



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de plan de mantenimiento preventivo y su efecto en la
disponibilidad de los equipos biomédicos del hospital MINSA Chepén

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Horna Muguerza, Freddy Anthony Jesús (ORCID: 0000-0001-8452-3551)

ASESOR:

Mg. Chucuya Huallpachoque, Roberto Carlos (ORCID: 0000-0001-9175-5545)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

CHEPÉN - PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios por otorgarnos la oportunidad de realizarnos cómo profesional y por estar diariamente a nuestro lado.

A mis padres Freddy Horna y Delcy Muguerza por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, inculcándome siempre buenos valores, brindándome sus consejos y su motivación para nunca rendirme y perseguir mis sueños.

A mi hermano Giuseppe Horna por estar siempre a mi lado, brindarme su tiempo y apoyo incondicional para nunca rendirme y siempre superar todos los obstáculos que se van presentando.

Agradecimiento

Doy gracias a la universidad César Vallejo por la formación integral a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de nuestras competencias que son fundamentales para el logro de uno de mis objetivos trazados.

Y, por último, pero no menos importante, estaremos eternamente agradecido a nuestro padres y familiares que de una u otra manera nos acompañaron durante los años de formación académica. Que significo para nosotros los mejores compañeros que se pueda tener; ya que su visión, motivación y optimismo nos han ayudado en momentos muy críticos y difíciles de la carrera.

Para ellos, muchas gracias por todo.

Índice de contenidos

Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Índice de contenidos.....	IV
Índice de tablas	V
Índice de figuras	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Diseño y tipo de investigación.	11
3.2 Variables y operacionalización	12
3.3 Población, muestra y muestreo	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.6 Métodos de análisis de datos	17
3.7 Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS	43

Índice de tablas

Tabla 1. Técnica e Instrumento de recolección de datos	13
Tabla 2. Porcentaje de conformidad del cuestionario	19
Tabla 3. Valores de referencia de índice de conformidad	20
Tabla 4. Resumen del estado actual de los equipos	20
Tabla 5. Disponibilidad Pre - test	23
Tabla 6. Optimización MTBF	24
Tabla 7. Optimización de MTTR.....	25
Tabla 8. Nueva disponibilidad	26
Tabla 9. Matriz de la operacionalización de las variables	44
Tabla 10. Cuestionario	45
Tabla 11. Inventario.....	47
Tabla 12. Ficha técnica de monitor de electrocardiógrafo.....	52
Tabla 13. Ficha técnica de monitor de funciones vitales	52
Tabla 14. Ficha técnica de ventilador volumétrico	52
Tabla 15. Ficha técnica de bomba de infusión	53
Tabla 16. Ficha técnica de coche de paro.....	53
Tabla 17. Ficha técnica de cama tipo uci	53
Tabla 18. Ficha técnica de ecógrafo	54
Tabla 19. Ficha técnica de pulsioxímetro	54
Tabla 20. Ficha técnica del nebulizador	54
Tabla 21. Ficha técnica de lámpara cialítica rodable.....	55
Tabla 22. Ficha técnica de monitor desfibrilador	55
Tabla 23. Ficha técnica de glucómetro.....	55
Tabla 24. Historial de fallas de los equipos de CI 2019	56
Tabla 25. Historial de fallas de los equipos de Emergencia 2019	57
Tabla 26. Historial de fallas de los equipos de CI 2020.....	58
Tabla 27. Historial de fallas de los equipos de Emergencia 2020	59
Tabla 28. Disponibilidad Pretest.....	61
Tabla 29. Costos de mantenimiento correctivo	62
Tabla 30. Propuesta OTM	64
Tabla 31. Cronograma de MP	65
Tabla 32. Optimización del Tiempo medio entre fallas.....	71
Tabla 33. Optimización del tiempo medio entre reparaciones.....	72

Índice de figuras

Figura 1. Esquema del diseño de investigación	11
Figura 2. Estado de funcionamiento de los equipos de CI y Emergencias	21
Figura 3. Comparación de la disponibilidad	27
Figura 4. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	28
Figura 5. Prueba de T-Student.....	29

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se desarrolla un estudio sobre la importancia de tener un plan de mantenimiento para cada equipo con que se cuenta en el hospital, asimismo teniendo como objetivos establecer un Plan de Mantenimiento del hospital MINSA Chepén, evaluar el estado de las maquinas, recolectar datos tales como: frecuencia de paradas improvisadas, tiempo perdido por paros improvisos, costos de mantenimientos, etc. Realizar el Plan de Mantenimiento, para aumentar la disponibilidad de los equipos.

Esta investigación es del tipo aplicada y de diseño pre – experimental, ya que se evalúa las condiciones del Mantenimiento en un antes y un después, teniendo como población los 36 equipos de las unidades de cuidados intensivos y emergencias.

Para este trabajo de investigación se realizará un cronograma documentado del Plan de Mantenimiento Preventivo del hospital MINSA Chepén, el cual consiste en la detección oportuna de posibles anomalías o fallas que pudieran presentarse en los quipos; esto se obtendrá mediante inspecciones periódicas, ajustes, lubricación, cambio de componentes para así conservar y alargar la vida útil de los equipos.

Se realizó un estudio pre – test de la disponibilidad donde se obtuvo un promedio de 84.72% de los equipos biomédicos, teniendo un total de S/. 19 932.00 en los costos de mantenimiento correctivo, se procedió a elaborar el plan de mantenimiento preventivo en base al historial de fallas para cada equipo biomédico obteniendo como resultados que la disponibilidad de los equipos aumentó en un 12.10%.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, disponibilidad, plan de mantenimiento.

ABSTRACT

In this research Project a study is developed on the importance of having a maintenance plan for each equipment available in the hospital, also having as objectives to establish a Maintenance Plan for the MINSA Chepén hospital, to evaluate the status of the machines, collect data such as: frequency of improvised stops, time lost due to unexpected stoppages, maintenance costs, etc. Carry out the Maintenance Plan, to increase the availability of the equipment.

This research is of the applied type and of pre - experimental design, since Maintenance conditions are evaluated in a before and after, having as a population the 36 teams of the intensive care and emergency units.

For this research work, a documented schedule of the Preventive Maintenance Plan of the MINSA Chepén hospital will be carried out, which consists of the timely detection of possible abnormalities or failures that may occur in the equipment; This will be obtained by means of periodic inspections, adjustments, lubrication, change of components in order to preserve and extend the useful life of the equipment.

A pre-test study of availability was carried out where an average of 84.72% of the biomedical equipment was obtained, having a total of S /. 19,932.00 in corrective maintenance costs, the preventive maintenance plan was prepared based on the history of failures for each biomedical equipment, obtaining as results that the availability of the equipment increased by 12.10%.

Keywords: preventive maintenance, availability, maintenance plan.

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación titulada “Implementación de plan de mantenimiento preventivo y su efecto en la disponibilidad de los equipos biomédicos del hospital MINSA Chepén” siendo esta la empresa del lugar de estudio, que se encuentra ubicada en la av. 28 de julio en la provincia de Chepén.

A nivel internacional donde se observa que los equipos clínicos tienen un papel importante dentro del sistema de salud, encontramos equipos indispensables para la supervivencia de la población así como la detección oportuna de enfermedades de cualquier tipo; en el mes de mayo del 2017, la resolución WHA60.29 fue adoptada por la Asamblea Mundial de la Salud, que relaciona los problemas a causa de una mala gestión en relación de la adquisición y gestión de la tecnología, principalmente con los equipos médicos.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) estuvo trabajando en la elaboración de un plan de mantenimiento, para los equipos biomédicos e instrumentales médicos, recopilando información basándose en algunos antecedentes desarrollados dentro del programa con el fin evitar costos elevados, buscando elaborar un plan de mantenimiento preventivo, desarrollando revisiones a los equipos de forma periódicas, bimestrales, trimestrales y semestrales, para obtener la mayor disponibilidad y confiabilidad de los equipos (Asamblea Mundial de la Salud, 2012)

Como sabemos en el mundo existen más de 10 000 millones de habitantes que en algún momento de su vida por cualquier razón o motivo han hecho uso de los servicios médicos ya sea para la prevención de enfermedades, tratamientos y rehabilitación, a su vez la tasa de accidentes ha incrementado considerablemente como son los accidentes de tránsito, doméstico, trabajo, etc. Esto lleva a que hagan uso de los servicios de salud, donde se les aplique los tratamientos y cuidados para poder devolver el 100% a su estado inicial, es por eso que los equipos biomédicos son indispensables y de vital importancia para la supervivencia de los pacientes a tratar.

A nivel nacional el uso de mantenimiento preventivo y predictivo es casi nulo, obligando a realizar netamente mantenimientos correctivos, observando una deficiencia

referente a la planificación, ejecución y evaluación de equipos biomédicos. Muchas veces el personal encargado del mantenimiento carece de personal verazmente calificado para llevar a cabo la realización de las actividades de mantenimiento, por ende podemos deducir que los hospitales nacionales MINSA (Ministerio de Salud) no tienen los equipos calibrados por empresas calificadas o profesionales.

Como se sabe los equipos recién comprados cuentan con una garantía fija, no se realizó el inventariado ni programados su mantenimiento correspondiente, donde se puede evidenciar que las instituciones del Ministerio de Salud no cuentan con planes de mantenimiento preventivo, esperando siempre que el equipo falle para recién aplicar un mantenimiento correctivo o en el peor de los casos hasta que termine la vida útil de los equipos, como resultado esto trae pérdidas considerables hablando económicamente (MINSA, 2010).

A nivel local el centro de salud MINSA Chepén es un hospital de categoría II-1, sin embargo muchas veces los equipos biomédicos no marchan de la manera correcta como debería ser, ya que nunca se les ha hecho un mantenimiento preventivo, por esto siempre están presentado fallas constantes y como se está acostumbrado la mayoría de veces solo lo arreglan cuando ya deja de funcionar y esto está muy mal por lo que muchas veces a los pacientes se les tiene que hacer un traslado hasta la ciudad de Chiclayo o Trujillo.

Por otro lado, cuenta con trabajadores verazmente calificados que ofrecen una atención de salud especializada. Sin embargo, el personal encargado del área de mantenimiento labora sin ningún plan preventivo previamente establecido, y éste sería el principal problema, porque como es costumbre solo actúan cuando el equipo deja de funcionar, esperando siempre hasta el último momento en que sucedan las cosas para recién poder actuar, lo que quiere decir que solo realizan mantenimientos correctivos y como bien sabemos este tipo de mantenimiento genera un mayor incremento económico en los costos, los equipos biomédicos no cuentan con su hoja de vida correspondiente, al carecer de un cronograma de actividades de mantenimiento se dificulta sacar un presupuesto, como resultado de todo esto obtenemos fallas continuas de los equipos biomédicos lo que ocasiona una atención

inapropiada en las unidades críticas lo que reduce considerablemente una correcta atención hospitalaria.

Como bien sabemos, uno de los derechos fundamentales es la SALUD, donde cualquier persona debe de disponer, en la actualidad estamos pasando por momentos muy delicados como es el tema de la pandemia del COVID-19, nadie estaba preparado para algo como esto y de la noche a la mañana a cambiado la manera en que veníamos viviendo, por otro lado, el planeta se ha beneficiado al disminuir las actividades humanas, incluso han aparecido nuevas especies que se creían extintas. Sin embargo, debido a que se desconocían las causas que provocaba el contagio ni tampoco que medicamentos eran los más adecuados este virus ha tomado la vida de miles de personas en todo el mundo, es por eso como medida de seguridad el presidente de la nación del Perú declaró en estado de emergencia y nos puso en cuarentena con la finalidad de evitar que la tasa de contagiados y vidas humanas sigan aumentando, es por eso que se dieron algunas medidas de seguridad como evitar salir lo mínimo posible, usar guantes, mascarillas, lentes, mantener un metro de distancia y lavarse las manos constantemente.

Como se veían en las noticias muchos no acataban las leyes impuestas por el gobierno, como consecuencia el virus ha seguido propagándose cobrando más vidas humanas, muchos de los hospitales colapsaron por la falta de equipos y la capacidad para atender a miles de personas ya que fue como una bomba de tiempo el número de personas infectadas, es por ello que los centros de salud deben estar muy bien equipados y abastecidos para poder enfrentar a un fenómeno de esta naturaleza y salvaguardar la vida de las personas, por ende los equipos siempre deben estar operativos al cien por ciento ya que constantemente están recibiendo pacientes, unos en estado más críticos que otros, pero lo importante es que se les pueda atender porque en ese momento cualquier segundo cuenta, por esa misma razón es muy importante que cada equipo cumpla su función como es debido.

Al ver todo lo mencionado anteriormente hallamos un problema que nos planteamos y es ¿Qué efecto trae consigo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de los equipos biomédicos? Como justificación del

presente proyecto de investigación es que se busca mejorar la disponibilidad actual de los equipos biomédicos, ya que al ser un Hospital donde se está recibiendo pacientes a cualquier hora del día es muy importante que los equipos estén siempre operativos, ya que en ese momento cada minuto es indispensable, es por eso que se propone realizar un plan de mantenimiento preventivo para dichos equipos, ya que esto nos permitirá disminuir el porcentaje de cualquier falla o avería obteniendo como resultado una mayor disponibilidad, así mismo, para poder llevar a cabo la realización de este proyecto se necesitó los conocimientos de ingeniería industrial que a lo largo de nuestra formación se nos ha ido enseñando.

Como objetivo general me he propuesto determinar el efecto de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de equipos biomédicos del Hospital MINSA Chepén y como objetivos específicos me he planteado tres: como primer objetivo voy a analizar la condición actual en la que vienen funcionando los equipos biomédicos de cuidados intensivos y emergencias, como segundo objetivo voy a elaborar un cronograma de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos y por último como tercer objetivo voy a ejecutar el plan de mantenimiento preventivo y la nueva disponibilidad. Por ende, como hipótesis se tiene que la disponibilidad de los equipos biomédicos si aumentó debido a la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

II. MARCO TEÓRICO

Para empezar con este proyecto de investigación se ha contado con algunos antecedentes locales como la del autor Cosanatan (2017) con su proyecto de investigación “Plan de mantenimiento de la sala de calderas del hospital de apoyo Chepén” tuvo como objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo a la sala de calderas del Hospital. El tipo de investigación que se utilizó fue descriptivo, así mismo, las herramientas utilizadas para este proyecto fueron las entrevistas, así como las observaciones, obteniendo como resultados optimización, confiabilidad y seguridad en la operación de la caldera y llegando a la conclusión que si se aplica correctamente el plan de mantenimiento desarrollado los equipos podrán prolongar su vida utilizable, disminuir los problemas más comunes, paradas no programadas y reparaciones innecesarias.

Por otro lado, Soledad (2018) con la tesis desarrollada “Plan de mantenimiento de la casa de fuerza del Hospital de apoyo de la Red Chepén” como objetivo tuvo que instaurar para el generador de vapor y el generador eléctrico un plan de mantenimiento, utilizando un tipo de búsqueda Pre – experimental, también usaron las herramientas como las entrevistas, medios audiovisuales y análisis de documentos en físico como digitales, obteniendo como resultado un incremento en los porcentajes de la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad tanto para el generador eléctrico como para el generador de vapor, llegando a la conclusión que al implementar el plan de mantenimiento el generador de vapor y el generador eléctrico podrán estar más tiempo operativos disminuyendo el porcentaje de fallas.

Para este trabajo de investigación se ha tenido en cuenta algunos antecedentes a nivel nacional como la de Lázaro (2018) con su tesis de grado “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar el rendimiento de los equipos mineros en la calera colquirrumi no 49-b, provincia de Hualgayoc, Cajamarca, 2018” se propuso como objetivo realizar una implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar el rendimiento de los equipos mineros. La investigación que realizó fue una descriptiva – aplicada, a su vez usó el análisis documental y la observación como método de recolección de datos, así mismo, los instrumentos usados fueron la ficha

de característica de los equipos y ficha de inspección de los equipos, obteniendo como resultado el rendimiento de la excavadora aumenta de 120m³/h a 134m³/h y llegando a la conclusión que tras la propuesta del plan de mantenimiento preventivo el rendimiento de la excavadora mejorará.

El siguiente autor Caballero (2016) realiza su trabajo de investigación “Propuesta de plan de mantenimiento preventivo del área de calderas del hospital regional de Huancavelica” tuvo como objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo al área de calderas, realizó un tipo de investigación netamente descriptivo. Para este proyecto de investigación se utilizó dos técnicas de recolección de datos que fueron la técnica documental y empírica, como también los instrumentos utilizados fueron formatos de observación, descripción de la operación realizada, cámaras fotográficas, usb, hojas de cálculo, hojas de registro, formularios y fichas de lectura. Obteniendo como resultados el aumento de la disponibilidad de las calderas y por último, como conclusiones tenemos que se realizó un modelo de trabajo de fácil entendimiento para cualquier pueda realizarlo sin problemas, así mismo, las paradas innecesarias disminuirán con rutinas de mantenimiento permitiendo a las calderas extender su vida útil.

A su vez contamos con antecedentes a nivel internacional como el autor Cristancho referente a la ciudad de Tunja – Colombia (2019), realizó su proyecto de investigación “Gestión de mantenimiento preventivo en el módulo de mantenimiento pm de SAP r/3, para el equipo móvil de la cantera Nobsa en la planta de cementos Holcim” tuvo como objetivo desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para el equipo móvil en la planta de cementos Holcim. Como tipo de investigación que aplicó a este proyecto fue descriptiva-aplicativa, para esto se utilizó la técnica FODA para observar el estado actual y así brindar un diagnóstico veraz, llegando al resultado que gracias a esta implementación se llegó obtener un 74.7% más en la disponibilidad de los equipos, así como conclusión obtenemos que el mantenimiento preventivo de los equipos debe ser prioridad la supervisión e inspección del estado actual en el que se encuentra el equipo con el fin de encontrar posibles fallas para poder actuar con tiempo y no perjudique el proceso haciendo paros no planificados.

A su vez, la autora Carreras perteneciente a la ciudad de Córdoba - Argentina en el 2018 con su proyecto de grado "Programa de Mantenimiento preventivo para el parque de maquinarias y equipos en la empresa Paschini Construcciones S.R.L." se planteó como objetivo a los equipos y máquinas realizarles un programa de mantenimiento preventivo. El tipo de investigación que se utilizó para este proyecto de grado fue correlacional. Los métodos que se utilizaron para la recolección de datos fueron la observación directa junto con las entrevistas, sin embargo, no fueron estandarizados, así mismo, el análisis no fue estadístico debido a que no se hizo una medición numérica, obteniendo como resultado la secuencia que se debe seguir en un plan de mantenimiento preventivo, determinando el orden en el cual deben efectuarse los trabajos planificados, y llegando a la conclusión que el plan de mantenimiento preventivo debe ser programado y de forma ordenada, de la misma manera encontraron que los beneficios obtenidos por un buen programa de plan de mantenimiento nos ayudan a optimizar los recursos humanos, disposición de áreas, mejor desarrollo de actividades, un elevado control y disminución de los costos.

A continuación como teorías relacionadas tenemos que, en la actualidad las organizaciones buscan ser más competitivas brindando el mejor de los servicios, sobre todo en el área de salud donde todo equipo debe operar de la manera más óptima posible, esto es posible con una debida planificación de mantenimiento; el mantenimiento busca preservar y/o restaurar cualquier equipo o instalación para que cumpla con su función como es debido. El mantenimiento es el conjunto de actividades programadas para lograr que los equipos siempre estén disponibles y cumplan con su debida función como es debido garantizando la seguridad de los pacientes y el uso del personal (ESSALUD, 2011, p. 40).

Otros autores indican que el mantenimiento es el conjunto de ejercicios que deben realizarse en dispositivos e instrumentos, para evitar fallas, y seguir ofreciendo sus servicios para los que fueron desarrollados, existen tres tipos de mantenimientos: el mantenimiento predictivo, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo, donde éste último es el que debemos evitar ya que tiene una relación directa con la baja disponibilidad de los equipos biomédicos.

También se dice sobre el mantenimiento que su principal objetivo es alargar la vida útil del equipo y/o instalación, estas actividades pueden ser de limpieza como por ejemplo canales, sustitución de partes desgastadas como por ejemplo orientación o tienen un periodo de vida bajo como por ejemplo los tubos, por lo general estos periodos de mantenimiento se dan por el productor y se encuentran en el manual del equipo. En casos específicos el mismo cliente puede cambiar la frecuencia con la que se realizan las actividades de mantenimiento (OMS 2012, p. 13).

El mantenimiento preventivo conserva la condición de los equipos en buen estado, teniendo como prioridad programar o planificar las tareas que se deben realizar a cada uno de los equipos en el tiempo necesario, por esa razón, no se debe esperar a que la maquinaria presente alguna falla para comenzar a repararla (Alavedra et al., 2016, p. 2)

García (2010, p.17) nos dice que el mantenimiento es la unión de actividades con el fin de preservar los equipos e instalaciones durante el máximo tiempo posible y con el rendimiento más óptimo. El autor Knezevic J. establece al mantenimiento preventivo como “la tarea ejecutada a disminuir la verosimilitud de una falla en un sistema o equipo, por otro lado, se usa para aumentar el aprovechamiento útil de un equipo. Las actividades que se realizan en un trabajo de mantenimiento preventivo son Desmontaje, Recuperación o sustitución, Montaje, Pruebas y Verificación”. (1996, p.53)

García establece cuales son los tipos de mantenimiento y entre los más usados tenemos al correctivo, preventivo y predictivo, lo cual, “el mantenimiento correctivo como su nombre mismo lo dice se encarga de corregir las fallas que van surgiendo en el mismo instante”, por consiguiente, “el mantenimiento preventivo se ocupa de planear las correcciones en el momento más óptimo siempre actuando antes de que éstas sucedan”, y por último, “el mantenimiento predictivo requiere de avanzados medios técnicos así como ciertos conocimientos físicos, matemáticos y técnicos” (2010, p. 17). García (2012) nos dice que en el mundo actual las empresas no cuentan con planes de mantenimiento por lo que muchas veces sus plantas no pueden producir en su

capacidad total debido a que no garantizan resultados seguros frente a los fallos o paradas no programadas (p.19).

Como indicadores en este proyecto de investigación usé la planificación y la confiabilidad para el mantenimiento preventivo. Stoner nos dice que la planificación es el proceso de establecer metas y elegir medios para alcanzar dichas metas. Por otro lado, Ackoff nos indica que “la planificación se anticipa a la toma de decisiones, es un proceso de decidir antes de que se requiera la acción” (1981). “La planificación es un proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos” indicó Jiménez (1982).

Por otro lado, Mora nos dice sobre la confiabilidad que si en un equipo no se presentan fallas se dice que es confiable al 100%, aún si las fallas se repiten pocas veces, la confiabilidad de dicho equipo es permisible, en caso contrario si es demasiado elevado la repetición de estas fallas podemos decir que la confiabilidad del equipo es baja” (2009, pg.95). Así mismo, Costta y Guevara establecen que la confiabilidad es una probabilidad en que los equipos funcionen correctamente bajo algunas condiciones y en un tiempo estimado. (2015, pg. 39).

Según Mora (2009) “la disponibilidad se determina como el porcentaje que tiene un equipo para que cumpla su función en el momento que sea utilizado, al utilizarse bajo ciertas condiciones estables” (pg. 67). El objetivo primordial del mantenimiento según Costta y Guevara (2015) es la disponibilidad, puede definirse que, la cualidad de las máquinas o componentes al desempeñar una función correcta en el tiempo programado (pg. 39).

En esta ocasión como indicadores de la disponibilidad utilizaré tiempo medio entre fallas (MTBF) y tiempo medio para reparar (MTTR). A Torell y Avelar nos definen que el tiempo medio entre fallas (MTBF) se basa en supuesto por eso el termino de falla, así como una observación atenta es fundamental para lograr una correcta interpretación (p.2). Así Pistarelli (2010) nos brinda una definición que nos permite saber con qué periodo ocurren los fallos (p.27). A su vez Pistarelli (2010) nos dice que

el tiempo medio que se usa para restaurar, es igual al tiempo promedio que le cuesta restaurar algo luego de haber ocurrido una deficiencia (p. 29).

III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño y tipo de investigación.

Para la presente investigación, se busca resolver una serie de problemas a través del planteamiento de teorías desarrolladas, por ende, el tipo de la investigación es aplicada, Ezequiel Ander-Egg (2011) indica que “una investigación es aplicada cuando se ha identificado un problema y se le da una solución con fundamentos”. Mi proyecto será de tipo aplicada porque se utilizarán conocimientos y herramientas con la finalidad de que los equipos tengan una mayor disponibilidad.

A su vez el diseño para este proyecto de investigación fue pre – experimental. Por otro lado, Buendía, L. (1998) define que “el diseño pre - experimental se determina por un nivel bajo de control, validez interna y externa. El problema que surge con este diseño es que no se puede saber con exactitud que los resultados obtenidos en la variable dependiente se deban solo a su variable independiente” (pg. 94). Por lo tanto, fue de diseño pre – experimental puesto que solo estoy manejando un solo grupo y aplico a una variable “G” un cambio sobre la otra variable “O”, es decir, observaré que efecto tiene el mantenimiento preventivo (variable “G”) sobre la disponibilidad (variable “O”).

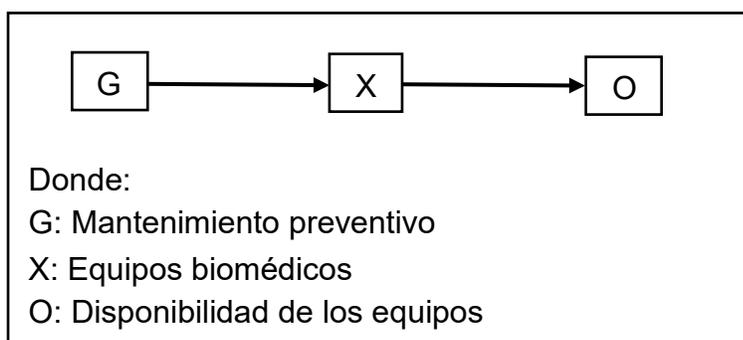


Figura 1. Esquema del diseño de investigación

Fuente: Elaboración propia

3.2 Variables y operacionalización

Para este presente proyecto se utilizó las siguientes variables:

Variable independiente – Cuantitativa: Mantenimiento preventivo.

Variable dependiente – Cuantitativa: Disponibilidad.

En el Anexo 03 se observa la matriz de operacionalización de las variables, la cual consta de una definición conceptual y una definición operacional, cada una de las variables le corresponde sus dimensiones e indicadores, así como su escala de medición.

3.3 Población, muestra y muestreo

La población según Hernández, Fernández y Baptista (2010) es un conjunto de entes que concuerdan por determinadas características. La población de la presente investigación está conformada por 36 equipos biomédicos de las áreas de Cuidados Intensivos y Emergencias, tomando como criterio de inclusión los equipos biomédicos del Hospital y como criterio de exclusión se encontrarán los equipos biomédicos que no han presentado fallas hasta el momento.

La muestra según Hernández, Fernández y Baptista (2010), se muestra como una parte representativa de la población de la cual se recolectará la información. Para el presente informe se llevará a cabo un análisis donde se dará a conocer la disponibilidad que tiene actualmente cada equipo biomédico ya que se trabajará con los 36 equipos biomédicos.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), el muestreo no probabilístico es el subconjunto de la población en la que la selección de individuos no necesita de la probabilidad, sino las características del estudio o de quien hace la muestra. En el presente informe de investigación el tipo de muestreo es no probabilístico, debido a que la muestra representa el todo de la investigación y ya que no es complicado obtener la información para el estudio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica indica la manera en que vamos a recopilar la información, y a su vez sirve de guía al investigador a conocer más sobre la investigación mediante el uso de herramientas, y el instrumento permite recolectar datos indicando con que se va obtener la información, dando al investigador soluciones a la problemática (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) por eso en este proyecto se tuvo presente la técnica de análisis documental, investigación bibliográfica y análisis de datos, cada uno con su respectivo instrumento.

Tabla 1. Técnica e Instrumento de recolección de datos

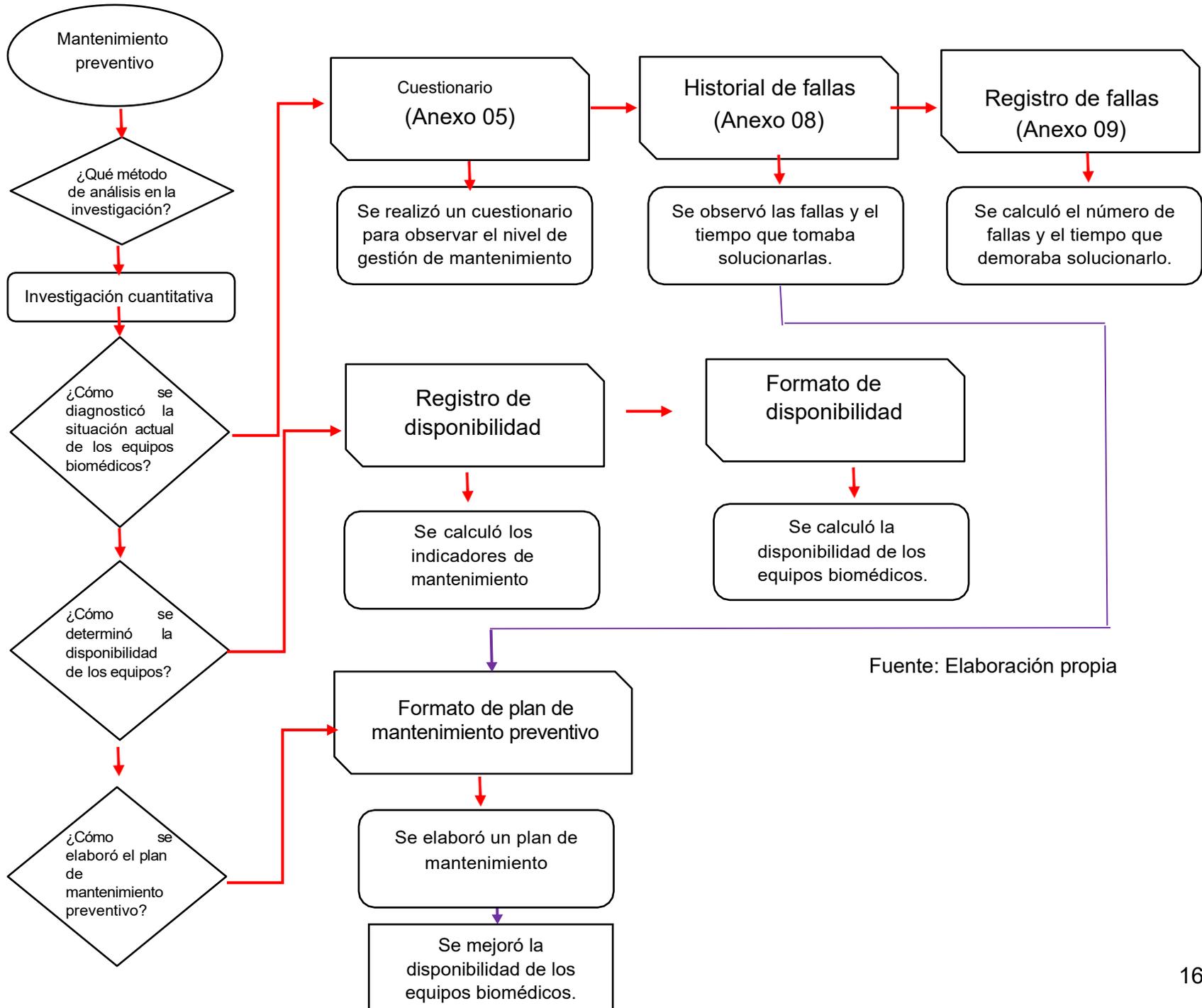
Variable	Técnica/Herramienta	Instrumento	Fuente/Informante
Mantenimiento Preventivo	Análisis documental	Ficha de registro (Anexo 05)	RENOVETEC
	Investigación bibliográfica	Historial de fallas (Anexo 08)	Elaboración propia
	Análisis de datos	Plan de mantenimiento preventivo (Anexo 12)	Elaboración propia
Disponibilidad	Análisis documental	Registro de falla MTBF y MTTR (Anexo 09)	Elaboración propia
	Análisis de datos	Registro de la disponibilidad (Anexo 09)	Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Según los autores Hernández, Fernández y Baptista en el año 2014 nos dicen que “en términos generales, la validez de algún contenido es cuando el instrumento presenta una superioridad específica de contenido del que se pretende medir” (p. 200).

Mediante el juicio de expertos se dio a los instrumentos elegidos la autenticidad necesaria; así mismo realizarán las correcciones necesarias para aprobar que el instrumento elegido funcione, ya que poseen sobre el tema investigado un extenso conocimiento.

3.5 Procedimientos



Fuente: Elaboración propia

3.6 Métodos de análisis de datos

Objetivos Específicos	Técnica	Instrumento	Resultados
Analizar la condición actual en la que vienen funcionando los equipos biomédicos	Observación directa	Ficha técnica (Anexo 07) Cuestionario (Anexo 05)	Con estos instrumentos se pudo conocer a que se debe una baja disponibilidad en los equipos biomédicos del Hospital MINSA Chepén, así mismo conocer las marcas y modelos de cada equipo y saber qué tipo de mantenimiento era el que más usaba.
	Análisis documental	Historial de fallas (Anexo 08)	
Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos.	Análisis documental	Plan de mantenimiento preventivo (Anexo 12)	Con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo se logró disminuir el número de paros no programados ocasionado por las fallas, aumentando de esta manera su disponibilidad.
Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo y calcular el porcentaje en que aumenta a la disponibilidad.	Análisis de datos	Registro de la nueva disponibilidad (Anexo 15)	Con este instrumento se puede saber en cuanto varía la nueva disponibilidad a la anterior.

Fuente: Elaboración propia

3.7 Aspectos éticos

Como estudiante de la carrera de ingeniería industrial de la universidad César Vallejo, me comprometo en a ser una persona honesta demostrando un trabajo transparente, evitando presentar cualquier definición que agreda la integridad de cualquiera, de desarrollo un marco teórico donde se plasman definiciones y conceptos sobre el mantenimiento; aceptado por la comunidad científica; con el fin de mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos del Hospital MINSA Chepén y mejorando las condiciones de éstos mismos. Así mismo, los datos que se emplearon son reales respetando los criterios éticos teniendo como base la autenticidad y originalidad, la confidencialidad de la información, respetabilidad por la privacidad, honestidad y se proteger la identidad de los participantes en el proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1 Analizar la condición actual en que vienen funcionando los equipos biomédicos de Cuidados intensivos y Emergencias.

Para analizar la condición en que vienen operando los equipos biomédicos se realizó un cuestionario (Anexo 05), este nos permitió conocer mejor como es que vienen gestionando el mantenimiento y si el personal es apto para dichas labores, sin embargo el personal del área de mantenimiento está acostumbrada a realizar los mantenimientos de forma correctiva, es decir esperan a que ocurra una falla para recién poder actuar. Esto se debe a que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo establecido y como consecuencia las actividades de mantenimiento se ven dificultadas, esto ocasiona el bajo compromiso por parte de los trabajadores dando como resultado un carente mantenimiento de los equipos.

El cuestionario según RENOVTEC da a conocer el nivel de gestión de mantenimiento que está llevando a cabo la empresa.

Tabla 2. Porcentaje de conformidad del cuestionario

Porcentaje de conformidad del cuestionario	
Valor máximo	135
Valor total de los criterios del cuestionario	65
Porcentaje de conformidad	48.14%

Fuente: Renovetec

Tabla 3. Valores de referencia de índice de conformidad

Valores de referencia de índice de conformidad	
< 40%	Sistema muy deficiente
40-60%	Aceptable pero mejorable
60-75%	Buen sistema de mantenimiento
75-85%	El sistema de Mantenimiento es muy bueno
> 85%	El sistema de Mantenimiento puede considerarse excelente

Fuente: Renovetec

Para este cuestionario (Anexo 05) se utilizó 27 preguntas donde se les dio valores del 1 al 5, obteniendo un puntaje total de 135 puntos, obteniendo un valor total de todas las preguntas de 65 puntos, éste representa el 48.14% del porcentaje de conformidad y según la tabla de valores de Renovetec se encuentra en que es aceptable, pero se puede mejorar.

Después de realizar el anterior análisis, se procedió a elaborar las fichas técnicas de cada equipo biomédico (Anexo 07) donde se indica su marca, modelo y para qué sirven. En el cuadro de inventarios (Anexo 06) se pudo la fecha en que cada equipo se adquirió y a su vez el estado en el que se encuentran.

Tabla 4. Resumen del estado actual de los equipos

Resumen	
Bueno	19
Regular	15
Malo	2
Total	36

Fuente: Elaboración propia.

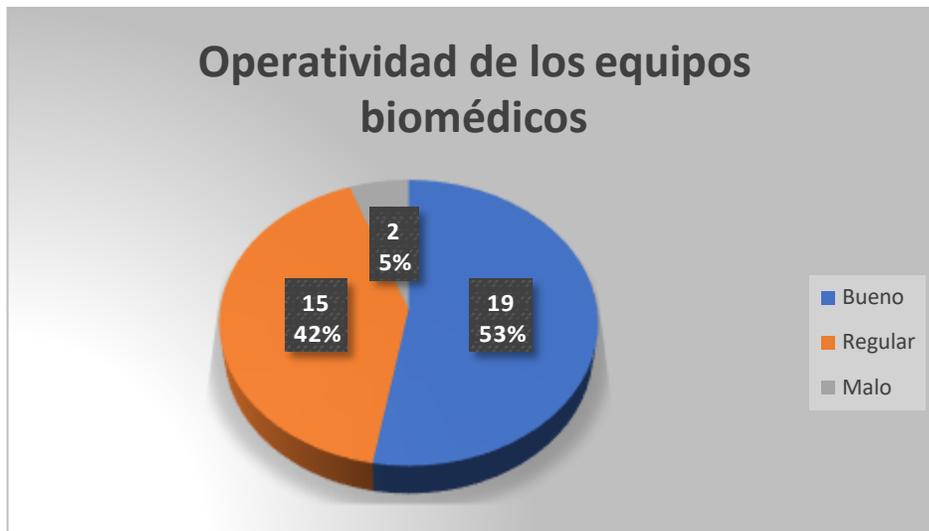


Figura 2. Estado de funcionamiento de los equipos de CI y Emergencias

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se obtuvo del anexo 06 donde se muestra el estado actual de los equipos biomédicos de Cuidados Intensivos y de Emergencias donde en relación al total de 36 equipos que representan al 100%, 19 equipos con un 53% se encuentran en un buen estado operativo, 15 equipos con un 42% se encuentran en un estado regular y 2 equipos con un 5% se encuentran en mal estado.

A su vez se elaboró un historial de fallas de los equipos biomédicos de Cuidados intensivos y de Emergencias de los meses de Julio – Agosto del 2019 (Anexo 08) donde se muestra la frecuencia de falla por semestre que muestra cada equipo biomédico, el tiempo que estuvo parado y cuál fue el tipo de mantenimiento que aplicaron a cada falla presentada, obteniendo un total de 111 fallas generando un costo de S/. 19 932.00 como se puede observar en la tabla de costos de mantenimiento correctivo (Anexo 10).

4.2 Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos de Cuidados intensivos y de Emergencia.

Para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo (Anexo 12) se elaboró de manera detallada las actividades que se tienen que realizar para cada equipo de cuidados intensivos y de emergencia, así como la frecuencia en las que estas se deben realizar ya sean de manera trimestral, bimestral, mensual o semanal, junto con el tiempo correspondiente que debe tomar la realización de cada mantenimiento, el personal necesario y que prioridad tiene realizar dicho mantenimiento ya sea alta, media o baja de esta forma se pretende mejorar las actividades de mantenimiento al tener una guía indicando lo que se debe realizar, como resultado se espera lograr mantener en buen estado los equipos biomédicos, de esta manera poder tenerlos siempre disponibles para cuando se les requiera sin temor a que dejen de funcionar por algún paro no programado ocasionado por las fallas.

Este plan de mantenimiento se logró desarrollar para los 36 equipos biomédicos que conforman las áreas de Cuidados Intensivos y de Emergencias basándonos en las guías de manuales de procedimientos de dichos equipos, en conjunto, se elaboró una propuesta de orden de trabajo de mantenimiento (Anexo 11) para cada vez que se requiera realizar un mantenimiento ver que herramientas se van a utilizar, si ya cuenta con dichas herramientas o se tiene que comprar, la falla que va a tratar, el tiempo y la fecha que le tomará realizarlo, a que equipo va realizar el mantenimiento, su prioridad, alguna descripción del problema todo esto con el fin de tener más claro lo que se quiere realizar, este plan de mantenimiento se realizó para el mes de enero a diciembre del 2021.

4.3 Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo y calcular la nueva disponibilidad.

Tabla 5. Disponibilidad Pre - test

AREA	CI - EMERGENCIA	MES	ENERO - DICIEMBRE		AÑO	2019 - 2020	
N°	EQUIPO	TIEMPO DISPONIBLE	N° FALLAS ANUAL	HORAS DE PARADA ANUAL	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
1	Monitor de funciones vitales	6480	47	1540	105	33	76.23%
2	Bomba de infusión	6480	28	840	201	30	87.04%
3	Electrocardiógrafo	6480	54	1718	88	32	73.49%
4	Ventilador Volumétrico	6480	62	1915	74	31	70.45%
5	Ecógrafo Portátil	6480	31	885	180	29	86.34%
6	Coche de Paro	6480	44	1315	117	30	79.71%
7	Cama UCI	6480	19	533	313	28	91.77%
8	Pulsioxímetro	6480	17	665	342	39	89.74%
9	Nebulizador	6480	15	608	391	41	90.62%
10	Lámpara cialítica rodable	6480	23	750	249	33	88.43%
11	Monitor desfibrilador	6480	19	690	305	36	89.35%
12	Glucómetro	6480	15	420	404	28	93.52%
TOTAL			374	11879	2771	389	84.72%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se muestran los equipos biomédicos del mes de enero – diciembre del 2019 y de enero - junio del 2020 con el número de fallas que estos presentaron a lo largo de ese tiempo llegando a un total de 374 junto con las horas de paradas anuales ocasionadas por estas mismas llegando a un total de 11879, a su vez se muestra el MTBF (tiempo medio entre fallas) que es el tiempo de operatividad que tiene un equipo antes de que ocurra una falla obteniendo un total de 2771 horas y el MTTR (tiempo medio para reparar) que es el tiempo que se demora en poder reparar una falla obteniendo un total de 389 horas, obteniendo así una disponibilidad promedio de 84.72%

Tabla 6. Optimización MTBF

N°	EQUIPO	TIEMPO DISPONIBLE	HORAS MANT. PREVENTIVO	N° FALLAS ANUAL	MTBF
1	Monitor de funciones vitales	4320	120	10	420
2	Bomba de infusión	4320	120	5	840
3	Electrocardiógrafo	4320	120	13	323
4	Ventilador Volumétrico	4320	120	12	350
5	Ecógrafo Portátil	4320	120	7	600
6	Coche de Paro	4320	120	8	525
7	Cama UCI	4320	120	5	840
8	Pulsioxímetro	4320	120	3	1400
9	Nebulizador	4320	120	3	1400
10	Lámpara cialítica rodable	4320	120	4	1050
11	Monitor desfibrilador	4320	120	5	840
12	Glucómetro	4320	120	4	1050
TOTAL			1440	79	9638

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 6 podemos ver que tras aplicar el mantenimiento preventivo, el MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) tiene un incremento de 2771 horas a 9638 horas con la incorporación de 1440 horas de mantenimiento preventivo realizado en un periodo de 1 año y al cumplimiento de programación del mantenimiento preventivo.

Tabla 7. Optimización de MTTR

N°	EQUIPO	HORAS DE PARADA ANUALES	HORAS MANT. PREVENTIVO	N° FALLAS SEMESTRAL	MTTR
1	Monitor de funciones vitales	31	120	10	15
2	Bomba de infusión	15	120	5	27
3	Electrocardiógrafo	37	120	13	12
4	Ventilador Volumétrico	26	120	12	12
5	Ecógrafo Portátil	17	120	7	20
6	Coche de Paro	26	120	8	18
7	Cama UCI	8	120	5	26
8	Pulsioxímetro	6	120	3	42
9	Nebulizador	9	120	3	43
10	Lámpara cialítica rodable	18	120	4	35
11	Monitor desfibrilador	12	120	5	26
12	Glucómetro	9	120	4	32
TOTAL			1440	79	308

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 7, tras aplicar el mantenimiento preventivo, el MTTR (Tiempo Medio entre Reparaciones) tiene una disminución de 389 horas a 308 horas con la incorporación de 1440 horas de mantenimiento preventivo realizado en un periodo de 1 año y al cumplimiento de programación del mantenimiento preventivo.

Tabla 8. Nueva disponibilidad

N°	EQUIPO	DESPUES		
		MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
1	Monitor de funciones vitales	420	15	96.53%
2	Bomba de infusión	840	27	96.89%
3	Electrocardiógrafo	323	12	96.40%
4	Ventilador Volumétrico	350	12	96.64%
5	Ecógrafo Portátil	600	20	96.84%
6	Coche de Paro	525	18	96.64%
7	Cama UCI	840	26	97.04%
8	Pulsioxímetro	1400	42	97.09%
9	Nebulizador	1400	43	97.02%
10	Lámpara cialítica rodable	1050	35	96.82%
11	Monitor desfibrilador	840	26	96.95%
12	Glucómetro	1050	32	97.02%
				96.82%

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 8 en relación a la nueva disponibilidad, podemos observar que después de haber realizado y aplicado el plan de mantenimiento preventivo se puede apreciar un incremento en la disponibilidad de un 84.72% a 96.82%.

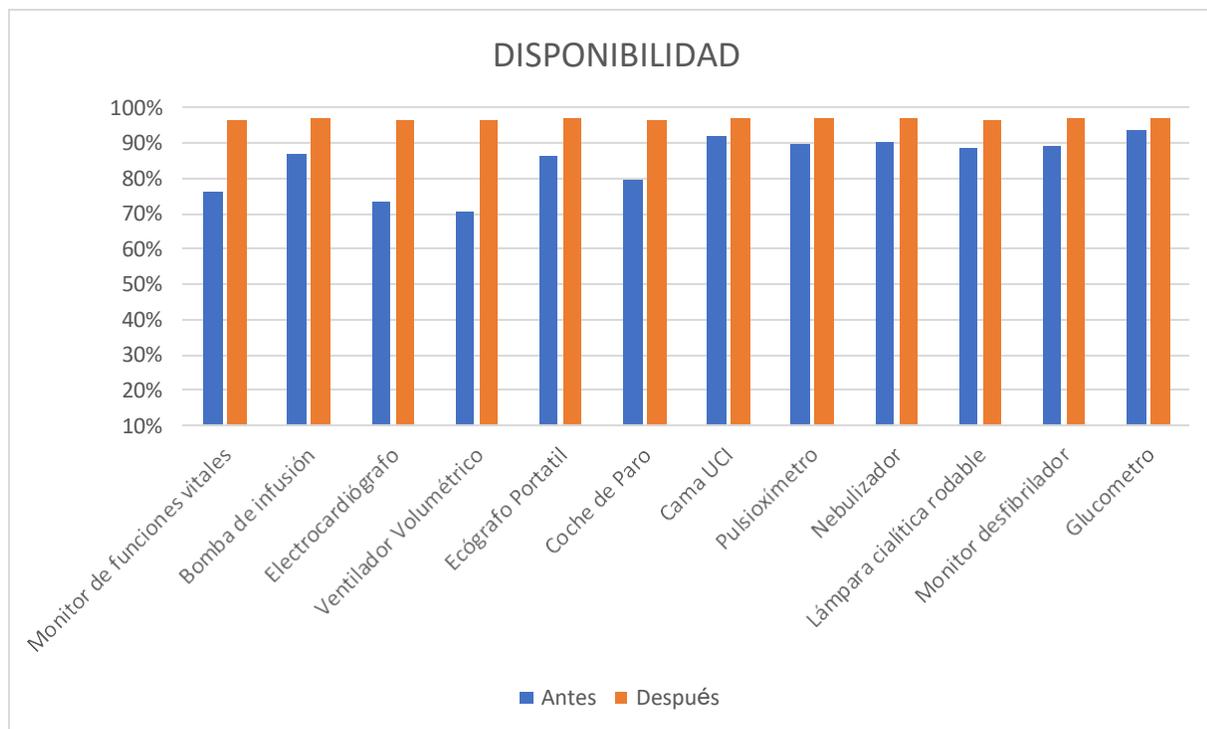


Figura 3. Comparación de la disponibilidad

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3 se muestra un gráfico donde se puede apreciar una comparación directa de la disponibilidad de antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo para los equipos de las unidades de cuidados intensivos y de emergencia del Hospital MINSA Chepén, los equipos que obtuvieron un mayor incremento en su disponibilidad son el monitor de funciones vitales, el electrocardiógrafo y el ventilador volumétrico.

4.4 Prueba de hipótesis

Para evaluar la hipótesis de la investigación se aplicó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk por tener unos datos menores a 40, posteriormente se aplicó la prueba de la T-Student.

Las hipótesis para la prueba de normalidad fueron:

H0: La disponibilidad de los equipos del hospital MINSA Chepén sigue una distribución normal.

H1: La disponibilidad de los equipos del hospital MINSA Chepén no sigue una distribución normal.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00003	,264	12	,021	,858	12	,046

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 4. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Fuente. Software SPSS.

En la figura 4, se observa el nivel de significancia en la prueba estadística Shapiro-Wilk, los cuales son menores a 0.046, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula; es decir que los datos de la disponibilidad no presentan una distribución normal. Por lo tanto, se llevó a cabo la prueba estadística de Wilcoxon.

H0: La disponibilidad de los equipos biomédicos no aumentó debido a la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

H1: La disponibilidad de los equipos biomédicos si aumentó debido a la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Los resultados encontrados en la prueba T-Student fueron:

Estadísticos de prueba^a

VAR00002 - VAR00001	
Z	-3,066 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,002

Figura 5. Prueba de T-Student

Fuente. Software SPSS.

Luego de realizarse la prueba T-Student, observamos un nivel de significancia de 0.002, el cual es menor de 0.05, aceptando la hipótesis alternativa de la investigación, el cual afirma que el plan de mantenimiento preventivo ayudará a mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos del Hospital MINSA Chepén.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de poder aumentar la disponibilidad de los equipos biomédicos del hospital MINSA Chepén, eliminando las fallas, los paros no programados, disminuyendo los costos y mejorar como vienen ejecutando las actividades de mantenimiento. Se procedió a realizar un cuestionario (Renovetec) que nos ayudó a comprender como vienen ejecutando los mantenimientos dando como resultado que era aceptable pero que se podía mejorar.

De los resultados obtenidos, se afirma que llevar a cabo las actividades de mantenimiento preventivo permite aumentar la disponibilidad de los equipos, tal y como sostienen algunos autores como Carreras (Argentina, 2018) con su tesis "Programa de Mantenimiento preventivo para el parque de maquinarias y equipos en la empresa Paschini Construcciones S.R.L", Caballero (Huancavelica, 2016) con su tesis "Propuesta de plan de mantenimiento preventivo del área de calderas del hospital regional de Huancavelica" y Soledad (Chepén,2018) con la tesis desarrollada "Plan de mantenimiento de la casa de fuerza del Hospital de apoyo de la Red Chepén" tuvieron como objetivo realizar un plan de mantenimiento preventivo ya que dichas empresas no contaban con una, dedicándose solo a la ejecución de mantenimientos correctivos ocasionando un incremento en los gastos y acortando la vida útil de dichos equipos, como resultado tras la aplicación de un correcto plan de mantenimiento preventivo se puede llegar a tener una mejor operatividad y disponibilidad de los equipos.

Después de manifestar los resultados obtenidos en la presente investigación, se realizó la discusión de los objetivos planteados: en relación al primer objetivo específico fue que tuve que analizar la condición actual en la que vienen funcionando los equipos biomédicos de cuidados intensivos y emergencias, y en relación con los resultados obtenidos en la figura 2, en el cual se logró observar que de los 36 equipos biomédicos, 19 equipos con un 53% se encuentran en un buen estado operativo, 15 equipos con un 42% se encuentran en un estado regular operativo y 2 equipos con un 5% se encuentran en mal estado operativo; de la misma forma los autores García y Baca (2015) con su tesis "Plan de Mantenimiento Preventivo para Equipos Biomédicos

de Emergencia y Áreas Críticas de un Hospital de la Región Lambayeque” encontró como situación actual un total de 226 equipos biomédicos examinados, en buen estado se encontraban 165 equipos, en estado regular 40 equipos, en un mal estado 9 equipos y en estado inoperativo 12 equipos, por otro lado el autor Cristancho Mariño (Colombia, 2019) con su tesis “Gestión de mantenimiento preventivo en el módulo de mantenimiento pm de SAP r/3, para el equipo móvil de la cantera NOBSA en la planta de cementos HOLCIM” como situación actual tuvo que los equipos N°.111-4D1 que corresponde a un tractor Caterpillar D9N y al equipo N°.111-4B3 el cual corresponde a una excavadora Caterpillar 324D en comparación a los años anteriores tienen un comportamiento drástico en relación con las horas de trabajo debido al incremento de fallas correctivas no planificadas ocasionando que cada vez la disponibilidad se vea afectada, esto se debe principalmente a la falta de actividades mantenimiento preventivo planificadas, ya que por lo general siempre esperan que los equipos lleguen a presentar las fallas o averías para recién poder actuar ocasionando así paros no programados, aumento en los costos, acortamiento en la vida útil de los equipos, y si no se toma las medidas correspondientes la única que se ve perjudicada es la empresa misma, con esto pudimos darnos cuenta que el mantenimiento es muy importante ya que además de conservar los equipos y alargar su vida útil también nos permite mantener una buena disponibilidad de estos mismos, evitando que dejen de funcionar en el momento menos esperado.

Siguiendo con el segundo objetivo específico me planteé elaborar un cronograma de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos del hospital MINSA Chepén, este plan de mantenimiento se logró desarrollar para los 36 equipos biomédicos que conforman las áreas de Cuidados Intensivos y de Emergencias así mismo para su elaboración use como guía el manual del usuario de cada equipo, el cronograma de mantenimiento contiene de forma detallada las actividades a realizarse para cada equipo, la frecuencia con la que deben aplicarse estas actividades ya sean de manera semanal, mensual, bimensual, trimensual o semestral, junto con el tiempo que debe tomar cada actividad de mantenimiento preventivo, el número de personal necesario y la prioridad de dicho mantenimiento ya sea alta, media o baja, también se elaboró una

propuesta de orden de trabajo de mantenimiento donde nos permitirá que cada vez que se requiera realizar un mantenimiento ver que herramientas se van a utilizar, si ya cuenta con dichas herramientas o se tiene que comprar, la falla que va a tratar, el tiempo y la fecha que le tomará realizarlo, a que equipo va realizar el mantenimiento, su prioridad, alguna descripción del problema todo esto con el fin de tener más claro lo que se quiere realizar, por otro lado, los autores Alba y Chinchay (Huaraz, 2019) con su tesis “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz” realizaron un cronograma de mantenimiento para los 20 equipos de la unidad de cuidados intensivos donde indicaban las actividades a realizar en el lapso de 6 meses y la frecuencia de cada actividad, el cronograma de mantenimiento preventivo establece las actividades que deberán realizarse a lo largo del año, indicando la frecuencia, tiempo, número de personal y criticidad para cada actividad, sirve para tener más claro que es lo que deberemos realizar.

Según la norma COVENIN 3049-93 el mantenimiento puede ser definido como el grupo de actividades que ayuden a mantener o restaurar un sistema productivo a un estado en concreto, para que pueda seguir cumpliendo con sus funciones. De la misma manera, Duffuaa, Dixon y Raouf (2005, p.32) añaden que el mantenimiento es la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o sistema se mantiene en un estado en el que puede realizar las funciones designadas.

Por último como tercer objetivo específico tuve que ejecutar el plan de mantenimiento preventivo y calcular la nueva disponibilidad, en relación con los resultados obtenidos en primer lugar realicé un pre test de la disponibilidad como se puede observar en la tabla 5, esto nos ayudó a conocer en qué porcentaje de disponibilidad se encontraban operando los equipos de las unidades de cuidados intensivos y emergencias obteniendo un promedio de 88.54% de operatividad, con un total de 374 fallas junto con las horas de paradas anuales ocasionadas por estas mismas llegando a un total de 11879, también se calculó el tiempo medio entre fallas (MTBF) llegando a un total de 3824 horas y el tiempo medio para reparar (MTTR) llegando a un total de 389 horas. En la tabla 6 se optimizó el tiempo medio entre fallas (MTBF) tuvo un incremento de

2771 horas a 9638 horas con la incorporación de 1440 horas de mantenimiento preventivo, en la tabla 7 se optimizó el tiempo medio para reparar donde se obtuvo una disminución de 389 horas a 308 horas con la incorporación de 1440 horas de mantenimiento preventivo realizado y por último en la tabla 8 obtuvimos la nueva disponibilidad donde vimos un incremento de 84.72% a 96.82%.

De la misma forma los autores Cachi y Marrufo (2017) con su tesis “Implementación de un sistema de gestión de Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos en el departamento de diagnóstico por imágenes, calculando de los 5 equipos en función a la confiabilidad (MTBF) y la mantenibilidad (MTTR) obteniendo un 63% como disponibilidad inicial llegando a tener un 83% en su disponibilidad final. De la misma manera, Rey (2010, p.106) nos indica que la disponibilidad es el “tiempo que un equipo está operativo en un determinado periodo” y para calcular dicha disponibilidad se tiene que llegar a identificar los indicadores de: mantenibilidad y confiabilidad. Por otro lado, Flores (2017), con su tesis “Optimización del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima - Perú” en relación a la mantenibilidad (MTTR) y a la confiabilidad (MTBF) obtuvo un 63% en la disponibilidad de los equipos llegando a la conclusión que: la optimización del mantenimiento preventivo ayuda a aumentar la productividad de los dispositivos biomédicos de un 41% a 80% que esto significa un incremento en un 39%, de la misma forma se vio afectada la eficiencia de un 63% a 82% obteniendo un incremento de un 19%. Por ende, en relación al plan de mantenimiento preventivo, se pudo llegar a demostrar que la optimización del tiempo medio entre fallas (MTBF) y tiempo medio para reparar (MTTR) incrementó la disponibilidad de los equipos biomédicos de la unidad de cuidados intensivos.

VI. CONCLUSIONES

En el diagnóstico de la situación actual, se puede concluir que el Hospital MINSA Chepén tenía un problema sobre los mantenimientos que estaban llevando a cabo, puesto que solo realizaban mantenimientos correctivos, esto se podía reflejar en la baja disponibilidad que presentaban los equipos, ya que de los 36 equipos biomédicos de las unidades de cuidados intensivos y emergencias se realizó un análisis de operatividad donde se identificó que 19 equipos se encontraban en un buen estado operativo, 15 equipos se encontraban en un estado regular y 2 equipos se encontraban en mal estado.

Para conocer el nivel de gestión de mantenimiento que estaba llevando a cabo el hospital se procedió a realizar un cuestionario de la empresa RENOVETEC que está especializada en los mantenimientos, donde se utilizó 27 preguntas dándoles valores del 1 al 5, obteniendo un puntaje total de 135 puntos, al terminar con dicho cuestionario se obtuvo un valor de 65 puntos, éste representaba el 48.14% del porcentaje de conformidad y según la tabla de valores de RENOVETEC se encontraba en que era aceptable pero que se podía mejorar, esto era ocasionado por la falta de un plan de mantenimiento preventivo, como se sabe este tipo de mantenimiento es el más adecuado y el que todas las empresas deberían de utilizar puesto que ayuda a disminuir los costos, previene paradas no programadas, aumenta la disponibilidad de los equipos y ayuda a conservarlos mejor.

En relación al cronograma de mantenimiento preventivo para los 36 equipos del hospital MINSA Chepén este nos permitió conocer que actividades se iban a realizar en el transcurso del año, de la misma forma el personal que iba a ser necesario, el tiempo que debía tomar cada actividad programada, que prioridad tenía ya sea alta, media o baja y la frecuencia en la es que éstas debían ejecutarse de manera semanal, mensual, bimensual, trimensual o semestral llegando a aumentar la disponibilidad en un 12.10%.

Para conocer la disponibilidad inicial se realizó un estudio pre-test donde se obtuvo un total de 374 fallas junto con las horas de paradas anuales llegando a un total de 11879, el MTBF (tiempo medio entre fallas) que es el tiempo de operatividad que tiene un equipo antes de que ocurra una falla llegó a un total de 2771 horas y el MTTR (tiempo medio para reparar) que es el tiempo que se demora en poder reparar una falla obteniendo un total de 389 horas, obteniendo así una disponibilidad de 84.72%.

Al ejecutar el plan de mantenimiento preventivo el MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) tiene un incremento de 2771 horas a 9638 horas y el MTTR (Tiempo Medio entre Reparaciones) tiene una disminución de 389 horas a 308 horas ambos con la incorporación de 1440 horas de mantenimiento preventivo realizado en un periodo de 1 año y al cumplimiento de programación del mantenimiento preventivo.

En relación a la nueva disponibilidad, se observó que después de haber realizado y aplicado el plan de mantenimiento preventivo los equipos que obtuvieron una mayor disponibilidad fueron el monitor de funciones vitales que aumentó de un 76.23% a 96.53%, el electrocardiógrafo que aumentó de un 73.49% a un 96.40% y el ventilador volumétrico que pasó de un 70.45% a un 96.64%; donde la disponibilidad total tuvo un incremento de un 84.72% a un 96.82%.

Sobre los costos ocasionados por los mantenimientos correctivos que venían ejecutando el hospital estos llegaban hasta un total de S/. 17 147.00, por ende, se realizó un presupuesto de los costos de la implementación de la gestión de mantenimientos donde se obtuvo que los costos fijos llegaban a S/. 3 750, los costos mensuales a S/. 32.50, en herramientas mecánicas a S/. 1 759, las herramientas eléctricas a S/. 1 775, los equipos de seguridad a S/. 1 207 y los instrumentos de medida a S/. 325; llegando a un total de S/. 8 848.50.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para el presente proyecto de investigación son las siguientes:

La cooperación entre la dirección del hospital con el área de mantenimiento se vea reflejada en la autorización de compra de accesorios y materiales que se usarán para llevar a cabo el mantenimiento. El hospital MINSA Chepén tiene que cumplir con el plan de mantenimiento preventivo, realizando y cumpliendo con todas las actividades, puesto que esto aumentará la disponibilidad de los equipos y minimizará los costos de mantenimiento.

Para lograr mantener en un buen estado los equipos es necesario realizarles mantenimientos preventivos, ya que el objetivo de este tipo de mantenimiento es conservar los equipos o instalaciones mediante la revisión y limpieza que garanticen su buen funcionamiento evitando paradas no programadas, por ende, para obtener una buena disponibilidad de los equipos es necesario cumplir con las horas programadas del plan de mantenimiento preventivo, ya que esta tiene una relación directa con la disponibilidad.

Al personal nuevo que ingrese al área de mantenimiento darles la correcta capacitación para así poder asegurar el cumplimiento de las actividades y de manera periódica realizar el inventario de los repuestos que tienen un mayor flujo, disminuyendo los costos y gastos innecesarios para los próximos planes de mantenimiento preventivo.

A los encargados del mantenimiento hacerles tomar conciencia en la correcta actualización del inventario físico, registros, etc. e implementar normas que permitan facilitar la cultura del mantenimiento preventivo dentro del Hospital MINSA Chepén.

REFERENCIAS

TORELL, Wendy y AVELAR, Víctor. Mean Time Between Failures: Explanation and Standars [in line]. 2004 [fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.205.9748>

DUFFUAA, S., Raouf, A. & Dixon Campbell, J. Sistemas de mantenimiento. Planeación y control. México: Limusa. 2000. 419 pp.
ISBN: 9681859189, 9789681859183

MOUBRAY, Jhon Mitchell. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. 3era ed. EEUU: Edwards Brothers Lillington, 2004. 433pp. 116
ISBN: 0953960323

Zhang, T., Nakamura, M., Hatazaki, H. (2002), "Optimizing maintenance scheduling of equipment by element maintenance interval adjustment considering system availability", Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conference, vol. 1, p. 205-210

¿Qué es el mantenimiento preventivo? [En línea]. BSG Institute. 28 de enero del 2015. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/que-es-mantenimiento-preventivo-1133>

¿Cuáles son los tipos de mantenimiento industrial? [En línea]. Termowatt. 28 de marzo del 2018. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.termo-watt.com/blog-actualidad/82-cuales-son-los-tipos-de-mantenimiento-industrial>

La importancia del mantenimiento en instalaciones industriales [en línea]. Seguas. 29 de junio de 2020. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TLvSETaXV2kJ:https://www.seguas.com/la-importancia-del-mantenimiento-en-instalaciones-industriales/+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=pe>

MESA, Dairo, ORTIZ, Yesid y PINZÓN, Manuel. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia et Technica, UTP, ISSN 0122-1701, Año XII, No. 30. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513>

Wang, w., Loman, J., Vassiliou, P. (2004), "Reliability importance of components in a complex system", Proceedings of the Annual Reliability and Maintainability Symposium, International Symposium on Product Quality and Integrity, p. 6-11

EZEQUIEL, Ander. Aprender a investigar [en línea]. 1ª ed. Argentina: Brujas, 2011 [fecha de consulta: 14 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jecampos2/aprender-ainvestigarnocionesbasicasandereggezequiel2011pdf>
ISBN: 9789875912717

CALVO, Jeison, PELEGRÍN, Arístides y SATURNINA, María. Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público [en línea]. vol.12 no.1. Camagüey, 2018 [fecha de consulta: 14 de mayo de 2020]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552018000100006
ISBN: 23069155

LUBRICATION and Lubrication Management Note por Alejandra García Toll [et al]. Revista de ingeniería mecánica [en línea]. Diciembre 2019, Vol. 22 n. °3. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en <file:///C:/Users/ADM/Documents/IX%20CICLO/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/ARTICULO%20SRE%20LUBRICANTES%202019.pdf>
ISSN: 1815-5944

Samrout, M., Yalaoui, F., Chatelet, E., Chebbo, N. (2005), "New methods to minimize the preventive maintenance cost of series-parallel systems using ant colony optimization", Reliability Engineering and System Safety, vol. 89, no. 3.

GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento [en línea]. España: Díaz Santos.2003 [fecha de consulta: 7 de mayo de 2020]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=PUovBdLi-oMC&oi=fnd&pg=PR13&dq=libro+tipos+de+mantenimiento&ots=UeHhWptNVt&sig=ED_xsBpfEe4xQyYckN7o7FcgBv8#v=onepage&q=libro%20tipos%20de%20mantenimiento&f=false
ISBN: 8479785489

KENEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento. 1ª. ed. España: Isdefe. 1996. 211 p.
ISBN: 8489338094

Choudhary, D., Tripathi, M. and Shankar, R. "Reliability, availability and maintainability analysis of a cement plant: a case study", *International Journal of Quality & Reliability Management*. [Online] Vol. 36 No. 3, pp. 298-313. 2019. Available in: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-10-2017-0215>

SACRISTAN, Francisco Rey. Manual de mantenimiento integral en la empresa [en línea]. Madrid: FC Editorial.2001 [Fecha de consulta: 11 de junio de 2020]. Disponible en:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zyYz3HkcdXoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=%22mantenimiento+preventivo%22&ots=uB-mXwAkhhb&sig=dkM_UOGWu7IE68KHblZr2kPffA#v=onepage&q=%22mantenimiento%20preventivo%22&f=false

IPINZA, Fernando D. Alessio. Administración de las operaciones productivas: Un enfoque en procesos para la gerencia [en línea]. Pearson. 2012. [Fecha de consulta: 11 de junio de 2020]. Disponible en: http://dalessio.pearsonperu.pe/administracion_de_las_operaciones_productivas/recursos/17.pdf

AMENDOLA, Luis. Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento [en línea]. Valencia. 2003. [Fecha de consulta: 12 de junio de 2020]. Disponible en:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46932304/indicadores_confiabilidad_amendola.pdf?1467351676=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DINDICADORES_DE_CONFIABILIDAD_PROPULSORES.pdf&Expires=1593685836&Signature=UtR-MhYxTqy4kfEI6tUvFBE4PZhCsoFVuITcfeM6noJtETCI56152sVwrtTiN0KK0RCsXn3Yq-Cjnp0GnZ8BemBCaolIEcMi4X11t8IUXXR43Plx1rOdPgFc3YtQY4be2fzjVqW9I2HDb9iXmDcjpgd4tc9o6L3146MAeHzTEOCRch5SkBVSqWUUzWRfGx7eyRy0iSlxGySi36m7xkdONipzwaXmwNaYsf7cBAIJiv-5HIRK3Gxy7dbqUT0vfcUOdCnueqWBkygaXI0dQ2LwaLt-W0A4TvF1FFM1FH0vu~vPsM5ZLPv~~bYGZy2Br4kXkq9FYU396L9Q781fA6ic~UQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

MORA, Alberto. Mantenimiento (Planeación, ejecución y control). 1era ed. México: Alfa Omega Grupo Editor, 2009.504p. ISBN: 9789586827690

GARCÍA, José y BACA, Peter. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para equipos biomédicos de emergencia y áreas críticas de un hospital de

la región Lambayeque. Tesis (Título De Ingeniero Mecánico Electricista). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2015. 221 pp.

CABALLERO, Yehude. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo del área de calderas del hospital regional de Huancavelica. Tesis (Título De Ingeniero Mecánico). Huancayo: Universidad Nacional del Centro Del Perú Huancayo, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2016. 155 pp.

LÁZARO, Edward. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar el rendimiento de los equipos mineros en la calera colquirrumi no49-b, provincia de Hualgayoc, Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería Minera, 2018. 72 pp.

COSANATAN, Adolfo. Plan de mantenimiento de la sala de calderas del hospital de apoyo Chepén. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Minera, 2017. 104 pp.

SOLEDAD, Rolando. Plan de mantenimiento de la casa de fuerza del hospital de apoyo de la red Chepén. Tesis: (Título de Ingeniero Mecánico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería Minera, 2018. 120 pp.

CRISTANCHO, Mariño. Gestión de mantenimiento preventivo en el módulo de mantenimiento pm de SAP r/3, para el equipo móvil de la cantera Nobsa en la planta de cementos Holcim. Tesis: (Título de Ingeniero Mecánico). Colombia: Universidad Santo Tomas División De Arquitectura E Ingenierías, facultad de ingeniería mecánica, 2019. 128 pp.

CARRERAS, Lucía. Programa de Mantenimiento preventivo para el parque de maquinarias y equipos en la empresa Paschini Construcciones S.R.L. Tesis: (Título licenciatura en administración). Argentina: Universidad de la Defensa Nacional, facultad de ciencias de la administración, 2018. 88 pp.

VILLEGAS, Juan. Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa MANFER S.R.L Contratistas Generales. Tesis (Título de ingeniero industrial). Arequipa: Universidad Católica San Pablo, facultad de ingeniería industrial, 2016. 330 pp.

Pandemia del COVID – 19, recomendaciones actuales [en línea]. Sociedad peruana de medicina interna. 14 de abril de 2020. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. Disponible en: <https://medicinainterna.net.pe/?q=node/470>

BHAGWAN, Ranjita; SAVAGE, Stefan y VOELKER, Geoffrey. Understanding availability. En: international workshop on Peer-to-peer Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 256-267. 2003.

ISBN: 9783540451723.

Alavedra Flores, Carol [et al]. Management of preventive maintenance and its relationship with the availability of the 730e Komatsu2013 truck fleet [online]. January-December (34), p. 11-26. 2016. [date of consultation: July 2, 2020]. Available at: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>

ISSN: 10259929

TANQUEÑO, Jorge. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo planificado para los equipos de la casa de máquinas del Hospital General Docente Riobamba. Tesis (Título de Ingeniero de Mantenimiento). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012. 112 pp.

Mantenimiento preventivo: La guía definitiva [en línea]. Infraspak. 1 de julio de 2020. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2020]. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Y8xwHZwiZwAJ:https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-preventivo/+&cd=12&hl=es&ct=clnk&gl=pe>

ALAVIAN, Pooya, et al. The (α, β) – Precise Estimates of MTBF and MTTR: Definitions, Calculations and Induced effect on machine efficiency evaluation [online]. USA: IFAC – Papers, p 1004-1009. 2019. Available at: http://web.eecs.umich.edu/~smm/publications/MTBF/MTBF_and_MTTR_for_MIM_20190103.pdf

ALYSYOUNF, Imad. Cost effective maintenance for competitive advantages. Thesis (Thesis for the degree of Doctor of Philosophy). Sweden: Växjö University, school of industrial engineering, 2004. 98 pp.

XIADONG, Yao. Optimal preventive maintenance policies for unreliable queueing and production systems. Thesis (Doctoral dissertation of philosophy). EE. UU: University of Maryland, school of industrial engineering, 2003. 151 pp.

Evaluation of maintenance management in hospitals of the Ecuadorian social security institute in zone 3 of Ecuador por Viscaíno Cuzco [et al]. Revista de Ciencia y Tecnología Ingenius [en línea]. Diciembre 2019, n°22. [Fecha de consulta: 31 de mayo de 2020]. Disponible en:

http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2019000200059&lang=es

ISSN: 1390-860

JACKSON, Mike; DEEPAK, Peter and GAIL, Porrit. Preventive surface treatments versus traditional corrective maintenance measures. TRB First National Conference on Pavement Preservation, 2005. 120 – 131 pp.

NESHEIM, Joakim. Maintenance strategies and associated costs. Thesis (master's thesis). Noruega: University of Stavanger, faculty of science and technology, 2018.89 pp.

GONZALEZ, Francisco. Indicador de disponibilidad. 2 ed. España.: FC ,2015. 63p. ISBN 84-96169-49-9

ANEXOS

Anexo 01. Fórmulas

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Fórmula 1 Disponibilidad

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Horas de parada}}{\text{N}^\circ \text{ de Fallas}}$$

Fórmula 2 Tiempo medio entre fallas

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Horas de parada}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$$

Fórmula 3 Tiempo medio entre reparaciones

Anexo 02. Matriz de operacionalización de las variables

Tabla 9. Matriz de la operacionalización de las variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Nava, A. (2006) dice que es una técnica primordial cuando las empresas quieren realizar ciertas programaciones y planeaciones, con el fin de aplicar un mantenimiento antes de que empiecen a surgir las fallas.	El mantenimiento preventivo es la unión de los trabajos previamente planificados enfocados a la confiabilidad y realización de los mantenimientos programados para asegurar que los equipos sigan operando.	Planificar	Programa de mantenimiento preventivo (Diagrama de Gantt)	Nominal
			Confiabilidad	$C = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$	Razón
Variable Dependiente DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS	Costta y Guevara (2015) definen como la probabilidad en que los equipos funcionen correctamente bajo algunas condiciones y en un tiempo estimado.	La disponibilidad se da en medida que el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio entre reparación permitan la utilización de los Equipos a través del tiempo.	Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)	$\text{MTBF} = \frac{\text{Horas Totales del Periodo}}{\text{N}^\circ \text{ fallas}}$	Razón
			Tiempo Medio entre Reparaciones (MTTR)	$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03. Cuestionario

Tabla 10. Cuestionario



Ministerio
de Salud

Cuestionario Hospital M INSA Chepén

Ítem	Pregunta	Valoración				
		1	2	3	4	5
1	¿La calificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?		X			
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?		X			
3	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	X				
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la central mejoren?		X			
5	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencillas?			X		
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación especializadas?			X		
7	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas sencillas?				X	
8	¿Se respeta el horario de entrada y salida?			X		
9	¿Se respeta la duración de los descansos?				X	
10	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?		X			
11	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	X				
12	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?			X		
13	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?			X		
14	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?		X			
15	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?			X		
16	¿El plan de mantenimiento se realiza?		X			
17	¿El número de averías repetitivas es bajo?			X		

18	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		X			
19	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?			X		
20	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		X			
21	¿La razón por la que las averías pendientes están pendientes está justificada?		X			
22	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?		X			
23	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?		X			
24	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?		X			
25	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?		X			
26	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?		X			
27	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?			X		


 Ingº Francisco Villa Nueva Octaviano
 INGENIERO DE SISTEMAS
 DE RESPUESTA RÁPIDA
 OBRASER S.R.L.

Anexo 04. Inventario

Tabla 11. Inventario

N°	EQUIPO BIOMÉDICO	COSTO DE EQUIPO EN SOLES	CÓDIGO	MARCA	MODELO	SERVICIO	FECHA DE INSTALACION	EVALUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS				
								MANTENIMIENTO POR EL PROVEEDOR			CONCLUSION DE LA EVALUACION	
								GARANTÍA	VENCIMIENTO GARANTIA	CUMPLIMIENTO	ESTADO	PROGRAMACION
1	Ventilador Volumétrico	S/. 102,645.00	460676	BIERD	P-BIERD/UVS	Cuidado Intensivos	15/06/2014	36 meses	15/06/2017	si	Regular	Correctivo
2	Ventilador Volumétrico Adulto Pediátrico	S/. 102,645.00	455373	BIERD VIA-SYS	Vela	Cuidado Intensivos	10/08/2015	36 meses	10/08/2018	si	Bueno	Correctivo
3	Bomba De Infusión	S/. 11,140.00	392502	TRAVANOL	FLDGARD	Cuidado Intensivos	7/03/2016	36 meses	8/03/2019	si	Bueno	Correctivo
4	Bomba De Infusión	S/. 11,140.00	812753	ALARIS	RF7231FO1	Cuidado Intensivos	28/09/2017	36 meses	28/09/2020	si	Regular	Correctivo
5	Monitor Cardiaco Adulto Pediátrico	S/. 50,425.00	646805	EDWARDS-USA	VIGILEO	Cuidado Intensivos	15/04/2016	36 meses	16/04/2019	si	Bueno	Correctivo
6	Monitor Multiparámetro De Funciones Vitales	S/. 50,425.00	584723	General Electric	DASH-3000	Cuidado Intensivos	24/05/2017	36 meses	24/05/2020	si	Bueno	Correctivo

7	Monitor Multiparámetro De Funciones Vitales De 8 Parámetros	S/. 60,250.00	805528	OMNI-TRAK-SVS	3250-220	Cuidado Intensivo	11/01/2016	36 meses	11/01/2019	si	Regular	Correctivo
8	Monitor Multiparámetro De Funciones Vitales De 5 Parámetros	S/. 55,500.00	246556	PHILIPS	C00366-MP20	Cuidado Intensivo	19/04/2018	36 meses	19/04/2021	si	Bueno	Correctivo
9	Electrocardiógrafo	S/. 5,374.00	300483	ECAPS	ECG8110K	Cuidado Intensivo	25/04/2016	36 meses	26/04/2019	si	Bueno	Correctivo
10	Electrocardiógrafo	S/. 5,374.00	440272	CAREWEL	SG-1101	Cuidado Intensivo	25/04/2016	36 meses	26/04/2019	si	Bueno	Correctivo
11	Coche De Paro	S/. 3,800.00	283607	LIFELINE	JT-2061	Cuidado Intensivo	13/07/2013	36 meses	13/07/2016	si	Regular	Correctivo
12	Coche De Paro	S/. 3,800.00	859245	LIFELINE	JT-3070	Cuidado Intensivo	3/02/2012	36 meses	3/02/2015	si	Bueno	Correctivo
13	Cama Tipo UCI	S/. 7,200.00	815525	METAX	BLANCO	Cuidado Intensivo	2/02/2012	36 meses	2/02/2015	si	Bueno	Correctivo
14	Cama Tipo UCI	S/. 7,200.00	897253	METAX	BLANCO	Cuidado Intensivo	16/07/2015	36 meses	16/07/2018	si	Regular	Correctivo
15	Cama Tipo UCI	S/. 7,200.00	475384	METAX	BLANCO	Cuidado Intensivo	10/05/2011	36 meses	10/05/2014	si	Regular	Correctivo

16	Cama Tipo UCI	S/. 7,200.00	255828	METAX	BLANCO	Cuidado Intensivo	15/09/2014	36 meses	15/09/2017	si	Malo	Correctivo
17	Ecógrafo Portátil	S/. 29,900.00	104251	ALOKA	S SD-900	Cuidado Intensivo	28/04/2015	36 meses	28/04/2018	si	Regular	Correctivo
18	Coche de Paro	S/. 3,800.00	511085	METAX	H3	Emergencia	15/07/2014	36 meses	15/07/2017	si	Bueno	Correctivo
19	Coche de Paro	S/. 3,800.00	596876	METAX	H5	Emergencia	22/03/2013	36 meses	22/03/2016	si	Regular	Correctivo
20	Ventilador Volumétrico Mecánico Adulto/Pediátrico	S/. 178,000.00	259145	VIA-SYS/BRID	VELA	Emergencia	25/06/2016	36 meses	26/06/2019	si	Bueno	Correctivo
21	Monitor Multiparámetro De Funciones Vitales Adulto De 5 Parámetros	S/. 50,425.00	152211	PHILYPS	INTELLIVUE-NP	Emergencia	3/10/2015	36 meses	3/10/2018	si	Bueno	Correctivo
22	Pulsioxímetro Portátil	S/. 3,300.00	602035	TRUSIGNAL	LR87853	Emergencia	3/10/2014	36 meses	3/10/2017	si	Regular	Correctivo
23	Pulsioxímetro	S/. 3,555.00	254119	PCETECH	MINIPAK-300	Emergencia	15/11/2016	36 meses	16/11/2019	si	Regular	Correctivo
24	Pulsioxímetro Adulto/Pediátrico	S/. 3,555.00	729586	OHMEDA	ETM21089	Emergencia	14/06/2017	36 meses	14/06/2020	si	Bueno	Correctivo

25	Electrocardiógrafo	S/. 5,374.00	527577	KIT-ELETROCARD	ECG-11C	Emergencia	14/06/2017	36 meses	14/06/2020	si	Bueno	Correctivo
26	Electrocardiógrafo	S/. 5,374.00	821203	KARAWEL	ECG-1101B	Emergencia	14/06/2017	36 meses	14/06/2020	si	Regular	Correctivo
27	Nebulizador	S/. 2,333.00	181394	OLIDEF	C71-PLUS	Emergencia	14/06/2017	36 meses	14/06/2020	si	Bueno	Correctivo
28	Nebulizador	S/. 2,333.00	267741	OLIDEF	C71-PLUS	Emergencia	27/08/2014	36 meses	27/08/2017	si	Bueno	Correctivo
29	Lámpara De Examen Cuello De Ganso Rodante	S/. 1,050.00	873253	MINSTON	K5-Q6	Emergencia	14/09/2014	36 meses	14/09/2017	si	Bueno	Correctivo
30	Lámpara De Examen Cuello De Ganso Rodante	S/. 1,050.00	634559	MINSTON	K5-Q8	Emergencia	30/08/2014	36 meses	30/08/2017	si	Regular	Correctivo
31	Lámpara Cialítica Rodable	S/. 16,500.00	666692	WELCHALYN	44205	Emergencia	26/12/2013	36 meses	26/12/2016	si	Regular	Correctivo
32	Lámpara Cialítica Rodable	S/. 16,500.00	377319	RIMSA	D400	Emergencia	13/04/2015	36 meses	13/04/2018	si	Regular	Correctivo
33	Monitor Desfibrilador	S/. 30,000.00	378195	PHILYPS	HEARDS TAR	Emergencia	5/07/2016	36 meses	6/07/2019	si	Bueno	Correctivo

34	Monitor Desfibrilador	S/. 30,000.00	784754	LIFEGAIN	CU-NDI	Emergencia	10/09/2014	36 meses	10/09/2017	si	Bueno	Correctivo
35	Glucómetro	S/. 399.00	101882	ACCU-CHEK	55103	Emergencia	16/08/2014	36 meses	16/08/2017	si	Regular	Correctivo
36	Glucómetro	S/. 399.00	365949	CONTUR	P205	Emergencia	12/02/2013	36 meses	13/02/2016	si	Malo	Correctivo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 05. Ficha técnica

Tabla 12. Ficha técnica de monitor de electrocardiógrafo

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS		
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO		
MODELO		AÑO DE COMPRA	2016
NOMBRE DEL EQUIPO		ELECTROCARDIOGRAFO	
MARCA	ECAPS	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO		EQUIPO DE REGISTRO	
CARACTERISTICA		REGISTRA LA ACTIVIDAD DEL CORAZON	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Ficha técnica de monitor de funciones vitales

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS		
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO		
MODELO	DASH-3000	AÑO DE COMPRA	2017
NOMBRE DEL EQUIPO		MONITOR DE FUNCIONES VITALES	
MARCA	GENERAL ELECTRIC	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO		EQUIPO DE MONITOREO	
CARACTERISTICA		MONITOREO Y CONTROL	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Ficha técnica de ventilador volumétrico

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS		
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO		
MODELO	P-BIERD/UVS	AÑO DE COMPRA	2014
NOMBRE DEL EQUIPO		VENTILADOR VOLUMETRICO	
MARCA	BIERD	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO		EQUIPO DE SUSTENTO VITAL	
CARACTERISTICA		SUMINISTRO DE ÓXIGENO	



Tabla 15. Ficha técnica de bomba de infusión

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS		
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO		
MODELO	FLDGARD	AÑO DE COMPRA	
NOMBRE DEL EQUIPO		BOMBA DE INFUSION	
MARCA	TRAVANOL	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO		EQUIPO DE ADMINISTRACIÓN	
CARACTERISTICA		ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS VÍA VENOSA	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Ficha técnica de coche de paro

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS		
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO		
MODELO	SG-1101	AÑO DE COMPRA	2013
NOMBRE DEL EQUIPO		COCHE DE PARO	
MARCA	LIFELINE	CONSUMO	-
TIPO		EQUIPO DE TRANSPORTE	
CARACTERISTICA		TRANSPORTA MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Ficha técnica de cama tipo uci

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS		
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO		
MODELO	BLANCO	AÑO DE COMPRA	2015
NOMBRE DEL EQUIPO		CAMA TIPO UCI	
MARCA	METAX	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO		EQUIPO DE REPOSO	
CARACTERISTICA		REOSAN LOS PACIENTES	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Ficha técnica de ecógrafo

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTESIVOS			
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	S SD-900	AÑO DE COMPRA	2015	
NOMBRE DEL EQUIPO		ECOGRFO PORTATIL		
MARCA	ALOKA	CONSUMO	-	
TIPO		EQUIPO DE ULTRASONIDO		
CARACTERISTICA		PERMITE VER POSIBLES ANOMALIAS ATRAVES DE ONDAS ULTRASONICAS		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Ficha técnica de pulsioxímetro

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTESIVOS			
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	LR87853	AÑO DE COMPRA	2019	
NOMBRE DEL EQUIPO		PULSIOXIMETO		
MARCA	TRUSIGNAL	CONSUMO	-	
TIPO		EQUIPO DE MEDICION		
CARACTERISTICA		MIDE CARDIO, PULSO Y OXIGENO EN LA SANGRE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Ficha técnica del nebulizador

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTESIVOS			
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	C71-PLUS	AÑO DE COMPRA	2017	
NOMBRE DEL EQUIPO		NEBULIZADOR		
MARCA	OLIDEF	CONSUMO	-	
TIPO		EQUIPO RESPIRATORIO		
CARACTERISTICA		CONVIERTE EL MEDICAMENO LIQUIDO A VAPOR		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Ficha técnica de lámpara cialítica rodable

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS			
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	D400	AÑO DE COMPRA	2013	
NOMBRE DEL EQUIPO		LAMPARA CIALITICA RODABLE		
MARCA	RIMSA	CONSUMO	110 - 220 V AC	
TIPO		EQUIPO DE LUZ		
CARACTERISTICA		PROPORCIONA LUZ		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Ficha técnica de monitor desfibrilador

	EQUIPOS BIOMÉDICOS EMERGENCIA			
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	HEARDSTAR	AÑO DE COMPRA	2017	
NOMBRE DEL EQUIPO		MONITOR DESFIBRILADOR		
MARCA	PHILYPS	CONSUMO	110 - 220 V AC	
TIPO		EQUIPO DE RESUCITACIÓN		
CARACTERISTICA		REANIMACIÓN POR DESCARGA ELECTRICA		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Ficha técnica de glucómetro

	EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS			
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	55103	AÑO DE COMPRA	2014	
NOMBRE DEL EQUIPO		GLUCOMETRO		
MARCA	ACCU-CHEK	CONSUMO		
TIPO		EQUIPO DE MEDIDA		
CARACTERISTICA		MIDE LA CONCENTRACION DE GLUCOSA EN SANGRE		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 06. Historial de fallas

Tabla 24. Historial de fallas de los equipos de CI 2019

HISTORIAL DE FALLAS CI ENERO - DICIEMBRE 2019					
N°	EQUIPO	FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	TIEMPO DE PARADA POR AÑO (h)	TIPO MANTENIMIENTO
1	Monitor de funciones vitales	Falla de bomba de PANI	4	85	Correctivo
		Falla de sensor de temperatura	3	105	Correctivo
		Falla de sensor de CO2	3	95	Correctivo
		Falsas solicitudes	2	60	Correctivo
2	Bomba de infusión	Falla de tarjeta de sensor de Oclusión	3	120	Correctivo
		Batería no carga	2	90	Correctivo
		Deterioro de mecanismo Peristáltico	3	100	Correctivo
		Falla de programación	5	110	Correctivo
3	Electrocardiógrafo	Falla de batería recargable de Memoria	2	90	Correctivo
		Falla del panel de control	4	110	Correctivo
		Falla de pantalla LED	2	80	Correctivo
		Falla de la impresora	5	95	Correctivo
4	Ventilador Volumétrico	Falla de sensor de oxígeno	4	130	Correctivo
		Falla de sensor de presión	3	120	Correctivo
		Falla de test de inicio	4	95	Correctivo
		Falsas solicitudes	3	120	Correctivo
5	Ecógrafo Portátil	Falla del tablero de control	4	110	Correctivo
		Falla de transductores	3	110	Correctivo
		Falla de inicio	5	120	Correctivo
		Sobrecalentamiento de Componentes	3	90	Correctivo
6	Coche de Paro	Falta de lubricación en las ruedas	3	90	Correctivo
		Imperfecciones en las gavetas	2	72	Correctivo
		Impurezas en los cajones	6	120	Correctivo
7	Cama UCI	Falta de lubricación en las ruedas	2	48	Correctivo
		Resortes desgastados	3	95	Correctivo
		Colchón desgastado	4	80	Correctivo
TOTAL			87	2540	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Historial de fallas de los equipos de Emergencia 2019

HISTORIAL DE FALLAS EMERGENCIA ENERO - DICIEMBRE 2019					
N°	EQUIPO	FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	TIEMPO DE PARADA POR AÑO (h)	TIPO MANTENIMIENTO
1	Ventilador volumétrico mecánico	Falsas solicitudes	2	60	Correctivo
		Falla de sensor de presión	2	65	Correctivo
		Falla de sensor de temperatura de circuito de paciente	1	70	Correctivo
		Falla de sensor de oxígeno	1	85	Correctivo
		Falla de test de inicio	3	120	Correctivo
2	Pulsioxímetro	Falla de sensor de Oximetría	1	95	Correctivo
		Falla por batería	2	110	Correctivo
		Falsas solicitudes	3	80	Correctivo
3	Nebulizador	Presión baja	2	90	Correctivo
		Rotura del tubo de aire	1	48	Correctivo
		Falla de rodamientos de Motor	2	120	Correctivo
4	Lámpara cialítica rodable	Falla de fuente Alimentación	3	70	Correctivo
		Falla del freno	1	60	Correctivo
		Desnivelación del disco Nivelador	2	65	Correctivo
		Lámparas LED quemados	2	90	Correctivo
5	Monitor desfibrilador	Falla del selector de Energía	2	60	Correctivo
		Falla de las palas	1	48	Correctivo
		Falla de batería	2	70	Correctivo
		Falsas solicitudes	1	72	Correctivo
6	Electrocardiógrafo	Falla de la impresora	3	75	Correctivo
		Falsas solicitudes	1	85	Correctivo
		Falla de pantalla LED	2	30	Correctivo
		Falla del panel de control	1	70	Correctivo
		Falla de batería recargable de memoria	2	48	Correctivo
7	Monitor de funciones vitales	Falla de sensor de Temperatura	2	45	Correctivo
		Falla de sensor de Oximetría	1	90	Correctivo
		Falla de sensor de CO2	2	65	Correctivo

		Falsas solicitudes	1	50	Correctivo
8	Coche de Paro	Falla de rodamientos de las ruedas	1	48	Correctivo
		Falta de lubricación en las ruedas	2	60	Correctivo
		Imperfecciones en las gavetas	1	60	Correctivo
		Impurezas en los cajones	1	60	Correctivo
9	Glucómetro	Falsas solicitudes	5	90	Correctivo
		Falla de pantalla	4	110	Correctivo
TOTAL			63	2464	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Historial de fallas de los equipos de CI 2020

HISTORIAL DE FALLAS CI ENERO - DICIEMBRE 2020					
N°	EQUIPO	FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	TIEMPO DE PARADA POR AÑO (h)	TIPO MANTENIMIENTO
1	Monitor de funciones vitales	Falla de bomba de PANI	4	100	Correctivo
		Falla de sensor de temperatura	5	120	Correctivo
		Falla de sensor de CO2	3	125	Correctivo
		Falsas solicitudes	3	110	Correctivo
2	Bomba de infusión	Falla de tarjeta de sensor de oclusión	4	130	Correctivo
		Batería no carga	3	110	Correctivo
		Deterioro de mecanismo peristáltico	2	100	Correctivo
		Falla de programación	6	80	Correctivo
3	Electrocardiógrafo	Falla de batería recargable de memoria	3	140	Correctivo
		Falla del panel de control	6	90	Correctivo
		Falla de pantalla LED	4	110	Correctivo
		Falla de la impresora	4	110	Correctivo
4	Ventilador Volumétrico	Falla de sensor de oxígeno	5	140	Correctivo
		Falla de sensor de presión	3	120	Correctivo
		Falla de test de inicio	3	120	Correctivo
		Falsas solicitudes	5	110	Correctivo
5	Ecógrafo Portátil	Falla del tablero de control	3	120	Correctivo
		Falla de transductores	2	100	Correctivo
		Falla de inicio	7	125	Correctivo
		Sobrecalentamiento de componentes	4	110	Correctivo

6	Coche de Paro	Falta de lubricación en las ruedas	3	120	Correctivo
		Imperfecciones en las gavetas	4	120	Correctivo
		Impurezas en los cajones	5	120	Correctivo
7	Cama UCI	Falta de lubricación en las ruedas	3	105	Correctivo
		Resortes desgastados	4	105	Correctivo
		Colchón desgastado	3	100	Correctivo
TOTAL			101	2940	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Historial de fallas de los equipos de Emergencia 2020

HISTORIAL DE FALLAS EMERGENCIA ENERO - DICIEMBRE 2020					
N°	EQUIPO	FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS POR AÑO	TIEMPO DE PARADA POR AÑO (h)	TIPO MANTENIMIENTO
1	Ventilador volumétrico mecánico	Falsas solicitudes	5	120	Correctivo
		Falla de sensor de presión	6	140	Correctivo
		Falla de sensor de temperatura de circuito de paciente	4	110	Correctivo
		Falla de sensor de oxígeno	5	110	Correctivo
		Falla de test de inicio	3	80	Correctivo
2	Pulsioxímetro	Falla de sensor de oximetría	4	120	Correctivo
		Falla por batería	3	130	Correctivo
		Falsas solicitudes	4	130	Correctivo
3	Nebulizador	Presión baja	4	90	Correctivo
		Rotura del tubo de aire	1	110	Correctivo
		Falla de rodamientos de motor	5	150	Correctivo
4	Lámpara cialítica rodable	Falla de fuente alimentación	3	120	Correctivo
		Falla del freno	5	110	Correctivo
		Desnivelación del disco nivelador	6	105	Correctivo
		Lámparas LED quemados	1	130	Correctivo
5	Monitor desfibrilador	Falla del selector de energía	2	120	Correctivo
		Falla de las palas	4	100	Correctivo
		Falla de batería	3	110	Correctivo
		Falsas solicitudes	4	110	Correctivo
6	Electrocardiógrafo	Falla de la impresora	3	105	Correctivo
		Falsas solicitudes	4	120	Correctivo
		Falla de pantalla LED	3	100	Correctivo

		Falla del panel de control	2	140	Correctivo
		Falla de batería recargable de memoria	3	120	Correctivo
7	Monitor de funciones vitales	Falla de sensor de temperatura	5	140	Correctivo
		Falla de sensor de oximetría	3	120	Correctivo
		Falla de sensor de CO2	2	110	Correctivo
		Falsas solicitudes	4	120	Correctivo
8	Coche de Paro	Falla de rodamientos de las ruedas	3	100	Correctivo
		Falta de lubricación en las ruedas	4	105	Correctivo
		Imperfecciones en las gavetas	3	120	Correctivo
		Impurezas en los cajones	6	120	Correctivo
9	Glucómetro	Falsas solicitudes	3	110	Correctivo
		Falla de pantalla	3	110	Correctivo
TOTAL			123	3935	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 07. Disponibilidad

Tabla 28. Disponibilidad Pretest

AREA	CI - EMERGENCIA	MES	ENERO - DICIEMBRE		AÑO	2019 - 2020	
N°	EQUIPO	TIEMPO DISPONIBLE	N° FALLAS ANUAL	HORAS DE PARADA ANUAL	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
1	Monitor de funciones vitales	8640	47	1540	151	33	82.18%
2	Bomba de infusión	8640	28	840	279	30	90.28%
3	Electrocardiógrafo	8640	54	1718	128	32	80.12%
4	Ventilador Volumétrico	8640	62	1915	108	31	77.84%
5	Ecógrafo Portátil	8640	31	885	250	29	89.76%
6	Coche de Paro	8640	44	1315	166	30	84.78%
7	Cama UCI	8640	19	533	427	28	93.83%
8	Pulsioxímetro	8640	17	665	469	39	92.30%
9	Nebulizador	8640	15	608	535	41	92.96%
10	Lámpara cialítica rodable	8640	23	750	343	33	91.32%
11	Monitor desfibrilador	8640	19	690	418	36	92.01%
12	Glucómetro	8640	15	420	548	28	95.14%
	TOTAL		374	11879	3824	389	88.54%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 08. Costos de mantenimiento correctivo

Tabla 29. Costos de mantenimiento correctivo

N°	EQUIPOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1	Ventilador Volumétrico	600			S/. 500.00		
2	Bomba De Infusión		S/. 200.00		S/. 300.00		S/. 300.00
3	Monitor Multiparámetro De Funciones Vitales	S/. 250.00		S/. 500.00			
4	Electrocardiógrafo		S/. 300.00			S/. 100.00	
5	Coche De Paro						S/. 200.00
6	Cama Tipo UCI			S/. 350.00		S/. 500.00	
7	Ecógrafo Portátil		S/. 100.00		S/. 350.00		
8	Pulsioxímetro					S/. 200.00	
9	Nebulizador	S/. 300.00		S/. 250.00			S/. 500.00
10	Lámpara Cialítica Rodable	S/. 250.00			S/. 100.00	S/. 600.00	
11	Monitor Desfibrilador			S/. 200.00			
12	Glucómetro		S/. 500.00				S/. 250.00
	TOTAL	S/. 1,400.00	S/. 1,100.00	S/. 1,300.00	S/. 1,250.00	S/. 1,400.00	S/. 1,250.00

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	S/. 750.00				S/. 400.00
S/. 600.00		S/. 700.00	S/. 500.00		
	S/. 320.00			S/. 500.00	
S/. 400.00			S/. 350.00		S/. 500.00
		S/. 500.00		S/. 655.00	
S/. 450.00					
		S/. 200.00		S/. 320.00	S/. 100.00

	S/. 320.00				
		S/. 560.00	S/. 420.00		
S/. 320.00					S/. 300.00
	S/. 132.00		S/. 150.00		
S/. 1,770.00	S/. 1,522.00	S/. 1,960.00	S/. 1,420.00	S/. 1,475.00	S/. 1,300.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 09. Propuesta de orden de trabajo de mantenimiento

Tabla 30. Propuesta OTM

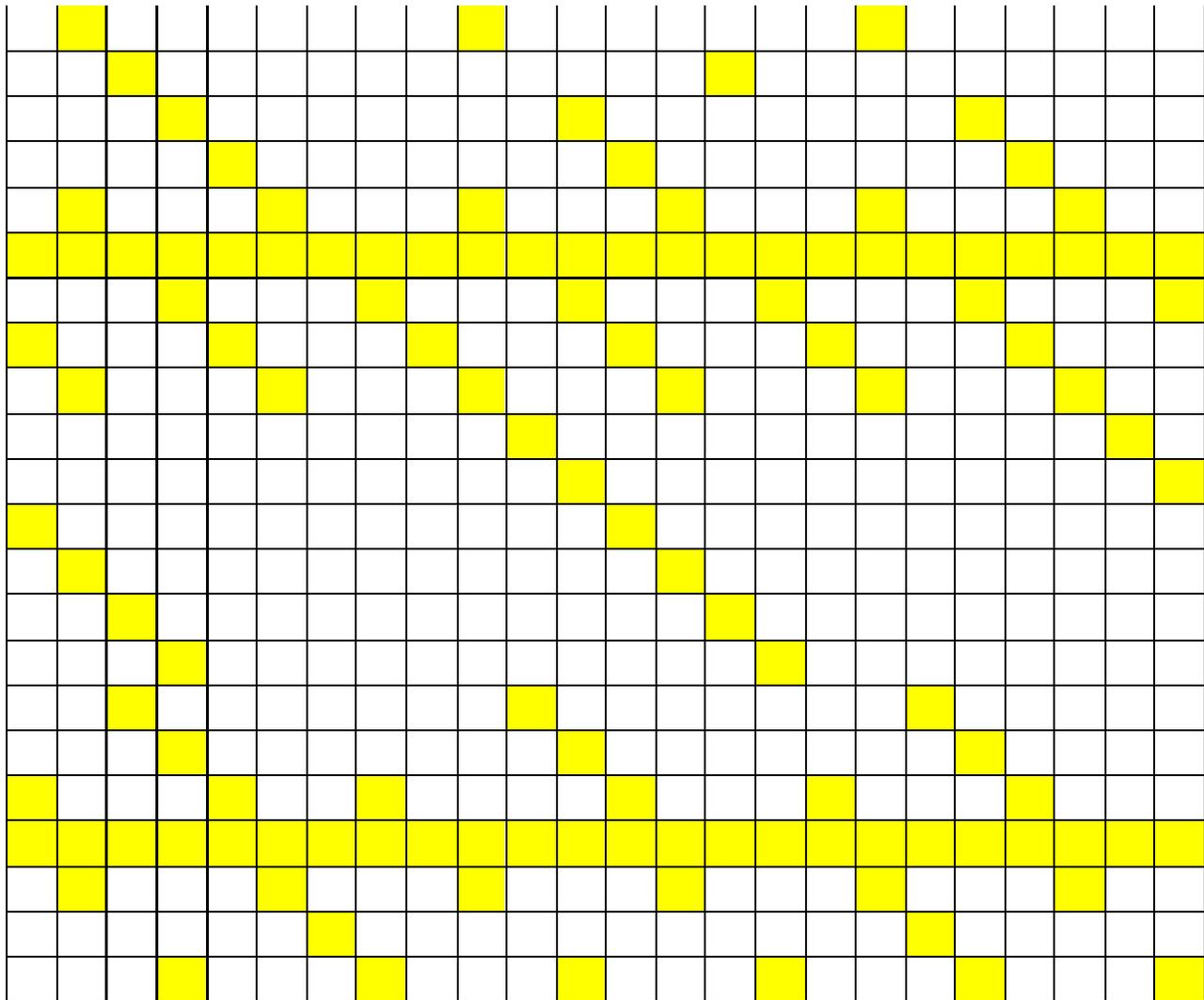
OTM HOSPITAL MINSA CHEPÉN					
N° de Orden		Fecha inicio		Hora inicio	
Duración		Fecha final		Hora final	
Área					
Equipo					
Parte					
Solicitado por			Prioridad		
Asignado a			Tipo de servicio		
Tipo Mantenimiento			Material		
Grupo de fallas			Cantidad		
Fallas reportada			Se tiene/se Compra		
Descripción del trabajo a realiza					
Firma del encargado de área de mantenimiento					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Cronograma de Mantenimiento preventivo

Tabla 31. Cronograma de MP

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS CUIDADOS INTENSIVOS Y EMERGENCIA DEL HOSPITAL MINSA CHEPÉN 2021												
N°	Equipo	Actividad	Frecuencia	Enero				Febrero				
				S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	
1	Ventilador Volumétrico	Inspección y limpieza interna y externa del equipo	trimestral	■								
		Revisión y ajuste de la válvula de regulación	bimensual		■							
		Inspección de enchufe, cable de red y controles	bimensual			■						
		Revisión del sistema de seguridad filtro pruebas de funcionamiento	mensual				■					■
2	Bomba de Infusión	pruebas de aislamiento de motor	trimestral	■								
		verificación de estado de los cables	semestral									
		comprobación de accesorios	bimensual		■							
		prueba de dosificación de suministros	trimestral									
		medición de amperaje y voltaje de los equipos	bimensual			■						
3	Monitor Multiparámetro De Funciones Vitales	desmontaje del equipo, limpieza interna y externa	trimestral									
		inspección de tarjetas electrónicas	trimestral									
		inspección de flats, conectores y batería	trimestral									
		verificación de sensores, mangueras, brazaletes y alarmas	trimestral									
4	Electrocardiógrafo Portátil	prueba de funcionamiento	mensual		■					■		
		desmontaje del equipo, limpieza interna y externa	trimestral			■						
		verificación de la fuente de alimentación y batería	bimensual				■					
		mantenimiento del cable del paciente, electrodo de pecho y miembros	trimestral									
5	Coche De Paro	prueba de funcionamiento	mensual		■					■		
		limpieza interna y externa	trimestral									■
		verificación y lubricación de las ruedas	trimestral									
		Inspección de y verificación de cajones	bimensual					■				
6		prueba de funcionamiento	mensual	■				■				
6		limpieza externa	trimestral						■			



Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Tiempo de Mantenimiento (min)	N° de personal	Prioridad
S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4			
				■												60	1	Media
	■								■							40	2	Alta
		■								■						50	1	Alta
			■								■				■	60	1	Media
																30	1	Baja
				■												90	2	Media
							■									30	1	Baja
	■								■							50	1	Media

Anexo 11. Optimización del Tiempo medio entre fallas

Tabla 32. Optimización del Tiempo medio entre fallas

N°	EQUIPO	TIEMPO DISPONIBLE	HORAS MANT. PREVENTIVO	N° FALLAS ANUAL	MTBF
1	Monitor de funciones vitales	4320	240	8	510
2	Bomba de infusión	4320	240	3	1360
3	Electrocardiógrafo	4320	240	11	371
4	Ventilador Volumétrico	4320	240	7	583
5	Ecógrafo Portátil	4320	240	5	816
6	Coche de Paro	4320	240	6	680
7	Cama UCI	4320	240	4	1020
8	Pulsioxímetro	4320	240	3	1360
9	Nebulizador	4320	240	3	1360
10	Lámpara cialítica rodable	4320	240	4	1020
11	Monitor desfibrilador	4320	240	4	1020
12	Glucómetro	4320	240	3	1360
TOTAL			2880	61	11460

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Optimización del tiempo medio entre reparaciones

Tabla 33. Optimización del tiempo medio entre reparaciones

N°	EQUIPO	HORAS DE PARADA SEMESTRAL	HORAS MANT. PREVENTIVO	N° FALLAS SEMESTRAL	MTTR
1	Monitor de funciones vitales	39	240	8	35
2	Bomba de infusión	15	240	3	85
3	Electrocardiógrafo	44	240	11	26
4	Ventilador Volumétrico	30	240	7	39
5	Ecógrafo Portátil	17	240	5	51
6	Coche de Paro	26	240	6	44
7	Cama UCI	8	240	4	62
8	Pulsioxímetro	13	240	3	84
9	Nebulizador	13	240	3	84
10	Lámpara cialítica rodable	18	240	4	65
11	Monitor desfibrilador	12	240	4	63
12	Glucómetro	9	240	3	83
TOTAL			2880	61	721

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Nueva Disponibilidad

N°	EQUIPO	NUEVA		
		MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
1	Monitor de funciones vitales	510	35	93.60%
2	Bomba de infusión	1360	85	94.12%
3	Electrocardiógrafo	371	26	93.49%
4	Ventilador Volumétrico	583	39	93.79%
5	Ecógrafo Portátil	816	51	94.07%
6	Coche de Paro	680	44	93.88%
7	Cama UCI	1020	62	94.27%
8	Pulsioxímetro	1360	84	94.16%
9	Nebulizador	1360	84	94.16%
10	Lámpara cialítica rodable	1020	65	94.05%
11	Monitor desfibrilador	1020	63	94.18%
12	Glucómetro	1360	83	94.25%
				94.00%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Carta de presentación

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Carlos José Sandoval Reyes

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Chepén, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos por el grado de Ingeniero.

El título del presente proyecto de investigación es: "Implementación de plan de mantenimiento preventivo y su efecto en la disponibilidad de los equipos biomédicos en las unidades críticas del hospital MINSA Chepén" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Horna Muguéza, Freddy Anthony Jesús
73071356

CARTA DE PRESENTACION

Señora: Mg. Luz Angelita Moncada Vergara

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para ofrecerle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Chepén, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos por el grado de Ingeniero.

El título del presente proyecto de investigación es. "Implementación de plan de mantenimiento preventivo y su efecto en la disponibilidad de los equipos biomédicos del hospital MINSA Chepén" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me des pido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Horna Muguerza, Freddy Anthony Jesús
73071356

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Carlos Enrique Mendoza Ocaña

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para ofrecerle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Chepén, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos por el grado de Ingeniero.

El título del presente proyecto de investigación es. "Implementación de plan de mantenimiento preventivo y su efecto en la disponibilidad de los equipos biomédicos del hospital MINSA Chepén" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me des pido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Horna Muguerza, Freddy Anthony Jesús
73071356

Anexo 15. Certificado de validez de los instrumentos

N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:							
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Índice de mantenimiento programado	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Confiabilidad	/		/		/		
	VARIABLE DEPENDIENTE:							
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo medio para reparar (MTTR)	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Luz Angelita Moncada Vergara

DNI: 18110664

Especialidad del validador: Ing. Industrial

30 de junio del 2020

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


CIP 52199

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:							
	DIMENSION 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Indice de mantenimiento programado	/		/		/		
	DIMENSION 2	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Confiabilidad	/		/		/		
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	/		/		/		
	DIMENSION 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo medio para reparar (MTTR)	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Carlos José Sandoval Reyes

DNI: 19222224

Especialidad del validador: Ing. Industrial

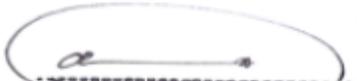
30 de junio del 2020

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


 Carlos J. Sandoval Reyes
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. 151071

Firma del Experto Informante.

N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:							
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Índice de mantenimiento programado	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Confiabilidad	/		/		/		
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo medio para reparar (MTTR)	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Carlos Enrique Mendoza Ocaña

DNI: 17806063

Especialidad del validador: Ing. Industrial

30 de junio del 2020


 Carlos Mendoza Ocaña
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP, 61807

Firma del Experto Informante.

Firma del Experto Informante.

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

Anexo 16: Presupuesto del mantenimiento preventivo

Anexo 16.1 COSTOS FIJOS

Costos Fijos	Valor S/.	Cantidad	Sub total
Computadora	3000	1	3000
Impresora	500	1	500
Archivador	100	1	100
Materiales de oficina	150		150
TOTAL			3750

Anexo 16.2 COSTOS MENSUALES

Costos Mensuales	Valor S/.	Cantidad	Sub total
Impresión de formatos a ser utilizados para cada máquina	0.3	50	15
Fotocopias del formato de mantenimiento de Cuidados Intensivos	0.1	50	5
Fotocopias del formato de emergencias	0.1	50	5
Papel bond	0.05	150	7.5
TOTAL			32.5

Anexo 16.3 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS MECÁNICAS

COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			 		
Código: H		Herramientas Mecánicas	Fecha: 02 - 11 - 2020		Hoja: 1/3
Solicitado por:			Aprobado por:		
COD	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANT.	COSTO UNID. S/.	COSTO TOTAL
H01	Aceitero	125 cc	2	15	30
H02	Alicate	8"	2	15	30
H03	Arco de sierra	465*130	2	20	40
H04	Brocha	1/2"	3	5	15
H05	Cepillo de cerdas de acero		2	8	16

H06	Discos de corte	4"	2	16	32
H07	Tornillo de banco		2	55	110
H08	Escuadra	7" - 9"	1	5	5
H09	Esmeril de banco	10"	1	200	200
H10	Extractor de rodamientos		2	45	90
H11	Franelas		3	5	15
H12	Granete		2	3	6
H13	Juego de llaves ajustable	8" - 12"	1	115	115
H14	Juego de llaves de boca	36 a 50 mm	1	215	215
H15	Juego de llaves hexagonales	6 a 15 mm	1	40	40
H16	Prensa de mano	8" a 12"	2	50	100
H17	Juego de hexagonales tipo Allen		1	58	58
H18	Juego de machuelos	2" - 11/2" 10-22mm	1	150	150
H19	Juego de brocas	6 - 14 mm	1	30	30
H20	Lima	Fina, media - gruesa	2	25	50
H21	Llave stylson	36"	2	120	240
H22	Llave francesa	36"	2	70	140
H23	Martillo de bola	10 libras	2	16	32
TOTAL					1759

Anexo 17.4 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS ELECTRICAS

COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO



PERÚ

Ministerio de Salud

Código: E		Herramientas Eléctricas	Fecha: 02 - 11 - 2020		Hoja: 2/3
Solicitado por:			Aprobado por:		
COD	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANT.	COSTO UNID. S/.	COSTO TOTAL
E01	Amoladora	4"	1	100	100
E02	Cinta aislante		6	1	6
E03	Cortafrío		2	5	10
E04	Extensión eléctrica bifásica	30 m	2	8	16
E05	Extensión eléctrica trifásica	30 m	1	60	60
E06	Juego de desarmadores	4" a 12"	2	20	40
E07	Limpiador de contactos		1	12	12
E08	Pinzas		3	5	15
E09	Pinzas amperimétricas		1	70	70

E10	Máquina soldadora		1	550	550
E11	Taladro inalámbrico		1	200	200
E12	Taladro percutor		1	650	650
E13	Teflón		6	1	6
E14	Tenaza entendible		2	20	40
				TOTAL	1775

Anexo 17.5 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE SEGURIDAD

COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	  PERÚ Ministerio de Salud
---	---

Código: S, M		SEGURIDAD E INSTRUMENTOS DE MEDIDA	Fecha: 02 - 11 - 2020	Hoja: 3/3	
Solicitado por:			Aprobado por:		
COD	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANT.	COSTO UNID. S/.	COSTO TOTAL
S01	Botiquín		1	100	100
S02	Casco de protección		3	12	36
S03	Máscara para soldar		1	25	25
S04	Máscara para esmerilar		1	15	15
S05	Escalera telescópica	24 pasos	1	650	650
S06	Extinguidor	FQS	2	70	140
S07	Gafas de seguridad		6	5	30
S08	Guantes de cuero o maniobra	G40	6	7.5	45
S09	Linterna		2	10	20
S10	Mandil de trabajo		2	15	30
S11	Tapones auditivos		6	1	6
S12	Tijeras		2	5	10
S13	Utensilios de limpieza		1	100	100
M01	Calibrador	20 mm x 0.05	2	50	100
M02	Flexómetro		2	5	10
M03	Nivel		3	5	15
M04	Termómetro digital		2	100	200
				TOTAL	1532

Anexo 17.6 Calculo de Costo de la Ejecución del Plan

COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO		 	
COSTO PARA LA EJECUCIÓN		Fecha: 02 - 11 - 2020	
Solicitado por:		Aprobado por:	
COD	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL	
1	Costos Fijos	3750	
2	Costos Mensuales	32.5	
3	Herramientas mecánicas	1759	
4	Herramientas eléctricas	1775	
5	Equipos de seguridad	1207	
6	Instrumentos de medida	325	
	TOTAL	8848.5	

Anexo 17: Fotografías



Hospital de Chepén



Coche de Paro



Nebulizador



Electrocardiógrafo



Monitor de funciones vitales

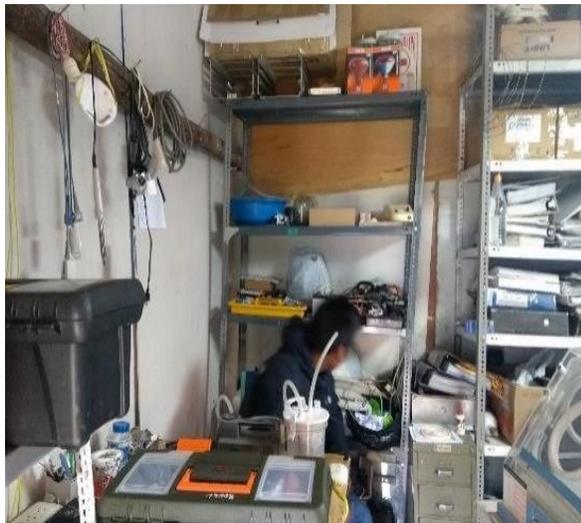
Bomba de infusión



Inspección del desfibrilador



Oficina de mantenimiento



Ecógrafo



Pulsioxímetro