener resultados satisfactorios y evitaran cualquier reacción química producida al contacto de las impurezas con el material a analizar.

El elemento recomendado para remover la mayor cantidad de agentes contaminantes es el ácido crómico, componente con el que se debe tener mucho cuidado ya que debido a la reacción exotérmica con el agua, produce calor que debe ser disipado para evitar la perforación de las celdas. Es recomendable lavar cada celda individualmente para evitar raspaduras, evitar dejar marcas de huellas digitales y al terminar el proceso secar con un paño suave.

Las celdas que debido al desgaste o a una mala manipulación, presenten desgaste notorio producido por raspaduras, deben descartarse y cambiarse por una nueva, ya que su uso provocaría desviaciones en la lectura de absorbancia.

Jairo Iván Díaz Cardenas

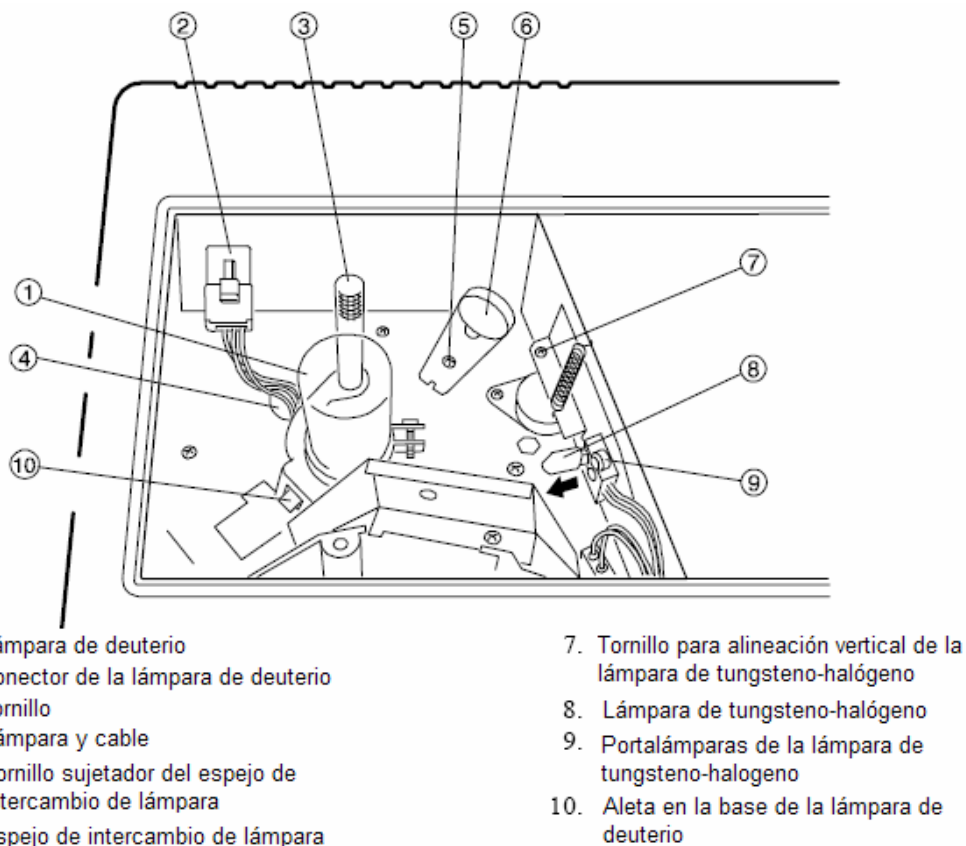
- Ventanas del compartimiento de muestras: Para desarrollar la limpieza de las ventanas del compartimiento de muestras se deben seguir las pautas siguientes:
 - Utilizar agua destilada o alcohol. Según las recomendaciones del fabricante en ninguna ocasión se debe utilizar acetona.
 - Humedecer una tela suave como un pañuelo para realizar el proceso de limpieza, sin aplicar mucha fuerza y asegurándose de remover toda marca sobre las paredes interiores y exteriores.

- Filtro de aire: Para realizar este proceso siga las siguientes instrucciones:
 - Apagar el instrumento.
 - Extraer el filtro de aire.
 - Limpiar el filtro del polvo. Si se encuentra con mucha suciedad se puede lavar con agua jabonosa, enjuagar, secar y aspirar.
 - Insertar el filtro en la zona donde esta ubicado (detrás del ventilador). Para realizar este paso el filtro debe estar totalmente seco.
 -

Reemplazo de lámparas: En la figura 22 se encuentra el diagrama de la ubicación y los componentes de las lámparas de tungsteno halógeno y deuterio.

Nota: Las lámparas de tungsteno halógeno y deuterio se calientan mucho durante el funcionamiento del equipo, por esta razón para su manipulación se debe apagar el equipo y dejar enfriar por 10 minutos.

Figura 22. Descripción de elementos compartimiento de lámparas



Fuente: www.thermo.com/uv-vis

Lámpara de tungsteno-halógeno: Para realizar el cambio de la lámpara de tungsteno siga las siguientes instrucciones:

- Apagar y desconectar el equipo.
- Retirar la tapa que cubre el compartimiento portalampara y extraer la lámpara aplicando una pequeña fuerza horizontal como lo muestra la Figura 22.
- Limpiar con una tela suave el compartimiento portalampara.
- Insertar la nueva lámpara presionando para comprobar que este conectada.
- Limpiar con una tela suave la lámpara para remover cualquier rastro de huella digital.
- Conectar y encender el equipo.

Jairo Iván Díaz Cardenas

* **Alineamiento vertical de la lámpara de tungsteno:** Este ajuste ubica la luz reflejada por la lámpara para que caiga completamente en la ranura de entrada del monocromador.

- 1 Encender el instrumento y esperar hasta que aparezca el menú.
- 2 Oprimir la tecla **UTILITY** que aparece en el menú .
- 3 Oprima **2** para apagar la lámpara de deuterio.
- 4 Oprimir la tecla de función **ALINEAR LÁMPARA**. El instrumento ajustará la longitud de onda a 550 nm y modificará la electrónica al modo alineación.
- 5 Ubique el tornillo de alineación vertical como aparece en la figura 22.
- 6 Ajuste lentamente el tornillo de alineación vertical mientras observa la pantalla.
 - ✓ *Si la energía decrece, invierta la dirección del ajuste.*
 - ✓ *Si la energía aumenta, continúe ajustando en el mismo sentido.*
- 7 Ajustar el tornillo de ajuste vertical hasta que las lecturas alcancen su máximo.
- 8 Oprimir **EXIT** para terminar el diagnóstico de alineación.

Lámpara de deuterio: Para realizar el cambio de la lámpara de deuterio siga las siguientes instrucciones:

Nota: Debido a la radiación producida por la lámpara de deuterio, el técnico debe minimizar la exposición de las manos y usar anteojos que protejan de los rayos UV.

- Apagar y desconectar el equipo.
- Retirar la tapa que cubre el compartimiento de lámpara.
- Aflojar y retirar el tornillo que sujeta la lámpara (Véase Figura 22).
- Desconectar la lámpara.
- Elevar la lámpara para soltar de la traba en la base.
- Limpiar con una tela suave el compartimiento portalampara.
- Sostener y guiar la lámpara de repuesto y los cables de conexión a través del orificio destinado para ello (Véase Figura 22).

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Insertar la nueva lámpara, alineando la aleta de tal forma que encare hacia fuera del espejo de intercambio de la lámpara (Véase Figura 22).
- Oprimir la aleta hacia la lámpara mientras instala la nueva lámpara en el orificio, empujando de la abrazadera de metal para ajustarla, sin tocar el vidrio de la lámpara.
- Una vez asentada la lámpara, suelte la aleta para asegurar en posición la nueva lámpara de deuterio.
- Conecte el conector de tres cables al conector en la parte trasera del compartimiento de muestras.
- Limpiar con una tela suave la lámpara para remover cualquier rastro de huella digital.
- Conectar y encender el equipo. El instrumento alineara automáticamente la lámpara.

4.3 FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES

Cuadro 2. Fallas y posibles soluciones con el espectrofotómetro

FALLA/PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
El espectrofotómetro no enciende	No hay energía eléctrica	Verificar que allá energía
	Interruptor desconectado	Verificar los contactos del interruptor de encendido
Accesorio no instalado	Un accesorio fue manipulado mientras se realizaba una aplicación	Reinstalar el accesorio manipulado y oprimir la tecla CANCEL
Batería agotada	La batería esta agotada	Instalar una batería nueva
Error E-S	La tarjeta no esta instalada	Instalar la tarjeta softcard
Gráfico completo. Por favor reemplace el papel	Se completo el gráfico	Colocar una nueva hoja en el graficador
Error de impresora	Falla la impresora	Verificar que la impresora este encendida. Que tenga papel y que esté colocado correctamente. Reinstalar la impresora utilizando la tecla UTIL ITY.

Impresora fuera de línea	Se intento acceder a la impresora y está fuera de línea	Poner la impresora en línea
Impresora sin papel	La impresora no tiene papel	Cargar el papel
Error del reloj del sistema	El reloj está con hora y fecha inválidas	Oprimir IGNORAR para aceptar los valores prefijados de hora y fecha. Luego oprimir UTILITY y ajustar
Muy poca luz	El paso del haz de luz está interrumpido o la muestra tiene absorbancia muy alta	Remover lo que bloquee el haz de luz en el compartimiento de muestras. Ajuste AUTOZERO. Ajustar o reemplazar la lámpara de tungsteno Realizar el procedimiento de optimización de energía
Mucha luz	Hay mucha luz en el compartimiento de muestras	Cerrar la puerta del compartimiento de muestras. Ajustar AUTOZERO Realizar el procedimiento de optimización de energía
Lámpara de tungsteno quemada	La lámpara de tungsteno se ha quemado	Instalar una nueva lámpara
Valor fuera del rango fotométrico	La lectura esta fuera del rango del instrumento. La muestra puede ser muy oscura.	Entrar nuevamente los parámetros y asegurarse de estar dentro del rango del instrumento. Diluir la muestra o pasar a otra longitud de onda

Fuente: El autor

5. MICROPIPETAS

En este capítulo se presenta la micropipeta, como instrumento utilizado en el laboratorio para extraer y transvasar volúmenes específicos de líquido, de un recipiente a otro, sin la exposición del usuario a enfermedades de alto riesgo, según lo recomendado por la OMS, que prohíbe la técnica del pipeteo de boca. Además es un instrumento de medida que por su frecuencia de trabajo presenta problemas de funcionamiento, que se pueden superar con cierto conocimiento del equipo.

5.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La pipeta mecánica ha sido una solución para evitar contaminaciones, pues el laboratorista solo debe oprimir un embolo que se encuentra unido internamente a un pistón mediante un eje que lo desplaza a lo largo de un cilindro de longitud fija, ocasionando la salida de la cantidad de líquido predeterminada.

- *Como se realiza?*

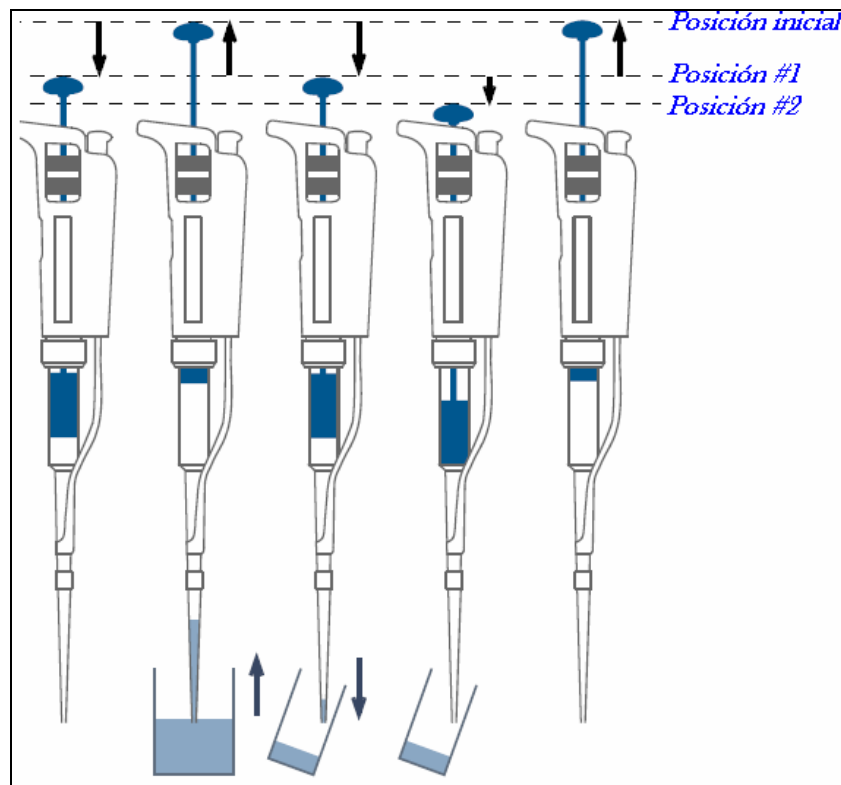
Por lo general la cantidad de volumen que se mide con la micropipeta es del orden de los Micro-Litros, lo cual exige gran exactitud y precisión. La forma adecuada de realizar el proceso se resume a continuación (Véase Figura 23):

- Seleccionar la pipeta adecuado que este dentro del rango del volúmen que se va a medir.
- Fijar el valor deseado en la pipeta por medio de la manipulación del émbolo.
- Acomodar la punta desechable en el porta-puntas de tal forma que quede bien sujeta.
- Sujetar la pipeta con cuatro dedos de la mano, dejando libre el dedo pulgar sobre el émbolo.
- Oprimir el émbolo con el dedo pulgar hasta donde la posición #1.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Introducir la punta de la pipeta en el recipiente.
- Soltar suavemente el dedo pulgar para que vaya subiendo el émbolo y se realice la succión del líquido. Esta acción no debe durar menos de 2 segundos o lo recomendado por el fabricante.
- Sacar la punta de la solución e introducirla en el tubo adecuado, ubicando la punta sobre la pared del tubo sin dejar que se sumerja en la solución.
- Oprimir el émbolo con el dedo pulgar hasta donde se detecte la posición #1 y esperar por 2 segundos.
- Oprimir el émbolo con el dedo pulgar hasta donde se detecte el segundo tope y esperar por 2 segundos.
- Extraer lentamente la pipeta, resbalando la punta sobre la pared del tubo.
- Soltar suavemente el émbolo hasta u posición inicial.
- Quitar y eliminar la punta utilizada.

Figura 23. Procedimiento de uso



Fuente: www.gilson.com

Jairo Iván Díaz Cardenas

- *Observaciones:*

Para lograr resultados confiables es necesaria tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- * Confirmar la calibración de la pipeta y que es la apropiada para medir el rango deseado.
- * Mantener en posición vertical la pipeta durante el tiempo de ejecución.
- * Tener en cuenta el tiempo de espera y la profundidad de la punta de acuerdo al volumen que se va a pipetear (Véase Tabla 1) .

Tabla 1. Tabla de inmersión y tiempo de la pipeta dependiendo del volumen de dispensación

Rango	Inmersión (mm)	Tiempo (s)
0.2 a 2	1	1
1 a 10	1	1
2 a 20	2 a 3	1
20 a 100	2 a 4	1
50a 200	2 a 4	1
200 a 1000	2 a 4	2 a 3
1000 a 5000	3 a 6	4 a 5
1mL a 10mL	5 a 7	5 a 5

Fuente: www.gilson.com

- * Retirar el líquido presente en la punta al momento del llenado de la pipeta, desplazando suavemente la punta hacia fuera, con un movimiento circular, de tal forma que la humedad repose sobre la pared del tubo.

- * Inclinar entre 30° y 45° el tubo donde se va a dispensar la muestra, manteniendo la pipeta en posición vertical con la punta tocando la pared y a una distancia adecuada del fondo del recipiente.

- *Uso y tipos:*

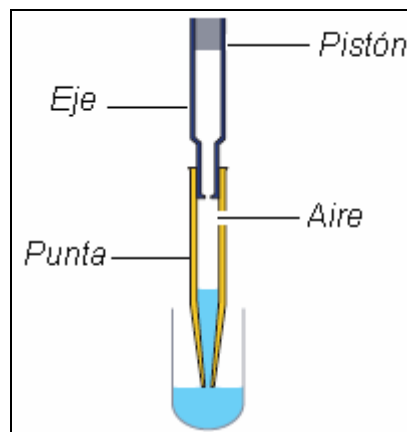
La micropipeta es sin duda uno de los dispositivos mas utilizados en biología y medicina, para la manipulación de pequeños volúmenes de soluciones procedentes de clonaciones, terapia genética, células madre, ADN y laboratorios clínicos en general.

Jairo Iván Díaz Cardenas

Estos dispositivos se pueden separar en dos grupos, las pipetas de volumen fijo, que tienen un valor predeterminado de volúmen V_n y las pipetas de volúmen variable, que cuentan con diferentes valores de volúmen dentro de un rango predeterminado, esto se logra modificando la longitud del pistón dentro del émbolo. Otra forma de diferenciar el tipo de pipetas es de acuerdo al mecanismo de efectuar el pipeteo, donde podemos encontrar dos subtipos:

- a. Pipetas de desplazamiento por aire (Véase Figura 24): Se denominan así debido a que existe un espacio de aire entre el pistón y el líquido; permitiendo que haya menos contaminación cuando son usadas con mucha frecuencia. No son recomendadas cuando se trabaja con volúmenes muy pequeños y se requiera alta exactitud ya que debido a la compresibilidad del aire no son muy exactas.

Figura 24. Pipetas de desplazamiento por aire



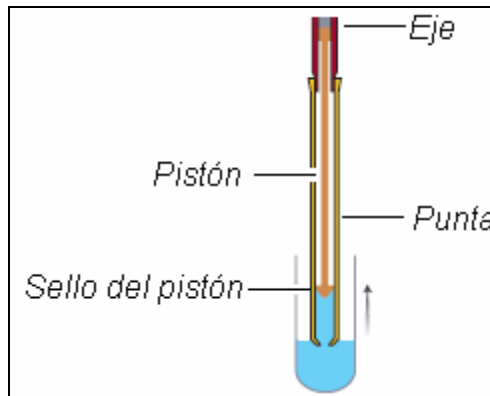
Fuente: www.gilson.com

- b. Pipetas de desplazamiento directo (Véase Figura 25): Se denominan así debido a que el pistón entra en contacto directo con el fluido, por esta razón esta mas propensa a contaminaciones entre muestras pero tienen la ventaja de ser mas exactas que las de desplazamiento de aire. Además de esto requieren

Jairo Iván Díaz Cardenas

que sea sustituido el pistón con frecuencia ya que no hace parte de la pipeta y esta más propenso a la corrosión.

Figura 25. Pipetas de desplazamiento directo



Fuente: www.gilson.com

Todas las pipetas cuentan con puntas desechables, de acuerdo a la cantidad de canales que poseen, que garantizan un ajuste perfecto a la pipeta y disminuye el riesgo de contaminación, por esta razón se debe eliminar la punta después de ser utilizada.

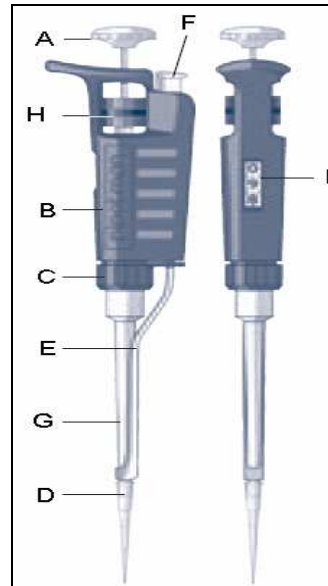
- *Componentes principales*

- Mando de control de dosificación: Sirve para controlar la aspiración y dispersión de volúmen.
- Mango: Es la parte de donde se sujeta la pipeta.
- Acople mango con parte inferior: Girando este acople se desacopla el mango, de la parte inferior de la pipeta para realizar mantenimiento.
- Punta: Es la que esta en contacto directo con la muestra por esto es desechable.
- Eyector de punta: Es el mecanismo encargado de expulsar la punta.
- Pulsador eyector de punta: Al oprimirlo se activa el mecanismo eyector, expulsando la punta.
- Eje: Es donde van instalados todos los elementos de la pipeta.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- h. Control de volúmen: Se configura el volúmen a pipetear que debe estar dentro del rango de la pipeta.
- i. Visualizador de volumen: Allí se observa el volúmen al cual esta configurada la pipeta.

Figura 26. Partes micropipetas gilson



Fuente : www.gilson.com

- *Mantenimiento Preventivo del operador*

1. Inspección de integridad y ajuste: Observar el dispositivo diariamente antes de utilizarlo y percatarse de anomalías que este presente, ya que con cualquier defecto se pueden presentar resultados erróneos en la dispensación de líquido.

- Comprobar que los elementos estén correctamente ajustados.

- Accionar el embolo verificando que el pistón y el resto de elementos se muevan suavemente.

- Verificar que la punta quede bien sujeta al portapuntas y no se presenten fugas.

Para comprobar que no hayan fugas se debe realizar un pipeteo con agua libre de impurezas y observar que el exterior de la punta no presente humedad, de

Jairo Iván Díaz Cardenas

presentarse se debe cambiar la punta y volver a realizar el proceso. Si persiste el percance entonces el problema es el portapunta ya sea por desgaste o fisuras.

2. Limpieza y descontaminación: Mantener limpia la pipeta es muy importante para minimizar el riesgo de contaminación de muestras y también la transmisión de enfermedades al laboratorista, por eso es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Limpiar la pipeta en la mañana antes de realizar cualquier proceso. Se debe limpiar el exterior e interior con un paño humedecido, de detectarse alguna mancha se puede utilizar algún detergente según lo recomendado por el fabricante para no degradar los componentes de la pipeta.

- Esterilizar la pipeta ya sea con el uso del autoclave a una temperatura de 120 °C por un tiempo de 20 minutos o con una solución de isopropanol al 60% y luego lavar con agua destilada. Algunos fabricantes recomiendan desensamblar la pipeta antes de esterilizarla en un proceso que demanda más tiempo y capacitación para el usuario que debe contar con las llaves y la experiencia para realizar el proceso. Después de la esterilización se deja un tiempo de secado y luego se ensambla nuevamente.

- *Recomendaciones extras*

1. Cargar completamente la batería antes de utilizar la pipeta.
2. Mantener seco el interior de la pipeta.
3. Utilizar las puntas recomendadas por el fabricante, ojala de la misma marca.
4. Usar la pipeta adecuada para el rango de volúmen a dispensar, evitando utilizar una pipeta de menor rango en varias ocasiones.

Jairo Iván Díaz Cardenas

5.2 PIPETAS P GILSON

Figura 27. Pipetas P Gilson en el laboratorio de genética UIS.



Fuente: El autor

Las pipetas Gilson (Véase Figura 27) están fabricadas con elementos de alta calidad que ofrecen gran exactitud y precisión. Estas pipetas son elaboradas con los requerimientos necesarios para cumplir con los estándares nacionales e internacionales, mediante ajustes que son realizados respecto a parámetros estrictamente definidos y controlados, con los cuales se obtienen las especificaciones presentadas a continuación (Véase Tabla 2):

Parámetros:

- * Temperatura de referencia 20°C.
- * Humedad Relativa 50%.
- * Presión 101KPa
- * Agua destilada

Tabla 2. Tabla de maximo error permisible

Modelo	Volumen (μL)		Máximo Error permisible			
	Mínimo	Máximo	Exactitud (μL)		Precisión (μL)	
P2	0.2	2	± 0.024	± 0.03	≤ 0.012	≤ 0.014
P10	1	10	± 0.025	± 0.1	≤ 0.012	≤ 0.040
P20	2	20	± 0.1	± 0.2	≤ 0.03	≤ 0.06
P100	20	100	± 0.35	± 0.80	≤ 0.1	≤ 0.15
P200	50	200	± 0.5	± 1.6	≤ 0.20	≤ 0.30
P1000	200	1000	± 3.0	± 8.0	≤ 0.60	≤ 1.50
P5000	1000	5000	± 12.0	± 30.0	≤ 3.0	≤ 8.0
P10mL	1mL	10mL	± 30.0	± 60.0	≤ 6.0	≤ 16.0

Fuente: www.gilson.com

5.2.1 Especificaciones técnicas

Batería li-ión:	1A / 3.6V
Adaptador AC / Corriente de entrada:	100-240V / 0.5A / 50-60Hz
/ Corriente de salida:	5VDC / 3.5A / 17.5W
Condiciones de almacenamiento / Temperatura:	-20°C a 50°C
/ Humedad:	80%
Temperatura de uso:	4°C a 40°C

Modelos disponibles, rango y punta recomendada para cada modelo (Véase Tabla 3):

Tabla 3. Punta recomendada para cada modelo

Modelo	Rango (μL)	Punta Recomendada
P2	0.2 a 2	D10 , DL10 , DF10 , DFL10
P10	1 a 10	D10 , DL10 , DF10 , DFL10
P20	2 a 20	DF30 , D200
P100	20 a 100	DF30 , D200 , DF100
P200	50a 200	D200,DF200,D300,DF300,DF100
P1000	200 a 1000	D100 , DF1000 , D1200
P5000	1000 a 5000	D5000
P10mL	1mL a 10mL	D10mL

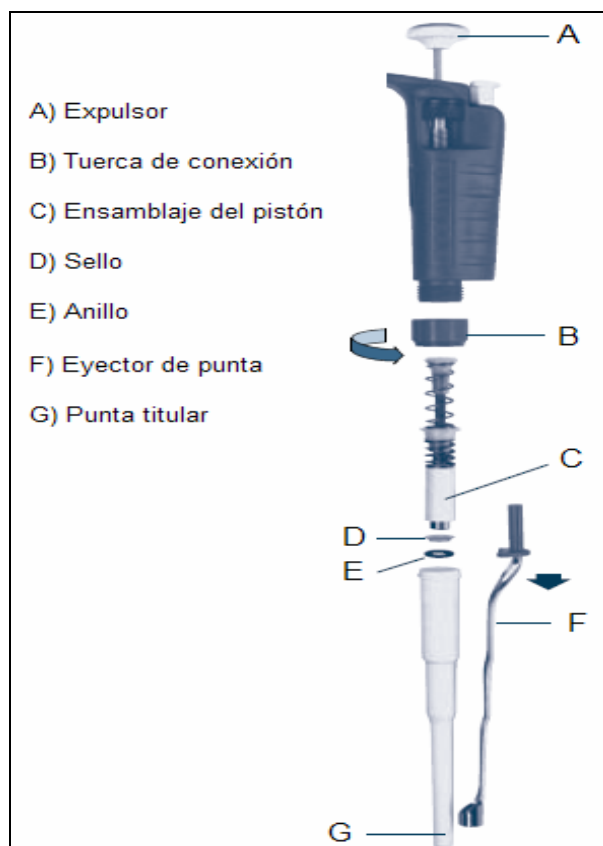
Fuente: www.gilson.com

5.2.2 Protocolo de mantenimiento preventivo

- **Test de inspección y funcionalidad**

1. Cuerpo: Se debe limpiar rutinariamente con un paño humedecido con etanol.
2. Eyector de punta , punta-titular, ensamblaje del pistón, anillo y sello: Como se muestra en la figura 28 estas partes se deben cambiar, en caso de presentarse cualquiera de las siguientes situaciones:
 - Daños por accidentes.
 - Daño por reacción química.
 - Daños por efectos de limpieza y descontaminación.

Figura 28. Despiece micropipetas Gilson

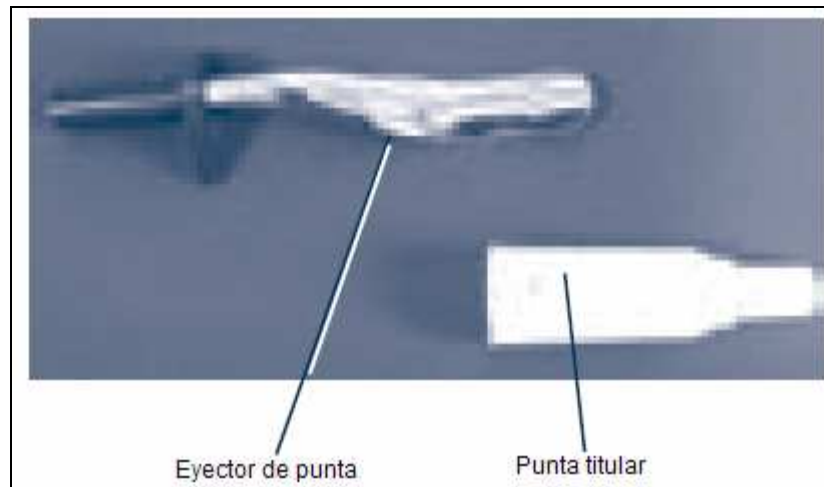


Fuente: www.gilson.com

Jairo Iván Díaz Cardenas

- ❖ Proceso para cambiar el eyector de punta:
 - Oprimir el botón expulsor de la punta eyector y con la otra mano tirar con fuerza moderada hasta retirar la punta (Véase Figura 29).

Figura 29. Punta titular y eyector de punta



Fuente: www.gilson.com

- Para colocar la nueva punta se debe mantener presionado el botón expulsor, deslizar el final del eyector de punta sobre el final de la punta titular e impulsar el final de plástico en el cuerpo de la pipeta hasta que se aferre firmemente a la extremidad de metal.
- ❖ Proceso para cambiar la punta-titular, ensamblaje del pistón, el anillo y sello:
 - 1) Retirar el eyector de punta(véase más arriba).
 - 2) Desenroscar la tuerca de conexión, girando con fuerza moderada, en sentido contrario a las manecillas del reloj (Véase Figura 28).
 - 3) Separar la parte inferior y superior de la pipeta.
 - 4) Retirar el ensamblaje del pistón, el anillo y el sello.
 - 5) Limpiar y desinfectar con el autoclave o sustituir la punta-titular.
 - 6) Limpiar y descontaminar, el ensamblaje del pistón (No se debe descontaminar con el autoclave). Al retirar el ensamblaje del pistón se debe calibrar la pipeta.

Jairo Iván Díaz Cardenas

- 7) Limpiar o reemplazar el anillo y sello.
- 8) Ensamblar la pipeta.
- 9) Apretar la tuerca de conexión.
- 10) Reajustar el eyector de punta (véase más arriba).

- **Mantenimiento preventivo**

Limpieza:

- ❖ Exterior:

- 1) Retirar el eyector de punta.
- 2) Limpiar el eyector de punta con un paño suave o pañuelo sin polvo impregnado con la solución de jabón.
- 3) Limpiar toda la pipeta con un paño suave impregnado con la solución de jabón, para eliminar todas las impurezas. Si la pipeta esta muy sucia, un cepillo con cerdas suaves de plástico puede ser utilizado.
- 4) Extraer el jabón de toda la pipeta y el eyector de punta con un paño suave o un pañuelo sin polvo impregnada con agua destilada.
- 5) Secar la pipeta y reajustar el eyector de punta.

- ❖ Interior: Solo los siguientes componentes pueden ser sumergidos en la solución de limpieza: La tuerca de conexión, el eyector de punta, la punta-titular, el ensamble del pistón, el anillo y el sello.

- 1) Desmontar la pipeta tal y como se describe en el mantenimiento.
- 2) Dejar la parte superior en un lugar seco y seguro.
- 3) Limpiar los componentes individuales de la parte inferior de la pipeta usando una solución de agua y jabón por 20 a 30 minutos y pasar un cepillo de cerdas suaves para limpiar el interior de la punta titular.
- 4) Enjuagar los componentes individuales con agua destilada.
- 5) Dejar que se sequen las partes por evaporación o limpiar con un paño suave o pañuelo sin polvo.
- 6) volver a la pipeta tal y como se describe en el mantenimiento.

Jairo Iván Díaz Cardenas

Descontaminación: Solo el eyector de punta, la punta-titular y la tuerca de conexión pueden ser descontaminados en el autoclave durante 20 minutos a 121°C. La parte superior del cuerpo, el ensamble del pistón, el anillo y el sello no pueden ser introducidos en el autoclave solo deben ser limpiados con un agente descontaminante o sustituidos por uno de repuesto.

Lubricación: Después de la limpieza, descontaminación y secado de los elementos de la pipeta se procede a lubricar con grasa siliconada (especial para pipetas) el émbolo y el pistón teniendo cuidado de retirar cualquier exceso con un papel absorbente.

- **Test cuantitativo**

La calibración de pipetas se realiza a partir de métodos estandarizados que dependen del volumen de dispensación de la pipeta. A continuación se describirá un proceso de calibración para pipetas entre 10uL a 1000uL.

El procedimiento consiste en determinar el volumen de agua de una pipeta, dividiendo la masa entre la densidad del líquido. Para esto se realizan una serie de ensayos en los que se tengan en cuenta las desviaciones producidas por diferentes factores como temperatura, presión y evaporación.

Procedimiento:

1. Colocar una punta nueva en la pipeta.
2. Realizar 5 procesos de llenado y descarga con agua destilada.
3. Registrar la temperatura, presión y humedad relativa del agua destilada.
4. Succionar agua del recipiente de almacenamiento y desecharla en el recipiente de pesado.
5. Registrar el nuevo peso de la balanza.
6. Repetir el paso 4 y 5 unas 10 ocasiones.
7. Registrar al final del décimo ciclo la temperatura del líquido en el recipiente de pesado y medir el tiempo transcurrido desde la iniciación del ciclo.

Jairo Iván Díaz Cardenas

8. Permitir un tiempo espera igual al tiempo registrado en el numeral anterior y realizar una nueva medición en la balanza, para determinar si la evaporación ha sido significativa.

9. Obtener la diferencia entre la masa al final de los 10 ciclos y la masa después del tiempo de espera, para obtener la masa perdida por evaporación y dividir este resultado entre el número de ciclos realizados (10). Esta cifra es un indicativo del promedio de la masa perdida por evaporación y debe ser añadida al valor obtenido después de cada ciclo.

Cálculos:

1. Calcular el valor de masa obtenido en cada ciclo, restando el valor del presente ciclo al obtenido en el ciclo anterior. Si el valor de de masa promedio perdida por evaporación es significativo, se debe sumar a la masa después de cada ciclo.

2. Convertir cada valor de masa a volúmen dividiendo entre la densidad del agua.

$$V_i = \frac{M_i}{D}$$

Vi=Volúmen después de cada ciclo

Mi=Masa después de cada ciclo

D=Densidad

3. Calcular el volúmen promedio.

$$X = \sum V_i / n \times Z$$

X=Volúmen promedio

n=Número de ciclos

Z=Valor de autocorrección

4. Calcular la desviación estándar.

$$[S] S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (X_i - X_{AV})^2}$$

Jairo Iván Díaz Cardenas

5. Calcular el coeficiente de variación.

$$[Cv] CV(\%) = \frac{S}{X_{AV}} \times 100$$

Para aceptar la calibración de la pipeta el coeficiente de variación debe ser muy bajo y no debe superar el error máximo permisible (Ver Tabla 2) de acuerdo al volumen de dispensación.

5.3 FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES

Cuadro 3. Fallas y posibles soluciones micropipetas Gilson

TABLA DE SOLUCION DE PROBLEMAS		
FALLAS/PROBLEMAS	CAUSAS	SOLUCIÓN
LA PIPETA PRESENTA FUGAS	PUNTA COLOCADA DE FORMA INCORRECTA EN LA PIPETA	INSTALAR LA PUNTA DE ACUERDO A LOS PROCEDIMIENTOS DEFINIDOS POR EL FABRICANTE
	CUERPOS EXTRAÑOS ENTRE LA PUNTA Y SU CONO DE AJUSTE	LIMPIAR ACOPLE, RETIRAR LA PUNTA Y LIMPIAR EL CONO DE AJUSTE
	CUERPOS EXTRAÑOS ENTRE EL PISTON Y EL ANILLO/SELLO EN ALOJADO EN EL CILINDRO	DESENSAMBLAR EL CONJUNTO CILINDRO/PISTON. LUBRICAR Y ENSAMBLAR
	LUBRICANTE INSUFICIENTE EN EL PISTON Y/O EL SELLO	DESENSAMBLAR Y LUBRICAR
	SELLO EN DOBLADO O DAÑADO	REEMPLAZAR SELLO
	PISTON CONTAMINADO	LIMPIAR Y LUBRICAR PISTÓN
	CONO INFERIOR FLOJO	AJUSTAR EL CONO INFERIOR
GOTAS VISIBLES DENTRO DE LA PUNTA DE LA PIPETA	HUMIDIFICACION NO HOMOGENEA DE LA PARED PLASTICA	INSTALAR UNA PUNTA NUEVA EN LA PIPETA
LA PIPETA PRESENTA INEXACTITUDES	OPERACIÓN INCORRECTA DE LA PIPETA	REVISAR LOS PROCEDIMIENTOS DE USO Y CORREGIR ERRORES DETECTADOS
	CUERPO EXTRAÑOS BAJO EL BOTON DE ACCIONAMIENTO	LIMPIAR EL MONTAJE DEL BOTON

	PUNTA DE LA PIPETA MAL INSTALADA	REVISAR EL MONTAJE DE LA PUNTA DE LA PIPETA, INSTALARA UNA PUNTA DIFERENTE DE ACURDO A LOS PARAMETROS
	INTERFERENCIA EN LA CALIBRACION	RECALIBRAR DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO
	PUNTA CONTAMINADA	INSTALAR PUNTA NUEVA
LA PIPETA PRESENTA INEXACTITUDES CON DETERMINADOS LIQUIDOS	CALIBRACION INADECUADA	RECALIBRAR PIPETA
		AJUSTAR LA CALIBRACION SI SE UTILIZAN LIQUIDOS DE VISCOSIDA ALTA
EL BOTON DE CONTROL NO SE MUEVE SUAVEMENTE PRESENTE ALTA RESISTENCIA AL ACCIONARLO	PISTON CONTAMINADO	LIMPIAR Y LUBRICAR
	SELLO CONTAMINADO	DESENSAMBLAR LA PIPETA LIMPIAR TODOS LO SELLOS O REMPLAZARLOS SI ES NECESARIO
	PISTON DAÑADO	REEMPLAZAR PISTÓN Y LOS SELLOS DEL PISTÓN
	VAPORES DE SOLVENTE HAN ENTRADO EN LA PIPETA	DESENROSCAR LA UNION CENTRAL DE LA PIPETA, VENTILAR LIMPIAR Y LUBRICAR EL PISTÓN

Fuente: El autor

6. BAÑO SEROLÓGICO

En este capítulo se aborda el baño serológico llamados comúnmente baños maría, son equipos utilizados en laboratorios clínicos en general, para mantener la temperatura de las muestras y realizar reacciones químicas que requieren una temperatura específica. Al igual que los anteriores equipos, este posee unas características particulares que conllevan a ejecutar su propio plan de mantenimiento; temas que se expondran en el presente capítulo.

6.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La temperatura seleccionada se consigue gracias al calentamiento de resistencias eléctricas que transfieren calor a un medio que puede ser agua o aceite. Las resistencias están ubicadas en la parte inferior de un tanque herméticamente sellado y construido de material inoxidable para soportar la humedad y la temperatura. La temperatura es ajustada por controles externos y controlada por medio de termo-cuplas, termo-pares, termistores o elementos similares, dependiendo la tecnología y el fabricante del instrumento.

- *Uso y tipos:*

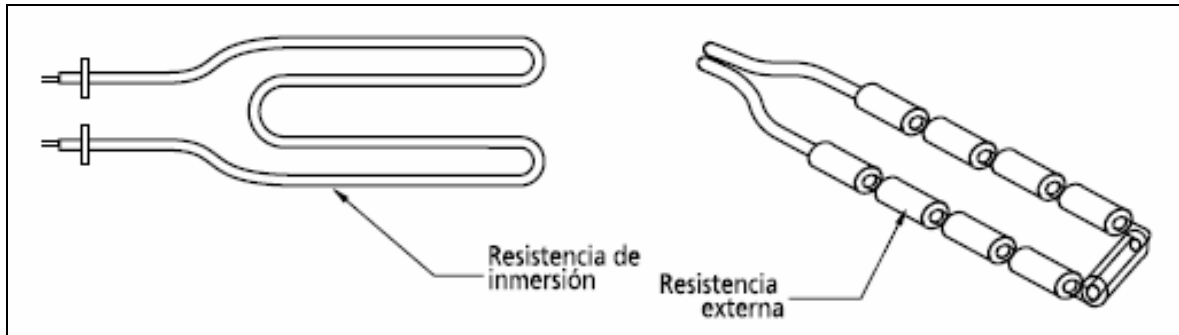
Estos equipos son muy importantes en los laboratorios para activar procesos enzimáticos¹¹, de incubación, de aglutinación, biomédicos y farmacéuticos. Estos procedimientos requieren un ambiente y temperatura especiales para realizar las diferentes técnicas con éxito, por esto se han utilizado diferentes tipos de materiales, como níquel y cromo, para construir las resistencias encargadas de la transferencia de calor. Una característica especial de estos materiales es que pueden ser de inmersión o externas, las primeras instaladas dentro de un tubo que se encuentra inmerso en el líquido y las segundas ubicadas en la parte exterior del

¹¹ Proceso que involucra a las enzimas, proteínas cuya función es catalizar reacciones.

Jairo Iván Díaz Cardenas

tanque aisladas para evitar perdida de energía y transfiriendo el calor por medio de conducción térmica (Ver Figura 30).

Figura 30. Resistencias



Fuente: El autor

Una forma de clasificar los baños María es de acuerdo al rango de temperatura que pueden soportar (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación Baño María

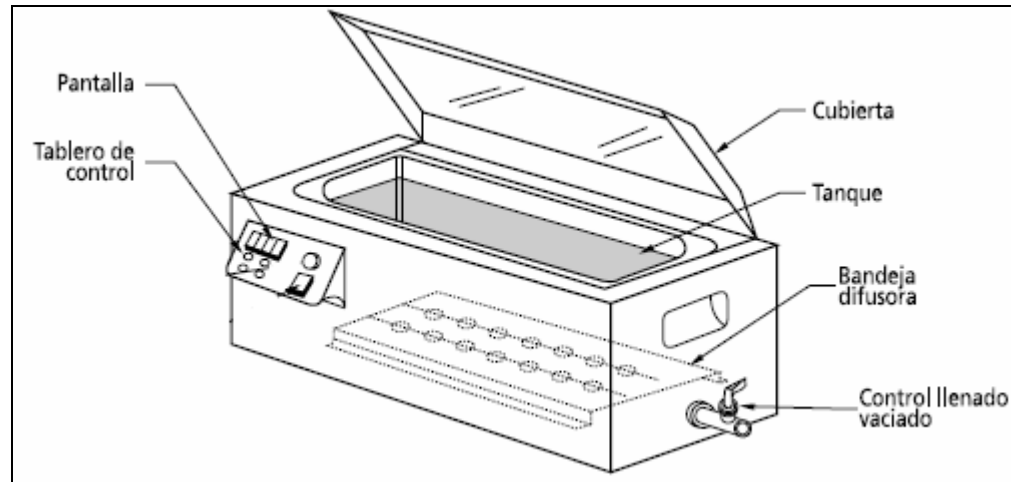
Clase	Rango [°C]	Medio
<i>Baja Temperatura</i>	37-60	Agua
<i>Alta Temperatura</i>	37-275	Aceite
<i>Isotérmicos</i>	37-100	Agua

Fuente: www.indulab.com.co

Jairo Iván Díaz Cardenas

- *Componentes principales*

Figura 31. Componentes principales baño serológico



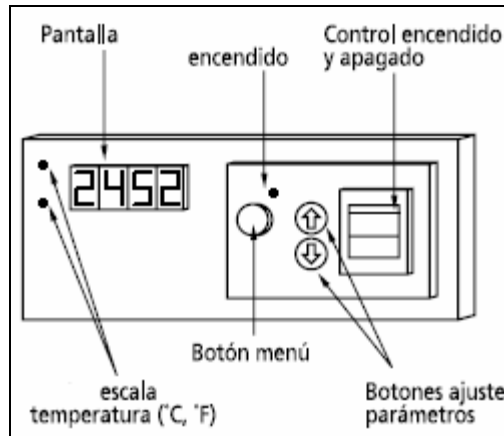
Fuente: www.indulab.com.co

- Cubierta: Es una tapa en la parte superior del equipo que evita el acceso y manipulación de las muestras.
- Tanque: Es el área donde se concentra la temperatura y donde se aloja el líquido.
- Bandeja difusora: Bandeja donde están ubicadas las resistencias y donde se origina el calor.
- Válvula: Es una llave ubicada en la parte inferior del tanque para controlar el llenado y vaciado del tanque.
- Pantalla: Para visualizar la temperatura seleccionada.
- Tablero de control: Los controles de este equipo son muy sencillos por lo general aunque esto depende del fabricante (Ver Figura 32). Los controles mas comunes son:
 - ❖ Interruptor de encendido.
 - ❖ Menú: Para seleccionar temperatura de operación, alarma y escala (°F, °C).
 - ❖ Botones de ajuste. Para ajustar parámetros.
 - ❖ Indicador de escala de temperatura.

Jairo Iván Díaz Cardenas

❖ Indicador de encendido.

Figura 32. Tablero de control baño serológico



Fuente: www.indulab.com.co

• *Uso del Equipo*

- a. Conectar el cable a la red eléctrica y activar el interruptor de encendido.
- b. Ajustar la temperatura de trabajo, cuando se alcance la temperatura deseada, se generará una señal para indicar que se puede utilizar el equipo.
- c. Alojar el recipiente que contiene la mezcla de sustancias que se van a calentar, en el interior del baño, comprobando con un termómetro la temperatura de trabajo. Cuando termine el proceso extraer el recipiente con pinzas lo suficientemente largas, para proteger las extremidades del operador.

• *Mantenimiento Preventivo del operador*

Limpieza y descontaminación

Antes de iniciar con las labores diarias en el laboratorio es indispensable realizar la limpieza a las diferentes partes que conforman el equipo, teniendo en cuenta las recomendaciones a continuación:

1. Desconectar el equipo de la red eléctrica.
2. No manipular el equipo hasta que alcance una temperatura ambiente y no se vallan a presentar quemaduras.

Jairo Iván Díaz Cardenas

3. Limpiar con un paño humedecido primero con agua y luego con alcohol todo el chasis de la máquina, en el que se incluye el tanque, controles y cubierta.
4. Sustituir el agua una vez por semana y en caso que algún cuerpo desconocido caiga dentro de ella. Al final de la semana se debe vaciar el tanque y realizar la limpieza a la bandeja donde se encuentran las resistencias, dejando la cubierta cerrada durante el fin de semana. El primer día de la semana se debe llenar el tanque con el líquido correspondiente hasta el nivel descrito por el fabricante.

- *Recomendaciones extras*

1. Al encenderlo, revisar que el agua destilada este al nivel asignado por el fabricante.
2. Utilizar recipientes de vidrio o de materiales que resistan la temperatura de trabajo, evitando en lo posible los recipientes de plástico.
3. Llenar el baño con agua destilada, ya que el agua habitual posee pequeñas impurezas y acumula capas de carbonato sobre la bandeja de las resistencias, que con el tiempo afectan la transferencia de calor y por consiguiente la temperatura.
4. De utilizarse un termómetro para comprobar la temperatura, este debe suspenderse dentro del agua sin dejar que repose en el fondo del tanque ya que obtendríamos una lectura errónea.
5. Renovar el agua semanalmente.
6. No exceder los límites de temperatura estipulada en la hoja de datos del equipo.

Jairo Iván Díaz Cardenas

6.2 BAÑO SEROLÓGICO (INDULAB)

Figura 33. Baño Serológico INDULAB 09-A



Fuente: El autor

El baño serológico indulab (Ver Figura 33) ha sido construido en acero inoxidable para protegerlo de la corrosión y resistir altas temperaturas, garantizando una larga vida útil. Dicha temperatura se origina gracias al calentamiento de una resistencia plana envolvente, ubicada en la parte externa al tanque y controlada por mandos electrónicos del panel frontal, que permiten seleccionar y regular manualmente la temperatura de trabajo.

6.2.1 Especificaciones técnicas

Alimentación:	110/115 VAC-60Hz
Potencia calorífica:	600 Julios
Temperatura:	37°C a 70°C
Capacidad:	3 Litros
Gradilla:	Circular de 41 tubos 15ml
Chasis:	En acero inoxidable
Control de temperatura:	Electrónico

6.2.2 Protocolo de mantenimiento preventivo

- **Test de inspección y funcionalidad**

1. Consultar al operador del equipo sobre las novedades del funcionamiento del instrumento.
2. Autochequeo: Al encender el equipo, realizar una prueba de autochequeo, en la que los valores indicados en la perilla deben coincidir con los mostrados por el display digital y en el interior del tanque. Los valores encontrados deben tener un margen de error entre $\pm 10\%$ la temperatura de referencia.
3. Chasis: Observar que el exterior del equipo este completo y no presente maltrato debido a golpes y presencia de líquidos y agentes contaminantes.
4. Cable de poder: Examinar que el cable no este quebrado, que el aislamiento este en buen estado y que la clavija o enchufe no presente señales de calentamiento, que los tornillos estén completos y debidamente ajustados; en caso de encontrar anomalías proceder a cambiar la clavija.
5. Toma o fuente de poder: La clavija debe entrar ajustada en el enchufe para que no se recaliente, debe ser con polo de puesta a tierra. En caso de presentar quemaduras o a cambio de color en los orificios de conexión, se debe proceder a cambiarla.
6. Interruptores y fusibles: Revisar que el interruptor de corriente encienda y apague el equipo, que entre con facilidad y que no se quede fijo en ninguna posición. Se recomienda cambiar el fusible de encendido, el cual debe corresponder al valor indicado en la placa del equipo. Por ningún motivo debe colocarse un fusible de mayor valor de corriente.
7. Controles y teclas: Antes de mover cualquier mando de control, tecla o interruptor, verificar con el esquema otorgado por el fabricante su posición y funcionamiento. Verificar las condiciones físicas de todos los controles, que no se hayan girado sobre sus ejes, que la posición de las clavijas coincida con los ciclos de programación. Revisar las teclas de membranas de daños producidas por uñas o marcas de bolígrafos.

Jairo Iván Díaz Cardenas

8. Indicadores y displays: Inspeccionar y confirmar el correcto funcionamiento de todas las luces indicadores, medidores, galgas y displays de visualización de la unidad de control (Véase Figura 34).

Figura 34. Tablero de control Baño serológico Indulab 09-A



Fuente: El autor

- **Test cuantitativo**

1. Exactitud de Temperatura: Revisar que el termostato del equipo se encuentre en buenas condiciones y que funcione correctamente dentro de un rango de temperatura entre 35 °C a 70 °C.
2. Prueba de seguridad: Realizar la prueba de seguridad eléctrica de acuerdo a los siguientes pasos.
 - a. Medir la corriente de falla en operación normal del equipo, la cual no debe ser mayor a 0.5mA y en estado de falla no debe superar 1mA.
 - b. Medir la resistencia del polo a tierra, que no debe ser mayor a 2 ohmios.
 - c. Comprobar que el transformador interno de 9 VDC este funcionando correctamente.

- **Mantenimiento preventivo**

1. Tanque (Ver Figura 35): Para realizar su respectivo mantenimiento, el equipo debe estar apagado y a una temperatura ambiente, para evitar lesiones. Luego de pasar algunos minutos de espera se debe vaciar y limpiar detenidamente el tanque o recipiente donde se encuentra alojada el agua. Se puede utilizar agua y jabón o algún desmanchante como varsol.

Figura 35. Tanque baño serológico Indulab 09-A



Fuente: El autor

2. Rejilla térmica: Aislar la rejilla térmica que se encuentra en el interior del tanque, para limpiar totalmente esta área. Esta rejilla se debe limpiar con agua y jabón frotando suavemente con un cepillo dental hasta que desaparezcan las impurezas. Para realizar el mantenimiento se deben soltar los tornillos que se encuentran en la parte externa del tanque como la muestra la figura 36 y 37.

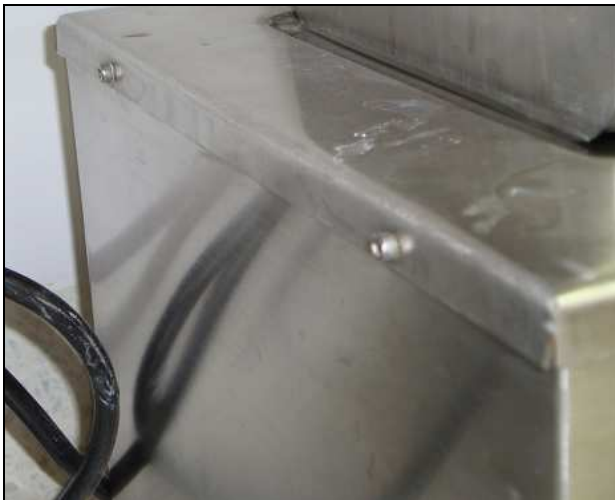
Jairo Iván Díaz Cardenas

Figura 36. Parte derecha



Fuente: El autor

Figura 37. Parte izquierda



Fuente: El autor

3. Tarjeta Electrónica: Para la limpieza de la tarjeta electrónica del equipo se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Extraer la tarjeta del equipo.
- b. Aspirar la tarjeta.
- c. Aplicar limpiador electrónico.

Jairo Iván Díaz Cardenas

d. Ensamblar.

4. Exterior del tanque: Limpiar con alcohol la parte exterior del tanque que esta en contacto con el usuario, para mantener la higiene y disminuir el riesgo de contaminación.

6.3 FALLAS Y POSIBLES SOLUCIONES

Cuadro 4. Fallas y posibles soluciones con el baño serológico

TABLA DE SOLUCION DE PROBLEMAS		
FALLAS/PROBLEMAS	CAUSAS	SOLUCIÓN
NO HAY ENERGÍA ELÉCTRICA	BAÑO MARIA DESCONECTADO	CONECTAR BAÑO MARÍA
	INTERRUPTOR DEFECTUOSO	CAMBIAR INTERRUPTOR
	FUSIBLE DEFECTUOSO	CAMBIAR FUSIBLE
EL BAÑO MARÍA NO CALIENTA	EL CONTROL DE TEMPERATURA DESGRADUADO	GRADUAR EL CONTROL DE TEMPERATURA
	RESISTENCIAS DEFECTUOSAS	REEMPLAZAR RESISTENCIAS
	CONTROL LIMITE DESGRADUADO	GRAUDUAR CONTROL DE LIMITE
LA TEMPERATURA ES SUPERIOR A LA SELECCIONADA	CONTROL DE TEMPERATURA DEFECTUOSO	CAMBIAR CONTROL DE TEMPERATURA
	VERIFICAR SECTOR DE PARAMETROS	
LAS MUESTRAS SE CALIENTAN LENTAMENTE	EL TANQUE ESTA VACIO O CON MUY POCO FLUIDO	LLENAR EL TANQUE HASTA LA MEDIDA RECOMENDADA
LA TEMPERATURA AUMENTA MUY LENTAMENTE	RESISTENCIAS DEFECTUOSAS	REEMPLAZAR RESISTENCIAS
	CONTROL DE TEMPERATURA DEFECTUOSO	CAMBIAR CONTROL DE TEMPERATURA

Fuente: El autor

CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo de grado como soporte para la ejecución de las tareas de mantenimiento en la DMT y el laboratorio de genética de la universidad industrial de Santander, se justifica el desarrollo de esta investigación, ya que el contenido ha sido elaborado con la colaboración de las personas involucradas con los equipos y al compararlo con otros estudios desarrollados por la Organización mundial de la salud, clínicas y hospitales, nos ofrece la confiabilidad de contar con los requisitos organizativos necesarios para continuar con la certificación internacional con que cuenta el laboratorio y convirtiendo el mantenimiento en un proceso rápido y de fácil comprensión por parte del usuario y el técnico. Este trabajo abre el camino para que se desarrollen nuevas investigaciones encaminadas al crecimiento de la universidad, aprovechando el talento humano para mejorar y establecer nuevos servicios, que requieran la integración de diferentes disciplinas y facultades. A partir de esto, la Alianza entre la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, la facultad de salud y la división de mantenimiento tecnológico poseen el desarrollo de una herramienta propia, caracterizada por su claridad y sencillez de aplicación, para cumplir con los requisitos y las normas estipuladas para este tipo de entidades. Por consiguiente con esta investigación, el compromiso de la DMT se ha cumplido a cabalidad y con un desempeño correcto y satisfactorio, quedando a disposición para su manejo dentro del proyecto que se desarrolla e involucra todos los laboratorios y equipos de la universidad.

Inicialmente este trabajo, desde el punto de vista de un usuario, brinda la posibilidad de identificar los instrumentos y conocer: principios de funcionamiento, historiales, mantenimiento preventivo, errores y posibles soluciones de los principales equipos del laboratorio de genética, debidamente escogidos utilizando los siguientes criterios de selección: importancia, cantidad y que cada uno

Jairo Iván Díaz Cardenas

involucre un parámetro de medida diferente, tomando cuatro equipos: centrifuga, pipeta, espectrofotómetro y el baño maría.

La implementación de los protocolos de mantenimiento facilita y agiliza la ejecución de los procedimientos y la respectiva visualización de los resultados en la cobertura del servicio. Anteriormente la ejecución de los mantenimientos, estaba enmarcada por el conocimiento de un procedimiento en particular de cada técnico dentro de la DMT, lo cual requería del tiempo necesario para la familiarización y análisis del equipo, que atrasaba el reintegro de los instrumentos, además no existía control de los métodos ni registro de las reparaciones, que provocaba el desconocimiento de las posibles fallas. Ahora todo se encuentra enmarcado en un solo documento, que proporciona un lenguaje adecuado, aun para usuarios y técnicos sin muchos conocimientos en equipos de laboratorio, en donde el procedimiento se desarrolla paso a paso, sin la necesidad de que el usuario realice algún otro tipo de reparación diferente dentro de la ejecución del mantenimiento.

Existen tres partes básicas para la elaboración de los protocolos de mantenimiento como son: test cualitativo, test cuantitativo y calibración, en los cuales están enmarcados todos los procedimientos particulares, que se deben desarrollar para los diferentes equipos. En la parte netamente electrónica, el mantenimiento se enfoca al cambio de elementos, que por sus características eléctricas tienen una vida útil y por esto se deben mantener en stop los repuestos requeridos para prevenir la falla del equipo y/o superar las emergencias. Un punto importante en el mantenimiento de las tarjetas electrónicas de los equipos, es la identificación de los puntos calientes¹², que se pueden prevenir usando limpiador electrónico y ajustando soldaduras que presenten deterioro.

¹² Se generan cuando hay un mal contacto, una soldadura floja o presenta sulfatación u oxidación.

Jairo Iván Díaz Cardenas

Los principales inconvenientes presentados por la centrífuga son debido a las excesivas velocidades de centrifugación, que en ocasiones superan los límites descritos por el fabricante, por el desbalance y sobrecarga de las muestras a centrifugar, por la utilización de elementos que no son compatibles con la marca y el modelo, por la manipulación del mecanismo de cierre y por mover el equipo cuando se encuentra operación, por estas razones se deben promover los cuidados que debe tener el operador al momento de utilizar el equipo para prevenir fallas que pueden dejarlo fuera de servicio.

El operario que trabaje con el espectrofotómetro debe tener especial cuidado, ya que este equipo trabaja con radiación electromagnética, por lo tanto la tapa del compartimiento de lámparas debe estar completamente cerrada. Además las lámparas utilizadas para emitir las diferentes longitudes de onda, deben ser cambiadas por lo menos cada dos años y se debe mantener un repuesto de cada una en la DMT. Este equipo por su complejidad exige un tratamiento y análisis especial, por el operario y el técnico de mantenimiento.

La calibración de las micropipetas es un ítem importante para medir la exactitud y precisión del equipo, y se debe realizar por lo menos cada 6 meses, para evitar diagnósticos equivocados. Las partes que debido al uso más se deterioran son el anillo y el sello, por lo tanto se deben mantener mínimo 3 repuestos anuales dentro del laboratorio de genética, para realizar la sustitución en cualquier momento.

El baño serológico es un equipo de pocos componentes y fácil operación, pero esta encendido durante toda la jornada de trabajo, lo que provoca un calentamiento excesivo en los cables de alimentación, que aunque son siliconados, pueden llegar a presentar un desgaste que provocaría la desconexión y falla del equipo. La verificación de la temperatura y el consumo de corriente del equipo,

Jairo Iván Díaz Cardenas

permite tener una idea de los elementos que componen el control de temperatura y la alimentación, para pensar en sustituirlos o en dar de baja el equipo.

Por medio de trabajos como este, se consolida la relación y cooperación entre diferentes grupos de trabajo de la universidad, en donde cada uno está basando sus mayores esfuerzos e intereses en convertir a la Universidad Industrial de Santander, en una institución completa e integra, capaz de generar diferentes servicios a disposición de la comunidad. Esto genera que la comunicación entre diferentes escuelas sea mayor y que el enfoque investigativo se incremente para el desarrollo de nuevas herramientas dentro del país.

RECOMENDACIONES

Para este tipo de investigaciones es necesaria mayor inversión y estrategias por parte de las directivas de la universidad y el estado, con el fin de desarrollar nuestras propias herramientas destinadas al servicio de las instituciones públicas y de esta forma no tener que contratar con empresas externas, encargadas de ofrecer servicios que generalmente pueden ser cubiertos internamente.

La integración de las diferentes facultades con que cuenta la institución, es un factor importante para incentivar la investigación y desarrollo, que fortalezcan la universidad, para formar profesionales comprometidos con el desarrollo del país. La concepción de cada equipo en particular y no de un global del laboratorio, la implementación de una hoja de trabajo, la señalización preventiva y de operación, permite mejorar la eficiencia de los equipos, del laboratorio de genética y la DMT, ya que no todos los equipos tienen la misma periodicidad de mantenimiento, no se tiene un estimado del tiempo de trabajo de los instrumentos y se mejora la utilización y organización dentro del laboratorio.

Debido a la fragilidad de los equipos electrónicos del laboratorio, con respecto a los cambios bruscos de tensión y los cortes de energía, se deberían instalar fuentes reguladas de tensión, para prevenir lecturas erróneas y fallas de los componentes electrónicos de los equipos.

Las tareas administrativas y de mantenimiento, son una muestra de la organización y el compromiso social de la universidad, por esto es importante que la institución apoye y difunda este proyecto que apenas comienza, que debido a su complejidad y extensión, necesita de la contribución y cooperación de diferentes áreas del saber.

BIBLIOGRAFÍA

BARGET M., Gallano P. y Tizzano E, Técnicas de biología molecular, Sociedad española de bioquímica clínica y patología molecular, 1998.

DHARAN Murali, Control de calidad en los laboratorios clínicos, Editorial Reverté S.A., 1982.

DE BONA José, Gestión del mantenimiento, Fundación confemetal, no. 1 y 2, pp. 21-51, 1999.

GARCIA Santiago, Organización y gestión integral del mantenimiento, Ediciones Díaz Santos, no. 1,2 y 7, pp. 1-35 189-202, 2003.

GONZÁLES B. Carlos R., Principios de mantenimiento, Postgrado en gerencia de mantenimiento.

GONZÁLES Francisco, Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, Segunda ed., no. 2,3 y4, pp. 27-133,2000.

HERMLE labortechnik, Die universellen Z 300/Z 300K , 2004, [Internet] Visite: <http://www.hermle-labortechnik.de>

INDULAB S.A, [Internet] Visite: <http://www.indulab.com.co>

JEZDIMIR Knezevic, Mantenimiento, Isdefe, 4 Edición, Madrid 1996.

Jairo Iván Díaz Cardenas

LAZO Elvia, Manual de seguridad en laboratorios de microbiología molecular, Departamento de microbiología e inmunología, Universidad autónoma de México, 2004.

LOURIVAL Tavares, Administración moderna del mantenimiento, Novo Polo Publicaciones, 1999.

Manual de calibración, control y buen uso de equipos de laboratorio, Organización Panamericana de la salud, 1995, Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsala/fulltext/calibracion/calibracion.html>.

Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio, Organización panamericana de la salud, 2005, Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/laboratorio/laboratorio.htm>.

Manual de técnicas básicas para un laboratorio de salud, Organización mundial de la salud, 1983.

Manual del auxiliar del laboratorio, MAD-Eduforma.

ROJAS M, Machado R, Ortega R, Operaciones y control de mantenimiento, Universidad Simón Bolívar, 2007.

Manual del operador espectrofotómetros SPECTRONIC® GENESYSTM, Spectronic Instruments, Inc, 1996.

Pipetman® P, Octubre de 2004, [Internet] Visite: www.gilson.com

STANFIELD William D., Teoría de Genética, Serie Schaum, Ed. Mcgraw-Hill, 1998.

ANEXOS

Anexo A. Mantenimiento

A.1 Definición

El concepto de mantenimiento ha ido evolucionando a través de la historia. A finales del siglo XIX los encargados de realizar dicha tarea eran los propios operarios, quienes se encargaban de solucionar los problemas de funcionamiento de los instrumentos. Con la llegada de la revolución industrial y el avance tecnológico, las maquinas fueron cada vez mas complejas y se empezaron a crear los primeros departamentos de mantenimiento, que se ocupaban de reparar las fallas que dejaban fuera de servicio los equipos.

La fiabilidad, concepto que surgió después de la segunda guerra mundial, fue un criterio que implementaron los departamentos de mantenimiento para buscar no solo solucionar los problemas sino aprender a prevenirlos, creando métodos que describían las tareas de mantenimiento necesarias para evitar las fallas. La planificación del mantenimiento exige el aumento del personal y por ende del coste dentro de las instituciones, que comparado con las ganancias en productividad y minimización de las perdidas por averías, se convierte en la elección correcta para empresas e instituciones.

De esta manera podemos definir el mantenimiento como “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, al menor costo y con el mayor rendimiento”.

A.2 Tipos

Debido a que los requerimientos técnicos y de servicios son cada día mayores, existen diferentes tipos de mantenimiento encargados de realizar tareas específicas. A continuación se enumeran los 4 tipos de mantenimiento más comunes:

. Mantenimiento Proactivo: Este tipo de mantenimiento es realizado por el operario del equipo antes de empezar el trabajo diario. Consiste en desarrollar tareas de

Jairo Iván Díaz Cardenas

limpieza, inspección y sobre todo de seguir las recomendaciones del fabricante respecto al uso del equipo. Este mantenimiento es la base para conseguir que un sistema opere correctamente.

. **Mantenimiento Preventivo:** Es el conjunto de tareas que se realizan periódica y sistemáticamente, con el apoyo de un instructivo, para la corrección de los puntos más vulnerables, que permita el aprovechamiento y alargue la vida útil de los equipos.

. **Mantenimiento Predictivo:** Es la medición de los equipos bajo condiciones de operación, para detectar síntomas fuera del estándar. Este diagnóstico se realiza con la ayuda de algoritmos matemáticos y la medición programada de los principales parámetros del equipo.

. **Mantenimiento correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir una falla o avería en el equipo, en el momento que el sistema deja de funcionar. Se clasifica en:

-No planificado: Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

-Planificado: Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

A.3 Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento es también denominado mantenimiento “planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza con base en un plan de mantenimiento periódico de largo plazo, este se obtiene de la experiencia que tiene el personal sobre la operación de los equipos. El fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además en un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la institución.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes del laboratorio.
- Permite a la universidad contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la empresa.

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo requiere de los siguientes pasos:

- a.- Sistema de órdenes de trabajo
- b.- Levantamiento de inventario de equipos
- c.- Elaboración de procedimientos de trabajo
- d.- Historiales de equipos
- e.- Control de materiales y refacciones
- f.- Elaboración de programación de actividades

A.4 Ventajas

Con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo se consiguen las siguientes ventajas:

Jairo Iván Díaz Cardenas

- Confiabilidad: El operario conoce sobre el estado del equipo y las condiciones de funcionamiento.
- Reducción del tiempo muerto: Disminuye el tiempo en el que el equipo se encuentra fuera de servicio.
- Prolongación de la vida útil: Con un adecuado plan de mantenimiento se consigue una extensión de la vida útil de los equipos.
- Planificación de la carga de trabajo: Con la programación de las actividades se consigue uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento.



A.5 Ejecución



Para desarrollar planes de mantenimiento preventivo se deben establecer procedimientos que guíen la verificación, análisis y verificación de las condiciones del equipo medico, con el fin de garantizar la minimización de riesgos al personal encargado y la conservación en condiciones optimas de funcionamiento, sin presentar averías o fallas que limiten y posterguen el servicio o actividades académicas.

Para realizar de manera satisfactoria el programa de mantenimiento preventivo se deben tener en cuenta los siguientes ítems:


- Definir los límites, frecuencia, cobertura del mantenimiento.
- Elegir a las personas que van a llevar a cabo el mantenimiento.
- Clasificar e identificar cada equipo mediante códigos.
- Verificar y repasar el procedimiento.
- Ejecutar.
- Registrar las actividades.

Anexo B. Registros de mantenimiento preventivo

Protocolos de Mantenimiento Preventivo			 
Laboratorio de Genética			
Universidad Industrial de Santander			
Equipo: Centrífuga	Serial: 47970009		Cód. Interno: LGPS17
Marca: Hermle	Modelo: Z-300		Cód. Inventario: 39022
TEST DE INSPECCION Y DE FUNCIONALIDAD			
APROBO	NO APROBO	TEST CUALITATIVO	COMENTARIOS
		CONSULTAR AL OPERADOR DEL EQUIPO	
		CHASIS	
		CABLE DE PODER	
		TOMA O FUENTE DE PORDER	
		CONTROLES Y TECLAS	
		INDICADORE Y DISPLAYS	
		ALARMAS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCION	
		FRENO	
		ACCESORIOS	
APROBO	NO APROBO	TEST CUANTITATIVO	COMENTARIOS
		EXACTITUD DEL TIEMPO	
		EXACTITUD DE VELOCIDAD	
APROBO	NO APROBO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	COMENTARIOS
		LIMPIEZA EXTERIOR	
		MOTOR, ROTOR Y BOMBA	
		ESCOBILLAS, FRENO, JUNTA DE ESTANQUEIDAD Y DE CIERRE	

Protocolos de Mantenimiento Preventivo			
Laboratorio de Genética			
Universidad Industrial de Santander			
Equipo: Espectrofotómetro	Serial: 3N-27193002	Cód. Interno: LGPR22	
Marca: Milton Roy Company	Modelo: Spectronic Genesis 2	Cód. Inventario: 33513	
TEST DE INSPECCION Y DE FUNCIONALIDAD			
APROBO	NO APROBO	TEST CUALITATIVO	COMENTARIOS
		CONSULTAR AL OPERADOR DEL EQUIPO	
		CHASIS	
		MONTAJES Y APOYOS	
		CABLE DE PODER	
		TOMA O FUENTE DE PODER	
		INTERRUPTORES Y FUSIBLES	
		CONTROLES Y TECLAS	
APROBO	NO APROBO	TEST CUANTITATIVO	COMENTARIOS
		CALIBRACION DE LA LONGITUD DE ONDA	
		MEDICION DE LA LINEALIDAD	
APROBO	NO APROBO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	COMENTARIOS
		CELDAS	
		VENTANAS DE COMPARTIMIENTO DE MUESTRAS	
		FILTRO DE AIRE	
		LAMPARA DE TUNGSTENO-HALOGENO	
		ALINEAMIENTO VERTICAL DE LAMPARA DE TUNGSTENO	
		LÁMPARA DE DEUTERIO	

Protocolos de Mantenimiento Preventivo			
Laboratorio de Genética			
Universidad Industrial de Santander			
Equipo: Micropipetas	Serial:	Cód. Interno:	
Marca: Gilson	Modelo: Pipetman P	Cód. Inventario:	
TEST DE INSPECCION Y DE FUNCIONALIDAD			
APROBO	NO APROBO	TEST CUALITATIVO	COMENTARIOS
		CUERPO	
		EYECTOR DE PUNTA	
		PUNTA TITULAR	
		ENSAMBLE DE PISTON	
		ANILLO	
		SELLO	
APROBO	NO APROBO	TEST CUANTITATIVO	COMENTARIOS
		CALIBRACION	
APROBO	NO APROBO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	COMENTARIOS
		LIMPIEZA EXTERIOR, INTERIOR	
		DESCONTAMINACIÓN	
		LUBRICACIÓN	

Protocolos de Mantenimiento Preventivo			
Laboratorio de Genética			
Universidad Industrial de Santander			
Equipo: Baño serológico	Serial: 6179	Cód. Interno: LGPR08	
Marca: Indulab	Modelo: 9-A	Cód. Inventario: 40019	
TEST DE INSPECCION Y DE FUNCIONALIDAD			
APROBO	NO APROBO	TEST CUALITATIVO	COMENTARIOS
		CONSULTAR AL OPERADOR DEL EQUIPO	
		AUTOCHEQUEO	
		CHASIS	
		CABLE DE PODER	
		TOMA O FUENTE DE PODER	
		INTERRUPTORES Y FUSIBLES	
		CONTROLES Y TECLAS	
		INDICADORES Y DISPLAYS	
APROBO	NO APROBO	TEST CUANTITATIVO	COMENTARIOS
		EXACTITUD DE TEMPERATURA	
		PRUEBA DE SEGURIDAD	
APROBO	NO APROBO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	COMENTARIOS
		TANQUE	
		REJILLA TERMICA	
		EXTERIOR DEL TANQUE	
		TARJETA ELECTRÓNICA	

Anexo C. Resumen de inventario equipo laboratorio de genética

INVENTARIO GENERAL EQUIPOS LABORATORIO DE GENETICA				 	
COD. INTERNO	INVENTARIO	USO	EQUIPO	MARCA	SERIAL
LGPS01	46703	R	Analizador Genético ABI PRISM310	Perkin Elmer	100000656
LGPS02	34002	NR	Termociclador PTC 100	MJR	1272
LGPS03	40207	NR	Termociclador GENE AMP 2400	Perkin Elmer	803N6090648
LGPR04	36210	R	Nevera #1	MABE	
LGPR05	33747	R	Nevera #2	ICASA	419
LGPS06	36133	R	Nevera #3	HACEB	L-95112217
LGPS07	36227	R	Freezer	Whirlpool	
LGPR08	40019	NR	Baño serológico #01	Indulab	6179
LGPS09	40018	NR	Baño serológico #02	Indulab	6175
LGPS10	46704	NR	Baño serológico con agitación	Gemini Robbins	70655
LGPS11	40162	NR	Horno de hibridación	Techne	66368-6
LGPS12	3312	NR	Horno de secado	Menilert	796126
LGPR13	27699	R	Incubadora CO2	Lab. Line	0993-2142
LGPS14	40020	NR	Incubadora análoga	WTB Binder	961445
LGPS15	3339	NR	Estufa	HACEB	681480
LGPR16	35587	NR	Centrifuga refrigerada	IEC/Centra MP 4 R	24382450/96
LGPS17	39022	NR	Centrifuga Z300	Hermle	47970009
LGPS18	40161	NR	Microcentrifuga 5410	Eppendorf	5410-02978
LGPS19	36803	NR	Microscopio	Zeiss	982415
LGPS20	37720	NR	Microscopio CH 30	Olympus	6514315
LGPR21	36986	NR	Microscopio invertido CK2	Olympus	6G11139
LGPR22	33513	NR	Spectronic Genesys 2	Milton Roy Company	3N-27193002
LGPR23	37711	NR	Vortex	Heidolph Reax 2000	129656359
LGPR24	47134	NR	Vortex JKMS1S1	JK IKA	3047082
LGPS25	47135	NR	Vortex JKMS1S2	JK IKA	3047108
LGPS26	36664	NR	Cámara de electroforesis	Biorad	62S 02809
LGPS27	36665	NR	Cámara de electroforesis	Biorad	63S 01671
LGPR28	Q53213J	NR	Micropipeta 1000uL	Gilson	H44654Q53213J
LGPR29	P51562K	NR	Micropipeta 200uL	Gilson	H44653P51562K
LGPR30	Q647046*6	NR	Micropipeta 100uL	Gilson	H44652Q647046
LGPR31	Q532095	NR	Micropipeta 1000uL	Gilson	H44654Q532095
LGPR32	Q60332E	NR	Micropipeta 200uL	Gilson	H44653Q60332E
LGPR33	Q60157G	NR	Micropipeta 20uL	Gilson	H44651Q60157G
LGPR34	061840E	NR	Micropipeta 10uL	Gilson	H44807Q61840E
LGPS35	P53992C	NR	Micropipeta 1000uL	Gilson	H44654P53992C
LGPS36	Q591676*6	NR	Micropipeta 200uL	Gilson	H44653Q591676
LGPS37	Q64537G	NR	Micropipeta 20uL	Gilson	H44651Q64537G

LGPS38	Q61856E	NR	Micropipeta 10uL	Gilson	H44807Q61856E
LGPS39	Q647166*6	NR	Micropipeta 100uL	Gilson	H44652Q647166
LGPS40	P51921C	NR	Micropipeta 200uL	Gilson	H44653P51921C
LGPR41	47133	NR	Ph meter 744	Metrohm	17440010 #16111
LGPS42	44819	NR	UPS Ware prestige	EXIGE	P3000LVB311 C0074
LGPS43	40027	NR	Aire acondicionado	York	
LGPS44	36663	NR	Transiluminador	Dotacien	LTR1-1096-4006
LGPR45	42388	NR	Bomba de vacío	E & Q	181
LGPR46	37735	NR	Balanza	Sartorius	PT 1500 70108774
LGPS47	40917	NR	KARYOTYPING	Leica	Q500
LGPR48	26185	NR	Cámara de flujo		
LGPS49	35907	NR	Autoclave	All American	
LGPS50	36149	NR	Agitador mag. placa de calentamiento	SCHOTT	841202
LGPS51	36663	NR	Cámara polaroid	FOTODYNE	5 5334
LGPS52	36148	NR	Agitador universal	SCHOTT	868167
LGPR53	36147	NR	Pipeteador automático	PIPE-AID drumomond	35505
LGPR54	42389	NR	Pipeteador automático	ACCU-JET	11T8783
LGPS55	44825	NR	Impresora Deskjet 1600CM	Hew. Packard	USB7C00766
LGPS56	36666	R	Computador	Macintosh 63	USB7C00766
LGPS57	40160	NR	Impresora Laserjet 1100	Hew. Packard	USB7B009941
LGPR58	2-95J10	NR	Pipeteador automático	VWR scientific	53489-706
LGPR59	86591	NR	Termómetro	TAYLOR	05a-03
LGPR60	86592	NR	Termómetro	TAYLOR	05a-04
LGPS61	86589	NR	Termómetro	TAYLOR	05a-05
LGPS62	86590	NR	Termómetro	TAYLOR	05a-06
LGPS63	36666	NR	Fuente de poder	Bio.rad	165-5050
LGPS64	39458	NR	Estabilizador de 1500 VA	ENERGEX	
LGPS65	39406	NR	Teléfono	General	69HMLA-22680
LGPS66	41961	NR	Estabilizador automático de voltaje	Magon	
LGPR67	56666	NR	Regulador de CO2		
LGPR68	19321	NR	Filtro con membrana	Nalgene	
LGO69	40159	R	Computador Pentium intel	Hyundai Delux Scan 14	MDOHAG11214677
LGO670	41638	NR	Impresora Deskjet 670	Hew. Packard	CN82A111F2
LGO671	41618	NR	Fax	Brother	A87785263
LGO672	35905	NR	Maquina de escribir	Brother	GX-8750
LGO673	37293	NR	Impresora Deskjet 820	Hew. Packard	US-6
LGO674	37314	NR	Microcomputador Portátil	Compaq presario 1000	
LGO675	37696	NR	Estabilizador de voltaje	Energex	
LGO676	40027	NR	Aire Acondicionado	PANASONIC	
LGO677	41639	NR	Estabilizador 1000w		
LGO678	40028	NR	Grabadora	SONY	CFD-V10
LGO679	41637	NR	Copiadora	XEROX	
LGPS67	73874	NR	Computador	DELL	OU7670
LGO680	73873	NR	Computador	DELL	
LGPR69	62775	NR	Genesys 10uV	Thermo electron corp.	262H193001
LGO681	60223	NR	Impresora	DELL 1700	4505-0d3