



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
INDUSTRIAL**

**Optimización del mantenimiento preventivo para mejorar la
productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo
Rebagliati, Lima, 2017**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

FLORES MANSILLA ANGEL

ASESOR

Mg. CARLOS CESPEDES BLANCO

LINEA DE INVESTIGACION

GESTION EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERU

2017

PAGINA DE JURADO

JURADO 1:

Mg. CARLOS CESPEDES BLANCO

JURADO 2:

JURADO 3:

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado para mi familia, amigos y compañeros, por su constante apoyo y comprensión, también a mis asesores y demás profesores por su apoyo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer al Ing. Enciso que más que un jefe es un amigo, por sus enseñanzas constantes en el campo laboral y profesional, sin la oportunidad brindada este trabajo no sería posible, profesores de la UCV, así también en especial consideración a mis padres u hermanos por su apoyo constante.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo Ángel Flores Mansilla con DNI N° 42628210, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que presento es veraz y auténtica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo. Lima, diciembre del 2017.

Lima, diciembre del 2017

ANGEL FLORES MANSILLA

PRESENTACION

Señores miembros del jurado

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte ante ustedes presento mi Tesis de título: “Optimización del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima-2017” elaborado por quien lo suscribe, el mismo que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

Ángel Flores Mansilla

RESUMEN

El presente trabajo de investigación de título “Optimización del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en los equipos biomédicos del hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017”, el mismo que se encuentra en el sector de servicio de mantenimiento a las diferentes entidades prestadoras de salud, así mismo su enfoque se dirige a los equipos biomédicos ya que de ello depende el óptimo funcionamiento el mismo que es requerimiento por los usuarios.

El objetivo de la presente investigación es mejorar la productividad de los equipos biomédicos, bajo optimización de la teoría existente como es el mantenimiento preventivo, a través del incremento del cumplimiento del programa de mantenimiento y la disminución de los trabajos imprevistos. En el transcurso de la implementación de la mejora se establecieron formatos de ejecución de trabajo donde especifica las tareas a realizar en cada realización de un mantenimiento preventivo.

En la investigación se tomó como base los 852 equipos biomédicos del hospital y su productividad reflejado en los 30 reportes diarios de mantenimiento de equipos biomédicos, entre los periodos de Julio y agosto del año 2017, para analizar la eficacia y eficiencia, siendo la muestra no probabilístico intencional, ya que los datos de la muestra son seleccionados por conveniencia, es decir de tipo censal se trabajó con el total de la población. La técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la observación y el instrumento los reportes de mantenimiento mensual con la finalidad de recoger datos de las dimensiones de las variables. Para el análisis de los datos se utilizó Microsoft Excel y los datos fueron analizados en SPSS V. 23, de manera descriptivo e inferencial con lo cual se utilizó tablas, figuras de barra. Por último, se determinó la mejora de la productividad en 30 %, así como su incremento en el cumplimiento de la ejecución del programa de mantenimiento y la disminución de los trabajos.

Palabras Clave: Mantenimiento preventivo, Productividad.

ABSTRACT

The present title research work "Optimization of preventive maintenance to improve productivity in the biomedical equipment of the Edgardo Rebagliati National Hospital, Lima, 2017", the same that is found in the maintenance service sector to the different health providers, likewise its approach is directed to the biomedical equipment since it depends on the optimal functioning, which is required by the users.

The objective of this research is to improve the productivity of biomedical equipment, under optimization of existing theory such as preventive maintenance, through increased compliance with the maintenance program and the reduction of unforeseen work. During the implementation of the improvement, work execution formats were established, specifying the tasks to be performed in each performance of preventive maintenance.

The research was based on the 852 biomedical equipment of the hospital and its productivity reflected in the 30 daily reports of maintenance of biomedical equipment, between July and August of 2017, to analyze the efficacy and efficiency, being the sample not intentional probabilistic, since the data of the sample are selected for convenience, that is, of census type, the total population was worked on. The technique that was used for the data collection was the observation and the instrument the monthly maintenance reports in order to collect data on the dimensions of the variables. For the analysis of the data, Microsoft Excel was used and the data were analyzed in SPSS V. 23, in a descriptive and inferential manner, using tables, bar figures. Finally, the improvement in productivity was determined at 30%, as well as the increase in compliance with the execution of the maintenance program and the decrease in work.

Keywords: Preventive maintenance, Productivity.

INDICE DE CONTENIDO

PAGINA DE JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARACION DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACION	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
INDICE DE GRAFICOS	xiii
I. INTRODUCCIÓN	xiv
1.1 Realidad problemática	15
1.2 Trabajos previos	19
1.3 Teorías relacionadas al tema	23
1.3.1 Marco teórico	23
1.3.2 Marco conceptual	26
1.4 Formulación del problema	27
1.4.1 Problema general	27
1.4.2 Problemas específicos	27
1.5 Justificación del estudio	28
1.5.1 Justificación técnica	28

1.5.2	Justificación económica	28
1.5.3	Justificación social	28
1.6	Hipótesis	29
1.6.1	Hipótesis general	29
1.6.2	Hipótesis específicas	29
1.7	Objetivo	29
1.7.1	Objetivo general	30
1.7.2	Objetivos específicos	30
II.	MARCO METODOLOGICO	31
2.1	Diseño de investigación	32
2.2	Variables de Operacionalizacion	33
2.2.1	Variable independiente “Mantenimiento preventivo”	33
2.3	Población muestra y muestreo	35
2.3.1	Población	35
2.3.2	Muestra	35
2.3.3	Muestreo	36
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad	36
2.4.1	Técnicas de recolección de datos	36
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos	37
2.4.3	Validez del instrumento	37
2.4.4	Confiabilidad del instrumento	37

2.5	Método de análisis de datos	38
2.6	Aspectos éticos	38
2.7	Desarrollo de la propuesta	38
2.7.1	Situación actual	39
2.7.2	Propuesta de mejora	40
2.7.3	Implementación de la propuesta	40
2.7.4	Resultados	45
2.7.5	Análisis económico financiero	45
III.	RESULTADOS	46
3.1	Análisis descriptivo	47
3.2	Análisis inferencial	51
3.2.1	Prueba de normalidad	51
IV.	DISCUSIÓN	59
V.	CONCLUSION	61
VI.	RECOMENDACIONES	63
VII.	REFERENCIAS	65
	ANEXO	68
	ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA	69
	ANEXO 02 INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	70
	ANEXO 03 INVENTARIO ACTUALIZADO DE EQUIPOS BIOMEDICOS – 2017 HNERM	71

ANEXO 04 FORMATO DE REPORTE DIARIO DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	72
ANEXO 5 FORMATO DE REGISTRO MENSUAL	73
ANEXO 6 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	74
ANEXO 7 PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS	75
ANEXO 8 FORMATO DE FICHA TECNICA DE EQUIPO BIOMEDICO	77
ANEXO 9 FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	79
ANEXO 10 ORDEN DE TRABAJO REALIZADA	81
ANEXO 11 BASE DE DATOS (PRE-POST)	82
ANEXO 12 JUICIO DE EXPERTOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de frecuencias de fallas	17
Tabla 2 Tabla de productividad	25
Tabla 3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	34
Tabla 4 cuadro de evaluación en función al equipo	41
Tabla 5 clasificación de equipos según metodología	43
Tabla 6 tabla de recursos	45
Tabla 7 tabla de servicios utilizados	45
Tabla 8 Tabla de programación del mantenimiento	47
Tabla 9 TABLA DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS	48

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Diagrama de Ishikawa	17
Grafico 2 Diagrama de Pareto	18
Grafico 3 Programación del mantenimiento	47
Grafico 4 Índice de OIM imprevistos	48

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Actualmente el mantenimiento preventivo tiene una importante participación en los diferentes procesos productivos, como medida de respaldo para mejorar el tiempo productivo de los equipos, de esta manera se incrementan la eficiencia y eficacia disminuyen los imprevistos y tiempos de parada de los diferentes equipos o maquinaria y a la vez, alargar la vida útil de los mismos.

Hoy en día la productividad de los diferentes equipos biomédicos en los centros hospitalarios, ha tomado gran importancia ya que repercute principalmente en el trabajo de los diferentes usuarios de los distintos servicios hospitalarios ya que contribuyen y forman parte del soporte de vida y recuperación de los pacientes.

La importancia de la ejecución del mantenimiento preventivo programado en un proceso hospitalario es vital, ya que de ello depende la fiabilidad de los equipos biomédicos, al momento de requerirlos o que estén disponibles en un determinado caso de suma urgencia. Es de importancia el aplicar las diferentes estrategias o modelos de gestión de equipos para realizar un buen servicio de mantenimiento preventivo a los diferentes equipos biomédicos.

La investigación tiene por objetivo estudiar el impacto del mantenimiento preventivo respecto a la fiabilidad de los diferentes equipos biomédicos involucrados en todo el proceso hospitalario. Para ello nos basaremos en investigaciones recientes, modelos de aplicación y diferentes medios que enriquezcan nuestro trabajo basándonos en resultados cuantificables.

En algunas empresas peruanas la aplicación del mantenimiento preventivo carece de importancia ya que en algunos casos no se aplica o solo es ejecutado para cumplir con el requisito de alguna norma o certificación requerida por la empresa, por lo tanto la confiabilidad de los equipos no es gestionada de manera adecuada, esto repercute tanto en la calidad del servicio de los equipos como en pérdidas cuantificables ya que nos genera reproceso.

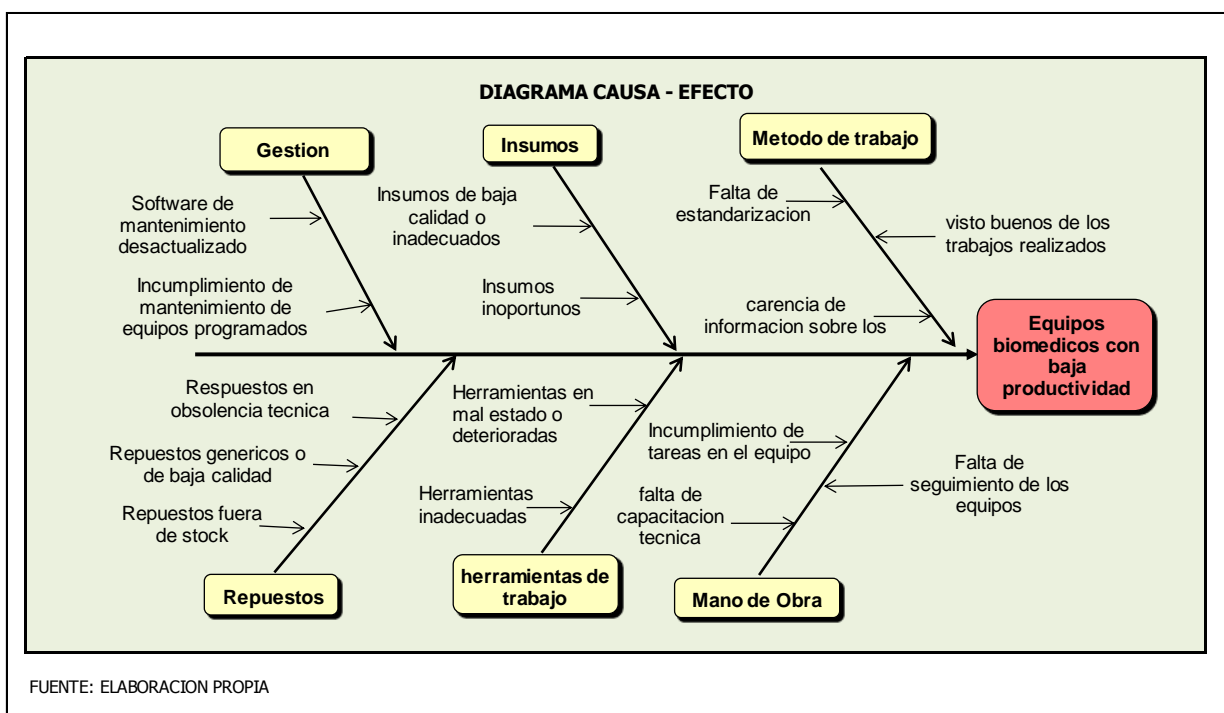
Según una Serie de documento técnico de la OMS sobre dispositivos médicos, los procedimientos correctos y apropiados del Índice de Mantenimiento Programados (IMP) se diferencian y garantizan la fiabilidad y el correcto funcionamiento, los mismos se deben establecer antes de ejecutar las actividades de inspección o de mantenimiento, examinando de manera minuciosa cada tipo de equipo (o modelo). (OMS, 2012, p.37)

METROLOGIA LAB. es una empresa dedicada al rubro de servicio de mantenimiento de equipos biomédicos, con una trayectoria de 10 años a cargo del ingeniero electrónico Teófilo Huablocho, actual gerente general de la empresa, con domicilio fiscal en el Jr. Ayacucho N° --- La Perla Callao. La empresa en la actualidad tiene presencia en las distintas redes de ESSALUD, gracias a las licitaciones ganadas en los diferentes concursos públicos, brinda soporte técnico a los diferentes equipos biomédicos de cada una de sus redes. Sus actividades se dan como consecuencia de que ESSALUD terceriza las diferentes actividades y/o proyectos referidas al mantenimiento de equipos e infraestructura de sus distintas redes asistenciales.

Los problemas que aqueja a los usuarios de los distintos servicios hospitalarios es la baja productividad de los equipos, una de las razones principales es el incumplimiento y la estandarización al momento de realizar el mantenimiento preventivo de los diferentes equipos, no se dispone de un plan de mantenimiento para los equipos donde se defina de manera estándar los procedimientos de las actividades a llevar a cabo en la ejecución del mantenimiento, existe un programa de mantenimiento el cual se trabaja de manera ineficiente, ya que se encuentra desactualizado y fue realizado de manera empírica, a la vez se maneja un software ineficiente el cual solo es tomado como referencia en algunos casos.

Los problemas mencionados se encuentran reflejados en la tabla de frecuencia de fallas, tabla N° 01, los que se recogen mediante el diagrama de Ishikawa, grafico N° 01, Los datos obtenidos lo trasladaremos a un diagrama de Pareto, grafico N° 02 donde se agrupan los problemas vitales y triviales.

Grafico 1 Diagrama de Ishikawa



Para encontrar los problemas que conllevan a la baja productividad de los equipos biomédicos se procede a realizar una tabla donde se representa los problemas con su respectiva frecuencia

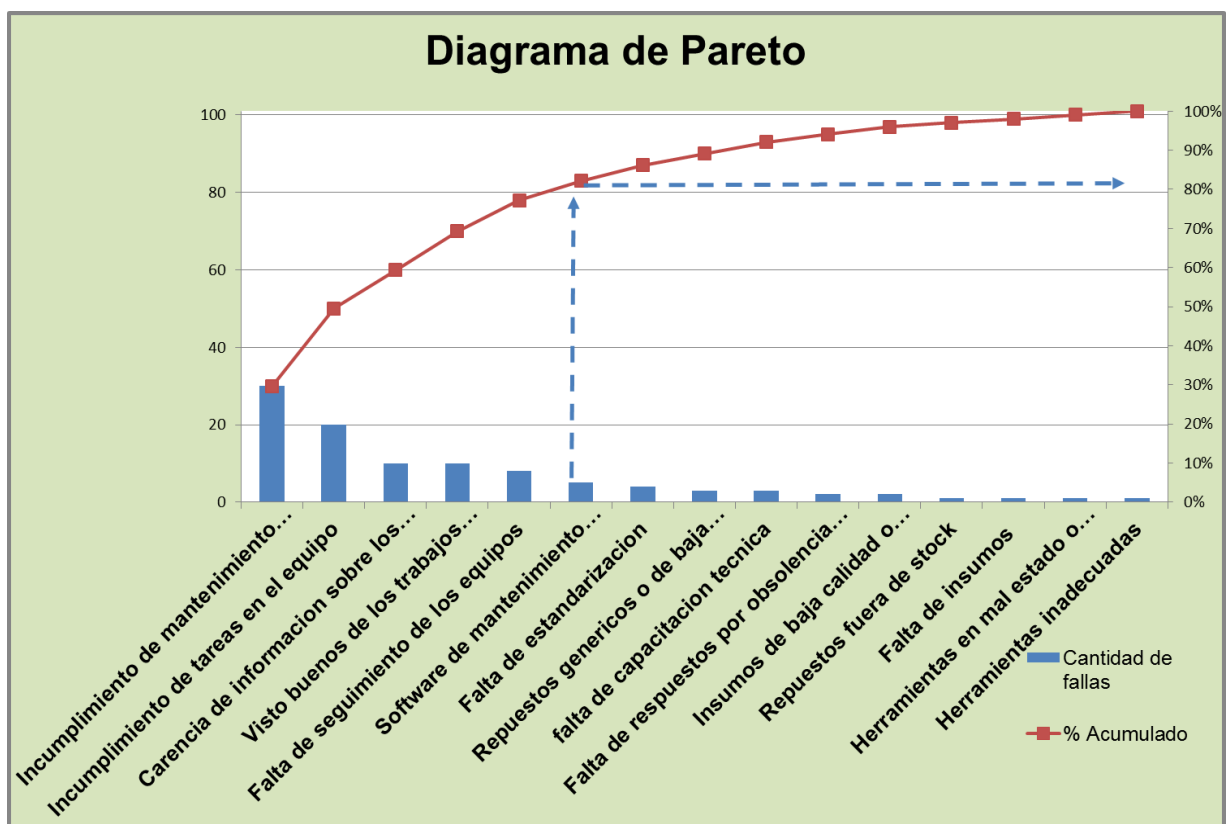
Tabla 1 Tabla de frecuencias de fallas

DIAGRAMA DE PARETO SOBRE LA CANTIDAD DE FALLAS				
#	Causas de los equipos inproductivos	Cantidad de fallas	%	% Acumulado
1	Incumplimiento de mantenimiento de equipos programados	30	30%	30%
2	Incumplimiento de tareas en el equipo	20	20%	50%
3	Carencia de informacion sobre los trabajos	10	10%	59%
4	Visto buenos de los trabajos realizados	10	10%	69%
5	Falta de seguimiento de los equipos	8	8%	77%
6	Software de mantenimiento desactualizado	5	5%	82%
7	Falta de estandarizacion	4	4%	86%
8	Repuestos genericos o de baja calidad	3	3%	89%
9	falta de capacitacion tecnica	3	3%	92%
10	Falta de respuestos por obsolencia tecnica	2	2%	94%
11	Insumos de baja calidad o inadecuados	2	2%	96%
12	Repuestos fuera de stock	1	1%	97%
13	Falta de insumos	1	1%	98%
14	Herramientas en mal estado o deterioradas	1	1%	99%
15	Herramientas inadecuadas	1	1%	100%
		101	100%	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el cuadro anterior encontramos los problemas con su clasificación ponderada, bajo criterio del investigador y con apoyo del personal involucrado del área, de incidencias los cuales son los que afectan en la baja productividad de los equipos, de un total de 15 problemas encontrados, podemos identificar en el siguiente grafico de Pareto, los 6 problemas vitales, que representa el 80% del total de problemas y como consecuencia nos afecta la productividad de los equipos.

Grafico 2 Diagrama de Pareto



ELABORACION PROPIA

1.2 Trabajos previos

Para la presente investigación nos apoyamos en algunos estudios realizados como:

M.F., Duque y C.C., Lores. (2013). Diseño y Aplicación de un Protocolo de Evaluación de Equipos Médicos, pp. 417-420 En esta investigación se propuso como objetivo general, diseñar un método de procedimientos para evaluar equipos biomédicos que sea extendido a entidades prestadoras de salud IPS, Para ello es importante determinar los parámetros de los equipos biomédicos en dentro de un proceso de evaluación tecnológica, para la documentación del procedimiento; se tiene que hacer un reconocimiento de las bases de datos existentes en la entidad prestadora de salud y que sirva como referencia para el diseño y aplicación del método de procedimiento; determinar los instrumentos necesarios para reunir los datos faltantes; aplicar los procedimientos en el proceso de las entidades prestadoras de salud, adecuando y validando el método en las áreas más críticas. Para el desarrollo del proyecto se tuvo como material de apoyo teórico, el marco legal de la tecnología biomédica en Colombia que incluye la información suministrada por el Ministerio de Protección Social [1], el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos (INVIMA) [2] y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) [3]. Además, se consultó el Handbook de Ingeniería Clínica de Joseph Dyro [4]. Para concluir se consiguió crear un método para la evaluación de equipos biomédicos, el cual puede ser aplicado en cualquier entidad prestadora de salud. Se cumplieron todos los objetivos específicos planteados en el anteproyecto, es decir, se identificaron los parámetros relevantes dentro de los procedimientos de la evaluación tecnológica biomédica; se diseñó una encuesta aplicable a cualquier Institución Prestadora de Servicios de Salud que sirva como base para la identificación de las bases de datos disponibles en la misma referentes a los equipos médicos; se diseñaron dos formatos para la recolección de la información necesaria, y un registro para la cuantificación de los resultados; y se implementó y validó el protocolo en una Institución. Prestadora de Servicios de Salud satisfactoriamente logrando aportar a desarrollo de la misma.

OROSCO MURILLO, William y CORTEZ MANCERA, Fabián. (2012). Caracterización de la gestión del mantenimiento de equipo biomédico en servicios de urgencia de clínicas y hospitales de Medellín en el período 2008-2009, Pp.35-44. Propuso que la gestión del mantenimiento es la parte importante dentro de un proceso que apoya al área de ingeniería en el crecimiento control y objetivo de programas de mantenimiento para los equipos biomédicos. La meta fue caracterizar la administración del mantenimiento en áreas de urgencias de las diferentes entidades prestadoras de salud de la ciudad de Medellín en el periodo 2008-2009. La metodología propuesta para su investigación se enfocó en recabar información a través de una encuesta al personal involucrado en el mantenimiento de once entidades prestadoras de servicios de salud, determinadas en tercer nivel e incluidas en la red de salud de la ciudad de Medellín. Entre los logros obtenidos en las entidades encuestadas se logró ver que la causa más frecuente de los equipos biomédicos en las áreas de urgencia es la mala operación de los mismos (75%) por parte de los usuarios y que 70% del mantenimiento es llevado a cabo por personal con experiencia en el rubro (tecnólogos en mantenimiento de equipo biomédico e ingenieros biomédicos). En las once entidades públicas y privadas encuestadas resultó que solo se respaldaban con programa de mantenimiento y/o con una base de datos desactualizada respecto al historial de vida de los equipos biomédicos, planes de mantenimiento o adquisición y baja de equipos. Conclusión: la investigación muestra la presencia de debilidades en ciertos puntos de la gestión, incluyendo una inadecuada organización, mínima disponibilidad de repuestos originales y falta de instrucción al personal que maneja los equipos.

VERA OLVERA, Julio. (2014). Implementación de la técnica de mejoramiento TPM al departamento de mantenimiento del HOSPITAL DR. JUAN MONTALVAN CORNEJO ubicado en la parroquia Ricaurte del Cantón Urdaneta de la provincia de Los Ríos, Trabajo para optar por el título de Ingeniero Industrial. Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de ingeniería Industrial, 170p. Tuvo como objetivo elaborar un documento que permita diagnosticar y resolver los problemas del Departamento de Mantenimiento basando las soluciones con aplicación del Mantenimiento Productivo Total al Hospital Dr. Juan Montalván Cornejo de

manera que asegure la entrega al usuario de un servicio adecuado por parte de la institución. Se identificaron problemas relacionados con los procesos de administración como son: Retrabajos de obras; Acumulación de Tiempos Improductivos en la Aprobación de Pedidos de Materiales: Tiempos Improductivos en Programación de Actividades y Desorganización Total de las áreas de trabajos en el hospital. Se presenta una propuesta como medida para mejorar el servicio de mantenimiento, disminuir los tiempos de operación, evaluar el desempeño de empleados y contratistas aplicando técnicas de Organización y Métodos. El costo de la propuesta es de 7.464,56 dólares. El análisis económico sugiere que la institución puede utilizar sus propios recursos o solicitar un préstamo para implantar la propuesta, sin afectar la economía del hospital en un tiempo de un año y onces meses.

SALAS MACEDA, Mario. (2012). Propuesta de mejora al mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado en una fábrica textil, Trabajo de titulación (Ingeniero Industrial): Universidad peruana de ciencias aplicadas, Facultad de ingeniería Industrial. Plantea en sus objetivos minimizar los costos de en el proceso productivo debido a la globalización y alta competencia en el mercado, por ende, las empresas optimizan sus recursos, con el objetivo de obtener buenos resultados, como maximizar sus ventas, extender la vida útil de sus recursos y aumentar la disponibilidad para poder cumplir con sus objetivos estratégicos. La alternativa propuesta para lograr estos beneficios es la metodología de Mantenimiento Productivo Total o TPM, el cual tiene por objetivo aumentar la disponibilidad de las máquinas y maximizar la producción y ventas. Para llevar a cabo la implementación de la metodología TPM, se necesita el compromiso, por parte de todo el personal de la organización. Uno de los pilares es la metodología 5'S, que nos lleva a organizar el puesto de trabajo del operario. Luego de ello debe tener una política de mantenimiento para dirigirse a sus objetivos funcionales y estratégicos. Finalmente se determina que la causa raíz que conlleva al exceso de horas durante la realización del mantenimiento preventivo es la falta de limpieza a los principales componentes de los equipos que debe realizarse de forma diaria, y al momento de la inspección se observa la falta de limpieza, lo cual afecta en el resultado y aumenta el tiempo de ejecución

del mantenimiento preventivo. Por ende, a través de la propuesta de la implementación y estandarización de la metodología de las 5'S se intenta diseñar un ambiente de trabajo, donde el operario encuentre, las herramientas y repuestos al momento de realizar su trabajo y de manera oportuna. Asimismo, los documentos de procedimientos elaborados para la realización del mantenimiento preventivo como mantenimiento autónomo, conllevará a que el operario sea responsable de su área de trabajo y se logre cumplir con el horario programado.

Al extenderse el tiempo de ejecución del mantenimiento preventivo ocasiona que los equipos no se encuentren operativos y la producción sea menor. Lo cual disminuye el nivel de producción y la oportunidad de aumentar las ventas. En conclusión, al aumentar el tiempo en la ejecución del mantenimiento preventivo, aumenta la carga laboral de los operarios y ayudantes dejando de lado las labores asignadas como la limpieza rutinaria.

1.3 Teorías relacionadas al tema

En el mundo actual las empresas necesitan brindar servicios óptimos, más aún en el área médica donde los equipos e instrumental médico deben funcionar de manera eficaz; esto se logra con la planificación de mantenimiento.

El mantenimiento es un conjunto de actividades planificadas o imprevistas que conlleva a mantener o restaurar un determinado equipo, artículo o instalación a un punto funcional u operativo y pueda llevar a cabo su función para la que fue diseñada. El mantenimiento propiamente dicho se define como el conjunto de actividades para que un equipamiento reúna las condiciones necesarias para el propósito que fue fabricado.

1.3.1 Marco teórico

Dentro de las operaciones de mantenimiento preventivo y productividad podemos diferenciar las siguientes definiciones:

- **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo es la realización de inspecciones periódicas planificadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos. Con el fin de detectar condiciones inadecuadas de los elementos, que pueden causar paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, a través de ajustes o reparaciones, mientras las potenciales fallas están aún en estado inicial (Patton, 1995)

Se ejecuta para prolongar la vida útil del equipo y prevenir sus fallas. El MP se programa a intervalos definidos e incluye actividades específicas como lubricación, limpieza o reemplazo de piezas que comúnmente se desgastan o tienen una vida útil limitada. Generalmente es el fabricante el que determina las tareas y frecuencias. En casos especiales, el usuario puede modificar la frecuencia de acuerdo con las condiciones del medio local. También se denomina mantenimiento planificado o programado (O.M.S., 2012, p. 13).

Lo más importante en las actividades preventivas es el estado inicial (o en tiempo real), en condición de funcionalidad y el momento previo a la situación fuera de lo normal. No evalúa con profundidad los estados intermedios, aunque si se lleva a cabo inspecciones y mediciones periódicas para definir las circunstancias previas a la condición anormal (Mora, 2009, p.429).

“La aplicación de instrumentos avanzados y básicos de mantenimiento, deriva en el conocimiento de las fallas y de su causa raíz, con todas sus connotaciones asociadas, como: características, situaciones propias y de ambiente donde se da, periodicidad, ocurrencia, medidas, soluciones, síntomas, causas básicas e inmediatas, modos de falla, función que se afecta, falla funcional presente, etc. Todo lo cual permite planear en el tiempo cuando debe hacerse la reposición reconstrucción del elemento, antes de que entre en modo de falla por cuerpo o por función” (Mora, 2009, pag.455).

El mantenimiento preventivo se puede clasificar en dos versiones una de ellas basada en el tiempo, es decir, en la frecuencia de inspección, y la segunda basada en la condición de desgaste (o denominada condición de estado) encontrada en la última revisión. Ambas metodologías permiten fijar con anticipación la próxima inspección a que tuviere lugar en el elemento o máquina” (Mora, 2009, pag.458).

“El primero de los métodos conduce al mantenimiento preventivo sistemático, y el segundo implica el mantenimiento preventivo condicional. Con el último se logra maximizar la vida útil del elemento y se consigue reducir los costos de mantenimiento. Ambas metodologías se basan en la permanente inspección y análisis crítico de las condiciones” Gude, 1998 citado en Mora, México, 2009.

- **Productividad**

“La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez,2008, p.21).

“En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados” (Gutiérrez, 2008, p.21).

Tabla 2 Tabla de productividad

Productividad: mejoramiento continuo del sistema				
PRODUCTIVIDAD	=	EFICIENCIA	X	EFICACIA
$\frac{UNIDADES\ PRODUCIDAS}{TIEMPO\ TOTAL}$	=	$\frac{TIEMPO\ UTIL}{TIEMPO\ TOTAL}$	X	$\frac{UNIDADES\ PRODUCIDAS}{TIEMPO\ UTIL}$
		EFICIENCIA=50%		EFICACIA=80%
		50% se desperdicia en: programacion, paros no programados, mantenimiento y reparaciones		De 100 unidades 80 estan correctamente fabricadas y 20 tuvieron algun defecto

FUENTE: LIBRO DE CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD, Gutierrez pulido (2008)

1.3.2 Marco conceptual

- **Mantenimiento correctivo:** destinado a corregir las averías observadas. Puede ser de tipo inmediato, es decir, realizado de manera inmediata con los medios destinados a ese fin o puede ser de manera diferida, es decir se produce un paro en el equipo para reparación y se solicita los medios para ese fin (ejemplo: repuestos).
- **Mantenimiento preventivo:** Acciones de mantenimiento programadas, su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Es un mantenimiento preventivo si se realiza antes de aparecer la falla en los equipos, este tiene una programación estipulada dependiendo de las horas de uso del equipo. Sus actividades básicas son: limpieza, lubricación y ajuste. Tenemos aquí el mantenimiento programado; el mantenimiento predictivo, realiza las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedara fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse; el mantenimiento de oportunidad, aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.
- **Mantenimiento de actualización:** tiene como propósito compensar la obsolescencia tecnológica o las nuevas exigencias que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad sí deben serlo.

El mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir

la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evitan reparaciones de emergencia.

1.4 Formulación del problema

Valderrama S. (2013). La formulación del problema se lleva a cabo a través de una interrogante que debe relacionar dos o más variables; también debe mencionar la población de estudio, el lugar y el año de la investigación. Debe elaborarse como mínimo tres preguntas de las cuales la primera debe permanecer al problema general y los dos restantes a los problemas específicos. (p. 131)

1.4.1 Problema general

¿De qué manera la optimización del Mantenimiento Preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, ¿2017?

1.4.2 Problemas específicos

¿De qué manera la optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficacia de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, ¿2017?

¿De qué manera la optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, ¿2017?

1.5 Justificación del estudio

Valderrama S. (2013). En la justificación de una investigación, se exponen los motivos por los cuales se lleva a cabo el estudio. La justificación es la carta de presentación de la investigación, por lo que se debe hacer todo el esfuerzo para “vender” la propuesta, persuadir al lector o lograr el financiamiento interno y externo del proyecto. (p. 140).

1.5.1 Justificación técnica

La presente investigación se basa en la aplicación del mantenimiento preventivo en el proceso de soporte técnico de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins – ESSALUD con ello conseguiremos obtener un mejor desempeño de los equipos en los diferentes servicios.

1.5.2 Justificación económica

La justificación económica se basa en que un programa de mantenimiento preventivo optimizado y bien ejecutado ayudara a mejorar el rendimiento de los equipos médicos, ayudara también a prever futuras averías y daños consiguiendo así evitar la parada del equipo y/o su baja definitiva. Así se consigue más horas de trabajo, mientras el equipo espera repuestos de manera preventiva.

1.5.3 Justificación social

La importancia de aplicar un buen plan de mantenimiento preventivo es, además de garantizar más horas de funcionamiento y evitar paradas imprevistas, darle a la población una atención con equipos funcionando en óptimas condiciones.

1.6 Hipótesis

Hernández R. (2014). Las hipótesis son las guías de una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente y deben formularse a manera de proposiciones. De hecho, son respuestas provisionales a las preguntas de investigación. (p.104).

1.6.1 Hipótesis general

La optimización del mantenimiento preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos.

1.6.2 Hipótesis específicas

La optimización del mantenimiento preventivo aumenta la eficacia de desempeño de los equipos biomédicos.

La optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de los equipos biomédicos.

1.7 Objetivo

Valderrama S. (2013). La determinación de los objetivos es la parte fundamental de toda investigación, ya que estos establecen los límites de la investigación; es decir, establecen hasta donde se desea llegar. Los objetivos son los cimientos de la estructura en la que se apoyara el resto de nuestra investigación; si estos son endebles, todas las etapas que le siguen lo serán. La elaboración de los objetivos de la investigación se realizará sobre la base de la formulación del problema. (p. 136).

1.7.1 Objetivo general

Demostrar que la optimización del mantenimiento preventivo mejorara la productividad de los equipos biomédicos en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

1.7.2 Objetivos específicos

Demostrar que la optimización del mantenimiento preventivo mejorara la eficacia de los equipos biomédicos en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

Demostrar que la optimización del mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia de los equipos biomédicos en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

II. MARCO METODOLOGICO

2.1 Diseño de investigación

En la presente investigación el tipo de investigación es aplicada ya que se busca solucionar problemas por medio de la formulación de teorías ya existentes.

Según VALDERRAMA S. (2013). “Es también llamada práctica, empírica, activa o dinámica, y se encuentra íntimamente ligada a la investigación básica, ya que depende de sus descubrimientos y aporte teóricos para poder generar beneficios y bienestar a la sociedad. Se sustenta en la investigación teórica; su finalidad específica es aplicar las teorías existentes a la producción de normas y procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la realidad”. (p. 39).

Por su nivel de investigación es explicativo ya que nos explicara la relación de las 2 variables de esta investigación. La variable independiente “El Mantenimiento preventivo” y la variable dependiente “Calidad de servicio”.

Según VALDERRAMA S. (2013), “La investigación explicativa va más allá de la descripción de conceptos, fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos. Está dirigida a responder las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en descubrir la razón por la que ocurre un fenómeno determinado, así como establecer en qué condiciones se da este, o porque dos o más variables están relacionadas”. (p.45)

Por su enfoque es cuantitativo ya que se recolectará datos para posteriormente analizarlos para poder contestar la formulación del problema de esta investigación.

Según VALDERRAMA S. (2013), “El enfoque cuantitativo es una forma de llevar a cabo la investigación; es una orientación filosófica o un camino a seguir que elige el investigador, con la finalidad de llevar a cabo una investigación. Se trata de proyecciones de planteamientos filosóficos que suponen serán determinadas concepciones del fenómeno que se quiere indagar. Se caracteriza por que usa la recolección de datos para contestar a la formulación del problema de investigación Población y muestra.

2.2 Variables de Operacionalizacion

Según VALDERRAMA S. (2013). Son características observables que posee cada persona, objeto o institución, y que, al ser medidas, varían cuantitativa y cualitativamente una en relación a la otra. (p. 157)

La matriz de operacionalizacion se encuentra en la tabla N° 03, así mismo la matriz de consistencia se ubica en el anexo N°01.

2.2.1 Variable independiente “Mantenimiento preventivo”

Según REY S. (2001) en su obra “Manual de Mantenimiento Integral en una Empresa” define al mantenimiento preventivo como las revisiones periódicas de las instalaciones buscando anticiparse a las posibles averías. Se trataba, por tanto, de una serie de actuaciones sistémicas en las que se desmontaban las maquinas, se observaban para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste. (p. 43)”.

2.2.2 Variable dependiente “Productividad”

Según PROKOPENCO, Jhosep. (1989), define la productividad como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos — trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información — en la producción de diversos bienes y servicios. (p.3)”.

Tabla 3 operación de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
(V. INDEPENDIENTE) MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Manual de Mantenimiento Integral en una Empresa" define al mantenimiento preventivo como las revisiones periódicas de las instalaciones buscando anticiparse a las posibles averías. Se trataba, por tanto, de una serie de actuaciones sistémicas en las que se desmontaban las maquinas, se observaban para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste. (Rey, 2001, p. 43)	La manera de medir la eficiencia del mantenimiento preventivo es a través del cumplimiento de los mantenimientos programados	PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO	$\frac{N^{\circ} EQUIPOS PROGRAMADOS}{N^{\circ} TOTAL DE EQUIPOS}$	RAZON
			DISPONIBILIDAD	$\frac{N^{\circ} OTM IMPREVISTAS}{N^{\circ} TOTAL DE OTM}$	RAZON
(V. DEPENDIENTE) PRODUCTIVIDAD	La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Gutierrez, 2014, p. 20)	La forma en que las empresas pueden medir la productividad de sus equipos es a través de los índices de eficiencia y tiempo de respuesta a los problemas de los equipos	EFICACIA	$\frac{N^{\circ} M. EJECUTADOS}{N^{\circ} M. PROGRAMADOS}$	RAZON
			EFICIENCIA	$\frac{T.PROGRAMADO (Hrs.)}{T.PREV.ENTIVO+T.PROGRAMADO}$	RAZON

FUENTE: ELABORACION PROPIA

2.3 Población muestra y muestreo

2.3.1 Población

Según VALDERRAMA S. (2013), en su obra “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica” define que la población es “un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados. Por lo tanto, se puede hablar de universo de familias, empresas, instituciones, votantes, beneficiarios de un programa de distribución de alimentos de un distrito de extrema pobreza, etc.” (p. 182)

La presente investigación tiene como unidad de análisis las ordenes de trabajo de mantenimiento de los 852 equipos biomédicos, los cuales se muestran en el anexo N° 3, que serán considerados según la evaluación de la metodología aplicada en este trabajo, donde serán analizados diariamente durante dos meses de evaluación.

2.3.2 Muestra

Según VALDERRAMA S. (2013), en su obra “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica” define que la muestra es “un subconjunto representativo de un universo o población. Es representativo, porque refleja fielmente las características de la población cuando se aplica la técnica adecuada de muestreo de la cual procede; difiere de ella solo el número de unidades incluidas y es adecuada, ya que se debe incluir un número óptimo y mínimo de unidades; este número se determina mediante el empleo de procedimientos diversos, para cometer error de muestreo dado al estimar las características poblacionales más relevantes.” (p.184).

La muestra de este trabajo de investigación serán los 30 reportes diarios de trabajo de mantenimiento los cuales son realizados diariamente. Estos reportes posteriormente serán analizados.

2.3.3 Muestreo

Según VALDERRAMA S. (2013), define el muestreo como “el proceso de selección de una parte representativa de la población, la cual permite estimar los parámetros de la población. Un parámetro es un valor numérico que caracteriza a la población que es objeto de estudio.” (p. 188).

En la presente investigación se utilizará el muestreo no probabilístico ya que los equipos a ser analizados serán seleccionados de manera aleatoria, para que de esta manera todos los equipos tengan la misma probabilidad de ser analizados.

El tipo de muestreo intencional o de conveniencia reafirma es el tipo de muestreo que se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras representativas mediante la inclusión en la muestra (Valderrama, 2013, p.193).

El tipo de muestreo es intencional, ya que los datos serán elegidos de manera deliberada.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

Según VALDERRAMA S. (2013), en su obra “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica” define “es la etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades o casos. Recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzca a reunir datos con un propósito específico.” (p. 194)

En este trabajo de investigación la fuente de recolección de datos será primaria ya que utilizaremos la observación de los trabajos de mantenimiento.

Según Valderrama S. (2013) define “que consistirá en el registro sistemático, valido y confiable de comportamientos y situaciones observables a través de un conjunto de dimensiones e indicadores.” (p. 194).

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Según VALDERRAMA S. (2013), define “los instrumentos son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información. Pueden ser formularios, pruebas de conocimientos o escalas de actitudes, como Likert, semántico y de Guttman; también pueden ser listas de chequeo, inventarios, cuadernos de campo, fichas de datos de seguridad (FDS), etc. Por lo tanto, se deben seleccionar coherentemente los instrumentos que se utilizarán en la variable en la variable independiente y en la dependiente.” (p. 195).

Para la presente investigación se recurrirá al formato de Instrumento de Medición se encuentra en el anexo N° 2, el mismo que se llenara los datos de los diferentes reportes diarios (anexo N° 4) estos documentos serán manejados propiamente por el personal técnico administrativo de la empresa, para el control del cumplimiento de los mantenimientos programados.

2.4.3 Validez del instrumento

Según Valderrama S. (2013), lo que buscamos es que nuestros instrumentos elaborados tengan el grado óptimo de validez para obtener datos confiables. (p.206)

Para el presente trabajo de investigación la validez de dicho instrumento se medirá con el juicio de expertos, Teniendo en cuenta a tres profesores de la escuela de ingeniería industrial. (ANEXO 12).

2.4.4 Confiabilidad del instrumento

Según VALDERRAMA S. (2013), “un instrumento es confiable y fiable si produce resultados consistentes cuando se aplica en diferentes ocasiones [estabilidad o reproducibilidad (replica)].” (p.215).

Por otro lado, en las fichas y reportes, dado que son oficiales de la empresa, se asume su confiabilidad.

2.5 Método de análisis de datos

Según Valderrama S. (2013), luego de haber obtenido los datos, el siguiente paso es realizar el análisis de los mismos para dar respuesta a la pregunta inicial y, si corresponde, poder aceptar o rechazar las hipótesis en estudio. El análisis a realizar será cuantitativo.”(p.229).

Para la presente investigación se utilizará el programa Microsoft Excel y SPSS V. 23.

2.6 Aspectos éticos

En la presente investigación el responsable de esta tesis se compromete a respetar los derechos intelectuales, que los resultados emitidos en este informe son veraces, y respetar mi convicción moral, además este trabajo de investigación tiene como finalidad mejorar la productividad de los diferentes equipos biomédicos, así también poder contribuir en la conservación en óptimas condiciones de los equipos, mediante el mantenimiento preventivo.

2.7 Desarrollo de la propuesta

La propuesta en mención se inició con la recolección de datos para luego identificar los diferentes problemas a través del diagrama de Ishikawa, para de esa manera llegar al efecto principal que es la baja productividad de los equipos biomédicos en el hospital Edgardo Rebagliati. Cita de Ishikawa

Lego de hallar las causas del problema principal derivamos estos problemas para luego trabajar en un diagrama de Pareto donde nos refiere que el 80% de las consecuencias proviene del 20% de los problemas.

El problema de baja productividad de los equipos biomédicos es a causa de una serie de problemas que radica en la deficiente gestión de mantenimiento ya que se no cuenta con un plan de mantenimiento para los equipos biomédicos, ello nos conlleva a tener equipos con baja disponibilidad y confiabilidad en el momento de estar siendo utilizados por los usuarios.

Estos problemas se ven reflejados en los diferentes indicadores y en algunos casos con graves consecuencias en los pacientes del hospital.

Por ello se propone desarrollar formatos de control diario y mensual (anexo N° 5), de manera que el registro del historial de cada equipo se encuentre de manera oportuna y actualizada, también se propone generar el programa de mantenimiento preventivo (anexo N° 6) con su respectivo plan de actividades (anexo N° 7)

De esta manera se llevaría a cabo la optimización del mantenimiento preventivo que actualmente se maneja de manera ineficiente

2.7.1 Situación actual

En la actualidad, el área de equipos biomédicos del hospital Edgardo Rebagliati, es un área muy importante, en el cual se maneja un programa de mantenimiento preventivo deficiente ya que muchas veces se deja de lado equipos de alta criticidad lo cual ocasiona una baja confiabilidad de los mismos al momento de ser requeridos por los diferentes servicios hospitalarios.

En el área de equipos biomédicos se cuenta con un programa de mantenimiento desactualizado, a la vez este no se cuenta con un plan de mantenimiento para la ejecución de las diferentes actividades referidas a los equipos biomédicos.

En la actualidad el área cuenta con un software desactualizado con un total de 1033 equipos, en los cuales se realiza actividades básicas, y no se cuenta con tareas o actividades definidas.

En el 2013 ESSALUD puso en marcha la ejecución de un plan de mantenimiento en todos los hospitales el cual hasta la fecha no ha sido actualizada dicha gestión.

El hospital cuenta con un software de mantenimiento, el cual no es manejado de manera deficiente, carece de información actualizada.

Para la gestión actual de los equipos se cuenta con formatos básicos y desactualizados,

2.7.2 Propuesta de mejora

Para la realización de la implementación del programa y plan de mantenimiento de los equipos biomédicos, basado en la determinación de prioridades según el libro (introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos) de la OMS.

Este libro es un documento actualizado ya que fue redactado en el 2012,

Se implementará el plan de mantenimiento para los equipos más críticos siguiendo los pasos de como evaluar los equipos según su criticidad en un tiempo de 1 mes para los equipos más críticos.

2.7.3 Implementación de la propuesta

De acuerdo al anexo A1 del programa de gestión de equipos biomédicos basado en el riesgo de la OMS, se establece ciertos criterios para evaluar los diferentes equipos biomédicos del área de del hospital Edgardo Rebagliati M.

La GE (gestión de equipos) es un numero el cual nos permitirá reconocer e identificar a los equipos según su criticidad y de esta manera poder clasificarlos para una adecuada gestión de mantenimiento del equipo.

El número de GE se obtiene de la siguiente manera

- Numero GE=# función+#aplicación+#mantenimiento+#antecedentes

Ante de realizar la evaluación tenemos que levantar datos de los equipos y realizar un inventario de equipo, luego de ello realizaremos el procedimiento para obtener el número de gestión de equipo (GE) en base a la clasificación de algunas características.

Ante de realizar la evaluación tenemos que levantar datos de los equipos y realizar un inventario de equipo, luego de ello realizaremos el procedimiento para obtener el número de gestión de equipo (GE) en base a la clasificación de algunas características.

La primera evaluación es referente a la función del equipo

Tabla 4 Cuadro de evaluación en función al equipo

1 Funcion del Equipo		
Categoría	Descripcion	Puntuacion
terapeutico	Apoyo vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
diagnostico	Control de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológico adicional y diagnóstico	6
analitico	Análisis del laboratorio	5
	Accesorios del laboratorio	4
	Computadoras y afines	3
otros	Relacionados con el paciente y otros	2

Fuente: OMS, Introducción de programa de mantenimiento de equipos biomédicos. Ginebra, suiza. 2012, p.47

Luego se procede a evaluar en cuanto al riesgo físico asociado con el tipo de trabajo que realice el equipo

Tabla 5 Cuadro de evaluación en función al riesgo físico

2 Riesgo Fisico basado asociado con la aplicación clínica	
Descripción del riesgo durante el uso	Puntuacion
Riesgo de muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o el operador	4
Tratamiento inapropiado o error de diagnóstico	3
Daño al equipo	2
Sin significativo identificativo	1

Fuente: OMS, Introducción de programa de mantenimiento de equipos biomédicos. Ginebra, suiza. 2012, p.48

Luego se evalúa el equipo según el nivel de mantenimiento indicado en el manual de fabricante o en base según al criterio de la experiencia del personal técnico.

Tabla 6 Cuadro de evaluación en función al requisito de mantenimiento

3 Requisitos de mantenimiento	
Requisitos de mantenimientos	puntuacion
Importancia: exige calibración y reemplazo de piezas periódicas	5
Superiores al promedio	4
Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Mínimos: inspección visual	1

Fuente: OMS, Introducción de programa de mantenimiento de equipos biomédicos. Ginebra, suiza. 2012, p.48

Después se realiza la evaluación según sus los problemas que hayan surgido en el equipo.

Tabla 7 Cuadro de evaluación respecto a promedio de averías según su antecedente

4 Antecedentes de problemas del equipo	
Promedio de averías del equipo	Factor
Significado: más de una cada seis meses +2	2
Moderado: una cada 6-9 meses +1	1
Usual: una cada 9-18 meses 0	0
Mínimo: una cada 18-30 meses -1	-1
Insignificante: menos de una en los 30 meses anteriores -2	-2

Fuente: OMS, Introducción de programa de mantenimiento de equipos biomédicos. Ginebra, suiza. 2012, p.48

Hasta la parte de antecedentes hallamos un número de GE así como se refleja en la siguiente tabla.

Tabla 8 Clasificación de equipos según metodología

CLASIFICACION DE EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO E INSPECCION										
ITEM	Descripcion del equipo	cantidad	funcion del equipo	aplicación clínica	requisitos de manto	antecedentes de averías	# GE	clasificacion	frecuencia de inspecciones	frecuencia de manto preventivo
29	Incubadora Neonatal	56	10	5	4	1	20	I	T	S
33	Mesa de operaciones	63	9	4	5	2	20	I	T	S
32	Maquina de hipo/hipertermia	10	9	4	5	0	18	I	S	S
03	Aspirador de secreciones	139	8	4	4	1	17	I	S	S
12	Cuna de calor radiante	18	8	4	4	1	17	I	S	S
30	Lampara quirurgica	89	10	3	3	1	17	I	S	A
15	E. Craneotomia	4	7	4	4	1	16	I	S	S
19	E. Magnetoterapia	2	8	4	3	1	16	I	S	A
20	E. Terapia Combinada	3	8	4	3	1	16	I	S	A
21	E. Terapia con laser Infrarojo	2	8	4	3	1	16	I	S	A
22	E. Terapia con onda corta	8	8	4	3	1	16	I	S	A
23	E. Terapia con ultrasonido	9	8	4	3	1	16	I	S	A
24	E. traccion verical	3	8	4	3	1	16	I	S	A
37	Perforador de cirugia	5	9	4	3	-1	15	I	S	A
08	Campana de flujo Laminar	23	6	4	4	0	14	I		S
14	Detector de latidos fetales	23	7	3	3	1	14	I		A
18	E. Fototerapia	12	8	4	2	0	14	I		A
35	Microtomo	14	9	3	3	-1	14	I		A
41	Unid. Dental	10	7	3	3	1	14	I		A
07	Camara angiografica	2	7	3	3	0	13	I		A
17	E. Fotopolimerizacion	4	8	3	3	-1	13	I		A
31	Lamparas de Hendidura	15	6	3	3	1	13	I		A
34	Microscopio	115	6	3	3	1	13	I		A
36	Oftalmoscopio	25	6	3	3	1	13	I		A
10	Centrifuga	46	5	3	3	1	12	I		A
38	Phmetro	6	5	3	5	-1	12	I		S
06	Baño maria	31	4	3	3	1	11	N		
09	Campimetro	2	5	3	3	0	11	N		
25	Espectrofotometro	8	5	3	3	-1	10	N		
01	Agitador de sangre	1	4	2	3	0	9	N		
04	audiometro	6	2	3	3	1	9	N		
11	Criostato	6	4	3	3	-1	9	N		
28	Incubadora de cultivo	3	4	3	3	-1	9	N		
39	Procesador Automatico de tejido	4	5	3	3	-2	9	N		
40	Sierra Electrica	10	2	4	3	0	9	N		
05	Balanza electronicas	23	2	3	2	1	8	N		
13	Dermatomo Electrico	2	2	4	3	-1	8	N		
26	Esterilizador	28	4	2	3	-1	8	N		
27	Estufa de cultivo	8	4	3	3	-2	8	N		
16	E. Electroterapia	9	2	3	3	-2	6	N		
02	Amalgamador	5	2	3	2	-2	5	N		

852

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Luego de ello, según el ponderado de cada equipo nos llevara a clasificar el equipo para su frecuencia de programación de mantenimiento e inspección, según el cuadro de clasificación.

Documentación del plan de mantenimiento

La clasificación de estos equipos permitió realizar un plan de mantenimiento basado en la criticidad de cada equipo tanto para las actividades del mantenimiento preventivo como para su inspección.

a) Ficha técnica de equipo de equipos críticos

Esta ficha contiene los datos necesarios para su identificación. (Ver anexo 8)

b) Programación anual de los equipos críticos

El programa contempla los dos equipos más críticos según la evaluación con su respectiva programación para su mantenimiento preventivo e inspección durante los siguientes meses. (Ver anexo 6)

c) Plan de mantenimiento de equipos críticos

El plan de mantenimiento se realizó con la finalidad de establecer tareas específicas a realizar durante las intervenciones tanto como para mantenimiento preventivo como para su inspección. (Ver anexo 7)

d) Orden de servicio

La orden de servicio de mantenimiento con las actividades especificadas para los mantenimientos. (Ver anexo 9) el mismo que se muestra con la evidencia de la mejora (Ver anexo 10).

Habiendo puesto programado y puesto en marcha el plan de mantenimiento para los equipos críticos, empezamos a recabar los datos según el avance.

2.7.4 Resultados

2.7.5 Análisis económico financiero

La presente investigación es elaborado por Ángel Flores Mansilla

Recursos Utilizados

Tabla 9 tabla de recursos

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SU-TOTAL
LAP TOP	GLB	1	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00
LIBROS	UNID	10	S/. 20.00	S/. 200.00
HOJAS BOND	MILLAR	0.5	S/. 20.00	S/. 10.00
USB	UNID	1	S/. 30.00	S/. 30.00
COPIAS	CIENTO	1	S/. 10.00	S/. 10.00
LAPICEROS	UNID	2	S/. 1.00	S/. 2.00
TABLERO	UNID	1	S/. 8.00	S/. 8.00
TOTAL				S/. 2,060.00

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Servicios Utilizados

Tabla 10 tabla de servicios utilizados

SERVICIOS	
TIPO	COSTO TOTAL
MOVILIDAD	S/. 80.00
VIATICOS	S/. 150.00
INTERNET	S/. 120.00
TOTAL	S/. 350.00

FUENTE: ELABORACION PROPIA

III. RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo

El siguiente análisis se le realizara a la variable independiente y sus dimensiones.

En el presente trabajo de investigación tenemos como variable independiente el mantenimiento preventivo, se analizará sus dimensiones que son la programación del mantenimiento y disponibilidad.

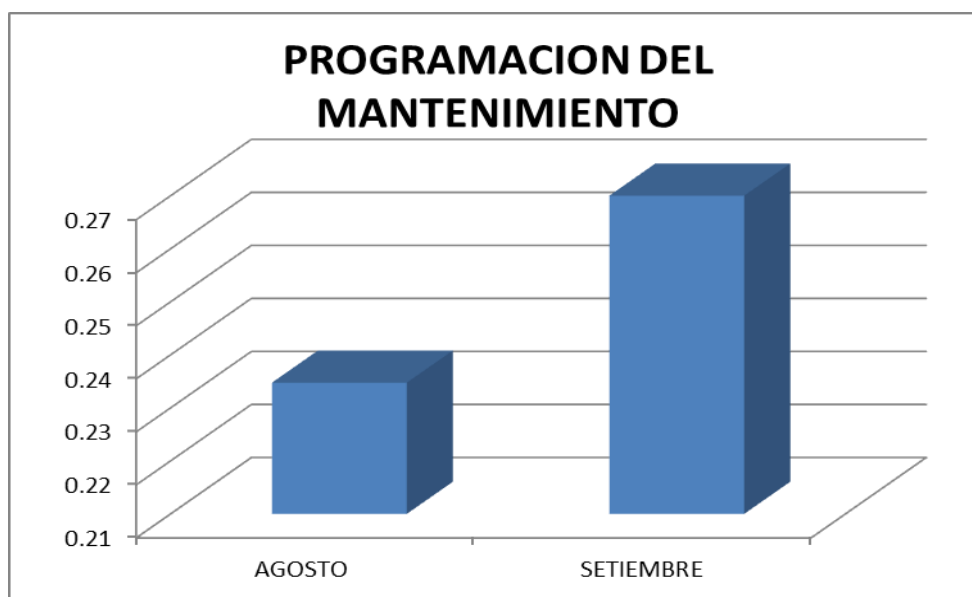
- Programación del mantenimiento: Donde se evalúa los números de equipos programados el índice de equipos programados antes y después, se puede visualizar en el siguiente cuadro la mejora del índice de 0.23 a 0.27 OTM programados.

Tabla 11 Índice del programación del mantenimiento

		AGOSTO	SETIEMBRE
PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO	N° EQUIPOS PROGRAMADOS	200	190
	TOTAL DE EQUIPOS	852	706
FUENTE: ELABORACION PROPIA		0.23	0.27

El siguiente grafico muestra la mejora en el mes de julio y agosto

Grafico 3 Programación del mantenimiento



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Índice de OTM imprevista: En esta dimensión se evaluará la disminución de las ordenes de trabajos imprevistos antes y después en el siguiente cuadro se visualizará la mejora

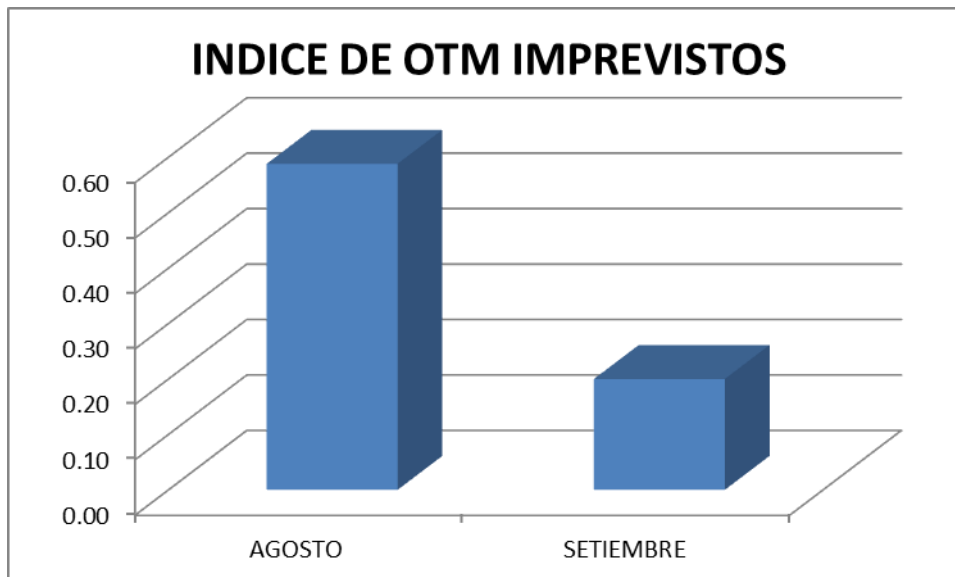
En el siguiente cuadro se puede visualizar la disminución del índice de OTM imprevistas de 0.59 a 0.20 OTM imprevistas

Tabla 12 Disponibilidad de los equipos

		AGOSTO	SETIEMBRE
DISPONIBILIDAD (índice de otm imprevistas)	N° OTM IMPREVISTAS	187	47
	N° TOTAL OTM	318	233
FUENTE: ELABORACION PROPIA		0.59	0.20

El siguiente grafico muestra la disminución de los trabajos imprevistos

Grafico 4 Índice de OTM imprevistos



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Productividad: En esta variable dependiente se evaluará la eficiencia y eficacia de antes y después en los siguientes cuadros se visualizará la mejora.

- Eficacia: En esta dimensión se evaluará el cumplimiento de los diferentes programas mensuales del antes y después de la mejora, en el siguiente cuadro se visualizará la mejora.

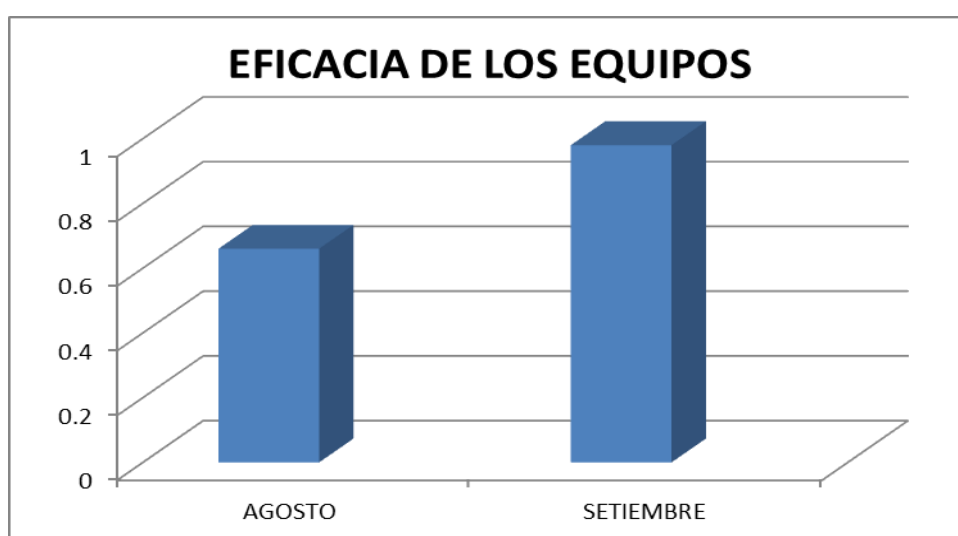
En el siguiente grafico se puede visualizar el incremento del índice de OTM preventivos programados respecto a las OTM preventivas ejecutadas de 0.66 a 0.98

Tabla 13 Eficacia del mantenimiento preventivo programado

		AGOSTO	SETIEMBRE
EFICACIA	N° MANTENIMIENTO PREVENTIVOS EJECUTADOS	131	186
	N° MANTENIMIENTO PREVENTIVOS PROGRAMADOS	200	190
FUENTE: ELABORACION PROPIA		0.66	0.98

En el siguiente grafico se puede visualizar el incremento del cumplimiento de las OTM preventivas programadas.

Grafico 5 eficacia del mantenimiento preventivo programado



FUENTE: ELABORACION PROPIA

- Eficiencia: En esta dimensión se evaluará la optimización de los tiempos para la realización de los mantenimientos respecto a la programación.

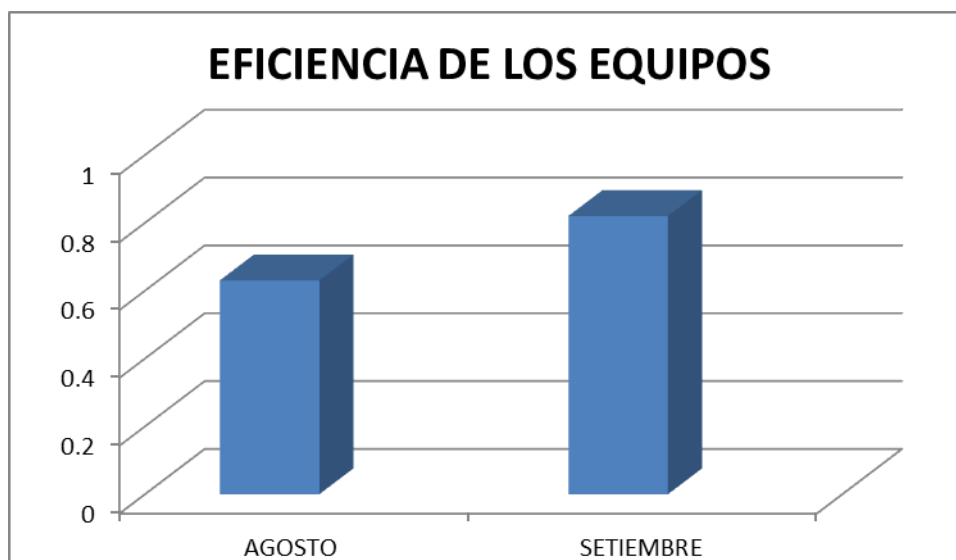
En la siguiente tabla se puede visualizar el incremento del índice del cumplimiento del tiempo programado para el mantenimiento de los equipos de 0.63 a 0.82 Horas.

Tabla 14 Eficiencia del tiempo de mantenimiento programado

		AGOSTO	SETIEMBRE
EFICIENCIA	T. PROGRAMADO (Hrs.)	1600	1520
	T. MANTENIMIENTO PREV. (Hrs.) + T. MANTENIMIENTO IMP.(Hrs.)	2544	1864
FUENTE: ELABORACION PROPIA		0.63	0.82

En el siguiente grafico se puede visualizar el incremento del tiempo que se emplea para mantenimiento en ambos meses.

Grafico 6 Eficiencia del tiempo de mantenimiento programado



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Con la variable de productividad se determinó que hay una mejora de 0.41 a 0.80

3.2 Análisis inferencial

3.2.1 Prueba de normalidad

En la presente investigación se evaluará la variable dependiente y sus dimensiones, para realizar la contratación de la hipótesis general. Primero se evalúa el comportamiento de la serie contrastar si proviene de una distribución normal o no, para tal efecto trabajaremos con 30 datos que son recogidos de nuestro instrumento de medición.

SHAPIRO WILL: Se utiliza en datos ≤ 30 .

KORMOGOROV SMIRNOV: Se utiliza en datos > 30 .

En el siguiente trabajo se utilizarán los 30 reportes diarios de mantenimiento por lo tanto se trabajará con el estadígrafo Shapiro Will,

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

A. VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

Tabla 15 Prueba de normalidad de la variable productividad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PROD_ANTES	0.816	30	0.000
PROD_DESPUES	0.709	30	0.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el presente trabajo de investigación la significancia de la productividad antes es 0.000, es decir los datos de la muestra son NO PARAMETRICOS.

En el presente trabajo de investigación la significancia de la productividad después es 0.000, es decir los datos de la muestra son NO PARAMETRICOS.

- **DIMENSION 1: EFICIENCIA**

Tabla 16 Prueba de la normalidad de la dimensión eficiencia

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_ANTES	0.888	30	0.004
EFICIENCIA_DESPUES	0.182	30	0.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

FUENTE:ELABORACION PROPIA

En el presente trabajo de investigación la significancia de la eficiencia antes es 0.001, es decir sus datos son NO PARAMETRICOS.

En el presente trabajo de investigación la significancia de la eficiencia después es 0.004, es decir sus datos son NO PARAMETRICOS.

- **DIMENSION 2: EFICACIA**

Tabla 17 Prueba de la normalidad de la dimensión eficacia

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_ANTES	0.793	30	0.000
EFICACIA_DESPUES	0.404	30	0.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el presente trabajo de investigación la significancia de la eficacia antes y después es 0.000, es decir sus datos son NO PARAMÉTRICOS.

B. ANALISIS DE HIPOTESIS

- **HIPOTESIS GENERAL**

Ha: La optimización del mantenimiento preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

Para contrastar la hipótesis general, es necesario saber que el costo antes y después tienen un comportamiento paramétrico ya que es 0.000.

Contrastación de hipótesis general

Ho: La optimización del mantenimiento preventivo no mejora la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

Ha: La optimización del mantenimiento preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

REGLA DE DECISIÓN:

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 18 Prueba de WILCOXON de la variable productividad (E. Descriptivo)

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PROD_ANTES	30	0.4114	0.03218	0.36	0.45
PROD_DESPUES	30	0.8007	0.05582	0.75	0.88

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se demuestra que la media de la productividad antes es (0.61311) es menor que la media de la productividad después (0.84100), por lo consiguiente no se cumple la Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechazara la hipótesis nula de que la optimización del mantenimiento preventivo no mejora la la productividad de los equipos biomédicos, se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la optimización del mantenimiento preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos, Lima, 2017.

Se procederá a realizar el análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a la productividad antes y después.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si pvalor > 0.05, se acepta la hipótesis nula

Tabla 19 Prueba de WILCOXON de la variable productividad (E. Prueba)

Estadísticos de prueba^a	
	PROD_DESPUES - PROD_ANTES
Z	-4,797 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se demuestra que la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es 0.000 por lo tanto y de acuerdo a la regla de decisión rechazamos la hipótesis nula y se acepta que la optimización del mantenimiento preventivo mejora la productividad en los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

- **HIPOTESIS ESPECIFICA**

DIMENSION: EFICIENCIA

Ho: La optimización del mantenimiento preventivo no mejora la eficiencia de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

Ha: La optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de los equipos biomédicos del Hospital Edgardo Rebagliati, Lima, 2017.

REGLA DE DECISIÓN:

Ho: $\mu_{Ea} \geq \mu_{Ed}$

Ha: $\mu_{Ea} < \mu_{Ed}$

Tabla 20 Prueba de WILCOXON de la dimensión eficiencia (E. Descriptivo)

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA_ANTES	30	0.6310	0.05773	0.50	0.70
EFICIENCIA_DESPUES	30	4.1179	18.10932	0.75	100.00

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se demuestra que la media de la eficacia antes es (0.64536) es menor que la media de la eficacia después (0.85036), por lo consiguiente no se cumple la $H_0: \mu_{Ea} \geq \mu_{Ed}$, en tal razón se rechazara la hipótesis nula de que la optimización del mantenimiento preventivo no mejora la eficacia de los equipos biomédicos, se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficacia de los equipos biomédicos, Lima, 2017.

Se procederá a realizar el análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a la eficacia antes y después.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 21 Prueba de WILCOXON de la dimensión eficiencia (E. Prueba)

Estadísticos de prueba^a	
	EFICIENCIA_DESPUES - EFICIENCIA_ANTES
Z	-4,788 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se demuestra que la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia del antes y después es 0.000 por lo tanto y de acuerdo a la regla de decisión rechazamos la hipótesis nula y se acepta que la optimización del mantenimiento preventivo mejorara la eficiencia en los equipos biomédicos del Hospital Edgardo Rebagliati.

DIMENSION: EFICACIA

Ho: La optimización del mantenimiento preventivo no mejora la eficacia de los equipos biomédicos, Lima, 2017.

Ha: La optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficacia de los equipos biomédicos, Lima, 2017

REGLA DE DECISION:

Ho: $\mu_{Ea} \geq \mu_{Ed}$

Ha: $\mu_{Ea} < \mu_{Ed}$

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_ANTES	0.283	30	0.000	0.793	30	0.000
EFICACIA_DESPUES	0.517	30	0.000	0.404	30	0.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se demuestra que la media de la eficacia antes es (0.64536) es menor que la media de la eficacia después (0.85036), por lo consiguiente no se cumple la Ho: $\mu_{Ea} \geq \mu_{Ed}$, en tal razón se rechazara la hipótesis nula de que la optimización del mantenimiento preventivo no mejora la eficacia de los equipos biomédicos, se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficacia de los equipos biomédicos, Lima, 2017.

Se procederá a realizar el análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a la eficacia antes y después.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Estadísticos de prueba^a	
	EFICACIA_DESPUES - EFICACIA_ANTES
Z	-4,814 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0.000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se demuestra que la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia del antes y después es 0.000 por lo tanto y de acuerdo a la regla de decisión rechazamos la hipótesis nula y se acepta que la optimización del mantenimiento preventivo mejorara la eficiencia de los equipos biomédicos del Hospital Rebagliati.

IV. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se puede observar que la variable dependiente: Productividad, la media antes es menor a la media después, esto quiere decir que la optimización del mantenimiento preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017. De 0.41 a 0.80.

En el presente trabajo de investigación se puede observar que la media de la eficiencia antes (0.63) es menor que la media de la eficiencia después (0.82), eso quiere decir que la optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de los equipos biomédicos,

En el presente trabajo de investigación la incrementación de la productividad se ve reflejado en la eficacia, donde la media antes (0.66) es menor a la media después (0.98), eso quiere decir que la optimización del mantenimiento preventivo mejora eficacia en los tiempos productivos de los equipos biomédicos

V. CONCLUSION

Luego de haber realizado la optimización del mantenimiento preventivo se llegó a la siguiente conclusión:

Se determinó que la optimización del mantenimiento preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos de 0.41 a 0.80 que significa un incremento 0.39

Se determinó que se logró aumentar el índice de mantenimiento programado ejecutado, lo que nos significó utilizar mayor tiempo para la ejecución de los mantenimientos preventivos programados. Esto se ve reflejado en el incremento de la eficiencia de 0.63 a 0.82 que significa un incremento de 0.19

La implementación de la metodología de la O.M.S. para evaluar los equipos biomédicos en base a su criticidad nos permitió cumplir con las programaciones mensuales de los equipos biomédicos, ya que se trabajó la programación en base equipos existentes y críticos, esto se ve reflejado en el incremento de la eficacia 0.66 a 0.98, lo que significa un incremento de 0.32 Horas.

VI. RECOMENDACIONES

Para finalizar el presente trabajo de investigación me permite recomendar lo siguiente:

Se recomienda la optimización del mantenimiento preventivo ya que se puede ejecutar a cualquier equipo biomédicos en cualquier centro de salud, su aplicación es de bajo costo, fácil aplicación y con muy buenos resultados.

Al optimizar el mantenimiento preventivo se debe conocer los antecedentes del equipo que se va estudiar, en este trabajo de investigación los equipos del hospital, presentaba constantes problemas al momento de ser requeridos, esto reflejaba tiempos innecesarios para el mantenimiento de los demás equipos.

Al optimizar el mantenimiento preventivo fue necesario estar en campo primero para conocer cada equipo en el cual se realiza el mantenimiento, así al realizar la evaluación de los mismos se determinaron que equipo es más crítico y saber la frecuencia de mantenimiento de cada uno de ellos.

VII. REFERENCIAS

1. Bonilla, Edicson. Análisis de Modos y Efectos de Falla a los Rodillos de las Prensas Briqueteadoras 72/10-4C 220 DG IS de la empresa Materiales Siderúrgicos S.A, Trabajo de titulación (Ingeniero Industrial), 2009, 118 p.
2. Díaz, Plan de Mantenimiento Preventivo que permita alarga la vida útil de los Equipo y Aumentar el Rendimiento de Proceso de Producción de la Empresa Manpa División Higiénico C.A, Ubicada en Maracay estado Aragua, Trabajo de titulación (Ingeniero Industrial), 2008. 214 p.
3. DUQUE, M.F. Diseño y Aplicación de un Protocolo de Evaluación de Equipos Médicos. Boletín informativo. Guatemala: Universidad Autónoma de Occidente de Cali, Colombia, Facultad de ingeniería, 2013.419 p.
4. GARCIA, Plan de Mantenimiento Preventivo para la Blisteadora GM Penta II de Laboratorios Farma S.A, Trabajo de titulación (Ingeniero Industrial) 2010. 158 p.
5. GUTIÉRREZ, David. Plan de implementación del pilar mantenimiento planificado bajo mantenimiento productivo total en una empresa productora del sector cerámico. Tesis (Título de Ingeniero de Industrial). Escuela de ingeniería de Antioquia.2013.101p
6. HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación científica. 5ª.ed. México: Mc Graw Hill, 2010, 656p.
7. MARRERO, Jairo, Diseño de un Plan de Mantenimiento para las Máquinas y Equipos de la empresa Colchoandes. Trabajo de titulación (Ingeniero Industrial). Colombia, 2008. 113 p.
8. OMS, Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos, ISBN 978 92 4 350153 6 2012, 90 p.
9. MORA Gutiérrez, Alberto. Mantenimiento (Planeación, ejecución y control). 1era ed. México: Alfa Omega Grupo Editor, 2009.504p.

ISBN: 978-958-682-769-0

10. OROZCO, William. CORTEZ, Fabián. Caracterización de la gestión del mantenimiento de equipo biomédico en servicios de urgencia de clínicas y hospitales de Medellín en el período 2008-2009. Artículo de Investigación clínica, 2013. 235 p.
11. VERA, Vera. Implementación de la técnica de mejoramiento TPM al departamento de mantenimiento del hospital Dr. Juan Montalvan Cornejo ubicado en la parroquia Ricaurte del Canton Urdaneta de la provincia de los ríos. Trabajo de titulación (Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de ingeniería Industrial, 2014.140p.
12. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª. ed. Lima: San Marcos, 2013, 495p.

ANEXO

ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
GENERAL			V. INDEPENDIENTE					
¿De qué forma la optimización del Mantenimiento Preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017?	Demostrar que la optimización del Mantenimiento Preventivo aumentara la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017?	La optimización del Mantenimiento Preventivo mejora la productividad de los equipos biomédicos.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Manual de Mantenimiento Integral en una Empresa" define al mantenimiento preventivo como las revisiones periódicas de las instalaciones buscando anticiparse a las posibles averías. Se trataba, por tanto, de una serie de actuaciones sistémicas en las que se desmontaban las maquinas, se observaban para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste. (Rey, 2001, p. 43)	La manera de medir la eficiencia del mantenimiento preventivo es a través del cumplimiento de los mantenimientos programados	PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO	$\frac{N^{\circ} EQUIPOS PROGRAMADOS}{N^{\circ} TOTAL DE EQUIPOS}$	RAZON
						DISPONIBILIDAD	$\frac{N^{\circ} OTM IMPREVISTAS}{N^{\circ} TOTAL DE OTM}$	RAZON
ESPECIFICAS			V. DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
¿De qué forma la optimización del mantenimiento preventivo mejora la eficacia de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima, 2017?	Demostrar que la optimización del mantenimiento preventivo aumenta la eficacia de los equipos biomédicos en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati - ESSALUD, Lima, 2017.	La optimización del mantenimiento preventivo aumenta la eficacia de desempeño de los equipos biomédicos.	PRODUCTIVIDAD	La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Gutierrez, 2014, p. 20)	La forma en que las empresas pueden medir la productividad de sus equipos es a través de los índices de eficiencia y tiempo de respuesta a los problemas de los equipos	EFICACIA	$\frac{N^{\circ} M. EJECUTADOS}{N^{\circ} M. PROGRAMADOS}$	RAZON
						EFICIENCIA	$\frac{T.PREVENTIVO+T. IMPREVISTOS}{T.PROGRAMADO (Hrs.)}$	RAZON

FUENTE: ELABORACION PROPIA

ANEXO 02 INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

INTRUMENTO DE MEDICION - PRE TEST								
AREA: EQUIPOS BIOMEDICOS			MES:	AGOSTO	AÑO:		2017	
DIA	M. PREV. EJECUTADOS	M. PREV. PROGRAMADO	EFICACIA	M. PROGRAMADO	M. PREVENTIVO (Hrs.)	M. CORRECTIVO (Hrs.)	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
TOTAL								

FUENTE ELABORACION PROPIA

ANEXO 03 INVENTARIO ACTUALIZADO DE EQUIPOS BIOMEDICOS – 2017

HNERM

CLASIFICACION DE EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO E INSPECCION				
ITEM	Descripcion del equipo	cantidad	frecuencia de inspecciones	frecuencia de mantto preventivo
29	Incubadora Neonatal	56	T	S
33	Mesa de operaciones	63	T	S
32	Maquina de hipo/hipertermia	10	S	S
03	Aspirador de secreciones	139	S	S
12	Cuna de calor radiante	18	S	S
30	Lampara quirurgica	89	S	A
15	E. Craneotomia	4	S	S
19	E. Magnetoterapia	2	S	A
20	E. Terapia Combinada	3	S	A
21	E. Terapia con laser Infrarojo	2	S	A
22	E. Terapia con onda corta	8	S	A
23	E. Terapia con ultrasonido	9	S	A
24	E. traccion verval	3	S	A
37	Perforador de cirugia	5	S	A
08	Campana de flujo Laminar	23		S
14	Detector de latidos fetales	23		A
18	E. Fototerapia	12		A
35	Microtomo	14		A
41	Unid. Dental	10		A
07	Camara angiografica	2		A
17	E. Fotopolimerizacion	4		A
31	Lamparas de Hendidura	15		A
34	Microscopio	115		A
36	Oftalmoscopio	25		A
10	Centrifuga	46		A
38	Phmetro	6		S
06	Baño maria	31		
09	Campimetro	2		
25	Espectofotometro	8		
01	Agitador de sangre	1		
04	audiometro	6		
11	Criostato	6		
28	Incubadora de cultivo	3		
39	Procesador Automatico de tejidos	4		
40	Sierra Electrica	10		
05	Balanza electronicas	23		
13	Dermatomo Electrico	2		
26	Esterilizador	28		
27	Estufa de cultivo	8		
16	E. Electroterapia	9		
02	Amalgamador	5		

852

FUENTE: ELABORACION PROPIA

ANEXO 04 FORMATO DE REPORTE DIARIO DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

METROLOGIA LAB S.A.C.

REPORTE DIARIO TRABAJOS DE MANTENIMIENTO						
UNIDAD:				AREA:		
FECHA:				RESPONSABLE DE TALLER:		
N° DE OTM	EQUIPO	COD. PATRIMONIAL	TECNICO RESPONSABLE	TIPO DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	OBSERVACION
0001						
0002						
0003						
0004						
0005						
0006						
0007						
0008						
0009						
0010						
0011						
0012						
0013						
0014						
0015						

FIRMA ING. RESIDENTE

FIRMA DE ING. SUPERVISOR

FUENTE: ELABORACION PROPIA

ANEXO 5 FORMATO DE REGISTRO MENSUAL

REPORTE MENSUAL DE MANTENIMIENTOS EJECUTADOS					
AREA: EQUIPOS BIOMEDICOS			MES: AGOSTO		2017
DIA	PREVENTIVOS		IMPREVISTO/CORRECTIVO		N° TOTAL DE OTM
	CANTIDAD	HORAS	CANTIDAD	HORAS	
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
TOTAL					

EQUIPOS PROGRAMADOS	<input type="text"/>	HRS. TOTALES	<input type="text"/>
TOTAL DE EQUIPOS	<input type="text"/>	MANTTO	<input type="text"/>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

ANEXO 6 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO E INSPECCION					PROGRAMACION ANUAL																									
ITEM	Descripcion del equipo	cantidad	Frecuencia de MP	Frecuencia de Inspecciones	AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO			
					MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP	MP	INP
29	Incubadora Neonatal	56	S	T	10	19	10	19	9	18	9	19	9	19	9	18	10	19	10	19	9	18	9	19	9	19	9	19	9	18
33	Mesa de operaciones	63	S	T	11	21	11	21	11	21	10	21	10	21	10	21	11	21	11	21	11	21	10	21	10	21	10	21		
32	Maquina de hipo/hipertermia	10	S	S	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1		
03	Aspirador de secreciones	139	S	S	24	24	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	24	24	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23		
12	Cuna de calor radiante	18	S	S	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
30	Lampara quirurgica	89	A	S	8	15	8	15	8	15	8	15	8	15	7	14	7	15	7	15	7	15	7	15	7	15	7	14		
15	E. Craneotomia	4	S	S		1		1	1	1	1	1	1	1		1		1		1	1	1	1	1	1	1				
19	E. Magnetoterapia	2	A	S	1			1						1			1			1						1				
20	E. Terapia Combinada	3	A	S	1	1				1			1	1				1			1	1				1				
21	E. Terapia con laser Infrarojo	2	A	S	1	1					1					1	1						1							
22	E. Terapia con onda corta	8	A	S	2	3				3	2			2			2	3				3	2			2				
23	E. Terapia con ultrasonido	9	A	S	1	2	1	1		2	1	1	1	2		1	1	2	1	1		2	1	1	1	2	1			
24	E. traccion verival	3	A	S	1			1				1	1			1				1	1			1			1			
37	Perforador de cirugia	5	A	S	1	1		1	1	1		1	1	1			1	1		1	1	1		1		1				
08	Campana de flujo Laminar	23	S		4		4		4		4		4		3		4		4		4		4		4		3			
14	Detector de latidos fetales	23	A		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		1			
18	E. Fototerapia	12	A		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
35	Microtomo	14	A		2		2		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
41	Unid. Dental	10	A					1		1		1		1		1		1		1		1		1		1				
07	Camara angiografica	2	A		1											1														
17	E. Fotopolimerizacion	4	A		1		1		1		1					1		1		1		1								
31	Lamparas de Hendidura	15	A		2		2		2		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
34	Microscopio	115	A		10		10		10		10		10		10		10		9		9		9		9		9			
36	Oftalmoscopio	25	A		3		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2			
10	Centrifuga	46	A		4		4		4		4		4		4		4		4		4		4		3		3			
38	Phmetro	6	S		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			
		706			97	93	87	88	87	90	87	88	86	89	80	82	92	93	84	88	86	90	85	88	80	89	78	82		
FUENTE: ELABORACION PROPIA					190		175		177		175		175		162		185		172		176		173		169		160			

ANEXO 7 PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS


PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCION 2017 II								
REALIZADO POR:		ANGEL FLORES MANSILLA						
EQUIPO: INCUBADORA NEONATAL		MARCA: FANEN						
ITEM	SISTEMAS O COMPONENTES	ACTIVIDADES	T. ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FRECUENCIA			OBSERVACION
					TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
01	Sistema de alimentacion	Revision del sistema de alimentacion electrica	PREVENTIVO	TECNICO				
02	Sistema de alimentacion	Revision y limpieza de tarjetas electronicas de alimentacion	PREVENTIVO	TECNICO				
03	Sistema de alimentacion	Medicion de parametros de sistema de alimentacion	PREVENTIVO	TECNICO				
04	Bateria 12V	Revision de bateria	PREVENTIVO	TECNICO				12V (02 unid.) Recargable
05	Bateria 12V	Cambio de bateria	PREVENTIVO	TECNICO				12V (02 unid.) Recargable
06	Sistema de control	Revision de panel de control	PREVENTIVO	TECNICO				
07	Sistema de control	Revision y limpieza de tarjetas electronicas de control	PREVENTIVO	TECNICO				
08	Sistema de control	Medicion de parametros de sistema de control	PREVENTIVO	TECNICO				
09	Sistema de calefaccion	Revision de sistema de control de temperatura	PREVENTIVO	TECNICO				
10	Sistema de calefaccion	Medicion de resistencia calefactora	PREVENTIVO	TECNICO				
11	Sistema de calefaccion	Calibracion de la temperatura	PREVENTIVO	PROVEEDOR				
12	Sistema de calefaccion	Revision de sensor de temperatura de piel	PREVENTIVO	TECNICO				
13	Sistema de calefaccion	Cambio de sensor de temperatura	PREVENTIVO	TECNICO				
14	Sistema de humidificacion	Revision de sistema de control de humedad	PREVENTIVO	TECNICO				
15	Humidificador externo	Revision de tanque humidificador	PREVENTIVO	TECNICO				
16	Humidificador externo	Revision de flujometro	PREVENTIVO	TECNICO				3- 10 Lt/min.
17	Sistema de aspiracion	Revision de linea de aspiracion	PREVENTIVO	TECNICO				
18	Sistema de aspiracion	Cambio de filtro aspiracion	PREVENTIVO	TECNICO				filtro (01 unid)
19	Sistema de ventilacion	Revision de ventilador	PREVENTIVO	TECNICO				
20	Sistema de ventilacion	Revision de condensador	PREVENTIVO	TECNICO				1uf/150V.
21	Sistema de ventilacion	Cambio de filtro de aire	PREVENTIVO	TECNICO				
22	Sistema de ventilacion	Calibracion de humedad	PREVENTIVO	PROVEEDOR				
23	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de mangas de plastico	PREVENTIVO	TECNICO				
24	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de colchon esponjado	PREVENTIVO	TECNICO				
25	Sistema de cubierta y soporte	Limpieza de garruchas, lubricacion y ajustes mecanicos	PREVENTIVO	TECNICO				
26	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de garruchas	PREVENTIVO	PROVEEDOR				
27	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de foco	PREVENTIVO	TECNICO				20V/150W (01 unid.)
28	Sistema de control	Revision de parametros de funcionamiento	INSPECCION	TECNICO				
29	Sistema de control	Revision del resumen de alarmas	INSPECCION	TECNICO				
30	Sistema de humidificacion	Revision y limpieza de bandeja de agua destilada	INSPECCION	TECNICO				
31	Sistema de humidificacion	Revision y/o cambio de nivel de agua	INSPECCION	TECNICO				
32	Sistema de cubierta y soporte	Inspeccion de mangas de plastico	INSPECCION	TECNICO				
33	Sistema de cubierta y soporte	Revision de cupula y portezuelas	INSPECCION	TECNICO				
34	Sistema de cubierta y soporte	Limpieza de cupula y portezuelas	INSPECCION	TECNICO				
35	Humidificador externo	Revision de nivel de agua de tanque humidificador	INSPECCION	USUARIO				
36	Sistema de cubierta y soporte	Revision de colchon esponjado	INSPECCION	USUARIO				
37	General	Limpieza general	INSPECCION	USUARIO				
38	General	Prueba de funcionamiento	INSPECCION	USUARIO				

FUENTE: ELABORACION PROPIA


PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCION 2017 II								
REALIZADO POR:		ANGEL FLORES MANSILLA						
EQUIPO: MESA DE OPERACIONES		MARCA: MEDILAND ENTERPRISE		MODELO: C-200				
ITEM	SISTEMAS O COMPONENTES	ACTIVIDADES	T. ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FRECUENCIA			OBSERVACION
					TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
01	Sistema de alimentacion	Revisión del sistema de alimentacion electrica	PREVENTIVO	TECNICO				
02	Sistema de alimentacion	Revisión y limpieza de tarjetas electronicas de alimentacion	PREVENTIVO	TECNICO				
03	Sistema de alimentacion	Medición de parametros de sistema de alimentacion	PREVENTIVO	TECNICO				
04	Bateria 12V/15 Amp	Revisión de bateria	PREVENTIVO	TECNICO				12V/Amp(02 unid.)
05	Bateria 12V/15 Amp	Cambio de bateria	PREVENTIVO	TECNICO				12V/Amp(02 unid.)
06	Sistema de control	Revisión de panel de control	PREVENTIVO	TECNICO				
07	Sistema de control	Revisión y limpieza de tarjetas electronicas de control	PREVENTIVO	TECNICO				
08	Sistema de control	Medición de parametros de sistema de control	PREVENTIVO	TECNICO				
09	Sistema de transmision	Revisión de posicionamiento de mesa	PREVENTIVO	TECNICO				
10	Sistema de transmision	Revisión de sensores de posicionamiento	PREVENTIVO	TECNICO				
11	Sistema de transmision	Calibración de sensores de posicionamiento	PREVENTIVO	PROVEEDOR				
12	Sistema hidraulico	Revisión y limpieza de bomba hidraulica	PREVENTIVO	TECNICO				
13	Sistema hidraulico	Cambio de sellos de bombra hidraulica	PREVENTIVO	PROVEEDOR				KIT DE MANTENIMIENTO
14	Sistema hidraulico	Cambio de aceite hidraulico	PREVENTIVO	PROVEEDOR				ACEITE HIDRAULICO MEDILAND
15	Sistema hidraulico	Revisión y limpieza de actuador principal	PREVENTIVO	TECNICO				
16	Sistema hidraulico	Cambio de sellos hidraulicos de actuador principal	PREVENTIVO	PROVEEDOR				
17	Sistema hidraulico	Revisión de conectores de actuador principal	PREVENTIVO	TECNICO				3-10 Lt/min.
18	Sistema hidraulico	Revisión de electrovalvulas direccionales	PREVENTIVO	TECNICO				
19	Sistema hidraulico	Revisión de valvulas de posicionamiento	PREVENTIVO	TECNICO				
20	Sistema hidraulico	Revisión y limpieza de actuadores hidraulicos	PREVENTIVO	TECNICO				1uf/150V.
21	Sistema hidraulico	Revisión y limpieza de valvulas reguladoras de caudal	PREVENTIVO	TECNICO				
22	Sistema de soporte	Revisión y limpieza de pierneras	PREVENTIVO	PROVEEDOR				
23	Sistema de soporte	Revisión y limpieza de cabezera	PREVENTIVO	TECNICO				
24	Sistema de transmision	Prueba de sensores de pocisionamiento	INSPECCION	TECNICO				
25	Sistema de transmision	Limpieza de sensores de posicionamiento	iNSPECCION	TECNICO				
26	Sistema de transporte	Revisión y ajuste de ruedas y anclaje	INSPECCION	TECNICO				
27	Sistema hidraulico	Revisión de mangueras y conectores	INSPECCION	TECNICO				
28	Sistema de soporte	Revisión sistema de regulacion y ajuste	INSPECCION	USUARIO				
29	General	Limpieza y desinfeccion general	INSPECCION	USUARIO				LIMPIADOR ANIOS
30	General	Prueba de funcionamiento	INSPECCION	USUARIO				

FUENTE: ELABORACION PROPIA

ANEXO 8 FORMATO DE FICHA TECNICA DE EQUIPO BIOMEDICO

		FICHA TECNICA DE EQUIPOS			Realizado por	Angel Flores Mansilla
					Versión	1.0
					Tipo	REGISTRO
					Implementación	2017-07-01
Funcion:						
Suministrar el ambiente adecuado para la evolucion del neonato						
ASPECTOS GENERALES						
COD. PATRIMONIAL		UBICACION		USUARIO		
00792379		2do piso block A - Sala 01 uci		Lic. Carmen Matta		
				CARGO		Jefa de servicio
DENOMINACION DE EQUIPO	MARCA	MODELO	NUMERO DE SERIAL	CODIGO INVENTARIO	CARACTERISTICAS	
INCUBADORA NEONATAL	FANEM	VISION 2186	CJ-3730	00792379		
ESPECIFICACIONES TECNICAS						
VOLTAJE		AMPERAJE		POTENCIA		
ALTURA		LARGO		PESO		
DATOS DE PROVEEDORES						
NOMBRE DE PROVEEDOR		DIRECCION/CIUDAD			TELEFONO	
E-MAIL		FECHA DE ADQUISICION	GARANTIA		CELULAR	
OBSERVACIONES						
<hr/> SUPERVISOR DE INGENIERIA				<hr/> JEFE(A) DE SERVICIO		

FUENTE: ELABORACION PROPIA

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS	Realizado por	Angel Flores Mansilla
		Versión	1.0
		Tipo	REGISTRO
		Implementación	2017-07-01

Funcion:
mantener y adecuar posiciones fijas requeridas para la intervencion del paciente

ASPECTOS GENERALES

COD. PATRIMONIAL	UBICACION	USUARIO	
	2do piso block B - Sala 04	Lic. Flor paumoto	
		CARGO	Jefa de servicio

DENOMINACION DE EQUIPO	MARCA	MODELO	NUMERO DE SERIAL	CODIGO INVENTARIO	CARACTERISTICAS
MESA DE OPERACIONES					

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VOLTAJE	AMPERAJE	POTENCIA	
ALTURA	LARGO	PESO	

DATOS DE PROVEEDORES

NOMBRE DE PROVEEDOR	DIRECCION/CIUDAD	TELEFONO
E-MAIL	FECHA DE ADQUISICION	GARANTIA

OBSERVACIONES

SUPERVISOR DE INGENIERIA

JEFE(A) DE SERVICIO

ANEXO 9 FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

METROLOGIA LAB S.A.C. Empresa contratista de ESSALUD		Orden de Trabajo de Mantenimiento		Realizado por:	Angel Flores Mansilla
				Version:	001-2017
				Tipo:	Documento
				Fecha de Implementacion:	01/07/2017
1. INFORMACION GENERAL					
N° de OTM:		Responsable:	Tec. Paola Roque	Autorizado por:	Ing. Pablo Saavedra
Area:		Solicitado por:	Ing. Jesus Enciso	Fecha:	
Servicio:	CENTRO QUIRURGICO			Anexo:	
Equipo:	MESA DE OPERACIONES			Codigo Patrimonial:	
Marca:		Modelo:		Serie:	
2. INFORMACION DEL TRABAJO A REALIZAR					
TIPO DE TRABAJO	T. MANTENIMIENTO	PRIORIDAD	TIPO DE EQUIPO	TIPO DE FALLA (Solo en caso de imprevistos)	Electronica <input type="checkbox"/>
Programado <input type="checkbox"/>	Preventivo <input type="checkbox"/>	Urgente <input type="checkbox"/>	Electronico <input type="checkbox"/>		Electrica <input type="checkbox"/>
Imprevisto <input type="checkbox"/>	Correctivo <input type="checkbox"/>	Necesario <input type="checkbox"/>	Electromecanico <input type="checkbox"/>		Mecanica <input type="checkbox"/>
Inspeccion <input type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>		Otros <input type="checkbox"/>
3. DATOS GENERALES DE LA EJECUCION					
DESCRIPCION DE LA FALLA		(Solo en caso de trabajos imprevistos)			
ACTIVIDADES A REALIZAR					
N°	SISTEMA O COMPONENTE	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	OBSERVACION	
01	Sistema de alimentacion	Revision del sistema de alimentacion electrica	TECNICO		
02	Sistema de alimentacion	Revision y limpieza de tarjetas electronicas de alimentacion	TECNICO		
03	Sistema de alimentacion	Medicion de parametros de sistema de alimentacion	TECNICO		
04	Bateria 12V/15 Amp	Revision de bateria	TECNICO	12V/Amp(02 unid.)	
05	Bateria 12V/15 Amp	Cambio de bateria	TECNICO	12V/Amp(02 unid.)	
06	Sistema de control	Revision de panel de control	TECNICO		
07	Sistema de control	Revision y limpieza de tarjetas electronicas de control	TECNICO		
08	Sistema de control	Medicion de parametros de sistema de control	TECNICO		
09	Sistema de transmision	Revision de posicionamiento de mesa	TECNICO		
10	Sistema de transmision	Revision de sensores de posicionamiento	TECNICO		
11	Sistema de transmision	Calibracion de sensores de posicionamiento	PROVEEDOR		
12	Sistema hidraulico	Revision y limpieza de bomba hidraulica	TECNICO		
13	Sistema hidraulico	Cambio de sellos de bomba hidraulica	PROVEEDOR	KIT DE MANTENIMIENTO	
14	Sistema hidraulico	Cambio de aceite hidraulico	PROVEEDOR	ACEITE HIDRAULICO MEDILAND	
15	Sistema hidraulico	Revision y limpieza de actuador principal	TECNICO		
16	Sistema hidraulico	Cambio de sellos hidraulicos de actuador principal	PROVEEDOR		
17	Sistema hidraulico	Revision de conectores de actuador principal	TECNICO	3-10 Lt/min.	
18	Sistema hidraulico	Revision de electrovalvulas direccionales	TECNICO		
19	Sistema hidraulico	Revision de valvulas de posicionamiento	TECNICO		
20	Sistema hidraulico	Revision y limpieza de actuadores hidraulicos	TECNICO	1uf/150V.	
21	Sistema hidraulico	Revision y limpieza de valvulas reguladoras de caudal	TECNICO		
22	Sistema de soporte	Revision y limpieza de pierneras	PROVEEDOR		
23	Sistema de soporte	Revision y limpieza de cabecera	TECNICO		
24	Sistema de transmision	Prueba de sensores de posicionamiento	TECNICO		
25	Sistema de transmision	Limpieza de sensores de posicionamiento	TECNICO		
26	Sistema de transporte	Revision y ajuste de ruedas y anclaje	TECNICO		
27	Sistema hidraulico	Revision de mangueras y conectores	TECNICO		
_____ Nombre y Firma de Ing. Residente			_____ Nombre y Firma de tecnico		

FUENTE: ELABORACION PROPIA

METROLOGIA LAB S.A.C. Empresa contratista de ESSALUD		Orden de Trabajo de Mantenimiento		Realizado por:	Angel Flores Mansilla
				Version:	001-2017
				Tipo:	Documento
				Fecha de Implementacion:	01/07/2017
1. INFORMACION GENERAL					
N° de OTM:	00001	Responsable:	Tec. Paola Roque	Autorizado por:	Ing. Pablo Saavedra
Area:	NEONATOLOGIA	Solicitado por:	Ing. Jesus Enciso	Fecha:	02/07/2017
Servicio:	NEONATOLOGIA	Tiempo de Ejecucion	08 hrs.	Anexo:	
Equipo:	INCUBADORA NEONATAL			Codigo Patrimonial:	00600599
Marca:	FANEM	Modelo:	VISION 2186	Serie:	C12016
2. INFORMACION DEL TRABAJO A REALIZAR					
TIPO DE TRABAJO	T. MANTENIMIENTO	PRIORIDAD	TIPO DE EQUIPO	TIPO DE FALLA	Electronica <input type="checkbox"/>
Programado <input type="checkbox"/>	Preventivo <input type="checkbox"/>	Urgente <input type="checkbox"/>	Electronico <input type="checkbox"/>		Electrica <input type="checkbox"/>
Imprevisto <input type="checkbox"/>	Correctivo <input type="checkbox"/>	Necesario <input type="checkbox"/>	Electromecanico <input type="checkbox"/>		Mecanica <input type="checkbox"/>
Inspeccion <input type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>		Otros <input type="checkbox"/>
3. DATOS GENERALES DE LA EJECUCION					
DESCRIPCION DE LA FALLA					
(Solo en caso de trabajos imprevistos)					
ACTIVIDADES A REALIZAR					
N°	SISTEMA O COMPONENTE	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	OBSERVACION	
01	Sistema de alimentacion	Revision del sistema de alimentacion electrica	TECNICO		
02	Sistema de alimentacion	Revision y limpieza de tarjetas electronicas de alimentacion	TECNICO		
03	Sistema de alimentacion	Medicion de parametros de sistema de alimentacion	TECNICO		
04	Bateria 12V	Revision de bateria	TECNICO	12V (02 unid.) Recargable	
05	Bateria 12V	Cambio de bateria	TECNICO	12V (02 unid.) Recargable	
06	Sistema de control	Revision de panel de control	TECNICO		
07	Sistema de control	Revision y limpieza de tarjetas electronicas de control	TECNICO		
08	Sistema de control	Medicion de parametros de sistema de control	TECNICO		
09	Sistema de calefaccion	Revision de sistema de control de temperatura	TECNICO		
10	Sistema de calefaccion	Medicion de resistencia calefactora	TECNICO		
11	Sistema de calefaccion	Calibracion de la temperatura	PROVEEDOR		
12	Sistema de calefaccion	Revision de sensor de temperatura de piel	TECNICO		
13	Sistema de calefaccion	Cambio de sensor de temperatura	TECNICO		
14	Sistema de humidificacion	Revision de sistema de control de humedad	TECNICO		
15	Humidificador externo	Revision de tanque humidificador	TECNICO		
16	Humidificador externo	Revision de flujometro	TECNICO	3-10 Lt/min.	
17	Sistema de aspiracion	Revision de linea de aspiracion	TECNICO		
18	Sistema de aspiracion	Cambio de filtro aspiracion	TECNICO	filtro (01 unid)	
19	Sistema de ventilacion	Revision de ventilador	TECNICO		
20	Sistema de ventilacion	Revision de condensador	TECNICO	1uf/150V.	
21	Sistema de ventilacion	Cambio de filtro de aire	TECNICO		
22	Sistema de ventilacion	Calibracion de humedad	PROVEEDOR		
23	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de mangas de plastico	TECNICO		
24	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de colchon esponjado	TECNICO		
25	Sistema de cubierta y soporte	Limpieza de garruchas, lubricacion y ajustes mecanicos	TECNICO		
26	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de garruchas	PROVEEDOR		
27	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de foco	TECNICO	20V/150W (01 unid.)	
<hr/> Nombre y Firma de Ing. Residente			<hr/> Nombre y Firma de tecnico		

FUENTE: ELABORACION PROPIA

ANEXO 10 ORDEN DE TRABAJO REALIZADA



METROLOGIA LAB S.A.C. Empresa contratista de ESSALUD		Orden de Trabajo de Mantenimiento		Realizado por:	Angel Flores Mansilla
				Version:	001-2017
				Tipo:	Documento
				Fecha de:	01/07/2017
1. INFORMACION GENERAL					
N° de OTM:	0001	Responsable:	Tec. Paola Roque	Autorizado por:	Ing. Pablo Saavedra
Area:	NEONATOLOGIA	Solicitado por:	Ing. Jesus Enciso	Fecha:	02/07/17
Servicio:	NEONATOLOGIA			Anexo:	3012
Equipo:	INCUBADORA NEONATAL			Codigo Patrimonial:	00020722
Marca:	ISOLETTE	Modelo:	5/14	Serie:	5/5
2. INFORMACION DEL TRABAJO A REALIZAR					
TIPO DE TRABAJO	T. MANTENIMIENTO	PRIORIDAD	TIPO DE EQUIPO	TIPO DE FALLA (Solo en caso de imprevistos)	
Programado <input checked="" type="checkbox"/>	Preventivo <input checked="" type="checkbox"/>	Urgente <input type="checkbox"/>	Electronico <input checked="" type="checkbox"/>	Electronica <input type="checkbox"/>	
Imprevisto <input type="checkbox"/>	Correctivo <input type="checkbox"/>	Necesario <input checked="" type="checkbox"/>	Electromecanico <input type="checkbox"/>	Electrica <input type="checkbox"/>	
Inspeccion <input type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>	Mecanica <input type="checkbox"/>	
3. DATOS GENERALES DE LA EJECUCION					
DESCRIPCION DE LA FALLA		(Solo en caso de trabajos imprevistos)			
ACTIVIDADES A REALIZAR					
N°	SISTEMA O COMPONENTE	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	OBSERVACION	
01	Sistema de alimentacion	Revision del sistema de alimentacion electrica	TECNICO		
02	Sistema de alimentacion	Revision y limpieza de tarjetas electronicas de alimentacion	TECNICO		
03	Sistema de alimentacion	Medicion de parametros de sistema de alimentacion	TECNICO		
04	Bateria 12V	Revision de bateria	TECNICO	12V (02 unid.) Recargable	
05	Bateria 12V	Cambio de bateria	TECNICO	12V (02 unid.) Recargable	
06	Sistema de control	Revision de panel de control	TECNICO		
07	Sistema de control	Revision y limpieza de tarjetas electronicas de control	TECNICO		
08	Sistema de control	Medicion de parametros de sistema de control	TECNICO		
09	Sistema de calefaccion	Revision de sistema de control de temperatura	TECNICO		
10	Sistema de calefaccion	Medicion de resistencia calefactora	TECNICO		
11	Sistema de calefaccion	Calibracion de la temperatura	PROVEEDOR		
12	Sistema de calefaccion	Revision de sensor de temperatura de piel	TECNICO		
13	Sistema de calefaccion	Cambio de sensor de temperatura	TECNICO		
14	Sistema de humidificacion	Revision de sistema de control de humedad	TECNICO		
15	Humidificador externo	Revision de tanque humidificador	TECNICO		
16	Humidificador externo	Revision de flujometro	TECNICO	3-10 Lt/min.	
17	Sistema de aspiracion	Revision de linea de aspiracion	TECNICO		
18	Sistema de aspiracion	Cambio de filtro aspiracion	TECNICO	filtro (01 unid)	
19	Sistema de ventilacion	Revision de ventilador	TECNICO		
20	Sistema de ventilacion	Revision de condensador	TECNICO	1uf/150V.	
21	Sistema de ventilacion	Cambio de filtro de aire	TECNICO		
22	Sistema de ventilacion	Calibracion de humedad	PROVEEDOR		
23	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de mangas de plastico	TECNICO		
24	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de colchon esponjado	TECNICO		
25	Sistema de cubierta y soporte	Limpieza de garruchas, lubricacion y ajustes mecanicos	TECNICO		
26	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de garruchas	PROVEEDOR		
27	Sistema de cubierta y soporte	Cambio de foco	TECNICO	20V/150W (01 unid.)	

[Signature]
Cic. Mauro Francisco Abad Marticorena
 ESALUD EQUIPOS ELECTROMEDICOS
 DNI: 42774074

METROLOGIA LAB S.A.C.
 Nombre y Firma de *[Signature]*
Ing. JESUS R. EMILIO VARGAS
 Responsable de Eq. Biomédicos Complementarios HNERM.
 CIP. 172021

[Signature]
 Nombre y Firma de tecnico

ANEXO 11 BASE DE DATOS (PRE-POST)

REPORTE MENSUAL DE MANTENIMIENTOS EJECUTADOS					
AREA: EQUIPOS BIOMEDICOS			MES: AGOSTO		2017
DIA	PREVENTIVOS		IMPREVISTO/CORRECTIVO		N° TOTAL DE OTM
	CANTIDAD	HORAS	CANTIDAD	HORAS	
01	4	32	6	48	10
02	4	32	6	48	10
03	4	32	7	56	11
04	4	32	6	48	10
05	4	32	6	48	10
06	5	40	6	48	11
07	4	32	7	56	11
08	4	32	6	48	10
09	4	32	6	48	10
10	4	32	6	48	10
11	5	40	6	48	11
12	4	32	7	56	11
13	5	40	6	48	11
14	5	40	6	48	11
15	5	40	6	48	11
16	4	32	6	48	10
17	4	32	7	56	11
18	4	32	7	56	11
19	5	40	7	56	12
20	4	32	6	48	10
21	5	40	7	56	12
22	5	40	6	48	11
23	5	40	6	48	11
24	5	40	6	48	11
25	4	32	6	48	10
26	4	32	6	48	10
27	5	40	6	48	11
28	4	32	6	48	10
29	4	32	6	48	10
30	4	32	6	48	10
TOTAL	131	1048	187	1496	318

EQUIPOS PROGRAMADOS	200	HRS. TOTALES	1600
TOTAL DE EQUIPOS	852	MANTTO	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

REPORTE MENSUAL DE MANTENIMIENTOS EJECUTADOS					
AREA: EQUIPOS BIOMEDICOS			MES: SEPTIEMBRE		2017
DIA	PREVENTIVOS		IMPREVISTO/CORRECTIVO		N° TOTAL DE OTM
	CANTIDAD	HORAS	CANTIDAD	HORAS	
01	6	48	1	8	7
02	6	48	2	16	8
03	7	56	2	16	9
04	7	56	1	8	8
05	6	48	2	16	8
06	7	56	1	8	8
07	6	48	2	16	8
08	7	56	1	8	8
09	7	56	2	16	9
10	7	56	1	8	8
11	6	48	2	16	8
12	6	48	2	16	8
13	6	48	1	8	7
14	6	48	2	16	8
15	6	48	1	8	7
16	6	48	2	16	8
17	6	48	2	16	8
18	6	48	1	8	7
19	6	48	1	8	7
20	6	48	2	16	8
21	6	48	1	8	7
22	6	48	2	16	8
23	6	48	2	16	8
24	6	48	1	8	7
25	6	48	2	16	8
26	6	48	2	16	8
27	6	48	1	8	7
28	6	48	2	16	8
29	6	48	2	16	8
30	6	48	1	8	7
TOTAL	186	1488	47	376	233

EQUIPOS PROGRAMADOS
TOTAL DE EQUIPOS

190
706

HRS. TOTALES
MANTTO

1520

FUENTE: ELABORACION PROPIA

ANEXO 12 JUICIO DE EXPERTOS



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO							
1	$INDICE DE PROGRAMACION = \frac{N^{\circ} DE EQUIPOS PROGRAMADOS}{N^{\circ} TOTAL EQUIPOS}$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACION							
2	$INDICE DE MANTENIMIENTO PROG. = \frac{N^{\circ} OTM EJECUTADAS}{N^{\circ} OTM PROGRAMADAS}$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 3: DISPONIBILIDAD							
3	% DE OTM IMPREVISTAS $\% OTM IMPREVISTA = \frac{\# OTM IMPREVISTAS}{\# TOTAL DE OTM} \cdot 100$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 4: EFICIENCIA DE TIEMPO PROGRAMADO							
4	$E.T.P. = \frac{T.MANTTO PREV. + T.MANTTO CORRECTIVO}{T.PROGRAMADO}$	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Rosario Lopez Padella CEP DNI: 08163545

Especialidad del validador: ING. de Mantenimiento

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

7 de 11 del 2017

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$INDICE DE PROGRAMACION = \frac{N^{\circ} DE EQUIPOS PROGRAMADOS}{N^{\circ} TOTAL EQUIPOS}$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACION	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$INDICE DE MANTENIMIENTO PROG. = \frac{N^{\circ} OTM EJECUTADAS}{N^{\circ} OTM PROGRAMADAS}$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 3: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
3	% DE OTM IMPREVISTAS $\% OTM IMPREVISTA = \frac{\# OTM IMPREVISTAS}{\# TOTAL DE OTM} \cdot 100$	/		/		/		
	DIMENSIÓN 4: EFICIENCIA DE TIEMPO PROGRAMADO	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$E.T.P. = \frac{T. MANTTO PREV. + T. MANTTO CORRECTIVO}{T. PROGRAMADO}$	/		/		/		

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si, hay

 Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

 Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Daniel Silva DNI: 10792639

 Especialidad del validador: MSc. IT, Ing. Industrial
9. de N.O.V del 2017

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

**DANIEL RICARDO
SILVA SIU**
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 11024

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$INDICE\ DE\ PROGRAMACION = \frac{N^{\circ}\ DE\ EQUIPOS\ PROGRAMADOS}{N^{\circ}\ TOTAL\ EQUIPOS}$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACION	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$INDICE\ DE\ MANTENIMIENTO\ PROG. = \frac{N^{\circ}\ OTM\ EJECUTADAS}{N^{\circ}\ OTM\ PROGRAMADAS}$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
3	% DE OTM IMPREVISTAS $\% OTM\ IMPREVISTA = \frac{\# OTM\ IMPREVISTAS}{\# TOTAL\ DE\ OTM} \cdot 100$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 4: EFICIENCIA DE TIEMPO PROGRAMADO	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$E.T.P. = \frac{T.MANTTO\ PREV. + T.MANTTO\ CORRECTIVO}{T.PROGRAMADO}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si no

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Sunohara Percy DNI: 40608254

Especialidad del validador: Iny Industrial MS dirección TI

.....de.....del 2017

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Percy Sunohara Ramirez
 Ingeniero Industrial
 Magister en Dirección de TI
Firma del Experto Informante.