

**“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS APLICADO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
LOS EQUIPOS BIOMEDICOS TIPO EN LA FUNDACIÓN HOSPITAL SAN PEDRO.”**

ANA LORENA DE LA CRUZ LÓPEZ

**Directores
ING. JOSÉ DOLORES RODRIGUEZ M.
ING. ESTEBAN EFRAÍN ACOSTA M.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2007**

**“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS APLICADO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
LOS EQUIPOS BIOMEDICOS TIPO EN LA FUNDACIÓN HOSPITAL SAN PEDRO.”**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniería
Electrónica**

ANA LORENA DE LA CRUZ LÓPEZ

**Directores
ING. JOSÉ DOLORES RODRIGUEZ M.
ING. ESTEBAN EFRAÍN ACOSTA M.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2007**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Octubre de 2007

***Al Señor Todopoderoso:
Luz de la mañana y
estrella de la noche
Mi Escudo y Mi Guía***

AGRADECIMIENTOS

A Mi Dios Todopoderoso, por ser la luz de mí camino, Quien consintió que culminara esta etapa a satisfacción.

A mi madre y hermanos, por ser ellos en mi vida el símbolo del coraje y la lucha incansable.

A Alejandro, mi fortaleza y callado.

A mi hijo Julian, el motor de mi vida.

Al Ingeniero José Dolores Rodríguez Martínez por todo el apoyo y confianza depositada en mí durante toda la carrera universitaria.

A la Ingeniera Doris Martínez Ricaurte, pues sin su apoyo no habría sido posible la realización de este proyecto.

A Paola, Secretaria de Ingeniería Electrónica por su apoyo y amistad.

A TECHMEDIC, por brindarme la oportunidad de realizar junto a ellos el desarrollo de este proyecto.

A la Fundación Hospital San Pedro, por acogerme tan solidariamente en su Institución.

A las demás personas que directa o indirectamente influyeron en el desarrollo satisfactorio de este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo compila las actividades desarrolladas de un estudio de tiempos y movimientos sobre las necesidades formativas en el campo del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos de la Fundación Hospital San Pedro. Al mismo tiempo proporciona una visión general de la situación actual de los procesos realizados en cuanto al mantenimiento preventivo de los equipos y los tiempos requeridos por los operarios en ejecutar las actividades para dicho mantenimiento.

Dentro del desarrollo, se presentan los tiempos estándar para el proceso de mantenimiento de cada equipo tipo, la documentación elaborada, y los factores que afectaron el correcto desarrollo de los mismos, así como también las recomendaciones a tomar para optimizar los tiempos empleados en desarrollar cada proceso.

Al final se incluyen actividades adicionales de mantenimiento preventivo y correctivo ejecutados en diferentes equipos médicos de la institución.

ABSTRACT

The present work present the developed activities coming from a time and movement study about the formative necessities on the biomedical devices preventive maintenance, which are property of the San Pedro Hospital Foundation. At same time it gives a global vision about the actual situation of the developed process at the preventive maintenance of the equipment and times required by operators to fulfil activities for aforementioned maintenance.

Inside develop work, standard times for the maintenance process by each biomedical devices selected, documentation, the development facts of these ones, are showed. Recommendations are granted in this work to optimize the maintenance time on each process.

At the end, additional activities are included about preventive and corrective maintenance, executed on a different kind of medical equipment appertaining to the institution.

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1, Acuerdo N° 324 de Octubre 11 de 1966
emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. REFERENTES DEL PROYECTO	2
1.1 TITULO	2
1.2 MODALIDAD	2
2. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
3. MARCO REFERENCIAL	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL	4
3.2 MARCO LEGAL	7
4. METODOLOGÍA	9
5. DIAGNOSTICO PROCESO ACTUAL DE MANTENIMIENTO	11
5.1 DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS.	11
5.2 SEGURIDAD INDUSTRIAL	14
5.3 PROCESOS DE MANTENIMIENTO	17
5.3.1 Diagnóstico centrífuga	17
5.3.2 Diagnóstico microscopio	27
5.3.3 Diagnóstico monitor de signos vitales	33
5.3.4 Diagnóstico electrocardiógrafo	40
5.3.5 Diagnóstico incubadora infantil estacionaria	45

5.3.6	Diagnóstico succionador	51
6.	PROPUESTAS DE NUEVOS MÉTODOS	57
6.1	CONDICIONES DE TRABAJO	57
6.2	PROPUESTA CENTRÍFUGA	61
6.3	PROPUESTA MICROSCOPIO	63
6.4	PROPUESTA MONITOR DE SIGNOS VITALES	65
6.5	PROPUESTA ELECTROCARDIÓGRAFO	67
6.6	PROPUESTA INCUBADORA INFANTIL ESTACIONARIA	68
6.7	PROPUESTA SUCCIONADOR	69
7.	ACTIVIDADES ADICIONALES	71
8.	CRONOGRAMA	76
9.	CONCLUSIONES	78
10.	RECOMENDACIONES	79
	BIBLIOGRAFÍA	80

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Calificación de la actuación del operario	5
Tabla 2.	Número de ciclos a observar utilizando el criterio de la General Electric	20

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Especificaciones Técnicas Agitador de Manzini	71
Cuadro 2.	Especificaciones Técnicas Succionador	71
Cuadro 3.	Especificaciones Técnicas Agitador de Manzini	72
Cuadro 4.	Especificaciones Técnicas Agitador de Manzini	72
Cuadro 5.	Especificaciones Técnicas Lámpara de Fototerapia	73
Cuadro 6.	Especificaciones Técnicas Fuente de Luz	73
Cuadro 7.	Especificaciones Técnicas Máquina de Anestesia	74
Cuadro 8.	Especificaciones Técnicas Lámpara Cielítica	74
Cuadro 9.	Especificaciones Técnicas Succionador	75

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales	6
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de una centrífuga	19
Figura 3. Efectos de la fatiga sobre el rendimiento	21
Figura 4. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de una centrífuga	24
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de un microscopio	27
Figura 6. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de un microscopio	31
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de un monitor de signos vitales	35
Figura 8. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de un monitor de signos vitales	38
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de un electrocardiógrafo	40
Figura 10. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de un electrocardiógrafo	43
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de una incubadora infantil estacionaria	45
Figura 12. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de una incubadora infantil estacionaria	49
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de un succionador	52
Figura 14. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de un succionador	55
Figura 15. Superficies normal y máxima de trabajo en el plano horizontal	61
Figura 16. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de una centrífuga	62
Figura 17. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de un microscopio	64
Figura 18. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de un monitor de signos vitales	66
Figura 19. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de un electrocardiógrafo	67
Figura 20. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de una incubadora infantil estacionaria	68

Figura 21. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de un succionador

INTRODUCCIÓN

La salud constituye un tópico fundamental en una comunidad y en particular para cada persona, puesto que aquí se comprenden derechos inalienables de los individuos, y que por lo tanto requieren de servicios de excelente calidad. Un aspecto fundamental constituye el mantenimiento y control de los equipos biomédicos, ya que el uso de éstos mejora en gran medida la precisión en los procesos médicos y ofrece confianza a los usuarios.

Hoy día, la gestión del mantenimiento biomédico¹ supone no sólo una parte importante del presupuesto de las instituciones de salud, sino que además se hace fundamental para conseguir la eficiencia de los equipos y por tanto del proceso productivo.

El presente trabajo busca reestablecer la importancia de involucrar el “proyecto” como unidad básica de análisis de la rutina de gestión y herramienta esencial en la planeación estratégica. Este proyecto basado en el estudio de tiempos y movimientos se establece como herramienta para el proceso de toma de decisiones en cuanto al control sistemático de los costos generados por las actividades de mantenimiento preventivo a los equipos biomédicos de la Fundación Hospital San Pedro.

El desarrollo del proyecto se basa en realizar un análisis de los métodos utilizados y el tiempo empleado en los procedimientos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos de la Fundación, así como también de las necesidades y carencias formativas en esta área, para establecer nuevas técnicas que aseguren niveles de rendimiento y desempeño óptimo del trabajo realizado en mantenimiento de forma que se economicen movimientos y tiempos de ejecución, sirviendo para la gerencia, como base de información para estudios económicos que permitan una mejor asignación y aprovechamiento de los recursos, garantizando su sostenibilidad y el logro del objetivo social de la Fundación.

¹ Ministerio de la Protección Social. Guía práctica para la acreditación en salud. Bogotá, Colombia. 2005. p.42

1. REFERENTES DEL PROYECTO

1.1 TÍTULO

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS APLICADO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS BOMÉDICOS TIPO EN LA FUNDACION HOSPITAL SAN PEDRO.

1.2 MODALIDAD

Este proyecto se encuentra dentro de la modalidad de Pasantía laboral, estipulada en el Artículo 1º del Acuerdo N° 043 de 2002, Reglamento de Trabajo de Grado en la Facultad de Ingeniería.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un estudio de tiempos y movimientos del mantenimiento preventivo realizado a los equipos biomédicos tipo de las áreas de Imágenes Diagnósticas, Neonatos, Laboratorio Clínico y Cirugía, bajo la supervisión del personal encargado del área de mantenimiento de la Fundación Hospital San Pedro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar los protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos que se encuentran en las áreas a estudiar, y diseñar las hojas de vida de los mismos.
- ✓ Examinar y analizar los métodos y movimientos realizados en la ejecución del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos tipo del Hospital.
- ✓ Realizar la medición del tiempo de trabajo de mantenimiento, mediante la selección y cronometraje del mismo, para medir el rendimiento de los operarios del área de mantenimiento y generar recomendaciones encaminadas a optimizar estas actividades.
- ✓ Ejecutar actividades de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos tipo a estudiar.
- ✓ Analizar los datos de estudio y plantear un método que permita economizar tiempos y movimientos de trabajo para la optimización de los procedimientos desarrollados en el mantenimiento preventivo de los equipos.

3. MARCO REFERENCIAL

Para el presente proyecto se enlista una serie de conceptos y normas para garantizar la comprensión del observador.

3.1 MARCO CONCEPTUAL

- ✓ **Estudio de tiempos** actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.
- ✓ **Estudio de movimientos.** análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.
- ✓ **Equipo biomédico.** El equipo biomédico es todo un aparato o máquina operacional ó funcional que reúne piezas eléctricas, electrónicas, mecánicas y/o híbridas desarrolladas para prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación en salud.
- ✓ **Diagrama de flujo.** Representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye información considerada deseable para el análisis de un proceso.
- ✓ **Elementos.** Parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta por uno o más movimientos fundamentales del operador o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje.
- ✓ **Centrífuga.** Máquina que pone en rotación una muestra para poder separar sus fases (generalmente una fase sólida de una líquida) a través de la fuerza centrífuga que se genera.
- ✓ **Microscopio.** Instrumento utilizado para obtener una imagen aumentada de objetos minúsculos o detalles muy pequeños de los mismos; consiste en dos sistemas de lentes, el objetivo y el ocular, montados en extremos opuestos de un tubo cerrado, que forman una imagen real aumentada del objeto examinado
- ✓ **Succionador.** Equipo portátil designado para succión de propósito general usado para remover secreciones y aspiración de tejidos respetando tejidos vitales por método invasivo.
- ✓ **Incubadora infantil estacionaria.** Aparato provisto de una cámara aislada que mantiene a una temperatura constante en atmósfera controlada a un recién nacido prematuro para continuar su desarrollo normal. Este equipo electromédico diseñado para contener un bebé tiene secciones transparentes que permiten observarlo.

- ✓ **Monitor de signos vitales.** Instrumento electrónico capaz de captar las señales cardíaca, respiratoria, de temperatura, de presiones invasiva y no invasiva, de oximetría de pulso y presentar los valores digitales y curvas obtenidas en la pantalla de un monitor.
- ✓ **Electrocardiógrafo.** Equipo capaz de detectar las actividades del corazón y reproducir un gráfico grabado como respuesta de un voltaje en el tiempo.
- ✓ **Operación.** Indica las principales fases del proceso, método y procedimientos. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.
- ✓ **Inspección.** Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la calidad.
- ✓ **Transporte.** Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
- ✓ **Espera.** Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
- ✓ **Almacenamiento.** Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.
- ✓ **Calificación operario.** Técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea, para otorgar la calificación de los operarios, los cálculos realizados en este proyecto se basaron en los valores mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Calificación de la actuación del operario

HABILIDAD			ESFUERZO			<i>Habilidad.</i> Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador <i>Esfuerzo.</i> Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad. <i>Condiciones.</i> Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación <i>Consistencia.</i> Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.
A	Habilísimo	+ 0.15	A	Excesivo	+ 0.15	
B	Excelente	+ 0.10	B	Excelente	+ 0.10	
C	Bueno	+ 0.05	C	Bueno	+ 0.05	
D	Mediano	0.00	D	Medio	0.00	
E	Regular	- 0.05	E	Regular	- 0.05	
F	Malo	- 0.10	F	Malo	- 0.10	
G	Torpe	- 0.15	G	Torpe	- 0.15	
CONDICIONES			CONSISTENCIA			
A	Buena	+ 0.05	A	Buena	+ 0.05	
B	Media	0.00	B	Media	0.00	
C	Mala	- 0.05	C	Mala	- 0.05	

Fuente: GARCIA, Roberto. p. 210, Estudio del Trabajo, 2005

- ✓ **Suplemento.** Tiempo que se concede al trabajador con objeto de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que son partes regulares de la tarea. La figura 1 representa un sistema de suplementos por descansos en porcentaje de los tiempos normales adoptado en este proyecto.

Figura 1. Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales

Instituto de la Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de Organización" Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.					
1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas		
	Hombres	Mujeres	(calor y humedad)		
Sup. por necesidades personales			Índice de enfriamiento en el termómetro		
Sup. base por fatiga	5	7	Húmedo de – suplemento		
	4	4	Kata (milicalorias/cm ² /segundo)		
2. suplementos variables			16	0	
	Hombres	Mujeres	14	0	
A. Sup. por trabajar de pie	2	4	12	0	
			10	3	
B. Sup. por postura anormal:	0	1	8	10	
Ligeramente incómoda	2	3	6	21	
Incómoda (inclinado)			5	31	
Muy incómoda (acostado, estirado)	7	7	4	45	
			3	64	
			2	100	
C. Uso de la fuerza de la energía muscular (levantar, tirar, empujar)			F. Concentración intensa		
				Hombres	Mujeres
Peso levantado por Kilogramo			Trabajos de cierta precisión		
				0	0
2.5	0	1	Trab. de precisión o fatigosos		
5.0	1	2		2	
7.5	2	3	Trab. de gran precisión o muy fatigosos		
10.0	3	4		5	5
12.5	4	6	G. Ruido		
15.0	5	8	Continuo		
17.5	7	10		0	0
20.0	9	13	Intermitente y fuerte		
22.5	11	16		2	2
25.0	13	20 (máx)	Intermitente y muy fuerte		
30.0	17	--		5	5
33.5	22	--	Estridente y fuerte		
			H. Tensión Arterial		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		1	1
Bastante por debajo	2	2	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		
Absolutamente insuficiente	5	5		4	4
			Muy complejo		
				8	8
			I. Monotonía		
			Trabajo algo monótono		
				0	0
			Trabajo bastante monótono		
				1	1
			Trabajo muy monótono		
				4	4
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido		
				0	0
			Trabajo aburrido		
				2	2
			Trabajo muy aburrido		
				5	5

Fuente: GARCIA, Roberto. p. 228, Estudio del Trabajo, 2005

- ✓ **Mantenimiento preventivo.** Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.
- ✓ **Mantenimiento correctivo.** Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento se puede contemplar dos tipos de enfoques: el primero es el mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo), el cual se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla. El segundo es el mantenimiento curativo (de reparación), el cual se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.
- ✓ **Cronometraje con retroceso a cero.** Mediante un cronómetro se realiza la medición del tiempo de la operación, de tal manera que cuando se termina un elemento se retorna a cero para el inicio de medición del siguiente elemento.
- ✓ **Tiempo elemental.** Es el tiempo promedio de los elementos.
- ✓ **Tiempo normal.** Es el tiempo resultante del producto entre el tiempo elemental y la valoración del operario.
- ✓ **Tiempo tipo o estándar.** Tiempo que se concede para efectuar una tarea. En el cual están incluidos los tiempos normales de los elementos y los valores de los suplementos.
- ✓ **Seguridad industrial.** Aplicación de técnicas para la reducción, control y eliminación de los accidentes y enfermedades de trabajo.

3.2 MARCO LEGAL

- ✓ **Decreto 2174 de 1996.** De la Evaluación de la tecnología Biomédica.²

Art. 16. De acuerdo con las normas que al respecto expida el Ministerio de Salud, las Entidades Promotoras de Salud y entidades que se asimilen y los Prestadores de Servicios de Salud deberán realizar en forma permanente evaluaciones de la tecnología biomédica que utilicen en la prestación de los mismos.

- ✓ **Resolución 434 de 2001 Capítulo II.** De la Evaluación de la tecnología Biomédica.³

Art. 8. Se entiende por evaluación de tecnología biomédica los procedimientos que permiten establecer la calidad, el costo - efectividad, la factibilidad, la conveniencia y la aplicabilidad de una tecnología para la prestación de servicios de salud.

² Marco Conceptual y Normativo de la Tecnología [en línea]. <http://www.minsalud.gov.co>

³ Ibid.

Art. 9. Aspectos de la evaluación de la tecnología biomédica a tener en cuenta son: epidemiológico y sanitario, técnico y económico.

- ✓ **Ley 100 De 1993. Decreto 1769 De 1994.** De la dotación hospitalaria⁴

Art. 191: Los municipios deberán dar prioridad en su asignación de recursos de inversión al fortalecimiento de la dotación básica de equipo y de personal.

Art. 1: La dotación hospitalaria comprende el equipo industrial de uso hospitalario, equipo biomédico, los muebles para usos administrativo y para uso asistencial y los equipos de comunicación e informática

- ✓ **Ley 100 de 1993. Decreto 1769 de 1994.** Del mantenimiento⁵

Art. 189: Los hospitales públicos y privados que realicen contratos con la Nación o con entidades que superen el 30% de sus ingresos totales deberán destinar un mínimo del 5% de su presupuesto total a las actividades de mantenimiento de la infraestructura y dotación hospitalaria.

⁴ *Ibíd.*

⁵ Marco Conceptual y Normativo de la Tecnología [en línea]. <http://www.minsalud.gov.co>

4. METODOLOGÍA

El presente proyecto de pasantía tuvo por enfoque, la realización de un estudio de tiempos y movimientos aplicado a los procedimientos realizados en el mantenimiento preventivo de los equipos médicos tipo de las áreas de Imágenes Diagnósticas, Neonatos, Laboratorio Clínico y Cirugía, las cuales se encuentran ubicadas en las instalaciones de la Fundación Hospital San Pedro.

La metodología utilizada se basó en el método científico descriptivo correlacional⁶ en el cual mediante la experiencia directa de trabajo sobre las realidades de hecho, se determinó el grado en el que las variaciones de los métodos de trabajo influyen en el tiempo de ejecución de los procesos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos, con el análisis de esta información se generó una serie de recomendaciones que afectaban al método con el fin de mejorar los tiempos del proceso.

En primera instancia se analizó los problemas a los cuales se enfrentaban los operarios y que afectaban los procedimientos de mantenimiento preventivo de los equipos, estos problemas se enmarcaron en tres puntos de vista, el de documentación de procedimientos, el de seguridad industrial y condiciones de trabajo y, el de procesos de mantenimiento.

En el primer punto de vista se estudiaron las causas que originaron el problema de la falta de documentación de los equipos biomédicos, pues sin esta documentación no se podía iniciar el estudio para evaluar los procesos que ejecutaban los operarios de mantenimiento. Para solucionar preventivamente este problema se crearon y/o actualizaron los registros permanentes de los equipos, comenzando con una visita técnica a las áreas de servicio para levantar el inventario técnico, físico y real de los equipos, con esta información se actualizó las hojas de vida en un nuevo formato más detallado; mediante investigaciones sobre las características de los equipos y modelos de mantenimiento ejecutados en estos, se crearon los protocolos de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos que conformaban cada área de servicio, a excepción de aquellos equipos que no pertenecían directamente a la institución.

En el segundo punto de vista se analizaron las condiciones de trabajo a las cuales estaban sometidos los operarios del área de mantenimiento, ya que estas inferían mucho en la ejecución de los procesos de mantenimiento preventivo de los equipos, además de ser generadoras de tiempo inproductivo dentro del ciclo de operación.

Para el tercer punto, se realizó un estudio de métodos, en el cual se evaluaba los procedimientos ejecutados por el personal encargado de realizar mantenimiento a los equipos biomédicos, indicando las fallas más frecuentes en que incurrían y que afectarían el tiempo del ciclo. Esta evaluación se realizó mediante la observación directa, se examinaron las características de los métodos utilizados, y si estas eran metódicas en equipos similares, los procedimientos fueron descritos en diagramas de flujo para su análisis, detallando tiempo y secuencia de ejecución, además de registrar los elementos

⁶ TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación Científica. México, D.F. 2002. p. 36

que afectaban el desarrollo del proceso. En este mismo punto se realizó un estudio de tiempos, en el cual mediante un análisis estadístico, se determinó el tiempo estándar que debería durar el ciclo con las condiciones actuales de trabajo y sin elementos que no sean comunes o propios del ciclo de trabajo. El estudio de tiempos presentaba una idea del tiempo improductivo que se estaba generando en los procesos de mantenimiento preventivo a los equipos biomédicos.

Con esta antesala, se diagnosticaron los problemas que estaban generando tiempos ociosos y fatiga en los operarios, tomando en cuenta todos estos factores, se formuló un método que presentaba una serie de recomendaciones encaminadas a optimizar los procedimientos desarrollados en el mantenimiento preventivo de los equipos médicos, atacando los tres puntos problemáticos. En cuanto a los registros de hojas de vida y protocolos de mantenimiento se realizaron unas mejoras con el fin de brindar a los operarios unas guías de mayor calidad para el desarrollo y verificación del proceso. Con respecto a las condiciones de trabajo y a la seguridad industrial se plantearon una serie de recomendaciones para mejorar el área de trabajo y por tanto incrementar la eficiencia de los procesos.

Mediante la realización de actividades de mantenimiento, se probó la efectividad de organizar o ejecutar de manera diferente los procedimientos tal como se estaban llevando, escogiendo aquel método que mejor se adaptaba a las condiciones establecidas. Este método se midió bajo los parámetros de los métodos utilizados por los operarios, utilizando el tiempo que tardan en realizar las actividades e implementándolo en el nuevo método para calcular el ritmo de trabajo como si fueran los operarios los ejecutaron el método. La razón por la que no se midió el tiempo real utilizando el nuevo método fue porque primero era necesario adiestrar a los operarios en el nuevo proceso hasta que lo metodicen para poder medir su rendimiento real, esto conllevaría a un incremento en el tiempo estipulado para el desarrollo de este proyecto de grado.

El beneficio del nuevo método se observa en la comparación de los tiempos de ejecución de los ciclos indicados en los diagramas de flujo de proceso.

Además de lo anteriormente mencionado, durante el transcurso del proyecto se realizaron actividades de mantenimiento preventivo y correctivo a diferentes equipos médicos, documentando los procesos en los reportes correspondientes; también se colaboró con la actualización de los formatos de hojas de vida para los demás equipos médicos de la institución, con razón de la visita de habilitación del Instituto Departamental de Salud⁷.

Bimestralmente se presentaron informes técnicos detallando las actividades realizadas en el transcurso de cada periodo.

⁷ Marco Conceptual y Normativo de la Tecnología [en línea]. <http://www.minsalud.gov.co>

5. DIAGNOSTICO PROCESO ACTUAL DE MANTENIMIENTO

En esta etapa se analizó la forma como se realizaban los procesos de mantenimiento de los equipos médicos y se evaluó bajo tres perspectivas, desde el punto de vista de documentación de procedimientos estandarizados, seguridad industrial y procesos de mantenimiento.

5.1 DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS.

Bajo una investigación realizada a las áreas estudiadas se encontró que la documentación requerida para la evaluación del equipamiento biomédico era obsoleta, esta información fue arrojada después de una visita técnica dirigida a cada una de las áreas, las cuales indicaban como carta de presentación de los equipos médicos, una hoja de vida que contenía un bajo perfil de las características físicas, funcionales, técnicas, clínicas y económicas requeridas como criterios de evaluación de tecnología biomédica, el historial de fallas se presentaba en la misma hoja con saltos cronológicos significativos en su contenido, no existían protocolos de mantenimiento preventivo, ni rutinas de mantenimiento correctivo; algunas áreas presentaban para algunos equipos un reporte de mantenimiento el cual no era constante en la frecuencia de realización de las actividades preventivas. Los formatos que se utilizaban para las hojas de vida de los equipos biomédicos y el registro de los procesos de mantenimiento se presentan en el anexo A.

Tomando en cuenta la importancia que representaba estandarizar los pasos y procedimientos de la conservación y mantenimiento de los equipos médicos mediante una evaluación bibliográfica sistemática e integral, tanto para el estudio realizado como para la planeación y control del equipamiento biomédico, se propuso actualizar la información referente a la tecnología biomédica en uso en las áreas especificadas.

Se levantó el inventario técnico, real, físico y funcional de cada una de las áreas pues era el primer registro descriptivo permanente de los equipos, sobre el cual se basaba la planeación, programación, adquisición de partes y ejecución de acciones operativas propias del área de Mantenimiento; además que servía como herramienta de análisis para seleccionar los equipos a los cuales se iba a aplicar el estudio, en este caso se escogió aquellos que eran más representativos para cada área ya sea por número de ejemplares o por utilidad del servicio.

Una vez levantado el inventario técnico se actualizó las hojas de vida de los equipos médicos, siguiendo un formato propuesto por el Ingeniero Esteban Acosta, en el cual se especificaban las características requeridas para este tipo de documento. La información contenida en este registro fue extraída del inventario técnico, y además fue necesario investigar y analizar características de clasificación internacional para completar dicha información, entre las que se encuentran el riesgo asociado al uso del equipo, tecnología de funcionamiento y aplicación. El formato utilizado se indica en el anexo A de este proyecto.

Como el estudio requería una base metodológica y normalizada para el análisis del método de trabajo, se generó un protocolo de mantenimiento preventivo, ya que este tipo de documento se

considera como una guía para la ejecución de acciones técnicas de los procedimientos propios de esta clase de mantenimiento sobre los equipos biomédicos. Para ello se recolectó una serie de datos sobre los métodos utilizados en la realización del mantenimiento preventivo a los equipos de cada una de las áreas y, se universalizó de tal forma que fueran aplicables en equipos de diferentes marcas y modelos; también se tomó en cuenta los equipos que no constituían propiedad directa del Hospital, y a estos no se les generó protocolos, puesto que las empresas responsables de su mantenimiento utilizaban unos propios. El formato propuesto se presenta en el anexo A de este proyecto en el cual se identifican un encabezado con la presentación del documento, datos de identificación física del equipo y ubicación en donde opera; en el cuerpo del documento se presenta casillas de frecuencia de mantenimiento, los procedimientos de la operación enfrente de los cuales se encuentran unas casillas para marcarlas cada vez que se ejecutaba la actividad, unos cuadros para escribir las herramientas empleadas y un cuadro para anotar las observaciones encontradas; al pie del documento se presenta un cuadro que contiene los datos del personal que realizó el trabajo, la persona que recibió y verificó el trabajo realizado, la fecha en que se ejecutó y el tiempo de ejecución.

A continuación se presentan los procedimientos propuestos en los protocolos de mantenimiento preventivo para los equipos estudiados.

➤ **Centrífuga.**

- Examine las condiciones del área donde opera el equipo.
- Limpie las superficies externas.
- Revise que todos los accesorios estén presentes y firmes
- Limpie las superficies internas del equipo.
- Revise las conexiones eléctricas, internas y externas
- Revise los componentes electrónicos y el sistema de control
- Examine perillas de control y señalizaciones
- Revise el funcionamiento del motor y sus componentes, cambie escobillas y lubrique si es necesario según las especificaciones del fabricante.
- Verifique que los rangos de velocidad y tiempo estén dentro de las especificaciones del equipo.
- Examine el sistema de frenado y mecanismos de seguridad
- Realice pruebas de funcionamiento final.

➤ **Microscopio.**

- Examine las condiciones del área donde opera el equipo.
- Limpie las superficies externas.
- Limpie las superficies internas a excepción del sistema óptico
- Revise la integridad del sistema eléctrico
- Limpie el sistema óptico (oculares, tubo, objetivos, condensador y fuente de iluminación)
- Compruebe y ajuste apertura del diafragma, iris y montaje del condensador
- Verifique el funcionamiento de los tornillos macro, micrométricos y de desplazamiento mecánicos
- Lubrique el sistema mecánico
- Realice pruebas de funcionamiento final.

➤ **Monitor de Signos Vitales.**

- Examine las condiciones del área donde opera el equipo.
- Limpie las superficies externas e internas.
- Revise el sistema eléctrico y electrónico.
- Revise el nivel de voltaje de las baterías.
- Revise la bomba neumática, reemplácela si es necesario.
- Verifique el funcionamiento del selector de derivaciones.
- Verifique los parámetros de ECG, pulso de oximetría, respiración y temperatura.
- Verifique los parámetros de medida de presión de sangre, SpO2 y gas.
- Compruebe la velocidad, linealidad y centrado de trazo.
- Compruebe el brillo y el enfoque del trazo.
- Verifique el funcionamiento del sistema de alarmas en cada módulo.
- Realice pruebas de funcionamiento final.

➤ **Electrocardiógrafo.**

- Examine las condiciones del área donde opera el equipo.
- Limpie las superficies externas e internas.
- Limpie y verifique el sistema de impresión.
- Revise el nivel de voltaje de las baterías.
- Examine la integridad de cables, electrodos, terminales y demás componentes eléctricos y electrónicos.
- Examine alineación, estado y funcionamiento del sistema de impresión.
- Realice prueba de señal de 1 (mV), y compruebe forma y amplitud.
- Realice pruebas de funcionamiento final.

➤ **Succionador.**

- Examine las condiciones del área donde opera el equipo.
- Limpie las superficies externas e internas.
- Examine la integridad de diafragma y flappers.
- Revise elementos mecánicos y lubrique si es conveniente
- Inspeccione el sistema eléctrico y/o electrónico y sus accesorios
- Revise nivel de aceite del motor, lubrique si es necesario. (opcional para cierta clase de motores)
- Inspeccione si existen fugas en el sistema de vacío.
- Realice pruebas de funcionamiento final.

➤ **Incubadora.**

- Examine las condiciones del área donde opera el equipo.
- Limpie las superficies externas
- Revise la integridad de: gabinete, cubierta, mangas, portamangas y picaporte de sostén
- Verifique el estado de componentes móviles, lubrique siguiendo especificaciones del fabricante.
- Limpie las superficies internas

- Revise los componentes eléctricos y electrónicos
- Revise el sistema neumático
- Verifique el estado y funcionamiento del motor y ventilador, lubricar si es necesario siguiendo especificaciones del fabricante.
- Realice pruebas de nivel de ruido
- Compruebe entrada de oxígeno, aire, depósito de agua, y filtro bacteriológico, cambiarlo si es conveniente
- Verifique indicadores y alarmas, visuales y acústicas
- Verifique parámetros de funcionamiento: temperatura, oxígeno, humedad
- Realice pruebas de funcionamiento final.

En síntesis se pudo observar que el área de mantenimiento presentaba las siguientes deficiencias en cuanto a documentación de procedimientos estandarizados.

- Inventario Técnico con bajo nivel de confianza, precisión y certeza.
- Formatos de Hojas de Vida obsoletos, con información inconclusa o ausente.
- Historial de Mantenimiento con saltos cronológicos significativos.
- Protocolos de mantenimiento preventivo no existentes.
- Reportes de mantenimiento no presentes en todas las carpetas de los equipos.

Las medidas preventivas que se tomaron para sobrepasar estos obstáculos fueron:

- Levantamiento de Inventario técnico, real, físico y funcional de los equipos médicos.
- Actualización de la información técnica, clínica y económica en un nuevo formato de Hoja de Vida, el cual incluía un formato para el registro del Historial de Mantenimiento.
- Creación de protocolos de mantenimiento preventivo adaptados a los procedimientos realizados por los operarios y de enfoque universal.
- Solicitud a los operarios para que registren las actividades realizadas de los diferentes tipos de mantenimiento en el correspondiente formato y que lo anexasen a la carpeta del equipo.

5.2 SEGURIDAD INDUSTRIAL.

Para la evaluación bajo este criterio, se tomó presente la idea de que las malas condiciones de trabajo son unas de las principales causas productoras de tiempo improductivo, además de generar fallas en el trabajo, y de afectar psicológica y moralmente al operario. Las condiciones de trabajo en el área de mantenimiento y las demás áreas en donde se ejecutaban los procedimientos de mantenimiento preventivo se evaluaron dependiendo de los siguientes factores:

- Limpieza.
- Orden.
- Calidad e intensidad de iluminación.
- Ventilación y calefacción.
- Ruido.
- Ergonomía.
- Equipo industrial

➤ **Limpieza.** La limpieza es la primera condición esencial para proteger la salud de los trabajadores. Referente a este aspecto el área de mantenimiento no presentaba las condiciones suficientes para mantener un grado de limpieza constante, debido a la producción de polvo que se generaba en el lugar; la utilización de materiales y equipos productores de desecho como franelas, cables, taladros, pulidora, etc.; y falta de conciencia de eliminación de desechos y tratamiento de productos.

Las otras áreas por ser lugares que presentan un riesgo inminente de contagio o transmisión de enfermedades, deben obligatoriamente conservar un alto grado de higiene y asepsia en el instrumental, estructura física y el personal operativo.



✓ **Orden.** El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes. Existe un bajo nivel de orden en el área de mantenimiento, pues varias veces se observó materiales, herramientas, equipos desorganizados o amontonados en el área de trabajo, lo cual muchas veces dificultaba las labores de mantenimiento de los equipos, perdiendo tiempo productivo en buscar herramientas o elementos que se confundían en el área, lo cual generaba un ambiente desmotivante.



Las otras áreas presentaban un ambiente ordenado, pero no lo suficientemente adecuado para la realización de los procedimientos de mantenimiento de los equipos, pues la infraestructura no fue diseñada con los requerimientos para ejecutar este tipo de actividades, además de que era necesario trasladar la instrumentación desde el área de mantenimiento hasta el área donde operaba el equipo.

✓ **Calidad e intensidad de iluminación.** La buena iluminación es esencial para la salud, seguridad y eficiencia de los operarios. Aunque la calidad de iluminación natural y artificial en el área de mantenimiento era buena, se presentaba un fenómeno natural en las horas de la tarde que obstaculizaba el ejercicio de las operaciones, en el cual la luz solar se reflejaba directamente en el área de trabajo provocando deslumbramiento e insolación. Este haz de luz recorría toda el área de operación aproximadamente entre las 2:00 y las 5:00 de la tarde.

Las otras áreas no presentaban este problema, porque generalmente eran iluminadas mediante luz artificial fría, o la luz natural que entraba no producía deslumbramiento o aumento de la temperatura.

✓ **Ventilación y calefacción.** El área de mantenimiento presentaba una adecuada ventilación natural, que proporcionaba a los operarios aire suficiente para su respiración y renovación periódica de la atmósfera. En cuanto a la calefacción, el ambiente era agradable, aunque algunas veces cuando había un intenso sol, incrementaba la temperatura del lugar, pero era soportable para realizar las actividades de mantenimiento.

Las otras áreas presentaban buena calidad de estos factores.

✓ **Ruido.** Los trabajos de mantenimiento, así como las otras actividades desarrolladas por el personal que laboraba en el bloque de mantenimiento, eran afectados por el ruido producido por el generador cuando se realizaban actividades de pintura y acabado de camillas, nocheros, etc., produciendo frecuente fatiga e irritación en el personal.

Generalmente el ruido que presentaban las otras áreas era producido por música, por la concurrencia de personal, o por la utilización de un equipo médico, pero no eran intensos o constantes.

✓ **Ergonomía.** Las estaciones de trabajo del área de mantenimiento, así como sus elementos no presentaban las condiciones para ser catalogadas como ergonómicas, iniciando que solo hay una mesa adoptada como área de trabajo para todos los operarios de mantenimiento, que esta era de madera, ya oscura por los años de uso, curvada en sus esquinas, que dependiendo del tamaño del equipo y de la estatura del operario era el grado de inclinación, que los bancos no eran apropiados para adoptar una buena postura, que la disposición de las herramientas en el área de trabajo no tenía un orden y que el punto de conexión a la red eléctrica era una extensión. Estos estresores ergonómicos generan un incremento en el tiempo efectivo de ejecución de los procedimientos de mantenimiento, puesto que disminuyen el control de los procesos y la concentración del operario.

Las otras áreas tampoco presentan condiciones ergonómicas para la realización de este tipo de procedimientos.

✓ **Equipo industrial.** En cuanto a la dotación hospitalaria, los operarios carecían de la protección adecuada para la realización del mantenimiento de los equipos, no contaban con ropa o equipo personal seguro permanente, tales como mascarillas, guantes de plástico, gafas, batas, entre otras; varios de estos aspectos se presentaban por la inconsistencia de suministro de los elementos de protección por parte del hospital para la operación de los procesos de mantenimiento o, por la baja asignación de presupuesto para esta área. Este puede ser el punto más crítico en cuanto seguridad industrial puesto que la falta de elementos de protección personal constituye un riesgo de elevadas dimensiones para la salud de los operarios y de sus familias, así como también genera costos directos e indirectos al hospital.

En síntesis, el área de mantenimiento presentó en su evaluación muchas inconsistencias en cuanto a seguridad industrial y ha condiciones de trabajo, lo cual claramente se vio reflejado en los métodos de trabajo y en el tiempo requerido para ejecutar los procedimientos respectivos; estas faltas a las normas de seguridad industrial explicaron la tendencia a realizar el mantenimiento preventivo de los equipos médicos en las áreas donde operaban y no en el área de mantenimiento, aunque dichas áreas tampoco presentaban completamente los requerimientos para realizar este tipo de trabajo en su espacio. La falta de control y orden en los procesos de mantenimiento, así como también la inconsistencia en la asignación de presupuesto para esta área, fueron factores que influyeron negativamente en el tiempo de operación, además de consolidarse como causas de riesgos industriales, que afectan directamente la integridad del personal de mantenimiento.

5.3 PROCESOS DE MANTENIMIENTO

A continuación se presentan los diagnósticos de los procesos de mantenimiento preventivo realizados a los equipos biomédicos tipo estudiados, en los que se detalla la situación de cómo se realizaban estas actividades.

5.3.1 Diagnóstico Centrífuga. El mantenimiento preventivo de los equipos de Laboratorio Clínico se realizaba mensualmente. El operario encargado de ejecutar estas actividades generalmente era el Señor Jesús Santacruz, quien tiene una experiencia de 30 años en el mantenimiento de equipos médicos y también el Ingeniero electrónico Esteban Acosta quien es el jefe del área de mantenimiento; el operario contaba con una semana para abordar los equipos de Laboratorio, la secuencia de mantenimiento de estos iban a disposición del responsable, quien tenía que ver si el equipo y el área estaban disponibles en ese momento para ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo.

Generalmente para las centrífugas, el mantenimiento preventivo se realizaba en el área de Laboratorio Clínico en el lugar donde operaban, esto debido a las condiciones de trabajo que presentaba el área de mantenimiento.

Una vez llegado el momento de realizar mantenimiento a las centrífugas, el operario reunía las herramientas de trabajo como eran alicate, destornillador de pala, de estrella, franela, aceite anticorrosivo o de generador, multímetro y opcionalmente soplete, esto lo realizaba en el área de mantenimiento, y luego se dirigía al área de Laboratorio Clínico ubicado en el primer piso del

Hospital; para ingresar al bloque se pasaba por el área de gases medicinales ubicado en el sótano, una vez internado se subían las escaleras hasta el primer piso (Ver anexo C).

Ya en el área de Laboratorio, se dirigía al servicio donde se encontraban las centrifugas y preguntaba al encargado del servicio sobre la disponibilidad del equipo, con la respuesta afirmativa se procedía a preparar el área de trabajo que prácticamente era dejar las herramientas sobre la mesa y correr los elementos que se encuentren sobre esta hasta conseguir un espacio prudencial de trabajo al cual se trasladaba la centrífuga.

El trabajo generalmente se hacía de pie, salvo algunas veces cuando se realizaba inspecciones a componentes extraíbles (escobillas, tubos, y demás), además se requería hacer fuerza en la manipulación del equipo, debido al peso y a la dimensión de este.

El área de Laboratorio donde se realizaba esta actividad presentaba las siguientes características:

- Mesón de concreto de superficie lisa, clara y angosta, algo incómodo para ejecutar tareas de mantenimiento en posición de pie o sentado; aunque el mesón cubre casi las $\frac{3}{4}$ partes del área del servicio, presentaba muchos elementos sobre su superficie, lo cual dificultaba la operación.
- Buena iluminación natural y eléctrica.
- Baja producción de polvo y basura.
- Área contaminada o que presentaba riesgo biológico, debido a que allí se guardaban muestras biológicas, se realizaba limpieza de elementos, etc.
- Baja concurrencia de personal de Laboratorio.

Mediante un seguimiento se observó que esta práctica se presentaba generalmente en todos los casos de mantenimiento de centrifugas, salvo cuando el equipo presentaba fallas en su funcionamiento caso en el cual era trasladado al área de mantenimiento donde se realizaban las correcciones pertinentes.

Por medio de la observación directa, se descompuso el ciclo de trabajo en elementos (estudio de movimientos) para iniciar el estudio de tiempos.

Una vez concebidos los elementos del ciclo se procedió a realizar el diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo del equipo, mediante cronometraje con retorno a cero se tomó los tiempos de duración de cada elemento y se cuantificó los datos de tiempo y procedimientos, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de una centrífuga

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>			
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 1		Resumen					
Objeto: Centrífuga Marca Clay Adams		Actividad	Actual	Propuesta			
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo		Operación <input type="radio"/>	21				
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Transporte <input type="checkbox"/>	-				
Lugar: Laboratorio Clínico		Espera <input type="checkbox"/>	2				
Operario(s): Esteban Acosta		Inspección <input type="checkbox"/>	7				
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:		Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-				
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:		Tiempo (min-hombre)	66:54:14				
		Costo					
		Mano de obra					
		Material					
		Total					
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Retira tubos y portatubos	0:58:37	X					
Limpia el interior del equipo	1:12:08	X					
Destornilla soportes	1:35:72	X					
Limpia cableado eléctrico	1:01:58	X					
Retira escobillas	0:54:91	X					
Sopletea equipo	0:30:23	X					
Retira cubierta sistema eléctrico y electrónico	2:08:63	X					
Revisa sistema eléctrico y electrónico	3:15:46				X		
Revisa seguros y lubrica perillas	1:49:24	X					
Arma cubierta del sistema eléctrico	8:01:23	X					
Revisa estado de escobillas	1:47:83	X					
Reposiciona escobillas	2:07:78	X					
Reinstala y ajusta soportes	2:25:42	X					
Revisa eje del motor	0:53:47						
Lubrica eje	0:56:45	X					
	6:38:96			X			Llamada Ing.
Retira eje	1:09:37	X					
Lubrica eje	0:44:28	X					
	0:53:75			X			Solicita herramienta
Reinstala y ajusta eje	0:20:35	X					
Posiciona tubos	2:39:17	X					
Verifica funcionamiento	3:55:03				X		
	1:47:09				X		Desnivelación
Reacomoda tubos	1:45:67	X					
Verifica funcionamiento	1:38:97				X		
	1:08:65				X		Desnivelación
Retira tubos	0:58:32	X					
Mide peso tubos	9:21:55	X					
Posiciona tubos según peso	2:02:93	X					
Verifica funcionamiento	2:26:65				X		
TOTAL	66:54:14	21	-	2	7	-	

El tiempo que gastó el operario en completar el ciclo de mantenimiento preventivo fue de 66 minutos, 54 segundos, y 14 centésimas de segundo, tiempo en el cual el operario realizó:

- 21 operaciones.
- 2 esperas correspondientes una solicitud de herramientas y un elemento no constante.
- 7 inspecciones correspondientes a las revisiones de funcionamiento y desequilibrio del equipo.

El desequilibrio del equipo no estuvo presente en todas las observaciones, generalmente se retiraban los tubos ordenadamente, para colocarlos de igual forma como estaban anteriormente posicionados, con el fin de evitar la inestabilidad del equipo. El desequilibrio causado en la centrífuga requirió la utilización de equipos no contemplados para el proceso ejecutado, entonces se solicitó al personal de Laboratorio una balanza para medir el peso de cada tubo y disponerlos de tal forma que se contrapesa sistema.

El operario no contaba con el equipo de protección personal que se requería como son guantes, mascarilla, gafas, indumentaria de trabajo, pinzas, etc., exponiéndose a un grave riesgo de infección.

Aunque se cumplieron casi la totalidad de los pasos indicados en el protocolo de mantenimiento, los procedimientos no fueron realizados en un orden secuencial, lo cual incrementó el tiempo implícito de ejecución; además de contribuir en la probabilidad de falla del sistema.

La falta de normalización de las herramientas para realizar el mantenimiento a las centrífugas, así como también la desorganización de los elementos y herramientas en el área de trabajo, dificultaron el trabajo e incrementaron el tiempo del proceso.

Este proceso fue tomado 3 veces aplicando el criterio de General Electric para la determinación de número de ciclos a observar (tabla 2), encontrándose características similares de procedimientos en cada toma, a excepción del desequilibrio presente en el primer ciclo. Los valores encontrados en las 2 observaciones restantes se indican en la figura 4 que representa la hoja de estudios de tiempos para el proceso actual de mantenimiento preventivo de la centrífuga.

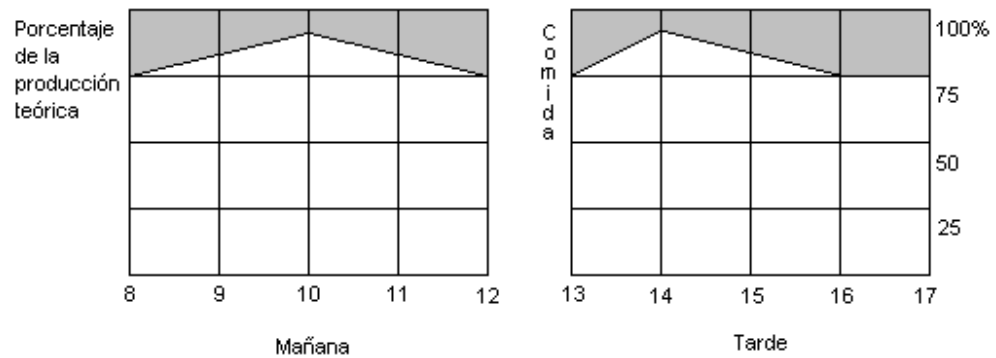
Tabla 2. Número de ciclos a observar utilizando el criterio de General Electric

Tiempo de Ciclo (Minutos)	Nº de Ciclos que Cronometrar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: GARCIA, Roberto. p. 208, Estudio del Trabajo, 2005

El estudio realizado al mantenimiento de las 3 centrífugas, fue ejecutado en horas de la tarde, tomando en cuenta la pérdida de producción a medida que avanza el día, véase Fig. 3

Figura 3. Efectos de la fatiga sobre el rendimiento



Fuente: GARCIA, Roberto. p. 220, Estudio del Trabajo, 2005

Con los datos obtenidos de los métodos actualmente utilizados, se procedió a realizar el estudio de tiempos correspondiente.

Para el desarrollo de este estudio hubo que tomar en cuenta las siguientes características del operario y del trabajo:

Sexo: Masculino

Calificación:	Habilidad	Buena
	Esfuerzo	Bueno
	Condiciones	Buenas
	Consistencia	Buena

El operario trabajó de pie, la iluminación del área era buena, no existieron elementos generadores de ruido y el trabajo fue de precisión y bastante complejo.

Con esta información se elaboró el estudio de tiempos para la centrífuga, con el objetivo de calcular el tiempo estándar actual.

Los valores observados en la figura 4 fueron obtenidos de la siguiente manera:

A. Elementos. Fueron referenciados según la secuencia del proceso, así:

1. Retira tubos y portatubos
2. Limpia el interior del equipo
3. Destornilla soportes y placa inferior
4. Limpia cableado eléctrico

5. Retira escobillas
6. Sopletea equipo
7. Retira cubierta sistema de control
8. Revisa seguros y lubrica perillas
9. Arma cubierta del sistema eléctrico
10. Revisa estado de escobillas
11. Reposiciona escobillas
12. Reinstala y ajusta soportes y placa inferior
13. Revisa eje del motor
14. Lubrica eje
15. Reinstala y ajusta eje
16. Reinstala portatubos y posiciona tubos
17. Verifica funcionamiento

- B. El tiempo total se calculó para cada elemento de los diferentes ciclos mediante la sumatoria aritmética de sus valores, así:

$$T. \text{ total elemento 1} = 1:58:37 + 2:26:79 + 2:35:48 = 7:00:64$$

Convirtiendo en segundos: $7\text{min} * 60 \text{ s/ min} = 420 \text{ s} + 00 \text{ s} + 0.64 \text{ s} = 420,64 \text{ s}$

- C. El tiempo promedio o tiempo elegido se calculó así:

$$T.\text{promedio} = T_e 1 = 420,64 / 3 = 140,21 \text{ s}$$

- D. El operario quien realizó este proceso fue el Ing. Esteban Acosta, para su calificación se tuvo en cuenta los ítems de valoración propuestos en la tabla 1, así:

Habilidad Buena	+0.05
Esfuerzo Bueno	+0.05
Condiciones Buenas	+0.05
Consistencia Buena	<u>+0.05</u>
TOTAL	+0.20

La cantidad antes obtenida de la calificación se sumó a 100%, debido a que el valor es positivo, por lo tanto la calificación de esta operación fue de 120%.

- E. El tiempo normal o básico se calculó con la siguiente fórmula:

$$T_n = \frac{T_e * \text{valoración_en_}\%}{100}$$

$$T_n 1 = \frac{140,21 * 120}{100} = 168,26 \text{ seg.}$$

- F. Los suplementos concedidos por esta operación se calcularon utilizando la tabla de suplementos de la figura 1:

Hombre	9%
Trabajo de pie	2%
Trabajo de precisión	2%
Trabajo bastante complejo	<u>1%</u>
TOTAL	14%

Por tanto la tolerancia vino expresada por la siguiente relación:

$$Tolerancia = \text{Suplemento} / 100$$

$$Tolerancia = 0.14$$

- G. Por último el tiempo tipo o estándar se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$Tt = Tn(1 + tolerancias)$$

$$Tt 1 = 168,26 * (1 + 0.14) = 191,81\text{Seg.}$$

Los valores de tiempo de los elementos se indican en la Figura 4.

Figura 4. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de una centrífuga

Fecha del Estudio:										Estudio N°: 3	
		Hoja de Estudio: Ciclo Breve								Hoja N°: 1 de 1	
De pie <input type="checkbox"/> Sentado <input type="checkbox"/> Moviéndose <input type="checkbox"/>										Nombre del Operario: Esteban Acosta	
Elemento Ciclo N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hombre <input type="checkbox"/>	Mujer <input type="checkbox"/>
1	1:58:37	1:12:08	1:35:72	1:01:58	0:54:91	0:30:23	2:08:63	3:15:46	8:01:23	Observado por: Ana Lorena de la Cruz	
2	2:26:79	1:10:45	0:56:12	1:27:43	0:34:87	0:56:38	1:40:55	2:38:13	6:58:22	Aprobado por: Esteban Acosta	
3	2:35:48	1:42:56	1:27:89	1:34:10	1:04:73	0:51:36	2:27:87	2:15:99	7:09:77	Elementos Extraños	
Total	420,64	245,09	239,73	243,11	154,51	137,97	377,05	489,58	1329,22	Simb.	Descripción
N° de Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	A	
T. prom.	140,21	81,70	79,91	81,04	51,50	45,99	125,68	163,19	443,07	B	
Valorac. %	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	C	
Tiempo bás.	168,26	98,04	95,89	97,24	61,80	55,19	150,82	195,83	531,69	D	
Tolerancia	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	E	
Tiempo tipo	191,81	111,76	109,32	110,86	70,46	62,91	171,93	223,25	606,12		

Elemento Ciclo Nº	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1:47:83	2:07:78	2:25:42	0:53:47	0:56:45	0:20:35	2:39:17	3:55:03
2	0:25:67	1:47:98	2:03:44	0:35:13	0:37:04	0:38:88	4:05:03	4:27:99
3	0:19:45	2:20:11	1:49:51	0:31:10	0:33:29	0:47:42	3:56:79	4:52:16
Total	45,12	375,87	378,37	119,70	126,78	106,65	640,99	795,18
Nº de Obs.	2	3	3	3	3	3	3	3
T. prom.	22,56	125,29	126,12	39,90	42,26	35,55	213,66	265,06
Valorac. %	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Tiempo bás.	27,07	150,35	151,35	47,88	50,71	42,66	256,40	318,07
Tolerancia	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Tiempo tipo	30,86	171,40	172,54	54,58	57,81	48,63	292,29	362,60

De este estudio se analizó lo siguiente:

- El tiempo total elegido proveniente de las observaciones del estudio de movimientos fue:

$$\begin{aligned} \text{T. elegido ciclo} &= 140,21 + 81,70 + 79,91 + 81,04 + 51,50 + 45,99 + 125,68 + 163,19 + 443,07 \\ &+ 22,56 + 125,29 + 126,12 + 39,90 + 42,26 + 35,55 + 213,66 + 265,06 \end{aligned}$$

$$\text{T. elegido ciclo} = 2082,71 \text{ seg.}$$

$$\text{T. elegido ciclo} = 34:42:71$$

- El tiempo normal para la ejecución de los procedimientos por el operario se calculó mediante la sumatoria aritmética de los tiempos normales de cada elemento, el valor resultante es:

$$\text{T. normal ciclo} = 2499,25 \text{ seg.}$$

$$\text{T. normal ciclo} = 41:39:25$$

- El tiempo estándar del ciclo se calculó mediante la sumatoria de los tiempos estándar de cada elemento, y tuvo por valor:

$$\text{T. tipo ciclo} = 2849,14 \text{ seg.}$$

$$\text{T. tipo ciclo} = 47:29:14$$

Por tanto el tiempo estándar para el proceso de mantenimiento preventivo actual realizado a las centrífugas concedió aproximadamente 13 minutos adicionales para la ejecución de las actividades, con respecto al tiempo elegido.

En síntesis, el proceso de mantenimiento preventivo a la centrífuga presenta las siguientes características:

- El proceso no fue desarrollado en el área de mantenimiento, sino en el servicio de Laboratorio Clínico en el área donde operaba el equipo, además no se utilizaron herramientas normalizadas, razón por la cual la falta de herramientas necesarias requirió la solicitud de envío, incrementando el tiempo de operación.
- El método empleado no siguió un proceso secuencial en su desarrollo, adicionando tiempo implícito en la ejecución de los elementos.
- Existió desorganización en la distribución de las herramientas y componentes en el área de trabajo, lo que generó la realización de mas procedimientos para corregir las fallas.
- El operario no contaba con el equipo de protección personal requerido exponiéndose riesgos profesionales.
- El incremento en tiempos y procedimientos por la desorganización del trabajo, se vio reflejado directamente en el valor de tiempo estándar del ciclo.

5.3.2 Diagnóstico Microscopio. De la misma forma que la centrífuga, el mantenimiento preventivo de este equipo se realizó en el servicio de Laboratorio Clínico en el lugar donde operaba el equipo; las herramientas utilizadas, en este caso fueron franela, alcohol de 70°, aceite de generador, la disposición de estas en el área de trabajo fue mas ordenada.

El trabajo generalmente se hizo sentado, a excepción cuando se hacía pruebas de funcionamiento; el trabajo requirió de concentración y precisión, pues los componentes del equipo son muy delicados.

El área de Laboratorio donde se realizó esta actividad presentaba las siguientes características:

- Mesón de concreto de superficie lisa, clara y angosta, algo incómodo para ejecutar tareas de mantenimiento; el espacio era reducido obstaculizando un poco la operación.
- Buena iluminación natural y eléctrica.
- Baja producción de polvo y basura.
- Área contaminada o que presentaba riesgo biológico
- Baja concurrencia de personal de Laboratorio.

Por medio de la observación directa, se descompuso el ciclo de trabajo en elementos y se procedió a realizar el diagrama de flujo del proceso, de igual forma se realizó el cronometraje con retorno a cero de los elementos, cuantificándose los datos tal como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de un microscopio

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>					
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 2		Resumen					
Objeto: Microscopio Marca Nikon Kodon	Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo	Operación <input type="radio"/>	48					
	Transporte <input type="checkbox"/>	-					
	Espera <input type="checkbox"/>	-					
	Inspección <input type="checkbox"/>	1					
	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-					
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>	Tiempo (min-hombre)	41:34:71					
Lugar: Laboratorio Clínico	Costo						
Operario(s): Jesús Santacruz	Mano de obra						
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:	Material						
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:	Total						
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Retira objetivo 1	20:72	X					
Limpia oculares	1:21:87	X					
Limpia objetivo 1	1:10:68	X					

El tiempo que gastó el operario en completar el ciclo de mantenimiento preventivo fue de 41 minutos, 34 segundos, y 71 centésimas de segundo, tiempo en el cual el operario realizó 48 operaciones, de las cuales una no es tomada en el estudio de tiempos por ser un elemento casual y una inspección correspondiente a la revisión de funcionamiento.

En el diagrama se alcanza a observar que para cada objetivo se realizó una serie de procedimientos que presentaban orden en su secuencia y que requerían un continuo movimiento en vaivén de los brazos del operario; así como también se observan muchos elementos repetidos durante el ciclo.

La limpieza con alcohol de los componentes del microscopio se realizó mediante la acción de acercar la franela al envase que contenía el líquido y girar el recipiente para humedecerla, repitiéndose cada vez que se requería limpiar un nuevo componente; esta actividad demandaba el movimiento de manos, brazos y torso del operario.

En el caso de la limpieza de exceso del lubricante, el elemento fue generado por la utilización de una herramienta incorrecta para este tipo de equipo, debido a que se utilizó una jeringa grande para la administración del lubricante y no el aceite anticorrosivo tradicional ya que su existencia en el área de mantenimiento se había agotado.

El operario contaba con una bata pero requería del uso de otros elementos de protección como eran guantes, mascarilla y gafas.

La secuencia de los procedimientos se hizo de manera ordenada y cumpliendo con todos los pasos propuestos en el protocolo de mantenimiento.

Este proceso fue tomado 3 veces en horas de la tarde, aplicando el criterio de General Electric para procesos que demandan mas de 40 minutos de duración de ciclo. Los valores de los cuatro ciclos observados del proceso actual de mantenimiento preventivo del microscopio se indican en la figura 6.

Para el desarrollo del estudio de tiempos se tomó en cuenta las siguientes características del operario y condiciones del trabajo:

Sexo:	Masculino	
Calificación:	Habilidad	Excelente
	Esfuerzo	Bueno
	Condiciones	Buenas
	Consistencia	Buena

El operario trabajó sentado, la iluminación del área era buena, y el trabajo realizado fue de precisión.

Para este estudio los elementos se enumeraron de la siguiente manera:

1. Retira objetivo 1
2. Limpia oculares

3. Limpia objetivo 1
5. Retira objetivo 2
7. Limpia porta-objetivo 2 del revolver
9. Reinstala objetivo 2
11. Limpia porta-objetivo 3 del revolver
13. Coloca objetivo 3
15. Limpia objetivo 4
17. Coloca objetivo 4
19. Retira oculares y limpia sistema de lentes de los oculares
20. Limpia sistema de lentes de los objetivos
22. Limpia brazo
24. Limpia portaobjetos y platina
26. Retira condensador de luz
28. Limpia diafragma-iris
30. Limpia fuente de iluminación
32. Limpia pie y brazo
34. Lubrica tornillos de desplazamiento y cremallera
35. Limpia exceso de lubricante
37. Lubrica cremallera de los tornillos macro y micrométricos
38. Limpia exceso de lubricante
40. Ensambla fuente de iluminación
42. Limpia con aceite cubierta de fuente de iluminación
43. Limpia con franela seca los oculares, objetivos, fuente de luz, diafragma-iris, pie, brazo, lámina y tubo
44. Realiza pruebas de funcionamiento
45. Limpia con franela seca tornillos y portaobjetos
4. Limpia porta-objetivo 1 del revolver
6. Limpia objetivo 2
8. Reinstala objetivo 1
10. Retira objetivo 3
12. Limpia objetivo 3
14. Retira objetivo 4
16. Limpia porta-objetivo 4 del revolver
18. Limpia externamente objetivos y revolver
21. Limpia revolver
23. Ensambla oculares
25. Limpia tornillos de desplazamiento
27. Limpia condensador de luz
29. Retira fuente de iluminación
31. Limpia cubierta de fuente de iluminación
33. Limpia tornillos macro y micrométricos
36. Limpia platina y portaobjetos con aceite
39. Limpia con aceite pie, portaobjetos, tornillos
41. Ensambla diafragma-iris y condensador

Figura 6. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de un microscopio

Fecha del Estudio:													Estudio N°: 3			
													Hoja de Estudio: Ciclo Breve		Hoja N°: 1 de 1	
De pie <input type="checkbox"/> Sentado <input type="checkbox"/> Moviéndose <input type="checkbox"/>													Nombre del Operario: Jesús Santacruz			
Elemento Ciclo N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Hombre <input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/>			
1	0:20:72	1:21:87	1:29:40	0:12:38	0:12:63	1:32:28	0:12:06	0:12:74	0:09:59	0:06:53	0:06:01	1:11:97	Observado por: Ana Lorena de la Cruz			
2	0:14:56	1:35:97	1:17:03	0:13:98	0:14:22	1:11:24	0:12:35	0:10:21	0:11:43	0:16:98	0:09:56	1:32:06	Aprobado por: Esteban Acosta			
3	0:25:11	1:46:31	1:23:76	0:10:45	0:17:54	1:42:60	0:11:87	0:17:01	0:12:72	0:12:76	0:13:03	1:27:64	Elementos Extraños			
Total	60,39	284,15	250,19	36,81	44,39	266,12	36,28	39,96	33,74	36,27	28,60	251,67	Simb.		Descripción	
N° de Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	A			
T. prom.	20,13	94,72	83,40	12,27	14,80	88,71	12,09	13,32	11,25	12,09	9,53	83,89	B			
Valorac. %	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	C			
Tiempo bás.	25,16	118,40	104,25	15,34	18,50	110,88	15,12	16,65	14,06	15,11	11,92	104,86	D			
Tolerancia	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	E			
Tiempo tipo	27,93	131,42	115,71	17,02	20,53	123,08	16,78	18,48	15,60	16,77	13,23	116,40				

Elemento Ciclo Nº	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	0:08:40	0:07:31	1:30:65	0:13:75	0:07:87	0:13:42	2:48:58	0:41:25	0:33:91	0:36:03	0:35:25	0:35:53	1:05:47	0:21:77	1:44:62	1:24:50
2	0:10:76	0:15:43	1:09:04	0:16:95	0:10:45	0:06:87	1:56:77	1:08:76	0:27:76	0:56:11	0:20:56	1:04:03	0:57:88	0:26:13	1:33:28	1:45:55
3	0:11:21	0:08:07	1:22:67	0:09:47	0:06:39	0:07:25	2:38:99	0:37:23	0:56:03	0:48:34	0:24:06	0:48:46	0:47:24	0:17:54	1:50:04	1:46:89
Total	30,37	30,81	242,36	40,17	24,71	27,54	444,34	147,24	117,70	140,48	79,87	148,02	170,59	65,44	307,94	296,94
Nº de Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
T. prom.	10,12	10,27	80,79	13,39	8,24	9,18	148,11	49,08	39,23	46,83	26,62	49,34	56,86	21,81	102,65	98,98
Valorac. %	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Tiempo bás.	12,65	12,84	100,98	16,74	10,30	11,48	185,14	61,35	49,04	58,53	33,28	61,68	71,08	27,27	128,31	123,73
Tolerancia	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Tiempo tipo	14,05	14,25	112,09	18,58	11,43	12,74	205,51	68,10	54,44	64,97	36,94	68,46	78,90	30,27	142,42	137,33

Elemento Ciclo Nº	29	30	31	32	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	0:30:93	1:07:44	0:14:72	1:11:56	3:53:78	0:55:78	0:54:97	1:23:03	0:42:53	1:02:28	0:14:54	0:40:78	0:27:68	1:47:52	3:56:84	0:23:65
2	0:19:51	0:52:93	0:09:27	0:48:65	2:46:25	0:42:96	1:12:53	0:59:06	1:04:14	1:13:07	0:20:36	0:43:14	0:46:44	1:03:67	2:13:54	0:46:78
3	0:33:23	0:57:16	0:10:42	0:36:49	3:07:62	0:57:63	1:07:38	1:09:11	1:07:21	1:17:55	0:35:77	0:36:80	0:50:16	1:24:78	2:56:80	0:44:02
Total	83,67	177,53	34,41	156,70	587,65	156,37	194,88	211,20	173,88	212,90	70,67	120,72	124,28	255,97	547,18	114,45
Nº de Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
T. prom.	27,89	59,18	11,47	52,23	195,88	52,12	64,96	70,40	57,96	70,97	23,56	40,24	41,43	85,32	182,39	38,15
Valorac. %	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Tiempo bás.	34,86	73,97	14,34	65,29	244,85	65,15	81,20	88,00	72,45	88,71	29,45	50,30	51,78	106,65	227,99	47,69
Tolerancia	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Tiempo tipo	38,70	82,11	15,91	72,47	271,79	72,32	90,13	97,68	80,42	98,47	32,68	55,83	57,48	118,39	253,07	52,93

De este estudio se obtienen los siguientes valores:

- T. elegido ciclo = 2366,85 seg.
T. elegido ciclo = 39:26:85
- T. normal ciclo = 2958,57 seg.
T. normal ciclo = 49:18:57
- El tiempo estándar o tipo es: T. tipo ciclo = 3284,01 seg.
T. tipo ciclo = 54:44:01

Por tanto el tiempo estándar para el proceso de mantenimiento preventivo actual realizado a los microscopios concedió aproximadamente 5 minutos adicionales para la ejecución de las actividades, con respecto al tiempo elegido.

En síntesis, el proceso de mantenimiento preventivo realizado a los microscopios presenta las siguientes características:

- El proceso fue desarrollado en el servicio de Laboratorio y no en el área de mantenimiento por las condiciones de trabajo que ofrece esta última.
- El operario no contaba con el equipo completo de protección personal exponiendo su salud e integridad física.
- Las herramientas utilizadas no fueron normalizadas; se utilizaron instrumentos no acordes para el mantenimiento de microscopios, generando nuevos elementos en el desarrollo del ciclo e incrementando el tiempo de operación.
- El método empleado, secuencial en el desarrollo del proceso, y la distribución ordenada de las herramientas y componentes en el área de trabajo, evitó el incremento de tiempos implícitos en los elementos del ciclo.
- Las adecuadas condiciones de trabajo y el bajo incremento de tiempos adicionales en el proceso redujeron los suplementos permitiendo disminuir la diferencia entre el tiempo estándar y el tiempo elegido.

5.3.3 Diagnóstico Monitor de Signos Vitales. La frecuencia de mantenimiento preventivo para este equipo era cuatrimestral. El proceso fue realizado por el Ingeniero electromédico Juan Carlos Suárez representante de la empresa Hospimedics, quien cuenta con una gran experiencia en el mantenimiento de esta clase de equipos.

Las operaciones de mantenimiento se realizaron en el área de Cirugía en la sala donde operaban los equipos, esto debido a las condiciones de trabajo que presentaba el área de mantenimiento y a la disponibilidad operativa de los mismos.

El operario cargaba todo su juego de herramientas y materiales de limpieza en un maletín, y se dirigía a las áreas donde se encontraban los equipos a los que debía realizar mantenimiento. En este caso para llegar al área de Cirugía ingresaba por la puerta principal de entrada al corredor del servicio de Tomografía, recorría el pasillo hasta llegar al vestíbulo del SIAU, subía las escaleras hasta el segundo piso, cruzaba la sala de espera y el pasillo, ingresaba al vestier de Cirugía y luego se dirigía a las salas de quirófano donde se encontraban los monitores de signos vitales. El recorrido se muestra en el anexo C.

Ya en el área de Cirugía iniciaba a realizar mantenimiento a aquellos equipos en los cuales las salas de quirófano estaban momentáneamente libres, sin programación de cirugías; el trabajo se realizaba encima de las mesas de cirugía, las herramientas y elementos que se requerían se tomaban del maletín, los suministros tales como franelas o compresas se solicitaban a las enfermeras del área.

El trabajo generalmente se hacía sentado, a excepción cuando era necesario trasladar el monitor hasta la red de suministro de aire para limpiar los componentes internos mediante aire a presión.

El área de Laboratorio donde se realizaba esta actividad presentaba las siguientes características:

- Mesa de cirugía neumática con colchoneta de recubrimiento negro, no recomendable de utilizar por ser un elemento de fácil contaminación biológica
- Buena iluminación natural y eléctrica.
- Baja producción de polvo.
- Gran producción de residuos biológicos.
- Espacio que representaba riesgo biológico, por las actividades propias del área.
- Baja concurrencia de personal de Cirugía.

Esta práctica se presentaba en todos los procesos de mantenimiento de los monitores de signos vitales, salvo cuando el equipo presentaba fallas en su funcionamiento que no eran posibles solucionarlas en el área de Cirugía, caso en el cual era trasladado al área de mantenimiento donde se realizaban las correcciones pertinentes.

Ya establecidos los elementos del ciclo se procedió a realizar el diagrama de flujo del proceso. Los datos obtenidos se presentan en la figura 7.

- 14 operaciones.
- 2 transportes del equipo del lugar de trabajo a la red de suministro de gases para soplear el equipo y nuevamente regresar al lugar de trabajo.
- 1 espera correspondiente al suministro de materiales.
- 4 inspecciones correspondientes a la revisión de parámetros, toma de datos técnicos y preparación de herramienta a utilizar.

Se observó que para la limpieza de circuitos internos se requería de dos operarios, uno que sostenga el equipo mientras el otro limpiaba los componentes internos con aire a presión, incrementándose el tiempo min-hombre⁸; este tiempo se calculó así:

$$\text{Tiempo limpieza circuitos} \times N^{\circ} \text{ operarios} = \text{Tiempo min-hombre}$$

$$0:28:99 \times 2 = 0:57:98 \text{ min-hombre.}$$

La preparación de herramientas se presentaba cada vez que el proceso de mantenimiento era intercalado entre varios equipos médicos de diferentes clases, o cuando era necesario trasladarse a otras áreas para realizar mantenimiento.

Otra falla encontrada fue el suministro de materiales, debido a que al operario le proporcionaban una cantidad limitada (guantes, franela o compresas), y en el transcurso de la operación, estos se gastaban y por consiguiente requerían cambio, para lo cual era necesario llamar a una enfermera y solicitar nuevo material, esperar hasta recibirlo, prepararlo y retomar la operación.

El registro de datos técnicos por parte del operario, siempre estuvo presente dentro del ciclo de trabajo de cada equipo.

Durante la revisión de parámetros de menú de usuario y revisión de funcionamiento del equipo, se observó momentos de ocio en los cuales el operario debía esperar hasta que se cargue la información del programa.

Este proceso fue tomado 5 veces aplicando el criterio de General Electric para la determinación de número de ciclos a observar (tabla 2), encontrándose características similares de procedimientos en cada toma. Los valores encontrados en las 5 observaciones se indican en la figura 8.

El estudio realizado al mantenimiento de los 5 monitores de signos vitales, fue ejecutado en horas de media mañana y horas de la tarde, tomando en cuenta la pérdida de producción a medida que avanza el día, tal como se indica en la figura 3.

Para el desarrollo del estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de la operación, se tomó cuenta las siguientes características del operario y del trabajo:

Sexo: Masculino

⁸ García, Roberto. Estudio del Trabajo, México, 2005.p212

Calificación:	Habilidad	Excelente
	Esfuerzo	Bueno
	Condiciones	Buenas
	Consistencia	Buena

El operario generalmente trabajó sentado, algo ligeramente incómodo, la iluminación del área era buena, no existieron elementos generadores de ruido las condiciones atmosféricas eran estables y el trabajo era bastante monótono.

Los elementos observados se enumeraron así:

1. Revisa parámetros de menú de usuario y funcionamiento
2. Retira y revisa baterías
3. Destornilla y retira mango superior
4. Destornilla y retira cubierta trasera
5. Transporte de equipo
6. Limpia circuitos internos
7. Limpia cubierta trasera
8. Registra datos técnicos
9. Ensambla cubierta trasera
10. Limpia mango superior
11. Ensambla mango superior
12. Reinstala batería
13. Revisa parámetros de menú de usuario y funcionamiento

Los valores de tiempo de los elementos se indican en la Figura 8.

Figura 8. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo del monitor de signos vitales

Fecha del Estudio:						Hoja de Estudio: Ciclo Breve									Estudio Nº: 3		
														Hoja Nº: 1 de 1			
De pie <input type="checkbox"/> Sentado <input type="checkbox"/> Moviéndose <input type="checkbox"/>														Nombre Operario: Juan Carlos Ruiz			
Elemento Ciclo Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Hombre <input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/>		
1	8:57:17	0:55:85	0:24:38	0:48:06	2:34:04	1:00:10	0:28:99	2:05:03	1:11:03	2:36:72	1:06:47	0:38:91	0:18:77	5:40:97	Observado por: Ana Lorena de la Cruz		
2	6:48:25	1:20:10	0:20:15	0:57:35	2:24:97	0:57:46	0:24:19	2:25:98	1:00:93	2:51:40	0:49:16	1:02:39	0:34:25	5:33:32	Aprobado por: Esteban Acosta		
3	5:40:33	1:11:78	0:15:65	0:40:97	2:10:49	1:05:23	0:34:83	3:34:25	0:56:38	1:59:33	0:58:62	0:49:50	0:26:44	4:57:69	Elementos Extraños		
4	6:31:48	0:47:24	0:13:90	1:14:13	1:55:53	0:54:98	0:40:32	2:30:84	1:15:45	2:10:35	0:40:09	0:57:75	0:30:00	4:26:28	Simb		Descripción
5	9:13:69	0:43:21	0:18:72	0:37:41	2:27:41	0:55:67	0:31:94	2:42:54	0:52:71	1:46:85	0:32:69	0:47:54	0:20:81	4:04:85	A	2:10:44	Cambio de materiales
Total	2230,92	298,18	68,42	257,92	692,44	293,44	160,27	673,61	316,50	684,65	247,03	256,09	130,27	1483,11	B		
Nº de Obs.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	C		
T. prom.	446,18	59,64	13,68	51,58	138,49	58,69	32,05	134,72	63,30	136,93	49,41	51,22	26,05	296,62	D		
Valorac. %	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	E		
Tiempo bás.	557,73	74,55	17,11	64,48	173,11	73,36	40,07	168,40	79,13	171,16	61,76	64,02	32,57	370,78			
Tolerancia	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
Tiempo tipo	613,50	82,00	18,82	70,93	190,42	80,70	44,07	185,24	87,04	188,28	67,93	70,42	35,82	407,86			

De este estudio se obtuvieron los siguientes valores de tiempo para el ciclo completo:

- T. elegido ciclo = 1558,57 seg.
T. elegido ciclo = 25:58:57
- T. normal ciclo = 1948,21 seg.
T. normal ciclo = 32:28:21
- El tiempo estándar del ciclo completo tuvo por valor:

T. tipo ciclo = 2143,03 segundos
T. tipo ciclo = 35:43:03 segundos

Por tanto el tiempo estándar para el proceso de mantenimiento preventivo actual realizado a los monitores de signos vitales concede aproximadamente 10 minutos adicionales para la ejecución de las actividades, con respecto al tiempo elegido.

En síntesis, el proceso de mantenimiento preventivo realizado a los monitores de signos vitales presenta las siguientes características:

- El proceso fue desarrollado en el servicio de Cirugía, debido a la disponibilidad de los equipos y a las condiciones de trabajo que ofrece el área de mantenimiento; en cuanto al equipo de protección, el operario contaba con uno básico (vestido de trabajo y guantes), disminuyendo el porcentaje de riesgo de contaminación.
- El área de trabajo no presentaba las condiciones para un desempeño ideal, debido a que se utilizó una mesa neumática de cirugía como espacio de operación, además de que se requirió transportar el equipo para realizar la limpieza interna con aire a presión, solicitando la colaboración de otra persona para que sostenga el equipo, lo cual incrementó el tiempo min.-hombre del proceso.
- Las herramientas utilizadas fueron normalizadas pero no hubo distribución ordenada de estas en el área de trabajo, ocasionando un incremento implícito de tiempo en los elementos del proceso.
- El método empleado fue secuencial en el desarrollo del proceso, evitando movimientos innecesarios.
- Existieron tiempos de ocio en el proceso mientras se cargaba la información del programa, tiempo que se pudo utilizar para iniciar el proceso en otro monitor, siempre y cuando tenga disponibilidad de operación.
- Los elementos adicionales generados por las condiciones de trabajo incrementaron la diferencia entre el tiempo estándar y el tiempo elegido.

5.3.4 Diagnóstico Electrocardiógrafo. La frecuencia de mantenimiento preventivo para este equipo fue trimestral. El proceso fue realizado por el Ingeniero electrónico Esteban Acosta, quien es el jefe del área de mantenimiento y cuenta con una gran experiencia en el mantenimiento equipos médicos.

Las operaciones se realizaron en el área de mantenimiento. El equipo fue llevado desde el servicio de Cirugía hasta el área de mantenimiento siguiendo el recorrido como se indica en el anexo C de este proyecto.

Una vez el equipo estaba en el área de mantenimiento, el operario seleccionaba la herramienta que iba a utilizar, en este caso utilizó destornillador de pala, de estrella, soplete, limpiador de cabezas térmicas, multímetro, alcohol 70°, franela y aceite anticorrosivo. Estas fueron ubicadas en la mesa de trabajo sin una distribución específica, cerca al equipo. El trabajo se obstaculizó un poco debido a la desorganización de otros elementos y equipos que se encuentran encima de la mesa de trabajo. En el desarrollo de la operación, el operario siempre trabajó de pie.

El área de trabajo de mantenimiento presentaba las siguientes características:

- Mesa de madera gastada por los años, de superficie un poco oscura.
- Buena iluminación natural y eléctrica.
- Desorganización de los elementos sobre el área de trabajo
- Zona para el lavado de equipos retiradas del área de trabajo
- Gran producción de polvo, basura y residuos corrientes.
- Conexión eléctrica por medio de una extensión.
- Alta concurrencia del personal del Hospital.

Establecidos los elementos del ciclo se procedió a realizar el diagrama de flujo del proceso. Los datos obtenidos se presentan en la figura 9.

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de un electrocardiógrafo

Diagrama del Proceso	Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>	
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 2	Resumen			
Objeto: Electrocardiógrafo Marca Fukuda	Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo	Operación <input type="radio"/>	11		
	Transporte <input type="checkbox"/>	-		
	Espera <input type="checkbox"/>	2		
	Inspección <input type="checkbox"/>	7		
	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-		
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>				
Lugar: Mantenimiento	Tiempo (min-hombre)	68:36:35		
Operario(s): Esteban Acosta	Costo Mano de obra			

Este proceso fue tomado 3 veces aplicando el criterio de General Electric, y tomando en cuenta la pérdida de producción a medida que avanza el día, se valoraron los ciclos en horas de la tarde. Los valores encontrados en las 2 observaciones restantes se indican en la figura 10.

Las características del operario y del trabajo que se tomaron en cuenta fueron las siguientes:

Sexo:	Masculino	
Calificación:	Habilidad	Buena
	Esfuerzo	Bueno
	Condiciones	Medias
	Consistencia	Medias

El operario trabajó de pie, la iluminación del área era buena, las condiciones atmosféricas fueron estables, no existieron elementos generadores de ruido y el trabajo requería de cierta precisión.

Los elementos observados se enumeraron así:

1. Realiza limpieza externa del equipo
2. Destornilla cubierta externa
3. Realiza limpieza interior
4. Sopletea circuitos electrónicos
5. Lubrica motor del sistema de impresión
6. Limpia la cabeza térmica del sistema de impresión
7. Revisa voltaje de baterías
8. Transporta electrodos
9. Limpia electrodos
9. Atornilla carcasa y coloca papel térmico
11. Revisa parámetros de configuración
12. Realiza pruebas de señal
13. Revisa posicionamiento de aguja
14. Realiza pruebas de funcionamiento

Los valores de tiempo de los elementos se indican en la Figura 10.

Figura 10. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de un electrocardiógrafo

Fecha Estudio:	Hoja de Estudio: Ciclo Breve													Estudio N°: 3	
De pie <input type="checkbox"/> Sentado <input type="checkbox"/> Moviéndose <input type="checkbox"/>														Nombre del Operario: Esteban Acosta	
Elemento Ciclo N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Hombre <input type="checkbox"/>	Mujer <input type="checkbox"/>
1	5:08:76	0:45:67	2:21:04	1:14:98	0:56:45	1:51:79	0:30:01	1:28:28	18:25:78	3:16:63	7:09:51	5:23:68	3:45:83	Observado por: Ana Lorena de la Cruz	
2	4:30:67	0:58:98	2:47:62	1:08:13	1:16:25	1:27:81	0:26:47	1:12:07	15:79:03	2:56:55	6:34:72	4:32:53	3:22:53	Aprobado por: Esteban Acosta	
3	4:45:31	0:42:44	2:17:12	1:03:48	0:42:81	1:22:50	0:20:93	1:49:25	12:35:06	2:41:13	6:18:64	5:00:78	2:53:11	Elementos Extraños	
Total	624,74	147,09	445,78	206,59	175,51	282,10	77,41	269,60	2839,87	534,31	1202,87	896,99	601,47	Simb.	Descripción
N° de Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	A	2:10:44 Busca instrumentos
T. prom.	208,25	49,03	148,59	68,86	58,50	94,03	25,80	89,87	946,62	178,10	400,96	299,00	200,49	B	0:55:85 Repara herramienta
Valorac. %	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	C	
Tiempo bás.	229,07	53,93	163,45	75,75	64,35	103,44	28,38	98,85	1041,29	195,91	441,05	328,90	220,54	D	
Tolerancia	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	E	
Tiempo tipo	254,27	59,87	181,43	84,08	71,43	114,81	31,51	109,73	1155,83	217,46	489,57	365,07	244,80		

De este estudio se obtuvieron los siguientes valores de tiempo para el ciclo completo:

- T. elegido ciclo = 3648,84 seg.
T. elegido ciclo = 60:48:84
- T. normal ciclo = 4013,72 seg.
T. normal ciclo = 66:53:72
- El tiempo estándar del ciclo completo tuvo por valor:

T. tipo ciclo = 4455,23 segundos
T. tipo ciclo = 74:15:23 segundos

Por tanto el tiempo estándar para el proceso de mantenimiento preventivo actual realizado a los electrocardiógrafos concede aproximadamente 14 minutos adicionales para la ejecución de las actividades, con respecto al tiempo elegido.

En síntesis, el proceso de mantenimiento preventivo realizado a los electrocardiógrafos presenta las siguientes características:

- El proceso fue desarrollado en el área de mantenimiento utilizando como área de trabajo una mesa de madera algo desgastada, sobre la cual estaban ubicados varios elementos desorganizadamente, lo que obstaculizaba la operación. En cuanto al equipo de protección, el operario no utilizó ningún elemento de seguridad industrial requerido para el proceso de mantenimiento preventivo del equipo.
- La zona de lavado estaba retirada del área de trabajo, incrementando el tiempo del proceso al tener que transportar los electrodos para su limpieza.
- Se utilizaron las herramientas normales de trabajo, pero la ausencia de herramientas especializadas para la evaluación de las señales incrementó el tiempo del proceso.
- La falta de supervisión de herramientas y de su distribución ordenada en el área de trabajo generó retrasos en el desarrollo del ciclo.
- El método empleado fue secuencial en el desarrollo del proceso, evitando movimientos innecesarios.
- El área de mantenimiento incumplía con varias normas de seguridad industrial, colocando en peligro la integridad del operario y el desempeño de las operaciones de mantenimiento de los equipos.
- Los elementos adicionales generados por las condiciones de trabajo incrementaron la diferencia entre el tiempo estándar y el tiempo elemental.

5.3.5 Diagnóstico Incubadora. El mantenimiento preventivo de las incubadoras se realizaba trimestralmente. El proceso fue realizado por el técnico electrónico Christian Santacruz.

Por la dimensión de estos equipos, el mantenimiento preventivo se realizaba en el servicio de Neonatos, en el lugar donde operaba el equipo. El recorrido que efectúan los operarios para llegar al lugar donde se encuentran las incubadoras se indica en el anexo C.

Para la ejecución del trabajo se utilizaron herramientas tales como alicate, destornillador de pala, de estrella, franela, multímetro, soplete y filtro de repuesto; estos instrumentos fueron ubicados en una mesa metálica que se encontraba enfrente del equipo, sin una adecuada distribución en la mesa de trabajo. El trabajo se obstaculizó un poco debido al espacio tan reducido del área en donde se encontraban las incubadoras, razón por la cual el operario tuvo que hacer varios recorridos entre la mesa de trabajo y el equipo, así como también tuvo que completar todo el proceso de pie.

El área de Laboratorio donde se realizaba esta actividad presentaba las siguientes características:

- Espacio reducido para realizar los procesos de mantenimiento.
- Mesa metálica pequeña, incómoda para la distribución de los elementos y herramientas de trabajo, dificultando la operación.
- Buena iluminación natural y eléctrica.
- Baja producción de polvo y basura.
- Alta congestión de equipos en el área.
- Baja concurrencia de personal de Neonatología.

Por medio de la observación directa, se descompuso el ciclo de trabajo en elementos, tal como se indica en el diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo del equipo de la figura 11.

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de una incubadora infantil estacionaria.

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 2		Resumen		
Objeto: Incubadora Infantil Estacionaria Marca Ohmeda	Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo	Operación <input type="radio"/>	29		
	Transporte <input type="checkbox"/>	9		
	Espera <input type="checkbox"/>	-		
	Inspección <input type="checkbox"/>	5		
	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-		
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>	Tiempo (min.hombre)	68:32:52		
Lugar: Neonatología	Costo			
Operario(s): Christian Santacruz	Mano de obra			
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:	Material			
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:	Total			
Descripción	Tiempo	Símbolo	Observaciones	

	(min)	O	⇒	D	□	▽	
Revisa parámetros actuales de operación	5:22:38				X		
Apaga máquina	0:05:62	X					
	0:32:45				X		Revisa herramienta
Retira tornillos cubierta posterior de equipo	43:73	X					
Retira cubierta posterior	0:10:76	X					
	0:06:12		x				Coloca cubierta en mesa
	0:05:23		X				Toma franela de la mesa/ regresa
Inspecciona y retira filtro	0:35:66	X			x		
	0:09:98		X				Sitúa filtro sobre la mesa/ regresa
Limpia porta-filtro	2:36:11	X					
Limpia válvulas	3:51:93	X					
	0:05:27		X				Toma cubierta de la mesa
Limpia cubierta posterior	2:16:89	x					
Seca porta-filtro	1:23:72	X					
Seca válvulas	1:01:35	X					
Seca cubierta posterior	1:48:54	X					
	0:08:65		X				Toma filtro de la mesa
Limpia filtro	1:38:06	X					
Instala filtro	0:51:79	X					
Atornilla cubierta posterior	58:72	X					
Retira cable de poder	0:04:11	X					
Retira módulo	0:49:25	X					
Destornilla cubierta módulo	2:10:56	X					
Sopletea circuito interno módulo	0:41:08	X					
	0:19:78				X		Busca herramienta
Revisa fan y componentes electrónicos	5:11:62	X					
Lubrica fan	2:21:08	X					
Limpia y seca módulo interno	5:46:19	x					
Retira cubierta protectora bebé	0:50:23	X					
	0:04:01		X				Sitúa cubierta de bebé en mesa
Retira camilla	0:41:78	X					
	0:04:12		x				Coloca camilla en la mesa
Limpia internamente cámara bebé	5:30:77	x					
Revisa cuna	2:01:28	X					
	0:03:90		X				Toma camilla de la mesa
Monta camilla	1:16:50	X					
	0:03:53		X				Toma cubierta bebé de la mesa
Monta cubierta bebé	0:51:17	X					
Lubrica partes móviles de la cubierta protectora bebé	0:39:21	X					
Atornilla cubierta módulo y monta módulo	3:33:60	X					
Limpia superficies externas del equipo	4:25:87	x					
Realiza pruebas de funcionamiento	6:29:92				x		
TOTAL	68:32:52	29	9	-	5	-	

El tiempo que gastó el operario en completar el ciclo de mantenimiento preventivo fue de 68 minutos, 32 segundos, 52 centésimas de segundo, tiempo en el cual el operario realizó:

- 29 operaciones.
- 9 transportes del equipo a la mesa de trabajo y viceversa.
- 5 inspecciones correspondientes a la revisión de parámetros y funcionamiento, componentes del equipo y preparación de herramienta a utilizar.

Debido a la reducción del espacio, se presentaron muchos elementos de transporte de las herramientas y componentes del equipo, lo que incrementó notablemente el tiempo de ejecución del proceso.

Se presentó un poco de desorden en el método desarrollado, adicionando tiempos implícitos en los elementos.

Las pruebas de funcionamiento requirieron un análisis profundo, pues el cambio en el nivel de las variables compromete la salud y vida del bebé.

Este proceso fue tomado 3 veces en horas de la tarde empleando el criterio de la General Electric. Los valores encontrados en los 3 ciclos se indican en la figura 12.

El operario y el área de trabajo presentan las siguientes características:

Sexo:	Masculino	
Calificación:	Habilidad	Buena
	Esfuerzo	Bueno
	Condiciones	malas
	Consistencia	Buena

El operario trabajó de pie y el trabajo fue fatigoso.

Los elementos observados se enumeran así:

1. Revisa parámetros actuales de operación
2. Retira cubierta posterior
3. Inspecciona y retira filtro
4. Limpia porta-filtro
5. Limpia válvulas
6. Limpia cubierta posterior
7. Seca porta-filtro
8. Seca válvulas
9. Seca cubierta posterior
10. Limpia filtro

11. Instala filtro
12. Atornilla cubierta posterior
13. Retira cable de poder y módulo
14. Destornilla cubierta módulo
15. Sopletea circuito interno módulo
16. Revisa fan y componentes electrónicos
17. Lubrica fan
18. Limpia y seca módulo interno
19. Retira cubierta protectora bebé
20. Retira camilla
21. Limpia internamente cámara bebé
22. Revisa cuna
23. Monta camilla
24. Monta cubierta bebé
25. Lubrica partes móviles de la cubierta protectora bebé
26. Atornilla cubierta módulo y monta módulo
27. Limpia superficies externas del equipo
28. Realiza pruebas de funcionamiento

Con los datos obtenidos de los métodos actualmente utilizados, se procedió a realizar el estudio de tiempos correspondiente.

Figura 12. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de una incubadora infantil estacionaria.

Fecha del Estudio:														Estudio N°: 3			
														Hoja de Estudio: Ciclo Breve		Hoja N°: 1 de 1	
De pie <input type="checkbox"/> Sentado <input type="checkbox"/> Moviéndose <input type="checkbox"/>														Nombre del Operario: Christian Santacruz			
Elemento Ciclo N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Hombre <input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/>			
1	5:22:38	1:00:11	0:35:66	2:36:11	3:51:93	2:16:89	1:23:72	1:01:35	1:48:54	1:38:06	0:51:79	0:58:72	0:53:35	Observado por: Ana Lorena de la Cruz			
2	4:13:97	0:55:30	0:26:77	1:05:34	2:32:27	1:11:14	0:44:10	1:36:99	1:09:17	1:59:32	1:21:00	0:27:86	1:03:32	Aprobado por: Esteban Acosta			
3	4:39:61	1:24:04	0:49:62	1:27:08	2:22:54	0:56:48	1:13:25	1:45:60	0:43:72	2:24:84	0:40:15	0:33:41	0:42:83	Elementos Extraños			
Total	855,96	199,45	112,05	308,53	526,74	264,51	201,07	263,94	221,43	362,22	172,94	119,99	159,50	Simb.	Descripción		
N° de Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	A	0:55:25 Transporte equipo		
T. prom.	285,32	66,48	37,35	102,84	175,58	88,17	67,02	87,98	73,81	120,74	57,65	40,00	53,17	B			
Valorac. %	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	C			
Tiempo bás	313,85	73,13	41,09	113,13	193,14	96,99	73,73	96,78	81,19	132,81	63,41	44,00	58,48	D			
Tolerancia	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	E			
Tiempo tipo	357,79	83,37	46,84	128,97	220,18	110,57	84,05	110,33	92,56	151,41	72,29	50,16	66,67				

Elemento Ciclo Nº	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	2:10:56	0:41:08	5:11:62	2:21:08	5:46:19	0:50:23	0:41:78	5:30:77	2:01:28	1:16:50	0:51:17	0:39:21	3:33:60	4:25:87	6:29:92
2	1:49:86	0:36:87	4:27:05	2:34:15	5:03:67	1:10:30	0:56:47	5:28:33	1:45:99	0:50:24	1:13:35	0:46:71	3:18:36	4:59:88	5:09:53
3	1:25:38	0:31:44	4:00:98	1:36:60	4:40:23	1:28:75	1:12:55	4:20:84	0:47:52	0:54:26	0:45:58	0:26:32	3:48:91	3:18:33	5:12:40
Total	325,80	109,39	819,65	391,83	930,09	209,28	170,80	919,94	274,79	181,00	170,10	112,24	640,87	764,08	1011,85
Nº de Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
T. prom.	108,60	36,46	273,22	130,61	310,03	69,76	56,93	306,65	91,60	60,33	56,70	37,41	213,62	254,69	337,28
Valorac. %	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Tiempo bás.	119,46	40,11	300,54	143,67	341,03	76,74	62,63	337,31	100,76	66,37	62,37	41,15	234,99	280,16	371,01
Tolerancia	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Tiempo tipo	136,18	45,73	342,61	163,78	388,78	87,48	71,39	384,53	114,86	75,66	71,10	46,92	267,88	319,39	422,95

De este estudio se obtuvieron los siguientes valores de tiempo para el ciclo completo:

- T. elegido ciclo = 3600,01 seg.
T. elegido ciclo = 60:00:01
- T. normal ciclo = 3960,01seg.
T. normal ciclo = 66:00:01
- T. tipo ciclo = 4514,42 seg.
T. tipo ciclo = 75:14:42

Por tanto el tiempo estándar para el proceso de mantenimiento preventivo actual realizado a las incubadoras concede aproximadamente 15 minutos adicionales para la ejecución de las actividades, con respecto al tiempo elegido.

En síntesis, el proceso de mantenimiento preventivo realizado a las incubadoras presenta las siguientes características:

- El proceso fue desarrollado en el servicio de Neonatología, debido a la dimensión física del equipo; el operario no contaba con ningún elemento de seguridad, que brindara protección tanto al operario como al equipo.
- El espacio reducido del área de trabajo, así como la falta de infraestructura para la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo de las incubadoras, obstaculizó completamente el desarrollo del proceso, incrementando notablemente el tiempo del ciclo de trabajo.
- Las herramientas utilizadas no normalizadas, así como también la difícil distribución de estas en un área de trabajo adecuado generó nuevos elementos que afectaron el proceso.
- El método empleado aunque fue secuencial en el desarrollo, no fue completamente ordenado, produciendo movimientos innecesarios e incrementos en el tiempo implícito de los elementos afectados.
- Los elementos y tiempos adicionales, así como también los suplementos generados por las condiciones de trabajo y por la forma de desarrollo del proceso incrementaron la diferencia entre el tiempo estándar y el tiempo elegido.

5.3.6 Diagnóstico Succionador. El mantenimiento preventivo del succionador se realizaba cada dos meses. El proceso fue realizado por el Técnico electrónico Christian Santacruz.

Las actividades desarrolladas en el proceso para este equipo se realizaron en el área de mantenimiento. El equipo era trasladado desde el área de neonatología hasta el bloque de mantenimiento siguiendo el recorrido tal como se muestra en el anexo C.

Una vez el equipo estaba en el área de mantenimiento, el operario seleccionaba la herramienta que iba a utilizar, para esta clase de equipos se utilizó un destornillador de pala, de estrella, franela, aceite anticorrosivo o de generador y cepillo. Las herramientas fueron ubicadas sobre la mesa de trabajo junto al equipo. La ausencia de las herramientas correctas de trabajo dificultó el proceso e incremento el tiempo de operación, ya que el operario debía buscar la forma de sobrepasar el percance, así sea con un instrumento no muy recomendable. La desorganización de elementos y herramientas en el área de trabajo disminuyó la eficiencia en el tiempo de operación. Durante el desarrollo del proceso el operario se mantuvo en pie ejecutando las actividades.

Cabe anotar que el succionador era uno de los equipos biomédicos que más peligro de riesgo biológico presentaba al operario, pues podía estar contaminado internamente con secreciones y fluidos orgánicos, por tal razón era de mucha importancia que el operario utilizara el conjunto completo de protección, medida que no fue tomada por el responsable de mantenimiento del equipo, no por descuido ni falta de conocimiento, sino por ausencia de recursos asignados a esta área.

Las características del área de mantenimiento se conservan de igual manera que las presentadas en el diagnóstico del electrocardiógrafo.

Mediante un seguimiento se observó que esta práctica se presentaba para todos los succionadores de diferentes áreas, con similares condiciones de trabajo y de protección industrial.

El ciclo de trabajo se descompuso en elementos con los cuales se procedió a realizar el diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo del succionador, tal como se muestra en la figura 13.

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo de un succionador

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/>					
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 1		Resumen					
Objeto: Succionador Marca De VILBISS		Actividad	Actual	Propuesta	Economía		
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo		Operación <input type="radio"/>	23				
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Transporte <input type="radio"/>	2				
Lugar: Mantenimiento		Espera <input type="radio"/>	-				
Operario(s): Christian Santacruz		Inspección <input type="checkbox"/>	9				
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:		Almacenamiento <input type="radio"/>	-				
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:		Tiempo (min-hombre)	58:27:35				
		Costo					
		Mano de obra					
		Material					
		Total					
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	
Realiza pruebas de funcionamiento	2:35:61				X		
	6:53:12				X		Búsqueda de herramientas

Desensambla base y motor	0:45:98	X					
Destornillar tapa diafragma del motor	1:25:76	X					
	1:33:20				X		Búsqueda de herramienta
Revisa flappers	1:49:08	X					
Limpia diafragma	0:43:56	x					
Destornilla lámina de la tapa diafragma	1:50:32	X					
Transporta tapa diafragma y lámina	0:49:03		X				
Realiza limpieza de lámina con agua jabonosa	2:03:08	X					
Realiza limpieza de tapa diafragma con agua jabonosa	2:55:21	X					
Transporta lámina y tapa diafragma	0:42:32		X				
Seca tapa diafragma	0:56:87	X					
Seca lámina	0:35:22	X					
Lija tapa y lámina	5:17:49	X					Con clavo
Lubrica tapa diafragma y lámina	0:44:93	x					
Ajusta y revisa flappers	2:15:13				x		
Ensambla lámina en la tapa diafragma	2:29:43	X					
Reinstala tapa diafragma en motor	2:26:70	X					
Ajusta motor a la base	0:58:38	X					
Destornilla motor y base	0:46:71	X					Falta colocar seguro
Ajusta motor a la base	0:56:26	X					
Ajusta tornillos tapa-motor y motor base	0:31:29	X					
realiza prueba de funcionamiento	0:35:37				X		
Destornilla base-motor y tapa diafragma-motor	2:47:45	X					Diafragma golpeando
Reacomoda tapa diafragma en motor	0:58:89	X					
Atornilla tapa diafragma en motor	1:35:04	X					
Ajusta motor a la base	0:51:61	X					
Limpia superficies	2:10:03	X					
Ajusta nivel de succión	2:27:90	X					
Realiza pruebas de funcionamiento	4:56:38				X		
TOTAL	58:27:35	23	2	-	9	-	

El tiempo que gastó el operario en completar el ciclo de mantenimiento preventivo fue de 58 minutos, 27 segundos, y 35 centésimas de segundo, tiempo en el cual el operario realizó:

- 23 operaciones.
- 2 transportes del equipo a la zona de lavado y el retorno a la mesa de trabajo.
- 9 inspecciones correspondientes a la revisión de parámetros y funcionamiento, componentes del equipo y preparación de herramienta a utilizar.

En el diagrama se alcanza a observar la utilización de herramienta no propicia para la ejecución de los procedimientos de mantenimiento, esto se debió a que no había lija para retirar los desechos orgánicos presentes en la lámina y la tapa del diafragma, por lo cual se utilizó un clavo para raspar las superficies de los componentes. Esta acción requería de más tiempo para completar el procedimiento.

De igual manera, se observa en el diagrama una cantidad de elementos que se generaron por la desorganización de los componentes en el área de trabajo y en el ensamblado del equipo, incrementando el tiempo del ciclo.

El proceso se realizó de forma secuencial, cumpliendo con los pasos propuestos en el protocolo de mantenimiento.

Tomando en cuenta que el ciclo demandó de más de 40 minutos se realizaron 3 tomas de estudio, aplicando el criterio de la General Electric, estos valores se indican en la figura 14.

Para el desarrollo del estudio de tiempos se tomó en cuenta las siguientes características del operario y condiciones del trabajo:

Sexo:	Masculino	
Calificación:	Habilidad	media
	Esfuerzo	Bueno
	Condiciones	malas
	Consistencia	media

El operario trabajó de pie, la iluminación del área era buena, y el trabajo fue aburrido por la falta de suministros y herramienta adecuada.

Para este estudio los elementos se enumeraron de la siguiente manera:

1. Realiza pruebas de funcionamiento
2. Desensambla base y motor
3. Destornillar tapa diafragma del motor
4. Revisa flappers
5. Limpia diafragma
6. Destornilla lámina de la tapa diafragma
7. Limpia lámina y tapa diafragma
8. Lija tapa y lámina
9. Lubrica tapa diafragma y lámina
10. Ensambla componentes tapa diafragma
11. Reinstala componentes en motor
12. Limpia superficies del equipo
13. Realiza pruebas de funcionamiento

Con los datos obtenidos de los métodos actualmente utilizados, se procedió a realizar el estudio de tiempos correspondiente.

Figura 14. Formulario de estudios de tiempos del mantenimiento preventivo de un succionador

Fecha del Estudio:													Estudio N°: 3		
														Hoja N°: 1 de 1	
De pie <input type="checkbox"/> Sentado <input type="checkbox"/> Moviéndose <input type="checkbox"/>														Nombre del Operario: Christian Santacruz	
Elemento Ciclo N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Hombre <input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/>	
1	2:35:61	0:45:98	1:25:76	1:49:08	0:43:56	1:50:32	8:01:73	5:17:49	0:44:93	4:44:73	3:22:96	2:10:03	7:24:18	Observado por: Ana Lorena de la Cruz	
2	2:10:34	0:57:01	0:53:14	2: 38:66	0:36:21	1:05:75	7:57:35	4:09:56	1:17:20	5:25:71	2:22:41	2:49:99	6:57:68	Aprobado por: Esteban Acosta	
3	1:46:98	0:28:46	0:39:45	1:07:43	0:52:93	0:46:88	9:37:22	6:24:01	1:30:46	4:14:93	2:16:99	3:30:00	5:26:10	Elementos Extraños	
Total	392,93	131,45	178,35	335,17	132,79	222,95	1536,30	951,06	212,59	865,37	482,36	480,02	1187,96	Simb.	Descripción
N° de Obs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	A	
T. prom.	130,98	43,82	59,45	111,72	44,26	74,32	512,10	317,02	70,86	288,46	160,79	160,01	395,99	B	
Valorac. %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	C	
Tiempo bás	130,98	43,82	59,45	111,72	44,26	74,32	512,10	317,02	70,86	288,46	160,79	160,01	395,99	D	
Tolerancia	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	E	
Tiempo tipo	148,00	49,51	67,18	126,25	50,02	83,98	578,67	358,23	80,08	325,96	181,69	180,81	447,46		

De este estudio se obtuvieron los siguientes valores de tiempo para el ciclo completo:

- T. elegido ciclo = 2369,77 seg.
T. elegido ciclo = 39:29:77
- T. normal ciclo = 2369,77seg.
T. normal ciclo = 39:29:77
- T. tipo ciclo = 2677,84 segundos
T. tipo ciclo = 44:37:84

Por tanto, el tiempo estándar para el proceso de mantenimiento preventivo actual realizado a los succionadores concede aproximadamente 5 minutos adicionales para la ejecución de las actividades, con respecto al tiempo elegido.

En síntesis, el proceso de mantenimiento preventivo realizado a los succionadores presenta las siguientes características:

- El proceso fue desarrollado en el área de mantenimiento, usando como área de trabajo una mesa algo desgastada, este espacio de operación presentaba varios elementos sobre su superficie, obstaculizando la libre movilización y el proceso de mantenimiento del equipo.
- El operario no usaba el equipo de protección adecuado para realizar el mantenimiento al equipo, debido a la falta de estos recursos en el área de mantenimiento, lo cual compromete la salud e integridad del personal.
- La zona de lavado estaba retirada del área de trabajo, incrementando el tiempo del proceso al tener que transportar la lámina y la tapa diafragma para su limpieza.
- La desordenada distribución de herramientas, así como también la ausencia de instrumentos y materiales necesarios para realizar el proceso, incrementó el tiempo del ciclo.
- La desorganización de los componentes en el área de trabajo y en el ensamblado del equipo, generó nuevos elementos, incrementando el tiempo del ciclo.
- El proceso se realizó de forma secuencial, cumpliendo con los pasos propuestos en el protocolo de mantenimiento preventivo para succionadores.
- Los elementos adicionales generados por las condiciones de trabajo incrementaron la diferencia entre el tiempo estándar y el tiempo elemental.

6. PROPUESTA DE NUEVOS MÉTODOS

Analizando la información obtenida en la anterior etapa, se formuló una serie de recomendaciones para mejorar los métodos y tiempos de ejecución de los procesos tal y como se estaban llevando. Para esto se realizó mantenimiento preventivo a los equipos estudiados, analizando la forma como se hacía y como se podría hacer para mejorar los métodos empleados, también se analizó que condiciones de trabajo se podrían modificar para evitar el tiempo improductivo y garantizar al operario ejecutar las tareas sin fatiga innecesaria; y se analizó la forma de modificar la documentación de los equipos y complementarla con información que sirviera de guía de calidad para el operario en el desarrollo de los procesos de mantenimiento preventivo de los equipos. Bajo las tres perspectivas, desde el punto de vista de documentación de procedimientos, condiciones de trabajo y procesos de mantenimiento, se formularon las propuestas para la ejecución del método.

- **Documentación de procedimientos.** Los documentos se modificaron de la siguiente manera:

Las hojas de vida se complementaron con información que contenía un cuadro para los accesorios del equipo, traslado de equipo, observaciones, clase de riesgo de acuerdo a criterios internacionales⁹.

Los protocolos de mantenimiento preventivo se modificaron para presentar los valores de los parámetros de funcionamiento y las herramientas básicas necesarias.

- **Condiciones de trabajo.** Se presentan una serie de recomendaciones basadas en las estipulaciones presentadas por el Ministerio de la Protección Social¹⁰, la Organización Internacional del Trabajo OIT¹¹ y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE¹², para mejorar el área de mantenimiento, el lugar de trabajo, la disposición de herramientas y el uso de equipo de protección, estas condiciones son generales para todos los equipos.
- **Proceso de mantenimiento.** Se presentan una serie de recomendaciones para mejorar el proceso de mantenimiento preventivo de los equipos.

6.1 CONDICIONES DE TRABAJO

Las siguientes recomendaciones se plantearon de acuerdo a las normas presentadas por el Ministerio de la Protección Social en el Manual de Condiciones de Almacenamiento y Acondicionamiento de Dispositivos Médicos de Uso en Humanos, la Organización Internacional del Trabajo OIT para las condiciones y medio ambiente de trabajo y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.

⁹ Marco Conceptual y Normativo de la Tecnología [en línea]. <http://www.minsalud.gov.co>

¹⁰ Manual de Condiciones de Almacenamiento y/o Acondicionamiento para Dispositivos Médicos [en línea]. <http://www.ministeriodelaproteccionsocial.gov.co>

¹¹ OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. México, D.F. 2004. p.47

¹² Resolución 18 0398 de 2004 [en línea]. <http://www.ministeriodeminasyenergía.gov.co>

- **Instalaciones.** Las instalaciones tendrán que estar ubicadas, diseñadas, construidas, adaptadas, demarcadas, identificadas y mantenidas de tal forma que sean apropiadas para las operaciones que se realizan en ellas, de tal forma que se minimicen los riesgos y se permita la adecuada limpieza, mantenimiento y orden, se evite la acumulación de agentes contaminantes y en general, toda condición que pueda influir negativamente en la calidad de los dispositivos médicos.

Las áreas de los diferentes procesos deben estar separadas, delimitadas físicamente y se dispondrá en cada una, exclusivamente de los elementos destinados para desarrollar las labores propias de las mismas.

- *Condiciones externas.* Las edificaciones deben encontrarse en condiciones que no evidencien deterioro que puedan afectar la calidad de los dispositivos médicos. Las instalaciones deben protegerse de la contaminación proveniente del exterior y debe garantizarse el control de plagas.
- *Condiciones internas.* Los edificios deben contar con suficiente espacio para permitir la limpieza y el mantenimiento, así como la realización de operaciones propias del área. Además deben estar dotados de ventanas con una superficie total que no sea inferior al 17% de la superficie del piso, regulando con persianas o cortinas la intensidad de la luz natural.

El nivel de intensidad lumínica debe estar entre los 500 y 1000 lux, que es el rango para las tareas que exigen bastante o gran esfuerzo visual.

La temperatura del lugar del trabajo para trabajo físico ligero y mediano de pie y para trabajo ligero en posición sentada debe estar entre los 16 – 20 °C.

En cuanto a la ventilación, el aire debe cambiarse de cuatro a ocho veces por hora en las oficinas o lugares donde se realicen trabajos sedentarios, y de ocho a doce veces por hora en los talleres.

Las paredes, pisos, techos de las áreas donde se realicen actividades de acondicionamiento deben permanecer en buen estado, sin grietas ni humedad, ser de material no poroso y fácilmente lavable.

Se debe contar con equipos de seguridad para combatir incendios, como sistemas de alarma y extintores en cantidad suficiente y dispuestos de tal forma que sean de fácil acceso. Se definirán y señalizarán las rutas de evacuación en caso de fuego o emergencia, estas salidas deben mantenerse despejadas.

Los sistemas de desagüe deben permanecer en buen estado, realizar mantenimiento y darse protección a los sifones.

- *Área de almacenamiento.* El establecimiento debe contar con áreas de almacenamiento con capacidad suficiente, divididas o separadas, dispuestas tanto físicas como funcionalmente de acuerdo con el tipo de dispositivo médico almacenado. Los dispositivos médicos almacenados

se deben identificar por zonas, especificando su estado de calidad dentro del proceso de revisión de mantenimiento.

Los dispositivos médicos deben disponerse sobre estibas, estanterías u otro sistema que evite el contacto directo con el piso y paredes. Además debe ubicarse de forma tal que no se afecte su integridad. Cuando se requiera, deben existir las hojas de seguridad de los dispositivos médicos que incluya entre otras características de reactividad, riesgo de salubridad y forma de manipulación de los dispositivos médicos, así como también el modo de actuar en caso de accidentes.

- **Áreas Accesorias.** Entre las cuales se cuentan los baños, vestuarios, zona de basuras y zona de lavado de implementos de aseo.

Los baños deben estar ubicados fuera de las áreas de mantenimiento a una distancia inferior a 75 metros de la zona de trabajo, y en cantidad suficiente de acuerdo con el número de operarios. Los cuartos de aseo deben estar dotados de un grifo y una ducha por cada tres o cuatro trabajadores, además deben existir diferenciación de sanitarios tanto para mujeres como para hombres. Cada baño debe contar los elementos de aseo e higiene personal requeridos.

Las instalaciones destinadas al cambio de ropas y su guarda, como también las de limpieza y arreglo personal, deben ser accesibles y adecuadas al número de operarios; tendrán que ubicarse de acuerdo con el flujo del personal y estar dotadas con casilleros independientes para la ropa de calle y dotación de trabajo. Debe proporcionarse la suficiente dotación, de acuerdo con los procesos que se realizan, incluyendo los elementos de seguridad industrial y ocupacional como son ropa de trabajo, guantes, mascarillas, gafas de protección, entre otros. Estos permanecerán en adecuadas condiciones de mantenimiento y limpieza.

El área de mantenimiento debe disponer de una zona para el depósito de las basuras, la cual debe estar aislada de la zona de trabajo, demarcada e identificada y dotada de canecas protegidas e identificadas de acuerdo con el tipo de desecho y según las normas de manejo de residuos hospitalarios.

Las instalaciones de mantenimiento deben disponer de áreas separadas para el lavado de implementos de aseo y para el lavado de componentes de los equipos, las cuales estarán diseñadas de tal forma que los procesos que se desarrollan en las mismas no generen humedad ni contaminación a las áreas aledañas. Los implementos utilizados en las labores de aseo serán exclusivos, deben almacenarse aislados del piso y mantenerse en buenas condiciones.

- **Personal.** Se deben identificar las necesidades de recursos humanos y garantizar la provisión de personal suficiente y competente para la realización de las actividades de cada área. El personal tendrá conocimiento de las normas y disposiciones de trabajo existentes, entrenamiento permanente en el sistema de calidad. Todo el personal debe recibir capacitación en prácticas de higiene personal y salud ocupacional, incluyendo el lavado de manos después de ejecutar las actividades de mantenimiento. Se colocarán carteles alusivos a esa obligación y se cumplirán las instrucciones escritas.

- **Saneamiento e Higiene.** Deben garantizarse las condiciones higiénicas y sanitarias de las áreas e implementar y documentar procesos de limpieza que incluyan equipo de limpieza y materiales, métodos, sustancias que se van a utilizar, métodos para protección de dispositivos médicos contra la contaminación durante la limpieza, frecuencia de limpieza, personal designado y registro de las actividades.

El programa de saneamiento e higiene debe contemplar:

Instrucciones al personal sobre prácticas de higiene, así como instrucciones de trabajo. Además se deben practicar exámenes médicos al personal del área de mantenimiento, antes de ser contratado y periódicamente durante el tiempo de empleo, para garantizar un apropiado estado de salud.

Se debe dotar de vestuario de trabajo a los operarios de acuerdo con la actividad que estos desempeñen y el riesgo representativo a cada actividad, para asegurar la protección tanto del personal como de los dispositivos médicos contra la contaminación.

Debe prohibirse en las áreas de almacenamiento la realización de actividades como fumar, beber o comer.

Por último se requiere implementar un programa de control de plagas, basado en procedimientos escritos y definir la periodicidad y cronograma de realización del mismo, llevando registro de su cumplimiento; en dicho programa debe quedar claramente expresas las medidas a tomar para prevenir la contaminación de las instalaciones y dispositivos médicos.

- **Ergonomía.** Se debe crear condiciones adecuadas para los trabajadores en lo que se refiere a reducir la carga física de trabajo, mejorar la postura de trabajo y reducir el esfuerzo de ciertos movimientos, facilitar la manipulación de herramientas y máquinas, etc.

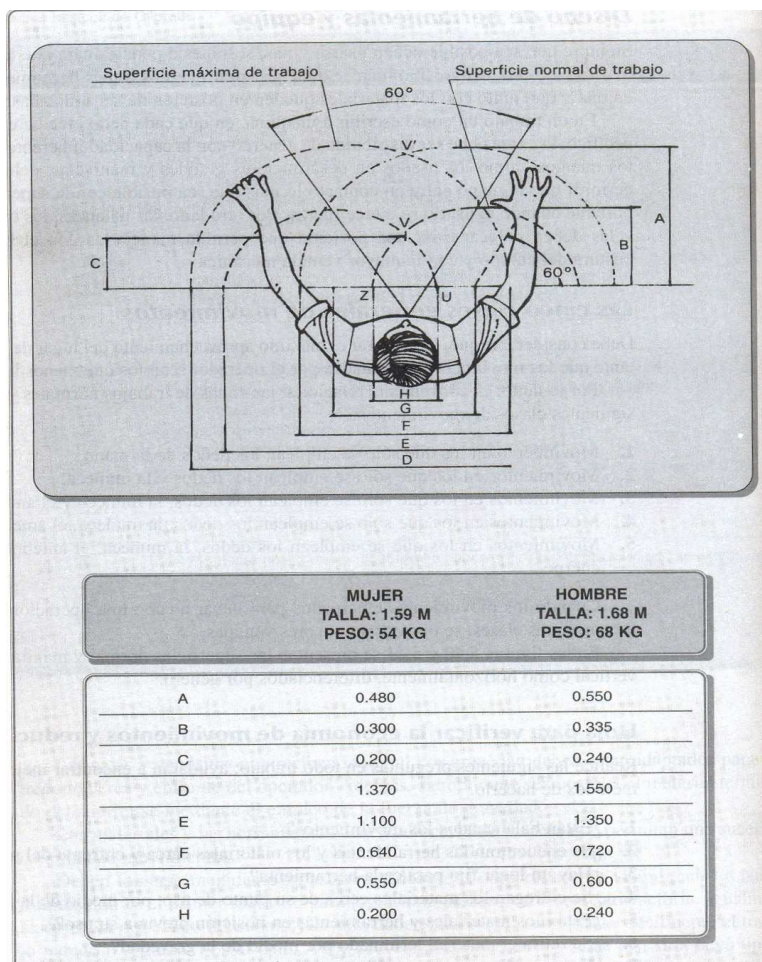
Las mesas de trabajo deben ser de material resistente y acorde al trabajo realizado sobre estas, por lo menos deben contar con un contacto macho (clavija) y hembra (tomacorriente) diseñados y fabricados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica. La construcción debe ser tal que en condiciones de servicio no haya partes energizadas expuestas, excepto los contactos de conexión. Los tomacorrientes deben ser dobles con polo a tierra del tipo grado hospitalario.

Las herramientas, plantillas y demás equipos no deberán dejarse desparramados, sino colocarse en casilleros, estantes o depósitos oportunamente dispuestos en el taller, estas herramientas y demás instrumentos deben estar al rápido alcance de los operarios y dispuestos de tal manera que se facilite su observación y manipulación. Además, el área de trabajo debe presentar recipientes plásticos con subdivisiones para colocar elementos pequeños de los equipos, tales como tornillos, arandelas, conectores, etc.

Las sillas utilizadas deben ser ergonómicas con variación de nivel de altura.

Las herramientas deben estar localizadas a los lados del operador y dentro del área normal de trabajo figura 15.

Figura 15. Superficies normal y máxima de trabajo en el plano horizontal.



Fuente: GARCIA, Roberto. p. 90, Estudio del Trabajo, 2005

6.2 PROPUESTA CENTRÍFUGA

El método empleado para el mantenimiento preventivo de la centrífuga presentaba varios inconvenientes. En primer lugar las herramientas no eran normalizadas, la disposición de estas y otros componentes del equipo en el área de trabajo no tenían un orden y en segundo lugar la ejecución de los procedimientos no tenían una secuencia ni orden de desarrollo.

Para solucionar estos problemas se procedió a analizar las herramientas básicas necesarias para el desarrollo del proceso, estas se indican en el nuevo formato del protocolo de mantenimiento

preventivo, así como también se indican las especificaciones técnicas de funcionamiento. La hoja de vida y el protocolo propuesto se indican en el anexo B de este proyecto.

Las herramientas deben prepararse antes de iniciar el proceso y deben estar distribuidas a los lados del operario dentro del área normal de trabajo, visibles y con un espacio prudencial entre ellas. Los componentes del equipo pueden ser ubicados dentro de la superficie máxima de trabajo, y los elementos pequeños tales como tornillos, tuercas, etc., pueden ser colocados dentro de estantes que presenten subdivisiones internas para distinguir unos elementos de otros.

Se recomienda que el operario utilice mínimo guantes y bata como equipo de protección, para la ejecución del proceso.

Los tubos en el momento que se están retirando del portatubos deben ser marcados, indicando el número correspondiente de su posición. Se recomienda que esta marca no se realice con cinta de enmascarar u otro elemento ya que modificaría el peso del tubo, sino hacerlo con un marcador de tinta permanente. De igual forma, por calibración se recomienda realizar las mediciones del peso de los tubos periódicamente y posicionarlos de manera que se conserve el equilibrio en el sistema.

Una vez retirado los tubos, se recomienda que el proceso continúe por la parte inferior del equipo con el fin de retirar los posibles restos de tubos de ensayo que puedan encontrarse presentes en la cámara.

También se recomienda realizar mediciones de la revolución del motor y registrarla en las observaciones del protocolo, para supervisar el funcionamiento del motor.

Siguiendo estas recomendaciones se propuso un nuevo método para la centrífuga, basado en el método inicial, eliminando los elementos extraños o generados por algún error cometido en el desarrollo del proceso. Se aclara que no se realizaron mediciones reales con el método propuesto, puesto que demandaría una cantidad de tiempo extra al otorgado para la realización de esta modalidad de grado, para adiestrar a los operadores hasta que alcancen un adecuado nivel de habilidad en el nuevo proceso.

Figura 16. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de una centrífuga.

Diagrama del Proceso	Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>	
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 1	Resumen			
Objeto: Centrífuga Marca Clay Adams	Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo	Operación <input type="radio"/>	21	16	5
	Transporte <input type="checkbox"/>	-	-	-
	Espera <input type="checkbox"/>	2	-	2
	Inspección <input type="checkbox"/>	7	3	4
	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-	-	-
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>				
Lugar: Laboratorio Clínico	Tiempo (min-hombre)	66:54:14	36:38:77	30:15:37

Operario(s): Esteban Acosta		Costo					
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:		Mano de obra					
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:		Material					
		Total					
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		○	⇔	□	▽		
Retira tubos y portatubos	0:58:37	X					
Destornilla soportes y tapa inferior	1:35:72	X					
Limpia cableado eléctrico	1:01:58	X					
Retira y revisa estado de escobillas	0:54:91	X					
Sopletea equipo	0:30:23	X					
Reposiciona escobillas	2:07:78	X					
Reinstala y ajusta soportes	2:25:42	X					
Retira cubierta sistema eléctrico y electrónico	2:08:63	X					
Revisa sistema eléctrico y electrónico	3:15:46				X		
Revisa seguros y lubrica perillas	1:49:24	X					
Arma cubierta del sistema eléctrico	8:01:23	X					
Limpia el interior de la cámara de tubos	1:12:08	X					
Revisa eje del motor	0:53:47				X		
Lubrica acople de eje	0:56:45						
Retira eje	1:09:37	X					
Lubrica eje	0:44:28	X					
Reinstala y ajusta eje	0:20:35	X					
Reinstala portatubos y tubos	2:39:17	X					
Verifica funcionamiento	3:55:03				X		
TOTAL	36:38:77	16	-	-	3	-	

Comparando el método propuesto con el método actual, se observa un considerable ahorro de tiempo, casi del 50%, igualmente las operaciones e inspecciones disminuyeron en número, lo cual significa una reducción en los movimientos del operario que se traduce en menor fatiga. Las condiciones de trabajo planteadas disminuirán los riesgos industriales y proporcionaran un ambiente cómodo de trabajo.

6.2 PROPUESTA MICROSCOPIO

El método empleado para el mantenimiento preventivo del microscopio presentaba como inconvenientes la utilización de herramientas no estandarizadas lo cual generaba que algunas herramientas utilizadas, no fueran adecuadas para la ejecución del proceso; esto provocó la implementación de nuevos elementos al ciclo de trabajo incrementando el tiempo de operación.

De la misma forma que para la centrifuga, se realizó una lista de herramientas básicas necesarias para el correcto desarrollo del proceso de mantenimiento preventivo del microscopio, las cuales se muestran en el nuevo formato de protocolo del equipo. La hoja de vida y el protocolo propuesto se indican en el anexo B de este proyecto.

Se recomienda que la distribución de herramientas en el área de trabajo, para todos los equipos, se realice tal como se describió en la propuesta del nuevo método para la centrífuga. Además se solicita el uso como mínimo de guantes y bata para la ejecución de todos los procesos de mantenimiento de los equipos médicos.

La limpieza de los componentes del microscopio con alcohol puede realizarse con mayor facilidad si se coloca un poco del líquido en un recipiente amplio, así solo se requeriría la acción de una mano para humedecer la franela.

De igual manera se puede realizar la limpieza de los objetivos de una forma más simultánea, en este caso se retirarían todos los objetivos y se posicionarían en el área de trabajo tal cual van en el revolver, se limpiarían los portaobjetivos, luego todos los objetivos y se reinstalarían en su lugar de origen. Esto disminuiría los movimientos en vaivén cuando se limpian los objetivos en el método actual.

La limpieza general externa del equipo puede realizarse al final del proceso, antes de las pruebas de funcionamiento, pues si se lo hace al principio del ciclo, el equipo se puede ir ensuciando en el transcurso del desarrollo, lo cual requeriría de otro procedimiento de limpieza.

Cuando se esté lubricando los sistemas mecánicos se recomienda cubrir las superficies cercanas para evitar salpicaduras en estas.

Figura 17. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de un microscopio.

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>			
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 2		Resumen					
Objeto: Microscopio Marca Nikon Kodon	Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo	Operación <input type="radio"/>	48	27	21			
	Transporte <input type="checkbox"/>	-	-	-			
	Espera <input type="checkbox"/>	-	-	-			
	Inspección <input type="checkbox"/>	1	1	-			
	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-	-	-			
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>							
Lugar: Laboratorio Clínico	Tiempo (min-hombre)	41:34:71	33:19:31	8:15:40			
Operario(s): Jesús Santacruz	Costo						
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:	Mano de obra						
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:	Material						
	Total						
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Limpia oculares	1:21:87	X					
Retira oculares y limpia sistema de lentes de los oculares	2:48:58	X					
Limpia sistema de lentes de los objetivos	41:25	X					

Ensambla oculares	35:25	X					
Retira objetivos 1, 2, 3, 4	35:09	X					
Limpia portaobjetivos 1, 2, 3, 4	30:22	X					
Limpia objetivo 1, 2, 3, 4	4:53:11	X					
Reinstala objetivo 1,2,3,4	23:60	X					
Limpia externamente objetivos y revolver	13:62	X					
Limpia portaobjetos y platina	35:53	X					
Limpia tornillos de desplazamiento	1:05:47	X					
Limpia tornillos macro y micrométricos	48:25	X					
Retira condensador de luz	21:77	X					
Limpia condensador de luz	1:44:62	X					
Limpia diafragma-iris	1:24:50	X					
Retira fuente de iluminación	30:93	X					
Limpia fuente de iluminación	1:07:44	X					
Limpia cubierta de fuente de iluminación	14:72	X					
Limpia pie y brazo	1:11:56	X					
Lubrica tornillos de desplazamiento y cremallera	3:31:81	X					
Limpia platina y portaobjetos con aceite	54:97	X					
Lubrica cremallera de los tornillos macro y micrométricos	1:23:03	X					
Limpia con aceite pie, portaobjetos, tornillos	1:02:28	X					
Ensambla fuente de iluminación	14:54	X					
Ensambla diafragma-iris y condensador	40:78	X					
Limpia con aceite cubierta de fuente de iluminación	27:68	X					
Realiza pruebas de funcionamiento	3:56:84				X		
TOTAL	33:19:31	27	-	-	1		

Comparando el método propuesto con el método actual, se observa una disminución de operaciones y por tanto también de tiempo del ciclo. El ahorro de tiempo fue casi de un 30 % con respecto al proceso observado actualmente

6.4 PROPUESTA MONITOR DE SIGNOS VITALES

Los problemas encontrados en el método empleado para el mantenimiento preventivo del monitor de signos vitales se solucionaron de la siguiente manera:

Se realizó un listado de herramientas básicas necesarias para desarrollar el proceso secuencialmente, se recomienda que estas herramientas se preparen antes de iniciar el proceso de mantenimiento y se distribuyan en el área de trabajo en la forma antes descrita. Este listado se presenta en el protocolo propuesto junto con la hoja de vida correspondiente en el anexo B.

En cuanto al suministro de materiales (guantes, franelas, compresas) es necesario solicitar una cantidad mayor a la brindada por si alguno se daña o se acaba en el transcurso del proceso, entonces no se perdería tiempo en solicitar mas suministros.

El registro de los datos puede realizarse al finalizar el ciclo, para que este elemento no haga parte del proceso, además que es más conveniente ya que se puede anotar todas las observaciones que se presentaron en el transcurso del desarrollo.

Se puede utilizar un soplete para realizar la limpieza de los componentes internos por medio de aire a presión, para no utilizar la red de suministros de gases.

Figura 18. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de un Monitor de Signos Vitales.

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>			
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 1		Resumen					
Objeto: Monitor de Signos Vitales Marca Nihon Codeen		Actividad	Actual	Propuesta	Economía		
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo		Operación <input type="radio"/>	14	13	1		
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Transporte <input type="checkbox"/>	2	-	2		
Lugar: UCI		Espera <input type="checkbox"/>	1	-	1		
Operario(s): Juan Carlos Suárez		Inspección <input type="checkbox"/>	7	3	4		
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:		Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-	-	-		
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:		Tiempo (min-hombre)	34:01:90	28:43:85	5:18:05		
		Costo					
		Mano de obra					
		Material					
		Total					
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Revisa parámetros de menú de usuario	5:23:14				x		
Realiza pruebas de funcionamiento	3:34:03				x		
Retira baterías	0:24:38	X					
Destornilla parte baja de la cubierta	0:18:07	X					
Destornilla mango superior	0:48:06	X					
Destornilla parte superior de la cubierta	1:36:56	X					
Retira cubierta trasera	0:37:41	X					
Sopletea circuitos internos	0:28:99	X					
Limpia la cubierta trasera	2:05:03	x					
Ensambla cubierta trasera y atornilla	2:36:72	X					
Limpia mango superior	1:06:47	X					
Limpia superficie externa	2:36:12	X					
Atornilla mango superior	0:38:91	X					
Limpia batería	0:30:22	X					
Coloca batería	0:18:77	X					
Revisa parámetros de menú de usuario y funcionamiento	5:40:97				x		
TOTAL	28:43:85	13	-	-	3	-	

Al comparar el método propuesto con el método actual, se observa que se requirieron 13 operaciones y 3 revisiones y se disminuyó un porcentaje de tiempo casi del 18 % con respecto al proceso actual.

6.5 PROPUESTA ELECTROCARDÍOGRAFO

El método empleado para el mantenimiento preventivo del electrocardiógrafo presentaba como inconvenientes los siguientes:

Falta de supervisión de herramientas y distribución desordenada en el área de trabajo. Para esto se recomienda realizar una evaluación del estado de herramientas y corregir las fallas que se presenten, de esta forma se mantendría la calidad en los elementos de trabajo; la distribución de las herramientas en el área de trabajo puede ser de la forma que anteriormente se describió.

Se recomienda adquirir un simulador de pacientes, no solo para evaluar el funcionamiento del electrocardiógrafo sino también el de otros equipos.

Figura 19. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de un Electrocardiógrafo

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>			
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 2		Resumen					
Objeto: Electrocardiógrafo Marca Fukuda	Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo	Operación <input type="radio"/>	11	9	2			
	Transporte <input type="checkbox"/>	-	-	-			
	Espera <input type="checkbox"/>	2	-	2			
	Inspección <input type="checkbox"/>	7	3	4			
	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-	-	-			
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>							
Lugar: Mantenimiento	Tiempo (min-hombre)	68:36:35	57:45:20	10:51:15			
Operario(s): Esteban Acosta	Costo						
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:	Mano de obra						
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:	Material						
	Total						
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Realiza limpieza externa del equipo	5:08:76	X					
Destornilla cubierta externa	0:45:67	X					
Realiza limpieza interior	2:21:04	X					
Sopletea circuitos electrónicos	1:14:98	X					
Lubrica motor del sistema de impresión	0:56:45	X					
Limpia la cabeza térmica del sistema de impresión	1:51:79	X					
Revisa voltaje de baterías	0:30:01	X					
Limpia electrodos	17:00:50	X					
Atomilla carcasa y coloca papel térmico	3:16:63	X					
Revisa parámetros de configuración	7:09:51				X		
Revisa posicionamiento de aguja	3:45:83				X		
Realiza pruebas de funcionamiento	13:44:03				X		
TOTAL	57:45:20	9	-	-	3	-	

Comparando el método propuesto con el método actual, se observa un porcentaje aproximado del 13% de ahorro de tiempo, las operaciones se mantuvieron constantes pero se disminuyeron las inspecciones y esperas en el proceso.

6.6 PROPUESTA INCUBADORA

Los inconvenientes que presentaba este modelo se pueden solucionar con las siguientes recomendaciones:

Si el equipo no puede ser trasladado al área de mantenimiento lo más recomendable es adecuar primero el área donde se encuentra el equipo, la mesa puede ser colocada al lado de la incubadora y no enfrente de esta, para reducir el espacio entre el área de trabajo y el equipo; las herramientas pueden disponerse en forma horizontal espaciadas unas de otras, de tal forma que sean visibles y de fácil acceso al operario. Se puede utilizar la cubierta del bebé tapada con una franela para colocar los componentes del equipo.

Se recomienda que la lubricación de los elementos móviles sea por medio de un lubricante no tóxico e inoloro pues el uso de estos materiales afecta la salud del bebé.

Figura 20. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de una Incubadora.

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>			
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 2		Resumen					
Objeto: Incubadora Infantil Estacionaria Marca Ohmeda	Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo	Operación <input type="radio"/>	29	25	4			
	Transporte <input type="checkbox"/>	9	-	9			
	Espera <input type="checkbox"/>	-	-	-			
	Inspección <input type="checkbox"/>	5	3	2			
	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-	-	-			
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>							
Lugar: Neonatología	Tiempo (min.hombre)	68:32:52	64:26:12	4:06:40			
Operario(s): Christian Santacruz	Costo						
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:	Mano de obra						
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:	Material						
	Total						
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Revisa parámetros actuales de operación	5:22:38				X		
Apaga máquina y retira cable de poder	0:05:62	X					
Retira tornillos cubierta posterior de equipo	0:43:73	X					
Retira cubierta posterior	0:10:76	X					
Inspecciona y retira filtro	0:35:66	X			x		
Limpia y seca porta-filtro	3:16:00	X					
Limpia y seca válvulas	4:21:16	X					
Limpia y seca cubierta posterior	3:02:13	x					

Limpia filtro	1:38:06	X					
Instala filtro	0:51:79	X					
Atornilla cubierta posterior	0:58:72	X					
Retira módulo	0:49:25	X					
Destornilla cubierta módulo	2:10:56	X					
Sopletea circuito interno módulo	0:41:08	X					
Revisa fan y componentes electrónicos	5:11:62	X					
Lubrica fan	2:21:08	X					
Limpia y seca módulo interno	5:46:19	x					
Atornilla cubierta módulo y monta módulo	3:33:60	X					
Retira cubierta protectora bebé	0:50:23	X					
Retira camilla	0:41:78	X					
Limpia internamente cámara bebé	5:30:77	x					
Revisa cuna	2:01:28	X					
Monta camilla	1:16:50	X					
Monta cubierta bebé	0:51:17	X					
Lubrica partes móviles de la cubierta protectora bebé	0:39:21	X					
Limpia superficies externas del equipo	4:25:87	x					
Realiza pruebas de funcionamiento	6:29:92				x		
TOTAL	64:26:12	25	-	-	3	-	

Comparando el método propuesto con el método actual, se observa un porcentaje aproximado del 6% de ahorro de tiempo; la cantidad de operaciones, inspecciones y transportes disminuyeron.

6.7 PROPUESTA SUCCIONADOR

El método empleado para el mantenimiento preventivo del succionador presentaba como inconvenientes la utilización de herramientas no adecuadas para la ejecución del proceso, incrementando el tiempo de operación. También la desorganización de las herramientas y componentes del equipo obstaculizó el normal desarrollo del proceso, disminuyendo la eficiencia en el tiempo de operación.

La estandarización de las herramientas, así como también su adecuada distribución en el área de trabajo solucionará en gran parte los inconvenientes presentados en este proceso.

Para este equipo, el operario debe utilizar como mínimo dos pares de guantes, una bata y una mascarilla como equipo de protección básico.

Se debe tener especial cuidado en la forma como van ensamblados los componentes en el equipo, pues es muy fácil confundirse a la hora de armar, ocasionando fatiga al operario y pérdidas en el tiempo de operación.

Tomando estas recomendaciones, así como también las presentadas en las condiciones de trabajo se elaboró el método propuesto para el succionador, el cual se muestra en la figura 21.

Figura 21. Diagrama de flujo del método propuesto de mantenimiento preventivo de un Succionador.

Diagrama del Proceso		Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Equipo <input type="checkbox"/>			
Diagrama N° 1 Hoja N° 1 de 1		Resumen					
Objeto: Succionador Marca De VILBISS	Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Mantenimiento preventivo de equipo	Operación <input type="radio"/>	23	16	7			
	Transporte <input type="checkbox"/>	2	-	2			
	Espera <input type="checkbox"/>	-	-	-			
	Inspección <input type="checkbox"/>	9	3	6			
	Almacenamiento <input type="checkbox"/>	-	-	-			
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>							
Lugar: Mantenimiento	Tiempo (min-hombre)	58:27:35	36:27:06	22:00:29			
Operario(s): Christian Santacruz	Costo						
Compuesto por: Ana Lorena de la Cruz Fecha:	Mano de obra						
	Material						
Aprobado por: Esteban Acosta Fecha:	Total						
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Realiza pruebas de funcionamiento	2:35:61				X		
Desensambla base y motor	0:45:98	X					
Destornillar tapa diafragma del motor	1:25:76	X					
Revisa flappers	1:49:08	X					
Limpia diafragma	0:43:56	x					
Destornilla lámina de la tapa diafragma	1:50:32	X					
Realiza limpieza de lámina con agua jabonosa	2:03:08	X					
Realiza limpieza de tapa diafragma con agua jabonosa	2:55:21	X					
Seca tapa diafragma	0:56:87	X					
Seca lámina	0:35:22	X					
Lija tapa y lámina	2:17:49	X					
Lubrica tapa diafragma y lámina	0:44:93	x					
Ajusta y revisa flappers	2:15:13				x		
Ensambla lámina en la tapa diafragma	2:29:43	X					
Reinstala tapa diafragma en motor	2:26:70	X					
Ajusta motor a la base	0:58:38	X					
Limpia superficies	2:10:03	X					
Ajusta nivel de succión	2:27:90	X					
Realiza pruebas de funcionamiento	4:56:38				X		
TOTAL	36:27:06	16	-	-	3	-	

Comparando el método propuesto con el método actual, se observa un porcentaje aproximado del 38% de ahorro de tiempo, la cantidad de operaciones, inspecciones y transportes disminuyeron.

5. ACTIVIDADES ADICIONALES

En el desarrollo de este proyecto también se realizaron una serie de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos, así:

- ✓ **5 de Julio de 2007. Mantenimiento correctivo y restauración de un agitador de Manzini:**

Cuadro 1. Especificaciones Técnicas Agitador de Manzini

Agitador de Manzini	
Marca: Clay-Adams	Volt. AC: 115 V
Serie Nº: E5736	Velocidad: 180 RPM
Cat. Nº: A2271	Frecuencia: 60 Hz
Riesgo: Bajo	Tecnología: Electromecánico
Clasificación: Laboratorio	
Fabricante: Clay –Adams Co. , Inc., New Cork	

El equipo se encontraba archivado, sacado de uso debido a que no presentaba movimiento. El equipo se llevó al área de mantenimiento para análisis de funcionamiento el cual se encontró que estaba en muy malas condiciones físicas sus componentes internos estaban llenos de polvo, el motor en buenas condiciones de funcionamiento, si realizaba giro suficiente pero con la tapa este giro se frenaba. Se procedió a realizar limpieza general al equipo con aceite de generador el cual fue suministrado en el área de mantenimiento, con franela se limpió los componentes internos, interruptores, circuito temporizador, sistema mecánico, motor; se templó el elástico del contacto entre el motor y la rueda de giro, para que el movimiento y fuerza transmitido permita soportar el peso de la cubierta superior sin que se frene el sistema.

Al final se lijó las cubiertas del equipo para pintarlas, se marcó el tiempo de duración de movimiento y se entregó, según los requerimientos especificados, a la Jefe de Banco de Sangre.

- ✓ **5 de Julio de 2007. Mantenimiento Preventivo de un Succionador:**

Cuadro 2. Especificaciones Técnicas Succionador

Succionador	
Marca: De VILBISS	Volt. AC: 115 V
Mod.: 501	Corriente: 1.5 A
Riesgo: Medio	Frecuencia: 60 Hz
Clasificación: Tratamiento	
Tecnología: Eléctrico	
Fabricante: The De VILBISS Co., Somerset. Pennsylvania 15501	

Se siguió los pasos del protocolo de mantenimiento preventivo para un succionador, el equipo se encontraba en muy malas condiciones puesto que el sistema de succión estaba muy contaminado y estos residuos habían sellado los componentes internos. Se lubricó el sistema mecánico y se desinfecto con alcohol y limpió el diafragma y el conjunto de tapa de vacío con agua jabonosa, cepillo, lija y franela, una vez esto se lubricó con aceite anticorrosivo; al inspeccionar el conjunto de tapa de vacío se encontró que un flapper estaba en malas condiciones, se procedió a cambiarlo y remacharlo en su sitio de origen, el sistema eléctrico no presentaba ningún problema, mediante pruebas de funcionamiento se verificó que el sistema de vacío no presentara fugas y que el flujo de succión fuera normal. Por último se realizó limpieza externa del equipo.

- ✓ **30 de Septiembre de 2007. Mantenimiento Preventivo de un Agitador de Manzini:**

Cuadro 3. Especificaciones Técnicas Agitador de Manzini

Agitador de Manzini	
Marca: Digisystem Laboratory	Volt. AC: 115 V
Serie Nº: 82111740	Corriente: 0,5 A
Modelo: DSR 2100V	Velocidad: 40-240 RPM
Riesgo: Bajo	Frecuencia: 60 Hz
Clasificación: Laboratorio	Tecnología: Electromecánico
Fabricante: Digisystem Laboratory Instruments, USA	

Se siguió los pasos del protocolo de mantenimiento preventivo para agitadores de Manzini, al equipo se realizó limpieza de componentes, revisión del sistema mecánico, se lubricó con grasa componentes móviles, se revisó sistema de bandas, el sistema eléctrico y electrónico estaban funcionando correctamente, se midió las revoluciones y señaló los tiempos. Mediante pruebas de funcionamiento se verificó que el sistema funcionara bien. Al finalizar se realizó limpieza externa del equipo.

- ✓ **1 de Agosto de 2007. Mantenimiento Preventivo de un Succionador:**

Cuadro 4. Especificaciones Técnicas Succionador

Succionador	
Marca: Gomco	Volt. AC: 115 V
Mod.: 402	Corriente: 3.2 A
Serie: M-208	Frecuencia: 60 Hz
Cat. Riesgo: 2G	Pot. Motor: 1/6 HP
Riesgo: Medio	Vel. Motor: 1725 RPM
Clasificación: Tratamiento	Tecnología: Eléctrico
Fabricante: Allied Healthcare Products, Inc., St. Louis, Mo 63110-1968 USA	

Se realizó actividades de mantenimiento preventivo, siguiendo los procedimientos plasmados en el protocolo de mantenimiento preventivo para esta clase de equipos. Las condiciones ambientales y

físicas del equipo no presentaban irregularidades. Se procedió a limpiar internamente el equipo con franela para quitarle la lubricación anterior y revisar las condiciones de los componentes de succión, se lubricó el sistema mecánico y de tapa de vacío con aceite de generador utilizado por que su viscosidad es de mayor gado que el del aceite anticorrosivo. El sistema eléctrico y sus accesorios estaban en perfectas condiciones y el nivel de aceite del motor no necesitaba lubricación. Al realizar pruebas de funcionamiento el sistema de vacío no presentaba fugas y con el manómetro se verificó que el flujo de succión sea adecuado. Por último se realizó limpieza general externa al equipo con aceite anticorrosivo y soplete.

✓ **2 de agosto de 2007. Mantenimiento Correctivo de una Lámpara de Fototerapia:**

Cuadro 5. Especificaciones Técnicas lámpara de fototerapia

Lámpara de Fototerapia	
Marca:	Volt. AC: 110 V
Mod.:	Potencia: 17 W
Serie: 2	Frecuencia: 60 Hz
Riesgo: Medio	Otros: 6 Tubos
Clasificación: Apoyo	Tecnología: Eléctrico
Fabricante:	

La lámpara había sido enviada desde Neonatología porque las barras no encendían, se hizo pruebas de funcionamiento inicial para saber cuales barras no encendían, luego se revisó los arrancadores, encontrándose que varios de ellos estaban dañados, se procedió a cambiarlos por nuevos y se midió de nuevo, se encontró que dos barras aún no encendían, se probó el funcionamiento de las barras y se encontró que estaban deterioradas, se procedió a cambiarlas y nuevamente se midió el sistema, funcionando correctamente, se limpió externamente el equipo y se llenó los formatos correspondientes.

✓ **3 de Agosto de 2007. Mantenimiento Correctivo de una Fuente de Luz de Laparoscopia:**

Cuadro 6. Especificaciones Técnicas Fuente de Luz

Fuente de Luz	
Marca: Aesculap	Volt. AC: 110 - 120V
Mod.: 300	Corriente: 3 - 2.8A
Serie: 2246	Frecuencia: 50/60 Hz
Riesgo: Alto	Tecnología: Electrónico
Clasificación: Tratamiento	
Fabricante: Aesculap AG & CO. , 78532 Tuhligen, Germany	

El equipo fue enviado desde Cirugía, debido a que no funcionaba el sistema automático en el cambio de iluminación, se revisaron los componentes eléctricos y electrónicos, se revisó estado de la bombilla, encontrándose todos los componentes en buen estado y funcionando correctamente, se

revisó el cableado del equipo y se encontró que al ingresar el sistema de iluminación al equipo, este tropezaba con un cable que no permitía el movimiento automático de cambio de iluminación, se ajustaron los cables a la carcasa de forma que el movimiento esté libre de obstáculos. Se limpió interna y externamente el equipo, se hicieron pruebas funcionales y se registró los procedimientos en la respectiva documentación.

- ✓ **25 de Septiembre de 2007. Mantenimiento Preventivo de una Máquina de Anestesia:**

Cuadro 7. Especificaciones Técnicas Máquina de Anestesia

Máquina de Anestesia	
Marca: DATEX-OHMEDA	Volt. AC: 110 V
Mod.: Aespire / S5	Corriente: 10 A
Serie: AMXK01466	Frecuencia: 60 Hz
Riesgo: Alto	Tecnología: Electrónico-Neumático
Clasificación: Mantenimiento de la Vida	
Fabricante: Datex – Ohmeda, Inc., Madison, WI 53707-7550 USA	

Para este equipo se realizó una rutina de limpieza general, desamblando e inspeccionando sus tres componentes principales: ventilador, cánister y sistema de gases. En la parte de limpieza se eliminó la humedad debida a la inspiración del paciente, presente en el sistema de gases con una franela seca, se inspeccionó las condiciones físicas de los empaques, válvulas, sensores y tubería. En la inspección del canister no se requirió cambio de soda, los empaques y adaptadores se encontraban en buen estado. Por último el ventilador fue revisado sus empaques y el fuelle los cuales se encontraban en buenas condiciones físicas, se eliminó el exceso de humedad de sus componentes y se verificó su buen funcionamiento.

Una vez realizada la etapa de limpieza e inspección se procedió a ensamblar nuevamente el equipo y a realizar pruebas de fugas de gases y de funcionamiento tanto del sistema manual como el automático, es decir se verificó que el nivel de gases entregado sea equivalente al indicado en los flujómetros, que el sistema ventile tanto para el ambú como para el fuelle, que la válvula APL funcione correctamente y se verificó la activación del sistema de alarmas. El protocolo de mantenimiento preventivo para esta clase de equipo se siguió sin ninguna complicación.

- ✓ **27 de Septiembre de 2007. Mantenimiento Correctivo Lámpara Cielítica:**

Cuadro 8. Especificaciones Técnicas Lámpara Cielítica

Lámpara Cielítica	
Marca: Berchtold	Volt. AC: 120 V
Mod.: ChromoPhare C-571	Potencia: 220 VA
Serie: 17298	Frecuencia: 60 Hz
Riesgo: Medio	Bombilla: 24V 150W
Clasificación: Apoyo	Tecnología: Electrónico

Fabricante: Berchtold

Del área de Cirugía llamaron a mantenimiento porque la luz de una Lámpara Cielítica no encendía, al llegar al área de Cirugía y revisar el equipo, se encontró que los contactos del socket estaban carbonizados, se procedió a lijar los contactos para retirar los residuos de carbón, se hizo pruebas de continuidad con las bombillas incorporadas al socket y se volvió a colocar la lámpara en el satélite, se hizo pruebas de funcionamiento, y se entregó el equipo activado.

✓ **1 de Octubre de 2007. Mantenimiento Correctivo de un Succionador:**

Cuadro 9. Especificaciones Técnicas Succionador

Succionador	
Marca: MobilVac II	Volt. AC: 120 V
Mod.: 5500 A	Corriente: 2,5 A
Serie: 02378	Frecuencia: 60 Hz
Riesgo: Medio	Tecnología: Eléctrico
Clasificación: Tratamiento	
Fabricante: Aeros instrument Inc., Northbrook, ILL. 60062	

El equipo fue enviado al área de mantenimiento para revisión, debido a que el motor no arrancaba, el succionador presentaba un tamaño mayor a los demás succionadores, pues presentaba mayores opciones de funcionamiento y mayor succión.

Al inspeccionar internamente el equipo se observó que presentaba gran cantidad de polvo, el motor y la válvula de succión estaban cubiertos con una carcasa de protección, se observó que el motor estaba trabado y la válvula de succión oxidada, se determinó que la causa de la falla se debió a que componentes oxidantes externos (sangre u otros fluidos corporales) ingresaron al sistema interno de succión, a pesar que el sistema no requiere lubricación para su funcionamiento, fue necesario hacerlo con un aceite anticorrosivo, para eliminar el óxido y la humedad del sistema, con la ayuda del personal de mantenimiento se destrabó el motor, y al realizar pruebas de funcionamiento el equipo trabajó normalmente. Posteriormente se procedió a realizar mantenimiento preventivo al succionador siguiendo los pasos del respectivo protocolo.

6. CRONOGRAMA

Estudio de tiempos y Movimientos Aplicado al Mantenimiento Preventivo de los Equipos Biomédicos Tipo en la Fundación Hospital San Pedro.

Ana Lorena de la Cruz López

ACTIVIDADES	Abril					Mayo			
	2-4	9-13	16-20	23-27	30,2-4	7-11	14-18	22-25	28-31,1
Análisis de los métodos de mantenimiento ejecutados por los operarios									
Levantamiento inventario técnico y elaboración hojas de vida de los equipos de Laboratorio									
Elaboración de protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos de Laboratorio									
Levantamiento inventario técnico y elaboración hojas de vida de los equipos de Neonatología									
Elaboración de protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos de Neonatología									
Levantamiento inventario técnico y elaboración hojas de vida de los equipos de Cirugía									
Elaboración de protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos de Cirugía									
Levantamiento inventario técnico, elaboración hojas de vida de equipos de Imágenes Diagnósticas									
Elaboración de protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos de Imágenes Diagnósticas									
Informe bimestral									
Informe final									
ACTIVIDADES	Junio				Julio				
	4-8	12-15	19-22	25-29	3-6	9-13	16-19	23-27	30-3
Análisis método de trabajo del proceso de mantenimiento preventivo de la centrífuga y microscopio									
Estudio del método de mantenimiento preventivo de la centrífuga y el microscopio									
Análisis de condiciones de trabajo y estudio de tiempos para la centrífuga y microscopio									
Análisis método de trabajo y estudios de métodos del mantenimiento preventivo del succionador									
Análisis de condiciones de trabajo y estudio de tiempos para el succionador									
Análisis método de trabajo del mantenimiento preventivo de la incubadora									
Estudios de métodos y análisis de condiciones de trabajo para la incubadora									

Estudio de tiempos para la incubadora									
Mantenimiento preventivo succionador									
Mantenimiento correctivo Agitador de Manzini									
Análisis método de trabajo del mantenimiento preventivo del monitor de signos vitales									
Estudios de métodos y análisis de condiciones de trabajo para el monitor de signos vitales									
Análisis método de trabajo del mantenimiento preventivo del electrocardiógrafo									
Estudios de métodos y análisis de condiciones de trabajo para el electrocardiógrafo									
Estudio de tiempos para el monitor de signos vitales y el electrocardiógrafo									
Mantenimiento preventivo agitador de Manzini									
Mantenimiento preventivo succionador									
Mantenimiento correctivo lámpara de fitoterapia									
Mantenimiento correctivo fuente de luz									
Informe bimestral									
Informe final									
	Agosto				Septiembre				Oct.
	6, 8-10	13-17	21-24	27-31	3-7	10-14	17-21	24-28	1-2
Elaboración de propuesta de seguridad industrial para el área de mantenimiento									
Elaboración de hojas de vida propuestas para los equipos estudiados									
Análisis de herramientas básicas para el mantenimiento de los equipos biomédicos tipo									
Elaboración de protocolos propuestos para el mantenimiento preventivo de los equipos									
Ejecución de métodos propuestos para el mantenimiento preventivo de los equipos estudiados									
Elaboración de hojas de vida y protocolos para los equipos biomédicos del hospital									
Ejecución de métodos propuestos para el mantenimiento preventivo de los equipos estudiados									
Elaboración de métodos propuestos para el mantenimiento preventivo de los equipos									
Mantenimiento preventivo máquina de Anestesia									
Mantenimiento correctivo lámpara ciéltica									
Mantenimiento correctivo succionador									
Informe final									

7. CONCLUSIONES

- ✓ El mantenimiento preventivo de equipos médicos, representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias para la institución, pues los equipos trabajarán en óptimas condiciones y se reducirán los costos por reparaciones catastróficas de los mismos.
- ✓ En cuanto a mantenimiento se refiere, las únicas estrategias válidas hoy en día son las encaminadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos como a reducir los costes de mantenimiento, siempre dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente. De ahí la importancia de realizar actividades de mantenimiento preventivo eficaces tanto en proceso, como en tiempos de ejecución.
- ✓ Mediante el estudio de tiempos y movimientos realizado se pudo obtener un panorama completo del análisis del área de trabajo y de los procesos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos de la Fundación Hospital San Pedro.
- ✓ Los problemas encontrados en los métodos utilizados por los operarios para realizar los procesos de mantenimiento preventivo, provenían de tres aspectos: documentación inconclusa de los equipos médicos, falta a las normas de seguridad industrial y de condiciones de trabajo, procesos desordenados y no sistematizados.
- ✓ La realización y/o actualización de los registros estándar, brindó al operario una guía rápida de los procesos necesarios para desarrollar acciones de mantenimiento preventivo.
- ✓ Los tiempos de ejecución de los métodos actuales de mantenimiento preventivo presentaron un incremento mayor al tiempo estándar necesario para realizar los procesos, por lo cual los tiempos entre la presentación del suceso y la respuesta también incrementaron, traduciéndose a menor rendimiento, menor calidad de los servicios prestados.
- ✓ Mediante una serie de recomendaciones, se buscó mejorar los procesos de mantenimiento, optimizando métodos y tiempos de ejecución. Su éxito dependerá de la correcta planificación del área administrativa y de la capacidad técnica del personal ejecutor en lograr el efecto deseado.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Adoptar una filosofía de calidad total, por parte del área administrativa de la Fundación Hospital San Pedro, de tal manera que genere mecanismos y/o acciones que permitan controlar los factores que inciden en la prestación de servicios de calidad; esta gestión de mantenimiento exige la integración del compromiso y esfuerzo de todas las unidades de la institución, ya que todos los agentes que afectan la capacidad operacional y de respuesta del área de mantenimiento, afectarán el proceso productivo de la organización institucional.
- ✓ Optimizar los procesos, e incrementar la capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad, mediante la aplicación de una política de gestión de mantenimiento y control de procesos ejecutada en el área de mantenimiento, con el compromiso del personal en coayudar en su realización.
- ✓ Apoyar a los estudiantes en la realización de sus proyectos de grado en esta modalidad, pues aporta el conocimiento práctico complementario al obtenido en los estudios de pregrado y confronta a los estudiantes a situaciones de hecho reales.
- ✓ Incentivar a los estudiantes en la ejecución de estudios, pues estos presentan una imagen global de los hechos, problemas, carencias y ventajas de alguna situación presente, permitiendo a los estudiantes generar soluciones prácticas al aplicar los conocimientos y estrategias adquiridos en la Universidad.

BIBLIOGRAFIA

BARNES, Ralph. Estudio de Movimientos y Tiempos. 5 ed. Madrid, España :Aguilar, 1979. p15

CHIAVENATO, Idalberto. Administración, 3 ed. Bogotá :Mc Graw Hill, 2001. (p415)

Decreto 2174 de 1996. [en línea]. <http://www.minsalud.gov.co>

DICCIONARIO. [en línea]. URL:<http://www.msc.es/estadestudios/estadisticas/docs/>>

GARCIA, Roberto. Estudio del Trabajo. 2 ed. México, D.F. :Mc Graw Hill, 2005. (p459)

HARGADON, Bernard y MÚNERA, Armando. Contabilidad de Costos. 2 ed. Bogotá :Norma, 1985. (p.313)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Normas para la Presentación de trabajos escritos. Bogotá :ICONTEC, 1999.3 h. |1. (NTC 1580).

MANKIW, Gregory. Principios de Economía. 2 ed. Madrid, España :Mc Graw Hill, 2002, (p523)

Manual de Condiciones de Almacenamiento y/o Acondicionamiento de Dispositivos Médicos [en línea]. <http://www.ministeriodelaproteccionsocial.gov.co>

Marco Conceptual y Normativo. de la Tecnología [en línea]. <http://www.minsalud.gov.co>

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Guía práctica para la acreditación en salud. Bogotá, Colombia. 2005. (p.257)

MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos. 4 ed. Bogotá :MM, 2003. (p.438)

NIEBEL, Benjamín. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 10 ed. México, D.F. :Alfaomega, 2001. p128

Notas de clase, ADMINISTRACIÓN, décimo semestre

Notas de clase, ELECTROMEDICINA, octavo semestre

Notas de clase, ELECTROMEDICINA, noveno semestre

Notas de clase, ELECTROMEDICINA, décimo semestre

Notas de clase, PROYECTOS DE INGENIERÍA, décimo semestre

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. 4 ed. México, D.F. :Limusa, 2004. (p.522)

PROYECTO DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO MSPAS-GTZ. 3er-Volumen-Unidad-de-Salud-Tipo.pdf. [cd room]. El Salvador. 2005. (p.115)

Resolución 18 0398 de 2004 [en línea]. <http://www.ministeriodeminasyenergía.gov.co>


Resolución 434 de 2001 Capítulo II. [en línea]. <http://www.minsalud.gov.co>

TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación Científica. 4 ed. México, D.F. Noriega, 2002. (p.440)

Universidad de Nariño. Perfil profesional. Ingeniería Electrónica. [en línea]. <http://www.udenar.edu.co/contenido/programasu/>

A N E X O A

FORMATOS UTILIZADOS EN EL MÉTODO ACTUAL

	REPORTE DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO BIOMEDICO		
	CÓDIGO	VERSIÓN	PAGINAS
	FMTO 03-A	01	Página 1 de 1

UBICACIÓN		NO.
SERVICIO:	AREA:	

IDENTIFICACION	
NOMBRE DEL EQUIPO:	
MARCA:	NUMERO DE ACTIVO:
MODELO:	NUMERO DE SERIE:

TIPO	DESCRIPCION
PREVENTIVO	PROBLEMA:
CORRECTIVO	
C. CALIDAD	
CALIBRACION	

TRABAJO EFECTUADO:

MATERIALES Y REPUESTOS		
NO.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		
2		
3		
4		

OBSERVACIONES

RESPONSABLES		
REALIZADO POR	RECIBIDO POR	DURACION
Nombre:	Nombre:	Fecha:
		Hora entrada:
Firma	Firma	Hora salida:



HOJA DE VIDA
EQUIPO BIOMEDICO

FTO-MTO 001

Pag. 1 de 2

UBICACIÓN	
INSTITUCIÓN: Fundación Hospital San Pedro	
SERVICIO:	AREA:

IDENTIFICACION		
EQUIPO:	NO. ACTIVO:	
MARCA:	MODELO:	SERIE:

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
VOLTAJE:	CORRIENTE:
FRECUENCIA:	POTENCIA:
TEMPERATURA:	RESOLUCIÓN:
PRESION:	OTRO:

PROPIEDAD	ADQUISICION	GARANTIA
INSTITUCION	FECHA DE COMPRA:	SI
COMODATO	FECHA DE INSTALACIÓN:	NO
DOCTOR	PRECIO:	
ARRENDAMIENTO		

DATOS DE SOPORTE	
FABRICANTE	PROVEEDOR
NOMBRE:	NOMBRE:
DIRECCIÓN:	DIRECCIÓN:
TELEFONO:	TELEFONO:
CONTACTO:	CONTACTO:

RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO	MANUALES	FRECUENCIA DE MTO.
NOMBRE:	OPERACIÓN	MENSUAL
DIRECCIÓN:	SERVICIO	TRIMESTRAL
TELEFONO:	GUIA RAPIDA	CUATRIMESTRAL
CONTACTO:	PROTOCOLO	SEMESTRAL

CLASIFICACION		
CLASIFICACION	TECNOLOGIA	RIESGO
DIAGNOSTICO	ELECTRICO	ALTO
TRATAMIENTO	ELECTRÓNICO	MEDIO
APOYO	MECANICO	BAJO
IMÁGENES DIAGNOSTICAS	ELECTROMECAÁNICO	
MANTENIMIENTO DE LA VIDA	HIDRÁULICO	
LABORATORIO	NEUMATICO	

A N E X O B

HOJAS DE VIDA Y PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÉTODO PROPUESTO



HOJA DE VIDA
EQUIPO BIOMEDICO

FTO-MTO 001

Pag. 1 de 2

UBICACIÓN

INSTITUCIÓN: Fundación Hospital San Pedro

SERVICIO: Ginecología y Obstetricia

AREA: Sala de Partos

TRASLADO SERVICIO:

AREA:

IDENTIFICACION

EQUIPO: Succionador

NO. ACTIVO:

MARCA: Gomco

MODELO: M/40Z

SERIE: 3716

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VOLTAJE: 110 V

CORRIENTE: 3.2 A

FRECUENCIA: 60Hz

POTENCIA: 368 W

FASES: 1

VELOCIDAD: 1725 RPM

PRESION:

OTRO:

ACCESORIOS: Botellas cerradas con tapa, tapones para botellas, tubo para succión, válvula para cierre.

PROPIEDAD		ADQUISICION			GARANTIA	
INSTITUCION	<input checked="" type="checkbox"/>	FECHA DE COMPRA:		SI		
COMODATO	<input type="checkbox"/>	FECHA DE INSTALACIÓN:		NO	<input checked="" type="checkbox"/>	
DOCTOR	<input type="checkbox"/>	PRECIO:				

DATOS DE SOPORTE

FABRICANTE

PROVEEDOR

NOMBRE: Allied Healthcare Products, Inc.

NOMBRE: G.BARCO (Cali)

DIRECCIÓN: St. Louis, Mo 63110-1968 USA

DIRECCIÓN: Av. Pasoancho No. 78-54 Of. 203

TELEFONO:

TELEFONO: 312 4576897

CONTACTO:

CONTACTO: Francisco Solano

RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO

MANUALES

FRECUENCIA DE MTO.

NOMBRE: TECHMEDIC

OPERACIÓN

MENSUAL

DIRECCIÓN: Calle 23C No. 1E - 03

SERVICIO

BIMESTRAL

TELEFONO: 313 6555385

GUIA RAPIDA

CUATRIMESTRAL

CONTACTO: Esteban Acosta

PROTOCOLO

SEMESTRAL

CLASIFICACION

CLASIFICACION		TECNOLOGIA		RIESGO	
DIAGNOSTICO		ELECTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	MUY ALTO (III)	
TRATAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	ELECTRÓNICO		ALTO (IIB)	
APOYO		MECANICO		MEDIO (IIA)	<input checked="" type="checkbox"/>
IMÁGENES DIAGNOSTICAS		ELECTROMECAÁNICO		BAJO (I)	
MANTENIMIENTO DE LA VIDA		HIDRÁULICO			
LABORATORIO		NEUMATICO			

OBSERVACIONES



HOJA DE VIDA
EQUIPO BIOMEDICO

FTO-MTO 001

Pag. 1 de 2

UBICACIÓN

INSTITUCIÓN: Fundación Hospital San Pedro

SERVICIO: Laboratorio Clínico

AREA: Microbiología

TRASLADO SERVICIO:

AREA:

IDENTIFICACION

EQUIPO: Microscopio

NO. ACTIVO: 25-3200100

MARCA: Nikon Koden

MODELO: Alphaphot-2 YS2T

SERIE: 164358

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VOLTAJE: 110 V

CORRIENTE: 0,5 A

FRECUENCIA: 60Hz

POTENCIA: 50 W

FASES: 1

VELOCIDAD:

PRESION:

OTRO:

ACCESORIOS: Soporte de tubo y brazo, sistema óptico, sistema de iluminación, fuente de iluminación y diafragma.

PROPIEDAD		ADQUISICION		GARANTIA	
INSTITUCION	X	FECHA DE COMPRA:		SI	
COMODATO		FECHA DE INSTALACIÓN:		NO	X
DOCTOR		PRECIO:			

DATOS DE SOPORTE

FABRICANTE

PROVEEDOR

NOMBRE: Allied Healthcare Products, Inc.

NOMBRE:

DIRECCIÓN: St. Louis, Mo 63110-1968 USA

DIRECCIÓN:

TELEFONO:

TELEFONO:

CONTACTO:

CONTACTO:

RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO

MANUALES

FRECUENCIA DE MTO.

NOMBRE: TECHMEDIC

OPERACIÓN

MENSUAL

DIRECCIÓN: Calle 23C No. 1E - 03

SERVICIO

TRIMESTRAL

TELEFONO: 313 6555385

GUIA RAPIDA

CUATRIMESTRAL

CONTACTO: Esteban Acosta

PROTOCOLO

SEMESTRAL

CLASIFICACION

CLASIFICACION		TECNOLOGIA		RIESGO	
DIAGNOSTICO		ELECTRICO	X	MUY ALTO (III)	
TRATAMIENTO		ELECTRÓNICO		ALTO (IIB)	X
APOYO	X	MECANICO		MEDIO (IIA)	
IMÁGENES DIAGNOSTICAS		ELECTROMECAÁNICO		BAJO (I)	
MANTENIMIENTO DE LA VIDA		HIDRÁULICO			
LABORATORIO		NEUMATICO			

OBSERVACIONES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CÓDIGO	VERSIÓN	PÁGINAS
FTO-MTO 002	2	1

EQUIPO: Microscopio	SERVICIO:
MARCA :	
MODELO:	ÁREA:
SERIE:	Nº ACTIVO:

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO:

• Examine las condiciones del área donde opera el equipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Examine el aspecto físico general del equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Limpie la estructura interna a excepción del sistema óptico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Revise componentes del sistema eléctrico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Limpie el sistema óptico (oculares, tubo, objetivos, condensador y fuente de iluminación), resolución 0,2 micrómetros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Compruebe y ajuste apertura del diafragma, iris y montaje condensador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Verificar el funcionamiento de los tornillos macro, micrométricos y de desplazamiento mecánico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Lubrique el sistema mecánico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Limpie la estructura externa del equipo con limpiador anticorrosivo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Realice pruebas de funcionamiento final	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5	6

RECURSOS UTILIZADOS		REPUESTOS BÁSICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol isopropílico • Jabón neutro • Limpiador de superficies líquido • Destornillador philips • Llaves allen 	<ul style="list-style-type: none"> • Tejido Suave • Limpiador de lentes (líquido) • Papel limpialentes • Destornillador plano • Multímetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Bombilla fuente de luz

OBSERVACIONES

Realizado por:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Recibido por:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fecha:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hora Inicio:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hora Term.:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



HOJA DE VIDA
EQUIPO BIOMEDICO

FTO-MTO 001

Pag. 1 de 2

UBICACIÓN	
INSTITUCIÓN: Fundación Hospital San Pedro	
SERVICIO: Laboratorio Clínico	AREA: Química Sanguínea
TRASLADO SERVICIO:	AREA:

IDENTIFICACION		
EQUIPO: Centrífuga	NO. ACTIVO: 10-00006	
MARCA: Clay Adams	MODELO: DINAC III	SERIE: 4020010

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
VOLTAJE: 120 V	CORRIENTE: 6 A
FRECUENCIA: 60Hz	POTENCIA: 720 W
VEL. ROTACION: 3600 RPM	CAPACIDAD: 24 Tubos
PRESION:	OTRO:
ACCESORIOS: Tapa, rotor, motor, escobillas, portatubos, tubos.	

PROPIEDAD		ADQUISICION		GARANTIA	
INSTITUCION	<input checked="" type="checkbox"/>	FECHA DE COMPRA:		SI	
COMODATO	<input type="checkbox"/>	FECHA DE INSTALACIÓN:		NO	<input checked="" type="checkbox"/>
DOCTOR	<input type="checkbox"/>	PRECIO:			

DATOS DE SOPORTE					
FABRICANTE			PROVEEDOR		
NOMBRE: Clay -Adams Co. , Inc.			NOMBRE:		
DIRECCIÓN: New Cork			DIRECCIÓN:		
TELEFONO:			TELEFONO:		
CONTACTO:			CONTACTO:		
RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO			MANUALES		FRECUENCIA DE MTO.
NOMBRE: TECHMEDIC			OPERACIÓN	<input type="checkbox"/>	MENSUAL
DIRECCIÓN: Calle 23C No. 1E - 03			SERVICIO	<input type="checkbox"/>	TRIMESTRAL
TELEFONO: 313 6555385			GUIA RAPIDA	<input type="checkbox"/>	CUATRIMESTRAL
CONTACTO: Esteban Acosta			PROTOCOLO	<input checked="" type="checkbox"/>	SEMESTRAL

CLASIFICACION					
CLASIFICACION		TECNOLOGIA			RIESGO
DIAGNOSTICO	<input type="checkbox"/>	ELECTRICO	<input type="checkbox"/>	MUY ALTO (III)	<input type="checkbox"/>
TRATAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	ELECTRÓNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO (IIB)	<input type="checkbox"/>
APOYO	<input type="checkbox"/>	MECANICO	<input type="checkbox"/>	MEDIO (IIA)	<input checked="" type="checkbox"/>
IMÁGENES DIAGNOSTICAS	<input type="checkbox"/>	ELECTROMECAÁNICO	<input type="checkbox"/>	BAJO (I)	<input type="checkbox"/>
MANTENIMIENTO DE LA VIDA	<input type="checkbox"/>	HIDRÁULICO	<input type="checkbox"/>		
LABORATORIO	<input type="checkbox"/>	NEUMATICO	<input type="checkbox"/>		

OBSERVACIONES					



HOJA DE VIDA
EQUIPO BIOMEDICO

FTO-MTO 001

Pag. 1 de 2

UBICACIÓN

INSTITUCIÓN: Fundación Hospital San Pedro

SERVICIO: Cirugía

AREA: Sala N° 4

TRASLADO SERVICIO:

AREA:

IDENTIFICACION

EQUIPO: Monitor de Signos Vitales

NO. ACTIVO:

MARCA: Nihon Kohden

MODELO: BSM 2353K

SERIE: 00939

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VOLTAJE: 110 - 127 V

CORRIENTE:

FRECUENCIA: 50 / 60Hz

POTENCIA: 37W

TEMPERATURA:

VOLUMEN:

PRESION:

OTRO:

ACCESORIOS: Pulsoxímetro, sensor de temperatura, brazaletes, cable de paciente para ECG de tres puntas, electrodos, domos para transductor de presión, papel de impresión térmica.

PROPIEDAD		ADQUISICIÓN		GARANTIA	
INSTITUCION	X	FECHA DE COMPRA:	Febrero de 2007	SI	X
COMODATO		FECHA DE INSTALACIÓN:	Febrero de 2007	NO	
DOCTOR		PRECIO:			

DATOS DE SOPORTE

FABRICANTE

PROVEEDOR

NOMBRE: Nihon Kodhen America, Inc.

NOMBRE: HOSPIMEDICS S.A (Bogotá)

DIRECCIÓN: 90 Icon Street, CA 92610, USA

DIRECCIÓN: Autopista Norte No. 118-96

TELEFONO: 1 (949) 580-1555

TELEFONO: (1) 6209777

CONTACTO:

CONTACTO: Luis Angel Sierra

RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO

MANUALES

FRECUENCIA DE MTO.

NOMBRE: HOSPIMEDICS S.A (Bogotá)

OPERACIÓN

X

MENSUAL

DIRECCIÓN: Autopista Norte No. 118-96

SERVICIO

TRIMESTRAL

TELEFONO: 316 394 7795

GUIA RAPIDA

CUATRIMESTRAL

CONTACTO: Juan Carlos Ruiz

PROTOCOLO

X

SEMESTRAL

CLASIFICACION

CLASIFICACION		TECNOLOGÍA		RIESGO	
DIAGNOSTICO	X	ELECTRICO		MUY ALTO (III)	
TRATAMIENTO		ELECTRÓNICO	X	ALTO (IIB)	X
APOYO		MECANICO		MEDIO (IIA)	
IMÁGENES DIAGNOSTICAS		ELECTROMECAÁNICO		BAJO (I)	
MANTENIMIENTO DE LA VIDA		HIDRÁULICO			
LABORATORIO		NEUMATICO			

OBSERVACIONES



HOJA DE VIDA
EQUIPO BIOMEDICO

FTO-MTO 001

Pag. 1 de 2

UBICACIÓN

INSTITUCIÓN: Fundación Hospital San Pedro

SERVICIO: Cirugía

AREA:

TRASLADO SERVICIO:

AREA:

IDENTIFICACIÓN

EQUIPO: Electrocardiógrafo

NO. ACTIVO:

MARCA: Fukuda

MODELO: CARDISUNNY L1000

SERIE: 06009004

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VOLTAJE: 110 V

CORRIENTE: 315 mA

FRECUENCIA: 60Hz

POTENCIA:

TEMPERATURA:

VOLUMEN:

PRESION:

OTRO:

ACCESORIOS: Latiguillos, papel de impresión térmica, electrodos de succión, batería, cargador de batería, terminales.

PROPIEDAD		ADQUISICIÓN		GARANTIA	
INSTITUCIÓN	X	FECHA DE COMPRA: 12 de Febrero de 2007		SI	
COMODATO		FECHA DE INSTALACIÓN: 26 de Febrero 2007		NO	X
DOCTOR		PRECIO: 6'496.000			

DATOS DE SOPORTE

FABRICANTE

PROVEEDOR

NOMBRE:

NOMBRE:

DIRECCIÓN:

DIRECCIÓN:

TELEFONO:

TELEFONO:

CONTACTO:

CONTACTO:

RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO

MANUALES

FRECUENCIA DE MTO.

NOMBRE:

OPERACIÓN

MENSUAL

DIRECCIÓN:

SERVICIO

TRIMESTRAL

TELEFONO:

GUIA RAPIDA

CUATRIMESTRAL

CONTACTO:

PROTOCOLO

SEMESTRAL

CLASIFICACION

CLASIFICACION		TECNOLOGÍA		RIESGO	
DIAGNOSTICO		ELECTRICO		MUY ALTO (III)	
TRATAMIENTO	X	ELECTRÓNICO	X	ALTO (IIB)	
APOYO		MECANICO		MEDIO (IIA)	
IMÁGENES DIAGNOSTICAS		ELECTROMECAÁNICO		BAJO (I)	
MANTENIMIENTO DE LA VIDA		HIDRÁULICO			
LABORATORIO		NEUMATICO			

OBSERVACIONES



HOJA DE VIDA
EQUIPO BIOMEDICO

FTO-MTO 001

Pag. 1 de 2

UBICACIÓN

INSTITUCIÓN: Fundación Hospital San Pedro

SERVICIO: Ginecología y Obstetricia

AREA: Sala de Partos

TRASLADO SERVICIO:

AREA:

IDENTIFICACIÓN

EQUIPO: Incubadora Infantil Estacionaria

NO. ACTIVO: 203204376

MARCA: Ohmeda

MODELO: OHIO

SERIE: HAFR00058

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VOLTAJE: 115 V

CORRIENTE: 5.7 A

FRECUENCIA: 60Hz

POTENCIA:

TEMPERATURA:

VOLUMEN:

PRESION:

OTRO:

ACCESORIOS: Colchon, plataforma, cubierta, gabinete, filtro, gabinete.

PROPIEDAD		ADQUISICION		GARANTIA	
INSTITUCION	X	FECHA DE COMPRA:		SI	
COMODATO		FECHA DE INSTALACIÓN:		NO	X
DOCTOR		PRECIO:			

DATOS DE SOPORTE

FABRICANTE	PROVEEDOR
NOMBRE:	NOMBRE:
DIRECCIÓN:	DIRECCIÓN:
TELEFONO:	TELEFONO:
CONTACTO:	CONTACTO:

RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO	MANUALES	FRECUENCIA DE MTO.
NOMBRE: TECHMEDIC	OPERACIÓN	MENSUAL
DIRECCIÓN: Calle 23C No. 1E - 03	SERVICIO	TRIMESTRAL
TELEFONO: 313 6555385	GUIA RAPIDA	CUATRIMESTRAL
CONTACTO: Esteban Acosta	PROTOCOLO	SEMESTRAL

CLASIFICACION

CLASIFICACION	TECNOLOGIA	RIESGO
DIAGNOSTICO	ELECTRICO	MUY ALTO (III)
TRATAMIENTO	ELECTRÓNICO	ALTO (IIB)
APOYO	MECANICO	MEDIO (IIA)
IMÁGENES DIAGNOSTICAS	ELECTROMECAÁNICO	BAJO (I)
MANTENIMIENTO DE LA VIDA	HIDRÁULICO	
LABORATORIO	NEUMATICO	

OBSERVACIONES

A N E X O C

RECORRIDO DE LOS OPERARIOS DE MANTENIMIENTO