



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE
INDICES DE INOPERATIVIDAD DE EQUIPOS
MÉDICOS PARA CENTROS MÉDICOS”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Abel Victor Tito Mora

Asesor:

Mg. Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Código ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7652-6672>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Néstor Miguel Geldres Rosales	10202333
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Alexander Gonzales Bardales	43569100
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Cesar Reyes Gutierrez	19260641
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento
para la Reducción de Índices de Inoperatividad de
Equipos Médicos para Centros Médicos

DEDICATORIA

Quiero realizar esta dedicatoria en primer lugar a
Dios que ha estado presente en cada proceso de mi
vida.

A mis padres, Soriano Tito Sivelora y Santusa Mora
Carazas, por darme su confianza y haberme apoyado
en todos los aspectos de su propia posibilidad. Por su
gran apoyo inagotable en poder animarme en cumplir
mi desarrollo personal.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a mi asesor,
Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz, quien siempre confió en
mi capacidad para salir adelante y dándome su
respaldo en todo momento

AGRADECIMIENTO

Este trabajo representa uno de los logros más resaltantes que me propuse en un determinado momento de mi vida, por este motivo quiero agradecer a las personas que de una u otra manera fueron claves para llegar a la meta.

A DIOS, por darme su respaldo cada día de mi vida, mostrándome que hay que dar lo mejor como si fuera el último día.

A MIS PADRES, Soriano y Santusa, por haberme acompañarme con su respaldo fraternal y su dedicación ilimitada por formarme como un hombre de bien.

A MI PASTORA ROSSMERY, por marcar mi camino a través de su mentoreo integral y dedicado.

A LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, por ser parte de mi formación académica para ser un profesional de excelencia.

A MI ASESOR JIMY FRANK OBLITAS CRUZ, por su entrega en la asesoría académica, por sus enseñanzas y empuje para seguir adelante en esta etapa.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
TABLA DE CONTENIDO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE ANEXOS.....	14
RESUMEN.....	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Antecedentes de la Investigación.....	18
Antecedente Internacional	18
Antecedente Nacional.....	19
1.3. Formulación del problema.....	21
1.4. Bases Teóricas	21
Sistema de Gestión de Calidad	21
Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).....	22
Mantenimiento Correctivo.....	22
Mantenimiento Predictivo	22
1.5. Objetivos	23
Objetivo general	23

Objetivos específicos	23
1.6. Hipótesis	24
Hipótesis general	24
1.7. Justificación.....	24
Justificación Teórica.....	24
Justificación Práctica	24
Justificación Metodológica.....	24
 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	 25
2.1. Tipo	25
Tipo de Investigación	25
Nivel de Investigación	25
Diseño de Investigación.....	26
2.2. Operalización de Variables	26
2.3. Técnicas, instrumentos, herramientas y metodos	26
Análisis Documental.....	28
Toma de Tiempo y Observación.....	28
2.3. Procedimientos de Recolección de datos	31
 CAPÍTULO III: RESULTADOS	 32
3.1. Información de la empresa.....	32
Datos generales de la empresa Jaime Rojas.....	32
Visión	32
Misión.....	32
Descripcion de la empresa (rubro y productos)	33
Clientes	33
3.2. Diagnostico del área de centro médico.....	34
Diagrama de ISHIKAWA	34
Análisis FODA	38
Diagrama de Pareto de Equipos Medicos	39

Diagnostico de Estudio	41
Variable Independiente:.....	41
Porcentaje total de tareas preventivas	41
Porcentaje de cumplimiento de tareas preventivas	41
Porcentaje de cumplimiento de inspecciones	41
Variable Dependiente	42
Tiempo Promedio entre fallas (MTBF).....	42
Tiempo Promedio de reparación (MTTR)	43
Porcentaje de Disponibilidad.....	44
Operacionalización de Variables Cuantificadas	46
3.3. Propuesta de Mejora	47
Propuesta de Mejora 1: Flujograma de Mantenimientos	47
Flujograma de Mantenimiento Preventivo.....	48
Flujograma de Mantenimiento Correctivo.....	49
Flujograma de Diseño y desarrollo de mantenimiento	50
Propuesta de Mejora 2: Planificación de Mantenimiento de los Equipos Medicos Criticos.....	51
1. Planificación de Mantenimiento Preventivo de la Bomba de Infusión de 02 Canales. 51	
2. Reconocimiento de piezas y componentes de bomba de infusión de 02 canales..... 54	
3. Programación de Mantenimiento de la Bomba de Infusión de 02 Canales	55
1. Planificación de Mantenimiento Preventivo del Desfibrilador con monitor y paletas	
externas.....	57
2. Reconocimiento de piezas y componentes de desfibrilador con monitor y paletas	
externas.....	60
3. Programación de Mantenimiento del Desfibrilador con monitor y paletas externas.. 61	
1. Planificación de Mantenimiento Preventivo la Incubadora de transporte - estandar. 63	
2. Reconocimiento de piezas y componentes de incubadora de transporte – estándar ... 66	
3. Programación de Mantenimiento de la Incubadora de transporte – estándar	68
1. Planificación de Mantenimiento Preventivo de la Refrigeradora para laboratorio (15	
a 25 pies)	70
2. Reconocimiento de piezas y componentes de refrigeradora para laboratorio (15 a 25	
pies)	73
3. Programación de Mantenimiento de la Refrigeradora para Laboratorio (15 a 25 pies)	
.....	74
Propuesta de Mejora 3: Cronograma de Mantenimiento Preventivo	76
Cronograma de Mantenimiento de Bomba de Infusión de 02 Canales.....	77
Cronograma de Mantenimiento de Desfibrilador con monitor y paletas externas.....	79

Cronograma de Mantenimiento de Incubadora de transporte	81
Cronograma de Mantenimiento de Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	83
Propuesta de Mejora 4: Formatos de Registro de Equipos Medicos.....	86
Formato de Ficha Técnica de Equipo	87
Formato de Hoja de Vida de Equipo Medico	88
Formato de Hoja de Rutina de Revisión y Limpieza de Equipo Medico	89
Formato de Orden de Trabajo de Mantenimiento	90
Formato de Registro de Reparación y Cambios de accesorios y/o componentes	91
Propuesta de Mejora 5: Diseño de Aplicativo Movil App Sheet para el registro de formatos.	92
Plataforma de Desarrollo de AppSheet	93
Diagrama Secuencial de Funcionamiento de App Sheet para los Centros Medicos:	
Personal de Mantenimiento – Almacenamiento Cloud	96
Diagrama Secuencial de Funcionamiento de App Sheet para los Centros Medicos:	
Almacenamiento Cloud –Ingeniero Encargado	97
Pantallas de Uso de Aplicativo	98
3.5. Resultado después de la Mejora	101
Variable Independiente: Sistema de Gestión de Mantenimiento	101
Porcentaje total de tareas preventivas	101
Porcentaje de cumplimiento de tareas preventivas	102
Porcentaje de cumplimiento de inspecciones	102
Variable Dependiente: Disponibilidad de Equipos Medicos	103
Tiempo Promedio entre fallas (MTBF)	103
Tiempo Promedio de reparación (MTTR)	104
Porcentaje de Disponibilidad	105
Cuadro Resumen.....	106
3.6. Analisis Costo-Beneficio	107
Costo.....	107
Aspectos Operativos:	108
Costos Mensuales	110
Beneficios	110
Comparación.....	112
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	114
4.1. Discusión	114

4.2.	Conclusiones	117
4.3.	Recomendaciones	119
	REFERENCIAS	121
	ANEXOS	126
	ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales y métodos de recolección de datos	27
Tabla 2 Herramientas de calidad para el procesamiento de datos	29
Tabla 3 Software de procesamiento de datos.....	29
Tabla 4 Métodos de procesamiento de datos	30
Tabla 5 Procedimiento de recolección de datos	31
Tabla 6 FODA de Centro Médico	38
Tabla 7 MTBF en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico, periodo 2020-2022	42
Tabla 8 MTTR en horas de los equipos médicos críticos del centro médico, periodo 2020-2022	43
Tabla 9 Tiempo de reparación acumulado en horas de los equipos médicos del centro médico	43
Tabla 10 Valores de porcentaje de disponibilidad de los equipos médicos críticos del Centro Médico	45
Tabla 11 Operalización de variables cuantificadas.....	46
Tabla 12 Actividades del mantenimiento preventivo de la bomba de infusión de 02 canales.52	
Tabla 13 Programación de mantenimiento de la bomba de infusión de 02 canales	55
Tabla 14 Actividades del mantenimiento preventivo del desfibrilador con monitor y paletas externas.....	58
Tabla 15 Programación de mantenimiento del desfibrilador con monitor y paletas externas .61	
Tabla 16 Actividades del mantenimiento preventivo de incubadora de transporte-standar	64
Tabla 17 Programación de mantenimiento de la incubadora de transporte-standar.....	68
Tabla 18 Actividades del mantenimiento preventivo de la refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies).....	71
Tabla 19 Programación de mantenimiento de la refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	74
Tabla 20 Cronograma de mantenimiento preventivo de bomba de infusión de 02 canales....	77
Tabla 21 Cronograma de mantenimiento de desfibrilador con monitor y paletas externas	79
Tabla 22 Cronograma de mantenimiento preventivo de incubadora de transporte-standar ...	81

Tabla 23 Cronograma de mantenimiento preventivo de refrigeración para laboratorio (15 a 25 pies).....	83
Tabla 24 Requisitos no funcionales	92
Tabla 25 Casos de uso del aplicativo - CUA.....	94
Tabla 26 Caso de uso CUA-01	95
Tabla 27 MTBF en horas de los equipos médicos críticos del centro médico en el periodo 2023-2025.....	103
Tabla 28 MTTR en horas de los equipos médicos críticos del centro médico en el periodo 2023-2025.....	104
Tabla 29 Porcentaje de disponibilidad inherente de los equipos médicos críticos del centro médico en el periodo 2023-2025.....	105
Tabla 30 Cuadro resumen.....	106
Tabla 31 Costo de inversión.....	109
Tabla 32 Sueldo de personal requerido	110
Tabla 33 Beneficio del mes de Febrero 2023	110
Tabla 34 Beneficio del mes de Marzo 2023.....	111
Tabla 35 Beneficio del mes de Abril 2023.....	111
Tabla 36 Comparativa costo / beneficio	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Logo de la empresa A.Jaime Rojas Rep. Grls. S.A.....	33
Figura 2 Diagrama de ISHIKAWA del Centro Médico	37
Figura 3 Diagrama de Pareto de frecuencias de fallas	40
Figura 4 Grafica del MTBF en horas de los equipos médicos criticos dentro del periodo establecido 2020-2022	42
Figura 5 Grafica de tiempo de reparación acumulada en horas de los equipos médicos criticos dentro del periodo analizado, 2020-2022.....	44
Figura 6 Grafica de la disponibilidad inherente de los equipos médicos criticos dentro del periodo analizado, 2020-2022.....	45
Figura 7 Flujograma de mantenimiento preventivo.....	48
Figura 8 Flujometro de mantenimiento correctivo.....	49
Figura 9 Flujograma de diseño y desarrollo del mantenimiento	50
Figura 11 Parte frontal de la bomba de infusión de 02 canales	54
Figura 10 Parte trasera de la bomba de infusión de 02 canales	54
Figura 12 Parte frontal del desfibrilador con monitor y paletas externas.....	60
Figura 13 Parte trasera del desfibrilador con monitor y paletas externas	60
Figura 14 Parte frontal de incubadora de transporte-standar	66
Figura 15 Parte trasera de incubadora de transporte-standar	66
Figura 16 Descripción de componentes de incubadora de transporte-estandar	67
Figura 17 Descripción de partes y componentes de la refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies).....	73
Figura 18 Componentes de la refrigeradora para laboratorio (15a 25 pies).....	73
Figura 19 Ficha tecnica de equipos médicos.....	87
Figura 20 Hoja de vida de equipos médicos.....	88
Figura 21 Hoja de rutina de revisión y limpieza de equipos médicos	89
Figura 22 Orden de trabajo de mantenimiento	90
Figura 23 Registro de reparación y cambios de accesorios y/o componentes	91
Figura 24 Plataforma de desarrollo de AppSheet.....	93

Figura 25 Diagrama secuencial de funcionamiento	94
Figura 26 Diagrama secuencial de funcionamiento de App Sheet para los centros médicos: Personal de mantenimiento - Almacenamiento Cloud	96
Figura 27 Diagrama secuencial de funcionamiento de App Sheet para los centros médicos: Almacenamiento Cloud- Ing. Encargado	97
Figura 28 Pantalla de uso de aplicativo: Pantalla de Inicio y registro de datos	99
Figura 29 Pantalla de aplicativo App Sheet: Registro de datos y registro de fotos de equipos médicos	100
Figura 30 Grafica de porcentaje de disponibilidad inherente de los equipos médicos críticos del centro médico en periodo 2023-2025.....	105

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1 Matriz para evaluación de expertos	126
ANEXO N° 2 Matriz para evaluación de expertos	127
ANEXO N° 3 Instrumento de recolección de datos-cuestionario.....	128
ANEXO N° 4 Matriz de consistencia	129
ANEXO N° 5 Número total de fallas reportadas en los periodos 2020-2022	130
ANEXO N° 6 Porcentaje acumulado de total de fallas de equipos médicos	132
ANEXO N° 7 Tiempo total de operación en horas disponibles de los equipos médicos críticos en el área de mantenimiento del centro médico 2020-2022.....	134
ANEXO N° 8 Número de paradas de los equipos médicos por fallas en el área de mantenimiento del centro médico 2020-2022.....	135
ANEXO N° 9 Tiempo total de reparación de los equipos médicos por fallas en el área de mantenimiento del centro médico 2020-2022.....	136
ANEXO N° 10 Número de paradas de los equipos médicos por fallas proyectadas en el área de mantenimiento del centro médico 2023-2025.....	137
ANEXO N° 11 Tiempo total de reparación de los equipos médicos proyectadas por fallas en el área de servicio del centro médico 2023-2025	138
ANEXO N° 12 Número de fallas de la bomba de infusión de 02 canales en el periodo 2020-2022.....	139
ANEXO N° 13 Número de fallas de desfibrilador con monitor y paletas externas en el periodo 2020-2022	140
ANEXO N° 14 Número de fallas de la refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies) en el periodo 2020-2022	141
ANEXO N° 15 Número de fallas de la incubadora de transporte - standar en el periodo 2020-2022.....	142
ANEXO N° 16 Partes de la bomba de infusión de 02 canales	143
ANEXO N° 17 Componentes de la bomba de infusión de 02 canales	145

RESUMEN

El trabajo de investigación presentado tuvo como objetivo el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la reducción de índices de inoperatividad de equipos médicos para centros médicos; en este caso para un centro médico, el cual es cliente de la empresa A. Jaime Rojas Rep. Grls. S.A.

Los métodos y técnicas considerados en esta investigación fueron: la encuesta, entrevista, análisis FODA. Añadir que también se usaron herramientas como análisis de Pareto, análisis Ishikawa; siendo base de para la recolección y análisis de datos. Los resultados obtenidos mostraron que la disponibilidad de equipos críticos dio un valor de 82 %, un valor bajo en el contexto del centro médico. También se obtuvieron resultados de 0 % en las tareas preventivas, bajo este contexto se presentaron 5 propuestas de mejoras, los cuales consistieron en: Flujograma de mantenimientos, planificación de mantenimientos, cronograma de mantenimientos, formatos de registro y el diseño de aplicativo móvil App Sheet para el registro de formatos.

Los resultados obtenidos después del diseño de gestión de mantenimiento, obtuvo el aumento de disponibilidad de los equipos críticos analizados de un 82 % a un 94 %, en paralelo también se logro obtener un análisis económico del costo-beneficio, el cual da el valor de 2.3, mostrando una rentabilidad de S/. 2.30 por cada sol invertido, añadir que ello se da en un escenario pesimista, por lo que habría tendencias positivas en un escenario real y optimista, debido al retorno rápido de la inversión. Todo ello traería una repercusión en la reducción de índices de inoperatividad de equipos médicos del centro médico.

PALABRAS CLAVES: Equipos Médicos, Mantenimiento, Gestión, Sistema, Inoperatividad, App Sheet

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El mundo actual con el pasar del tiempo no ha dejado de evolucionar en la gran variedad y cantidad de equipos médicos que hay en los hospitales de cada país, añadir que es considerado como “una herramienta que sirve para apoyar al personal médico y de ingeniería en el desarrollo, control y dirección de una gestión de mantenimiento para el equipo médico” (Estrada, 2011).

Estos equipos médicos ayudan a salvar vidas o prolongarlas, como ejemplos podemos referir los equipos de anestesia y el instrumental quirúrgico que son usados en la sala de operaciones, los equipos de radioterapia son usados para el tratamiento del cáncer y las incubadoras que son una necesidad para el recién nacido prematuro. También ayudan en la mejora de la calidad de vida, como los hemodializadores que sustituyen la función renal y otros equipos; pero la disponibilidad sigue siendo escasa en los países de pocos recursos y el reporte de la OMS detalla que “los aparatos de tomografía computarizada es por término de 1 a 64 900 personas en los países de altos recursos y de tan solo 1 por 3.5 millones de personas en los países de pocos recursos” (Organización Mundial de la Salud, 2012).

En el ámbito del sector salud los equipos médicos son elementos indispensables en la prestación de servicios, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades. Pero una mala gestión de estos bienes puede llevar a la concretización de riesgos peligrosos en este tipo de tecnologías, por tal motivo las entidades prestadoras de servicio deben de contar con servicio de mantenimiento para evitar estos eventos. “Las estadísticas realizadas en los países de altos recursos aseguran que el 21 % de los accidentes hospitalarios se originan por la tecnología biomédica” (Grettchen, 2002).

En este sentido, la labor del área de mantenimiento está estrechamente relacionada con la prevención de accidentes y lesiones, por ende, el poder mantener en buenas condiciones los equipos médicos recae en el área de mantenimiento. “Un estudio realizado de Enero a Junio de 2010 en el servicio de cirugía de una institución prestadora de servicios de salud en Colombia, detallo que en ese tiempo se reportaron 29 casos de eventos adversos que tenían asociación con equipos médicos y que algunos profesionales de la entidad consideraban que estos eventos adversos eran prevenibles en su totalidad. Esta investigación encontró que el mantenimiento estaba incompleto o no se había realizado, siendo uno de los factores más resaltantes en la incidencia de los eventos adversos en equipos médicos” (Alonso & Lilian, 2010). Un caso que fue muy conocido en Perú, ocurrió en el Hospital de Es Salud, Almanzor Aguinaga Asenjo de Chiclayo, en donde un menor de un año sufrió quemaduras tras explotar equipo de operación en un proceso de operación sencilla, “el gerente de la entidad aseguro que los aparatos pasan por una revisión técnica cada tres meses, pero este caso aun es investigado por Es Salud” (Exitosa, 2109). Ante este panorama también se puede inferir, que no solamente es el paciente quien resulta dañado ante la eventualidad adversa del equipo médico, en el aspecto económico esto se interpretaría, que la falta de mantenimiento de los equipos médicos es un factor que también provoca pérdidas en la atención de salud, convirtiéndose en un problema institucional trayendo consigo la implicancia de contribuir a la mejora evaluando el cumplimiento de los mantenimientos con la finalidad de evitar daños al paciente, costos innecesarios y dar la garantía en la calidad de servicio.

Es por ello que se plantea la mejora de la gestión de mantenimiento para la reducción de índices de inoperatividad de equipos médicos para centros médicos y así poder contribuir en la mejora de prestación de los servicios que cada entidad considere.

1.2. Antecedentes de la Investigación

Antecedente Internacional

La tesis titulada “Diseño de un Planteamiento Basado en Ingeniería de Confiabilidad para Equipos Médicos en un Hospital de Alta Especialidad”, elaborado por Juan P. (2019) presenta lo siguiente:

En las instituciones de salud es necesario contar con monitores de signos vitales y desfibriladores que estén disponibles y tengan la confiabilidad del caso para que los médicos puedan realizar el diagnóstico del caso, prescribir tratamientos y demás aspectos. El contexto en este Centro Médico presenta que el 45 % de los equipos médicos en hospitales no funciona según el Centro de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC, 2007), la implicancia de ello muestra que para tener el 100 % de disponibilidad, se necesitaría como mínimo el 45 % de equipo extra para suplir la demanda de equipos con el sistema de mantenimiento actual. En México, el proceso de gestión en equipos médicos tienen una amplia variedad de condicionamientos, ante ello, se presenta la premisa de presentar la implementación, el desarrollo de estrategias y acciones que se encaminen a resolver la gestión de equipos médicos; ello repercute en la calidad de atención por parte del Centro Médico. Las implicancias de estos puntos contempla la seguridad del paciente, esto conllevaría que un equipo médico tiene el criterio de componente de costo muy importante, ya que conlleva inversión económica vinculados a los costos de operación y mantenimiento; añadir que se desea que el equipo médico logre superar su vida útil estimada.

La tesis titulada “Diseño de un Plan de Gestión de Mantenimiento de Equipos Biomédicos para la Red de Salud del Sur Oriente E.S.E de Santiago de Cali-Valle del Cauca”, elaborado por Daniel R. (2019) presenta lo siguiente:

El centro médico inicio su proceso de mantenimiento en el año 2016 y para fortalecer el área de ingeniería biomédica presentaron un programa de tecnovigilancia, añadir que en el año 2017, se implemento un plan de mejoramiento y a pesar de ello, el centro médico reconoce la importancia de una gestión biomédica debido a las implicancias del impacto económico, seguridad del paciente y mantener el funcionamiento de los equipos médicos. Bajo esta premisa se diseño un plan de gestión de mantenimiento el cual detalla estrategias que conllevan la elaboración de un procedimiento de valoración para la adquisición de equipos médicos, añadir que se presento la metodología de evaluación de equipos médicos, basados en los procesos establecidos por el área de mantenimiento. Finalmente se logro la aplicación de la metodología con la ayuda de los equipos médicos con la finalidad de mejorar y fortalecer la gestión de mantenimiento, ello permitio avances en la mejora de sus servicios de salud hacia los pacientes.

Antecedente Nacional

La tesis titulada “Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para los Equipos Biomedicos del Area UCI COVID de un Hospital de la Ciudad de Piura”, elaborado por Campos M. (2021) presenta lo siguiente:

Con el conexto actual de pandemia y la necesidad prioritaria de adquirir equipos médicos para el tratamiento de COVID-19, el Ministerio de Salud realiza grandes inversiones en equipamiento biomédico, siendo las regiones del norte, los mas afectados por la pandemia. El hospital solo cuenta con 45 equipos médicos en el área de UCI COVID, los cuales se encuentran las 24 horas en uso continuo, bajo ese contexto se evidencio la falta de mantenimiento preventivo, generando poca confiabilidad y seguridad en el uso de estos equipos médicos; añadir que la falta de mantenimiento correctivo genera paradas imprevistas,

originando paralizaciones en distintas áreas de UCI COVID. Esta problemática conlleva que los familiares trasladen a sus familiares a otros centros médicos, los cuales generan gastos económicos y mayor riesgo de pérdidas humanas, bajo esta premisa surge la necesidad de diseñar e implementar planes de mantenimiento preventivos y correctivos; también la estimación del costo que implicaría ello, esto permitiría poder contar con un sistema de gestión de mantenimiento que permita dirigir, programar, supervisar y evaluar los equipos médicos para preservar la calidad como el buen uso de los equipos médicos que tienen la finalidad de dar una atención de calidad.

La tesis titulada “Mejora y Actualización del Plan de Mantenimiento Preventivo de los Equipos Biomedicos del Area Central de Esterilización del Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin de la Fuente ”, elaborado por Mamani C. (2019) presenta lo siguiente:

El Centro Medico tiene un enfoque recuperativo y de rehabilitación que tiene un potencial humano calificado que tiene la capacidad de poder atender de manera optima a 250 000 asegurados en ES SALUD. Mencionar que la central de esterilización es el punto vital del centro medico, ya que de ahí se origina todo el material que será utilizado en cada paciente, por lo que la central de esterilización no debería realizar trabajos con un plan de mantenimientos preventivos deficientes, ya que ello constituye una continuidad a la existencia de averías de los equipos médicos, ello implica no tener un optimo uso de los equipos médicos; en consecuencia, la entidad se ve en la necesidad urgente de una mejora y actualización de un plan de mantenimiento preventivo para suplir los problems actuales del centro medico, ya que ello implicaría mejorar muchos problemas presentados en líneas anteriores.

La tesis titulada “Sistema de gestión de mantenimiento de los bienes del Centro de salud Santa Luzmila”, elaborado por Cervantes V. (2018) presenta lo siguiente:

El centro de Salud Santa Luzmila requiere que sus equipos se encuentren en óptimas condiciones de operatividad durante todo el día ya que son equipos de soporte de vida, ante esta problemática se propusieron determinar la jerarquía de factores influyentes en su sistema de gestión de mantenimiento, sus lineamientos tuvieron un enfoque cuantitativo, diseño no experimental, explicativo.

La ejecución del trabajo implica el método hipotético deductivo dentro de tal método, procediendo en obtener la muestra de 84 trabajadores, en base a una encuesta como instrumento validado. Los datos que obtuvieron fueron analizados por regresión logística ordinal, los resultados que obtuvieron a través de las herramientas aplicadas influyo de manera significativa en su sistema de gestión de mantenimiento.

1.3. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento reduce los Índices de Inoperatividad de los equipos médicos en Centros Médicos?

1.4. Bases Teóricas

Sistema de Gestión de Calidad

El sistema de gestión de calidad es un sistema estructurado que formaliza el aspecto documentario de los procedimientos, procesos para obtener objetivos y políticas de calidad. El sistema de gestión de calidad fortalece la dirección y coordinación de actividades en una organización con la finalidad de poder cumplir con los clientes y mejorar la eficiencia y eficacia de manera constante. La calidad cumple un aspecto primordial a tal punto que debemos comprender que “para obtener calidad, es necesario que todos participen desde el

principio. Si únicamente se hicieran inspecciones de la calidad, solo estaríamos impidiendo que salieran productos defectuosos, pero no evitaríamos que se produjeran defectos” (Joseph, 1954).

Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)

Se denomina mantenimiento preventivo, a acciones realizadas en intervalos predeterminados o de acuerdo a criterios establecidos y que está destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. “En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisiones y reparaciones periódicas que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. Fundamentalmente es un procedimiento de tipo periódico aunque veremos que los periodos de revisión no son exclusivamente temporales” (Norma EN 13306, 2010).

Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel que “sirve para corregir los problemas que se van presentando en los equipos a medida que los usuarios los van comunicando ese sí se espera que ocurra una falta para que el personal de mantenimiento entre en acción” Gonzales (2005). También se conoce como mantenimiento de descomposturas y solo tiene lugar cuando alguna máquina no funciona.

Mantenimiento Predictivo

El libro organizaciones y gestión integral de mantenimiento menciona que “el mantenimiento predictivo lo podemos definir como el método el cual nos permite conocer o por lo menos intenta predecir la situación operacional del equipo a través de modelos precisos como control de temperatura consumo de corriente violación etcétera tal que la variabilidad

en dichos controles nos permitirá identificar con anticipación algún evento futuro” (García, 2010).

1.5. Objetivos

Objetivo general

Determinar en qué medida influye el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento en la reducción los Índices de Inoperatividad de los equipos médicos en un centro médico.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico situacional y diseñar un sistema de Gestión de Mantenimiento para la Reducción de Índices de Inoperatividad de Equipos Médicos para Centros Medicos.
- Desarrollo de aplicativo movil que permita la aplicación del diseño del sistema de Gestión de Mantenimiento para la Reducción de Indices de Inoperatividad de Equipos Medicos para Centros Medicos.
- Realizar la medición de los indicadores de la variable dependiente e independiente, luego del Diseño de Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Reducción de Indices de Inoperatividad de Equipos de Medicos para Centros Medicos.
- Realizar una evaluación económica Costo-Beneficio del Diseño de Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Reducción de Indices de Inoperatividad de Equipos Medicos para Centros Medicos.

1.6. Hipótesis

Hipótesis general

El diseño de un sistema de gestión de mantenimiento disminuye los índices de inoperatividad de los equipos médicos de un centro médico.

1.7. Justificación

El desarrollo de esta investigación se da por la necesidad que presenta un centro médico, teniendo la ausencia de procedimientos de mantenimientos orientados a la reducción de índices de inoperatividad, teniendo como sustento los siguientes apartados:

Justificación Teórica

La investigación permitirá brindar herramientas de consulta para la elaboración del diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado, Ishikawa, Pareto, Tiempo Promedio entre Fallas-MTBF, Tiempo Promedio en Reparación-MTTR, Porcentaje de Disponibilidad Inherente-DI y demás herramientas para esta investigación; siendo aplicable y adaptable para cualquier entidad.

Justificación Práctica

Se determina que se da un aporte que implica mejora en la optimización de los servicios que presta un centro médico.

Justificación Metodológica

La metodología está orientada a la reducción de índices de inoperatividad de los equipos médicos, facilitando riesgos futuros en el paciente.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo

Tipo de Investigación

“La investigación Cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer una inferencia a una población de la cual toda muestra procede”, (Fernández, 2002).

En base a la cita textual, se afirma que la presente es una investigación del tipo cuantitativa, infiriendo en toda muestra que pertenezca a una población objetiva.

Nivel de Investigación

Según (Dankhe, 1989) una investigación descriptiva busca especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

“Una investigación correlacional es el tipo de estudio que tiene como propósito evaluar la relación que exista entre dos o más conceptos. Siendo los estudios cuantitativos correlacionales los que miden el grado de relación entre dos o más variables”, (Hernández, 2003).

Ante las premisas presentadas, definimos esta investigación como investigación de nivel descriptivo correlacional, ya que presenta el establecimiento de la correlación entre las variables gestión de mantenimiento y disponibilidad de equipos medicos.

Diseño de Investigación

“La investigación no experimental o *ex-post-facto* es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”, Kerlinger (1979). Por lo tanto, no hay condiciones o estímulos que puedan exponer a los sujetos de estudio.

En base a la teoría presentada, podemos determinar que el diseño es no experimental, debido a que no habrá manipulación de variables o asignaciones aleatorias, determinando que los análisis serán realizados en sus ambientes habituales.

2.2. Operalización de Variables

Este trabajo de investigación está estructurado por una variable independiente y dependiente, los cuales implican el uso de métodos que tengan base en indicadores que tengan la capacidad de realizar monitoreos a las variables, ello puede ser visualizado en la matriz de consistencia en el ANEXO N° 4.

2.3. Técnicas, instrumentos, herramientas y métodos

Se detalla las técnicas, instrumentos, herramientas y métodos a utilizarse en esta investigación en los siguientes cuadros.

Tabla 1 Materiales y métodos de recolección de datos

TECNICA	JUSTIFICACION	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
Análisis Documental	Permitió poder acceder a la información y datos históricos que eran requeridos para los cálculos para su posterior interpretación y comparación en base a la propuesta.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de contenido - Microsoft Excel - Cuaderno de apuntes 	La información recopilada a través de datos históricos y digitales alineados a la logística, producción.
Toma de Tiempo	Permitió obtener mediciones detalladas del tiempo realizado en cada actividad y ubicar los cuellos de botella.	<ul style="list-style-type: none"> - Cronometro - Cuaderno de apuntes 	El área de Mantenimiento.
Observación	Permitió obtener la identificación de problemas en los procesos a través de la observación.	<ul style="list-style-type: none"> - Registro Anecdótico - Diario de Campo - Cuaderno de apuntes 	El área de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Documental

Objetivo:

Dispuso información y datos necesarios para sus respectivos cálculos que después permitirán comparaciones e interpretaciones.

Procedimiento:

Almacenar y organizar los datos obtenidos en una hoja de cálculo, obtener nuevos datos y emisión de indicadores.

Instrumentos:

Cuaderno de apuntes, Microsoft Excel, laptop.

Toma de Tiempo y Observación

Objetivo:

Determinar las mejores oportunidades que puedan ser ejecutadas en el área de mantenimiento.

Procedimiento:

Realizar actividades de observación en pleno funcionamiento y proceso de la empresa. Se procede en la toma de tiempos y demás datos necesarios. Redacción y registro de la información en cuaderno de apuntes.

Instrumentos:

Lapiceros, cuaderno de apuntes, cronomet

Tabla 2 Herramientas de calidad para el procesamiento de datos

HERRAMIENTAS DE CALIDAD	DESCRIPCIÓN
Diagrama de Pareto	Identifica defectos que se producen con frecuencia
Diagrama de Ishikawa	Herramienta de calidad que ayuda a identificar las causas-raíces de un problema

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3 Software de procesamiento de datos

SOFTWARE	DESCRIPCIÓN
Microsoft Excel	Es una software eficaz que tiene la finalidad de obtener información con propósito en base a grandes cantidades de datos, añadir que funciona también con los cálculos básicos y para realizar seguimiento de todo tipo de información.
Microsoft Word	Es una software de procesamiento de textos, estructurado con la finalidad de crear documentos de gran calidad profesional, añadir que ayuda a organizar y redactar documentos de manera eficaz.
Lucidchart	Es una software que se usa para la diagramación basado en la web, ello permite crear diagramas de flujo, diagramas de procesos de redes, organigramas, mapas mentales.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4 Métodos de procesamiento de datos

METODOS	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
Tiempo Promedio entre Fallas-MTBF	Permite poder representar el tiempo medio que se da entre dos fallas de un equipo determinado.	$MTBF = \frac{\text{Tiempo Total de Funcionamiento}}{\text{Número de Fallas}}$
Tiempo Promedio en Reparación-MTTR	Permite poder realizar la medida de los tiempos medios necesarios para realizar la reparación de una falla.	$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Inactividad}}{\text{Número de Fallas}}$
Porcentaje de Disponibilidad Inherente-DI	Reconoce el porcentaje del tiempo de un equipo, mostrando las condiciones operativas durante un periodo de análisis.	$\% \text{ de D. I.} = \frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} \times 100$
Porcentaje Total de tareas Preventivas	Presenta el porcentaje de mantenimiento programado y ejecutado dentro de lo establecido.	$\% \text{ T.T.P.} = \frac{\text{Tareas preventivas}}{(\text{Tareas preventivas}+\text{Tareas correctivas})} \times 100$
Porcentaje de Cumplimiento de Tareas Cumplidas	Permite ver el porcentaje de tiempo contrastado en una restricción de calidad de servicio que se mantuvo en los umbrales de un periodo de tiempo determinado.	$\% \text{ C.T.C.} = \frac{\text{Total de tareas preventivas realizadas}}{(\text{Total de tareas preventivas programadas})} \times 100$

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Procedimientos de Recolección de datos

Tabla 5 Procedimiento de recolección de datos

ETAPAS	PROCEDIMIENTO
Diagnostico	<p>Se procedió a realizar el diagnóstico del estado actual de la empresa con el servicio de mantenimiento en un Centro Medico con las siguientes herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Ishikawa: Mediante el diagrama se logró determinar las causas generales y las causas raíces para encontrar las soluciones en el área de mantenimiento. • Tiempo Promedio entre Fallas-MTBF: Se determinó la situación de los lapsos de tiempo de fallas en varios equipos. • Tiempo Promedio en Reparación-MTTR: Se determino los tiempos medidos de cada proceso de reparación. • Porcentaje de Disponibilidad Inherente: Se determino los tiempos operativos de varios equipos durante un proceso de análisis. • Encuesta: Se encuesta a una cantidad determinada de trabajadores en el área de mantenimiento con la finalidad de poder conocer los problemas en base a la percepción de cada uno de ellos.
Solución Propuesta	<p>Se ejecutaran herramientas de mejora para el área de mantenimiento con el objetivo de reducir los índices de Inoperatividad de los equipos médicos para centros médicos.</p>
Evaluación	<p>Se procederá a realizar la evaluación de las mejoras sobre la propuesta de mejora ejecutada, con la finalidad de calcular indicadores en la productividad del mantenimiento.</p>

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Información de la empresa

Datos generales de la empresa Jaime Rojas

RUC: 20102032951

Razón Social: A JAIME ROJAS REPRESENTACIONES GRLES S A

Nombre Comercial: A. Jaime Rojas Representaciones

Tipo Empresa: Sociedad Anonima

Dirección Legal: Jr. Garcia y Garcia Nro. 870

Urbanizacion: Fundo Tejada

Distrito / Ciudad: Barranco

Departamento: Lima, Perú

Visión

Ser una empresa líder en el equipamiento integral médico hospitalario, con presencia en otros países de Sudamérica.

Misión

Brindar soluciones integrales a las necesidades de los profesionales de la salud a través de la comercialización y servicio técnico de equipos médicos hospitalarios, brindando bienestar y desarrollo a nuestro equipo humano.

Descripción de la empresa (rubro y productos)

Es una empresa peruana orientada a la comercialización y el soporte técnico de productos y equipos médicos integrales de salud. La trayectoria de 49 años les ha dado la calidad de ser la primera empresa en el sector de la comercialización de equipos médicos.



Figura 1 Logo de la empresa A.Jaime Rojas Rep. Grls. S.A.

Clientes

Hoy en día abarca la comercialización para el equipamiento médico hospitalario de diferentes áreas de especialización, como:

- Sala de Operaciones Inteligentes
- Cuidados Intensivos
- Central de Esterilización
- Hospitalización
- Laboratorio Clínico
- Consultorios Externos
- Sala de Emergencias
- Fisioterapia y Rehabilitación
- Salud Ocupacional
- Residuos Sólidos Hospitalarios
- Gineco –Obstetricia
- Servicio técnico

3.2. Diagnóstico del área de centro médico

Diagrama de ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa o Causa- Efecto, nos permite observar las distintas causas por las cuales los equipos medicos del área de Servicio de un Centro Medico, tiene indices de inoperatividad notables, generando una baja disponibilidad dentro del ambiente de trabajo en el Centro Medico, esto implica experiencias de paradas innecesarias, originando costos altos de mantenimiento, añadir que las consecuencias en este contexto traen por ende: deterioros y obsolescencia en los equipos médicos. Estas consecuencias implican tiempos de mediano y largo plazo, trayendo consigo un panorama poco alentador en lo que respecta a tener bajos índices de inoperatividad en los equipos médicos.

El factor de mediciones, nos muestra el ausentismo de un sistema de registro en la cual se pueda cotejar el costo de un mantenimiento, esto traería implicancias como la falta de formato donde se puedan registrar e identificar los costos de mantenimientos durante el periodo de vida útil de un equipo medico, las consecuencias ante este contexto conllevarían a la falta de historial en costos en lo que respecta al periodo de vida útil y su desempeño de manera independiente en cada equipo medico.

El factor material, nos presenta un contexto de mala manipulación de los equipos médicos, esto implicaría que no se tiene la premisa y consideración sobre el uso del manual de usuario-tecnico, el cual trae consigo las indicaciones del caso en cada acción y proceso a ejecutar. Tambien se ha logrado identificar tiempos de parada prolongados en los mantenimientos correctivo no-programados, esto se debe a la demora de la llegada de repuesto(s) debido a la condiciones de proceso de atención en qué se encuentre; generalmente se deben al tiempo de espera de importación de repuesto(s) y la ubicación de repuesto(s) en el mercado nacional.

El factor personal, nos identifica la escasez de mano de obra calificada a tiempo completo, ya que hay tiempos de espera largos hasta ubicar a la persona calificada que haga uso del equipo médico. Añadir que se ha logrado determinar que el personal de mantenimiento presenta un contexto de falta de iniciativa y automotivación, pero también se tiene en conocimiento que el centro médico no dispone de capacitaciones usuario-técnico de manera constante, ya que solo son en base a la necesidad urgente del momento.

El factor medio ambiente, nos presenta un contexto de déficit en la limpieza de los equipos médicos, ya que este déficit se basa en las muestras de polvo y humedad encontrados de manera continua sobre los equipos, siendo estos 2 factores son claves para el origen de corrosión en mediano y largo plazo. Añadir que actualmente en el centro médico hay personal designado para la limpieza, pero esta designación solo contempla la limpieza de ventanas, piso, sillas, mesa, paredes, etc; esta actividad da origen a partículas de polvo que se adhieren a los equipos médicos.

El factor métodos, nos muestra tiempos de demora en la ejecución de mantenimiento correctivos no programados, ya que estos implican tiempos de un día a tres días; añadir que también se observó que después de cada mantenimiento correctivo, estos no cuentan con formatos de registro de cada acción realizada, trayendo consigo la falta de historial de los equipos médicos.

El factor máquina, permitió determinar que el centro médico no cuenta con un sistema de diagnóstico que les permita ubicar los equipos según su criticidad en base a indicadores. A este contexto se le añade la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo; también la falta de eficiencia en los mantenimientos correctivos ya que los técnicos proceden a reparar

los equipos luego de que anteriormente se le realizó un mantenimiento correctivo, ante este panorama se logra determinar la falta de historial detallado de fallas por equipo.

En base a los datos de un cliente de la empresa A. Jaime Rojas, el cual concierne a un centro medico, se ha identificado 48 equipos médicos, los cuales se encuentran detallados en el ANEXO N° 5 .

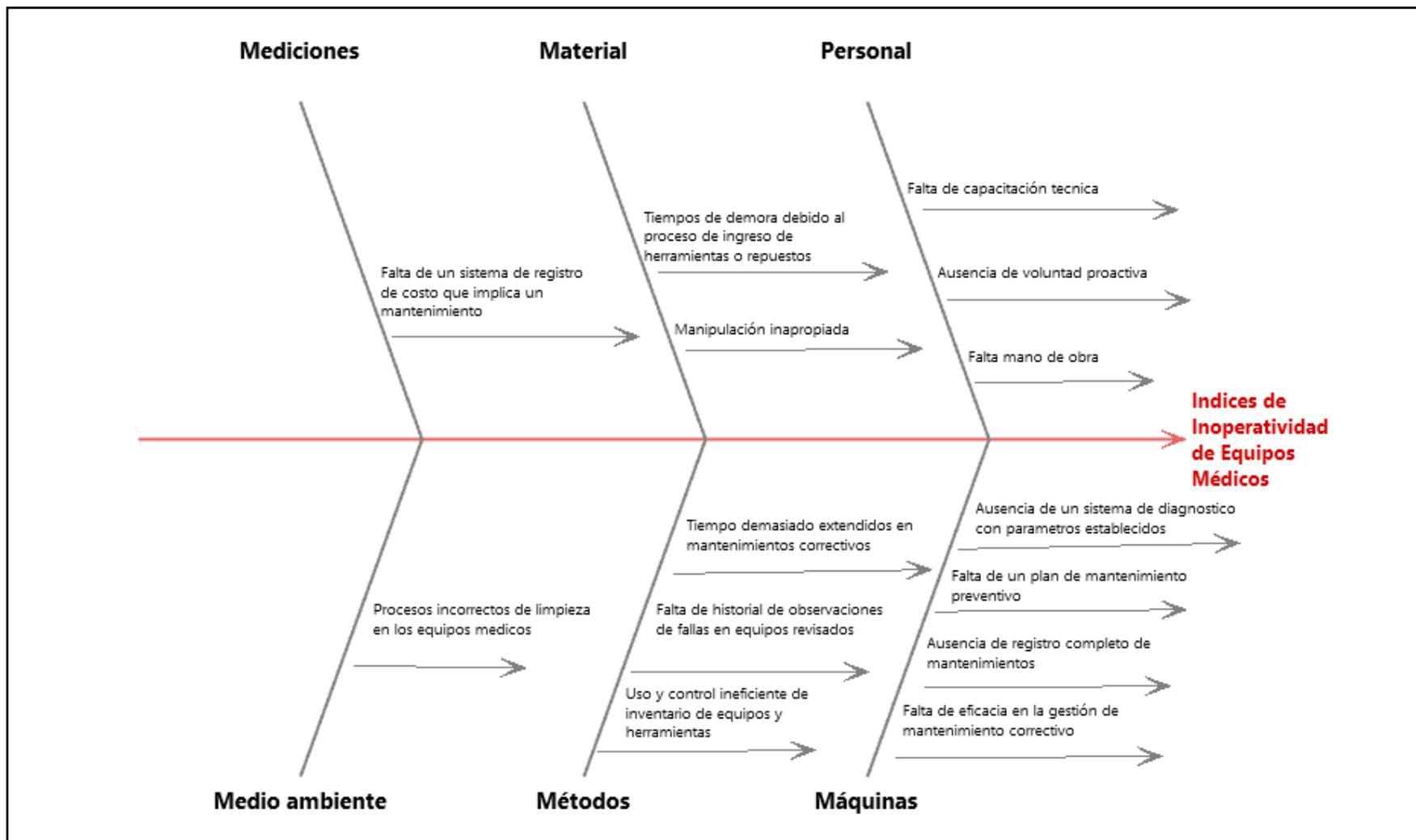


Figura 2 Diagrama de ISHIKAWA del Centro Médico

Analisis FODA

El análisis FODA realizado, muestra los puntos identificados a detalle en lo que respecta a las fortalezas y debilidades; también las amenazas y oportunidades que se logran ubicar en el área de servicio de mantenimiento del centro médico, determinando el contexto actual basado en estas premisas.

Tabla 6 FODA de Centro Médico

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> 4. Personal con experiencia en áreas de mantenimientos. 5. Disposición de apoyo en la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento. 6. Aumento de pacientes en el centro médico. 7. Disposición de herramientas básicas para los mantenimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> 8. Equipos de última generación. 9. Aumento de demanda de atención médica.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de un sistema de gestión de mantenimiento. • Talleres de Mantenimiento Biomedico no adecuados por los espacios reducidos dispuestos. • Falta de proceso tales como: Instrumentos de Medición y Procedimientos para la ejecución de un mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones económicas, condición que no permite la ejecución de mantenimientos debido a la falta de herramientas, insumos y demás aspectos necesarios. • Cambios en normativas.

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de Pareto de Equipos Medicos

El diagrama de Pareto nos muestra una grafica que fue realizada por datos de registro del área de servicio de mantenimiento los cuales contemplan el periodo de 3 años (2020-2022), estos registros muestran las fallas registradas en ese periodo (ANEXO N° 6), con estos datos fue accesible la realización del diagrama de Pareto el cual ha permitido tener un panorama de los equipos críticos.

Luego de realizar el análisis del diagrama de Pareto y la teoría 80-20, se logra determinar que el 80% de fallas se origina en los primeros 22 equipos médicos, de esta cantidad los 4 primeros equipos (ANEXO N° 7) muestran el registro de mayor cantidad de fallas, siendo esta cantidad la premisa del caso para determinar como prioridad a los 4 primeros equipos médicos y poder realizar un énfasis detallado en su sistema de mantenimiento preventivo vigente.

En base a la información adquirida en el diagrama de Pareto, se determino escoger los cuatro primeros equipos para su respectivo estudio detallado que será plasmado en esta investigación, la selección de estos equipos se basa a que estos implican el 31% de fallas, los cuales son:

- Bomba de infusión de 02 canales (modo macro y micro)
- Desfibrilador con monitor y paletas
- Incubadora de transporte estándar
- Refrigeradora para Laboratorio (25 a 30 pies)

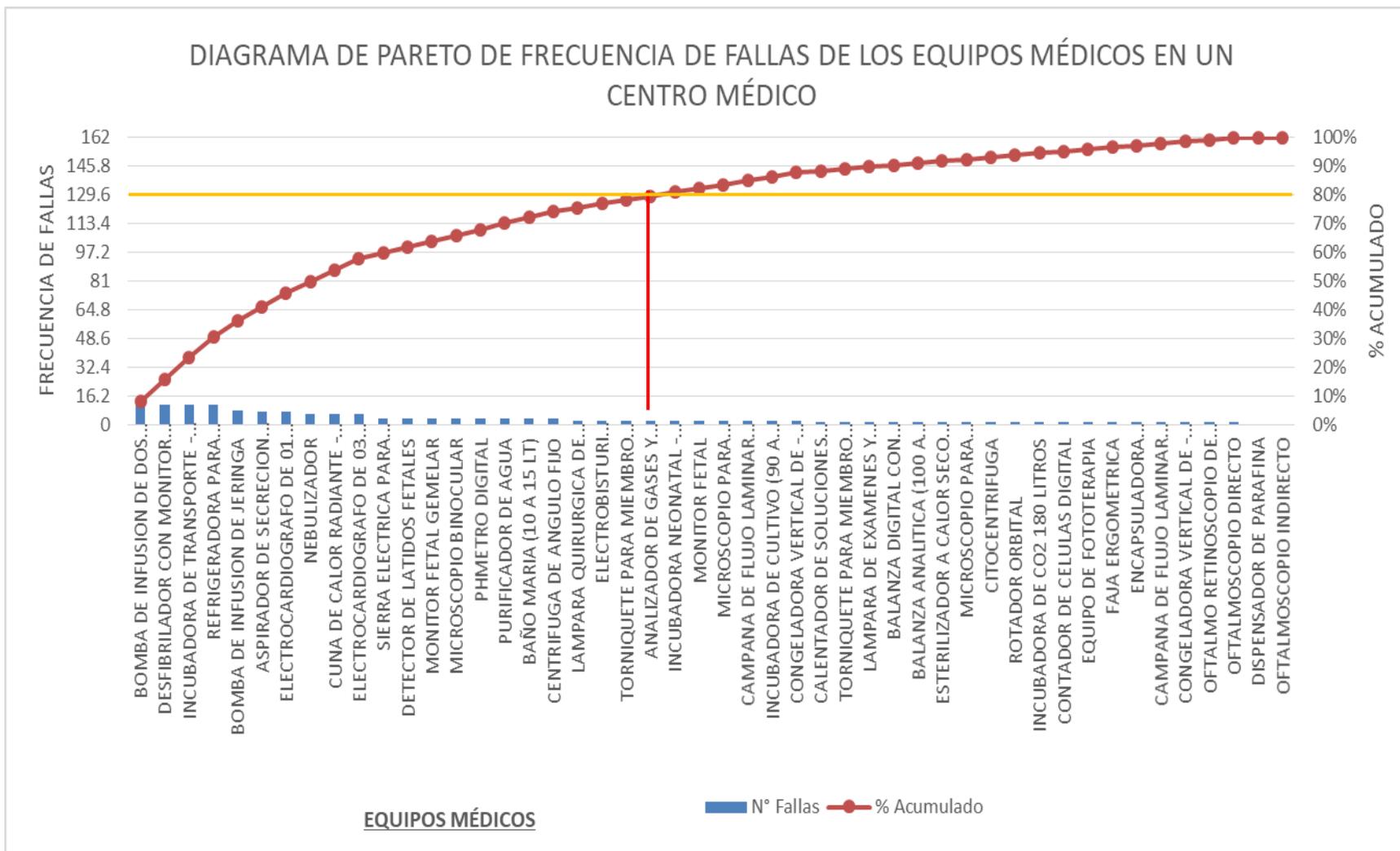


Figura 3 Diagrama de Pareto de frecuencias de fallas

Diagnostico de Estudio

Variable Independiente:

Porcentaje total de tareas preventivas

La obtención de este valor se da en base a la consideración del cumplimiento del sistema de gestión que da un valor del 0 %, este valor se debe a que durante el proceso de investigación no se encontró tareas preventivas ya que la empresa no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento preventivo. Añadir que en el valor de tareas correctivas, fueron considerados el total de fallas de equipos médicos en el periodo de estudio (ANEXO N° 8), La formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = \frac{0}{0+147} \times 100$$

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = 0 \%$$

Porcentaje de cumplimiento de tareas preventivas

Este valor se da en base a la consideración al número de tareas preventivas que da un valor del 0 %, este valor se debe a que durante el proceso de investigación no se encontró evidencias al respecto, ya que la empresa no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento preventivo. La formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = 0 \%$$

Porcentaje de cumplimiento de inspecciones

Este valor se da en base a la consideración al número de inspecciones que da un valor del 0 %, este valor se debe a que durante el proceso de investigación no se encontró evidencias al respecto ya que la empresa no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento preventivo. La formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = 0 \%$$

Variable Dependiente

Tiempo Promedio entre fallas (MTBF)

Para obtener los resultados en este indicador, se considero los valores de tiempo total de funcionamiento (ANEXO N° 7) y el numero de fallas de los equipos en el periodo 2020-2022 (ANEXO N° 8), la formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

Tabla 7 MTBF en horas de los equipos médicos críticos del Centro Médico, periodo 2020-2022

Equipo Medico Critico - MTBF	Año		
	2020 (Horas)	2021 (Horas)	2022 (Horas)
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	1217	730	913
Desfibrilador con monitor y paletas externas	438	548	1095
Incubadora de transporte - estandar	730	730	973
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	1642	2190	1642

Fuente: Elaboración Propia

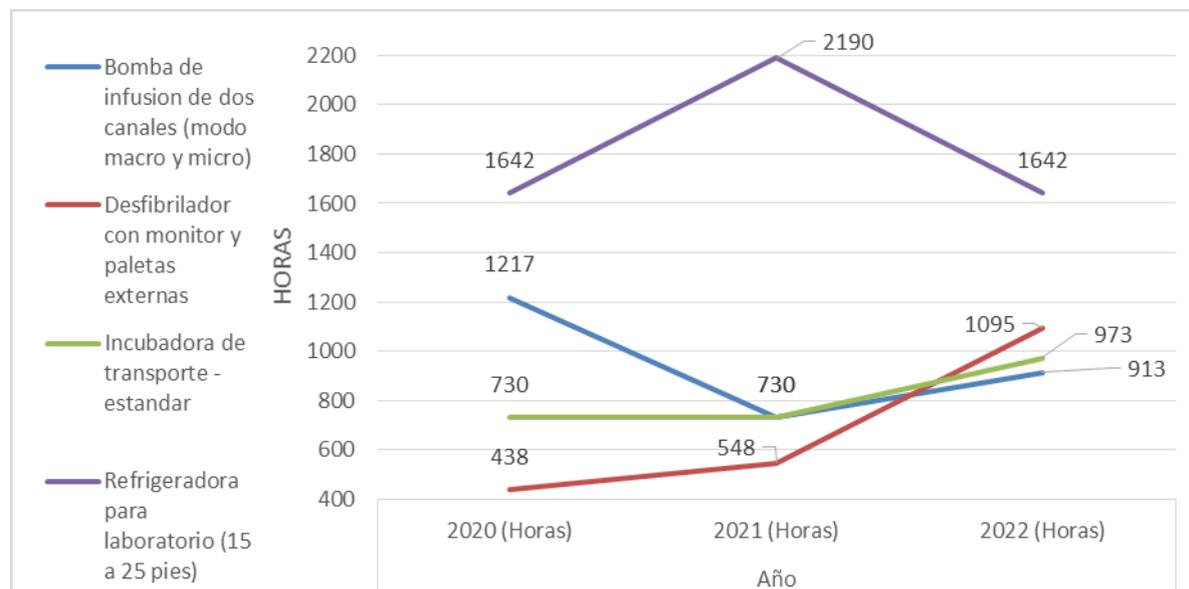


Figura 4 Grafica del MTBF en horas de los equipos médicos críticos dentro del periodo establecido 2020-2022

Se puede apreciar que en la (Tabla 7) y (Figura 4), el dato de números de horas de funcionamiento de cada equipo medico, muestra una tendencia a la baja dentro del periodo estudiado.

Tiempo Promedio de reparación (MTTR)

Para obtener los resultados en este indicador, se considero los valores de tiempo total de inactividad de los equipos medicos (ANEXO N° 9) y el numero de fallas de los equipo en el periodo 2020-2022 (ANEXO N° 8), la formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

Tabla 8 MTTR en horas de los equipos médicos críticos del centro médico, periodo 2020-2022

Equipo Medico Critico	Año		
	2020 (Horas)	2021 (Horas)	2022 (Horas)
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	72	72	72
Desfibrilador con monitor y paletas externas	48	48	48
Incubadora de transporte - estandar	96	96	96
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	120	120	120

Fuente: Elaboración Propia

Lo que se aprecia en la (Tabla 8), son datos que indican el numero de horas para poder iniciar de nuevo el funcionamiento de los equipos que fueron ubicados con fallas, esto quiere decir, el tiempo de inactividad de los equipos médicos críticos, siendo este constante en el tiempo, el detalle viene en que cada equipo medico critico muestra un diferente tiempo de inactividad en base a la complejidad de su proceso de reparación.

Tabla 9 Tiempo de reparación acumulado en horas de los equipos médicos del centro médico

Equipo Medico Critico	Año		
	2020 (Horas)	2021 (Horas)	2022 (Horas)
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	216	360	288
Desfibrilador con monitor y paletas externas	240	192	96
Incubadora de transporte - estandar	384	384	288
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	480	360	480

Fuente: Elaboración Propia

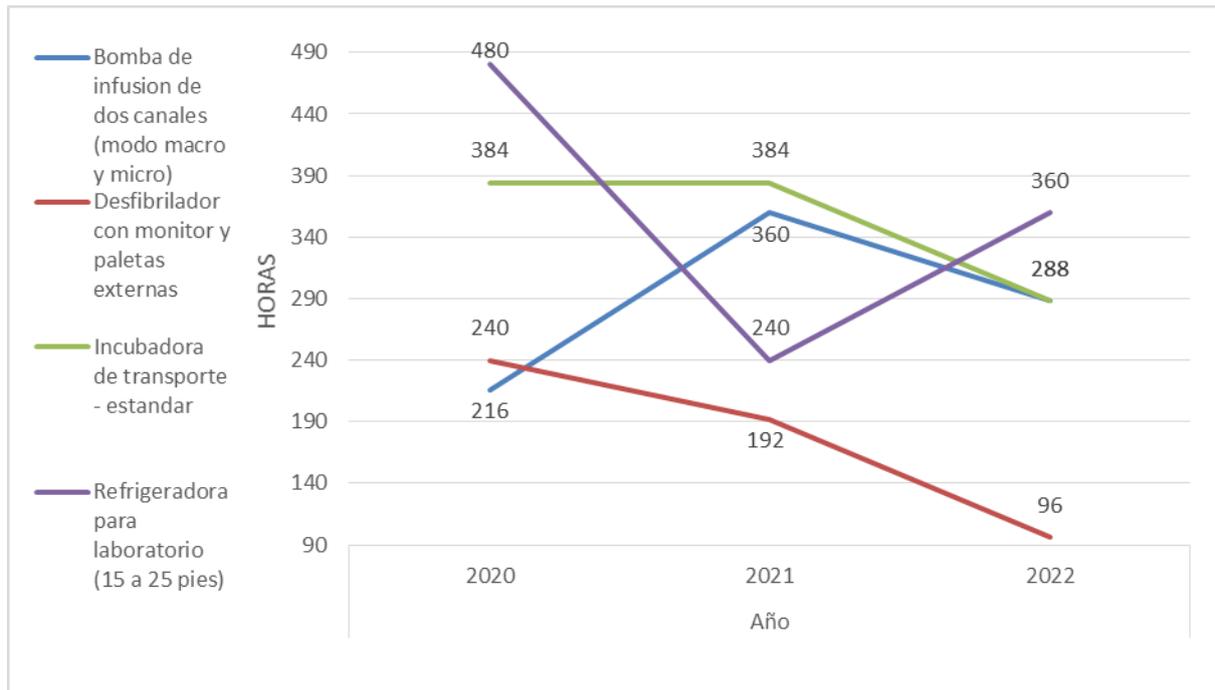


Figura 5 Grafica de tiempo de reparación acumulada en horas de los equipos médicos criticos dentro del periodo analizado, 2020-2022

Se puede apreciar que en la (Tabla 9) y (Figura 5), el dato de números de horas de inactividad acumulada de cada equipo medico, muestra una tendencia a la subida en su mayoría dentro del periodo estudiado.

Porcentaje de Disponibilidad

Para obtener los resultados en este indicador, se considero los valores anteriormente analizados, los cuales son el Tiempo Promedio entre Fallas, ello puede ser visualizado en la (Tabla 8) y el Tiempo Promedio de Reparación, también puede ser visualizado en la (Tabla 9); la formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

Tabla 10 Valores de porcentaje de disponibilidad de los equipos médicos críticos del Centro Médico

Equipo Medico Critico	Año		
	2020	2021	2022
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	85%	77%	81%
Desfibrilador con monitor y paletas externas	82%	85%	92%
Incubadora de transporte - estandar	72%	72%	77%
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	87%	90%	87%

Fuente: Elaboración Propia

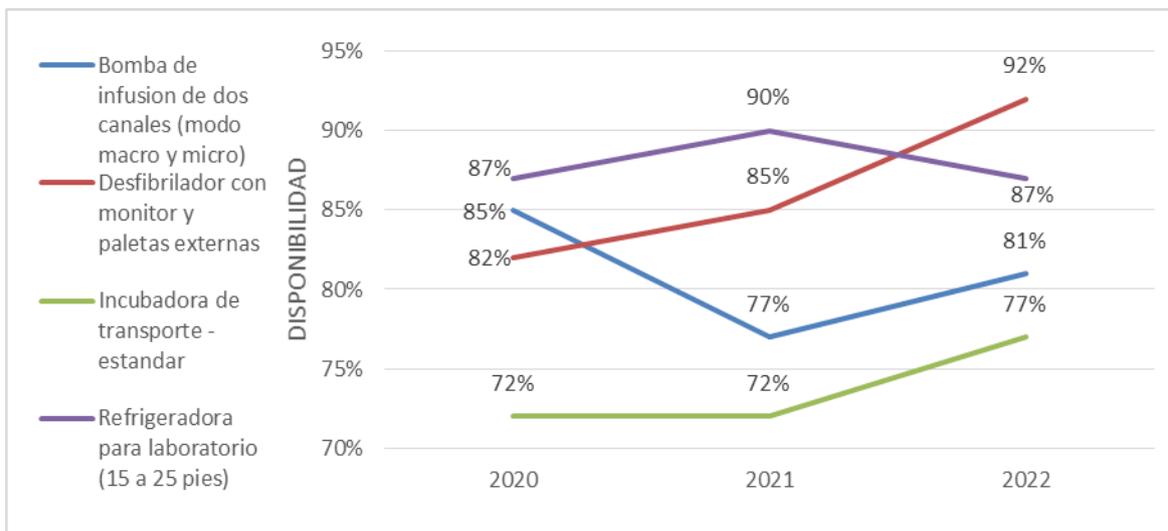


Figura 6 Grafica de la disponibilidad inherente de los equipos médicos críticos dentro del periodo analizado, 2020-2022

La (Tabla 10) y la (Figura 6), nos muestra que los equipos médicos se encontraban en condiciones de ser operados durante el tiempo analizado, estos resultados muestran un tendencia inestable, pero el predominante es la baja en el tiempo, añadir que es dentro del periodo analizado.

Operacionalización de Variables Cuantificadas

Tabla 11 Operalización de variables cuantificadas

Tipo de Variable	Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Sistema de Mantenimiento Preventivo	Total de Tareas Preventivas	0 %
		Cumplimiento de tareas preventivas	0 %
		Cumplimiento de Inspecciones	0 %
Variable Dependiente	Disponibilidad de Equipos	Tiempo Promedio Entre fallas (MTBF)	1071 Horas
		Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)	84 Horas
		Disponibilidad	82

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Propuesta de Mejora

Propuesta de Mejora 1: Flujograma de Mantenimientos

La propuesta de mejora consiste en la elaboración de flujogramas de mantenimientos, los cuales traen mejoras en :

- Poder comprender los procesos y los objetivos de los procesos que quiere presentar el área de mantenimiento.
- Poder ahorrar tiempo basado en los análisis de cada paso que implica un proceso.
- Poder presentar un impacto visual el cual permite facilitar la comprensión general en base a procesos visibles.
- Poder presentar un punto de partida para la documentación de procesos y la elaboración de procedimientos.
- Identificar cada paso correspondiente a procesos en donde pueda existir un riesgo o una situación crítica que nos llevara a la consecución de los objetivos establecidos.
- Presentar una herramienta básica que ayudara al área de mantenimiento para analizar los procesos pertinentes.

Flujograma de Mantenimiento Preventivo

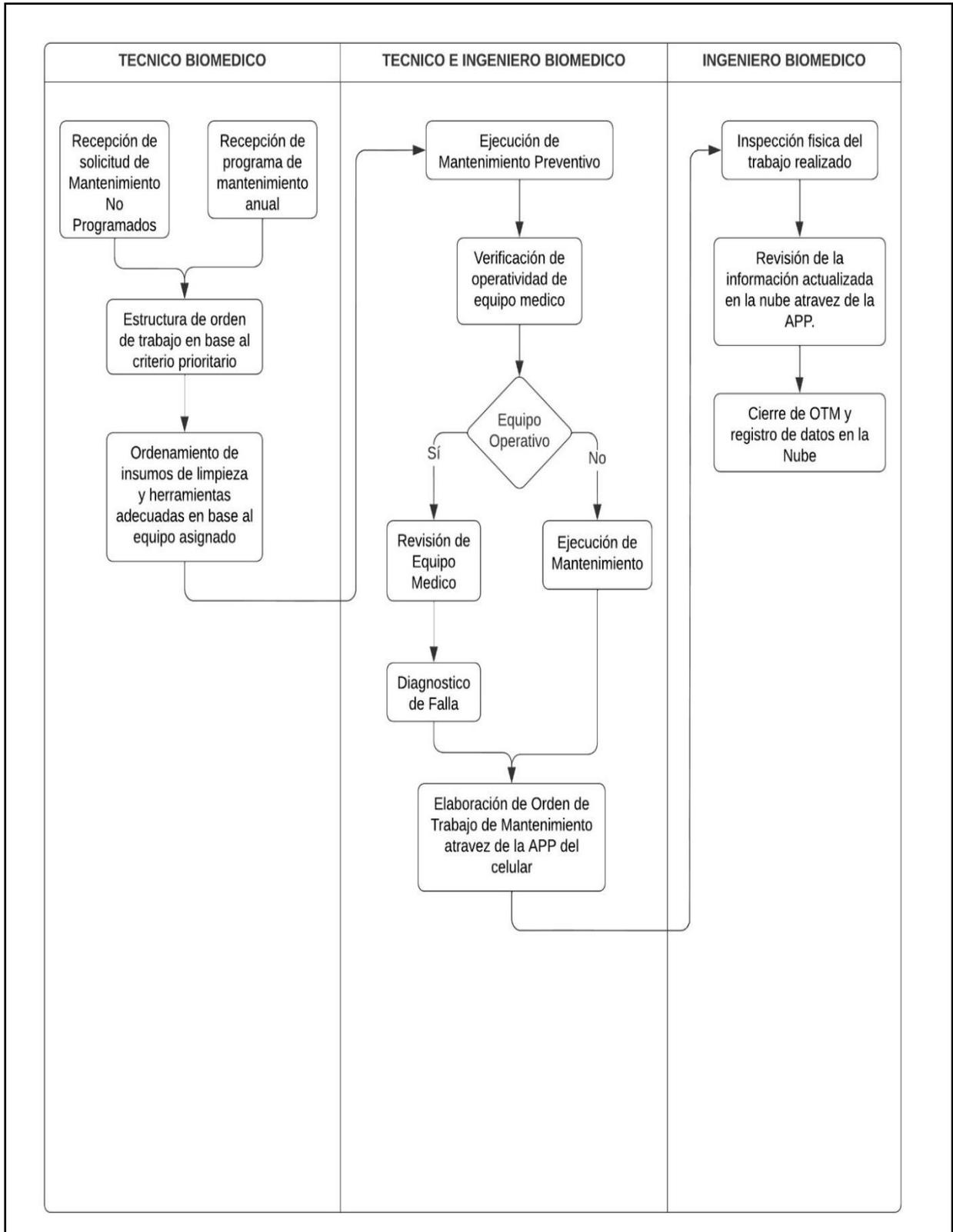


Figura 7 Flujograma de mantenimiento preventivo

Flujograma de Mantenimiento Correctivo

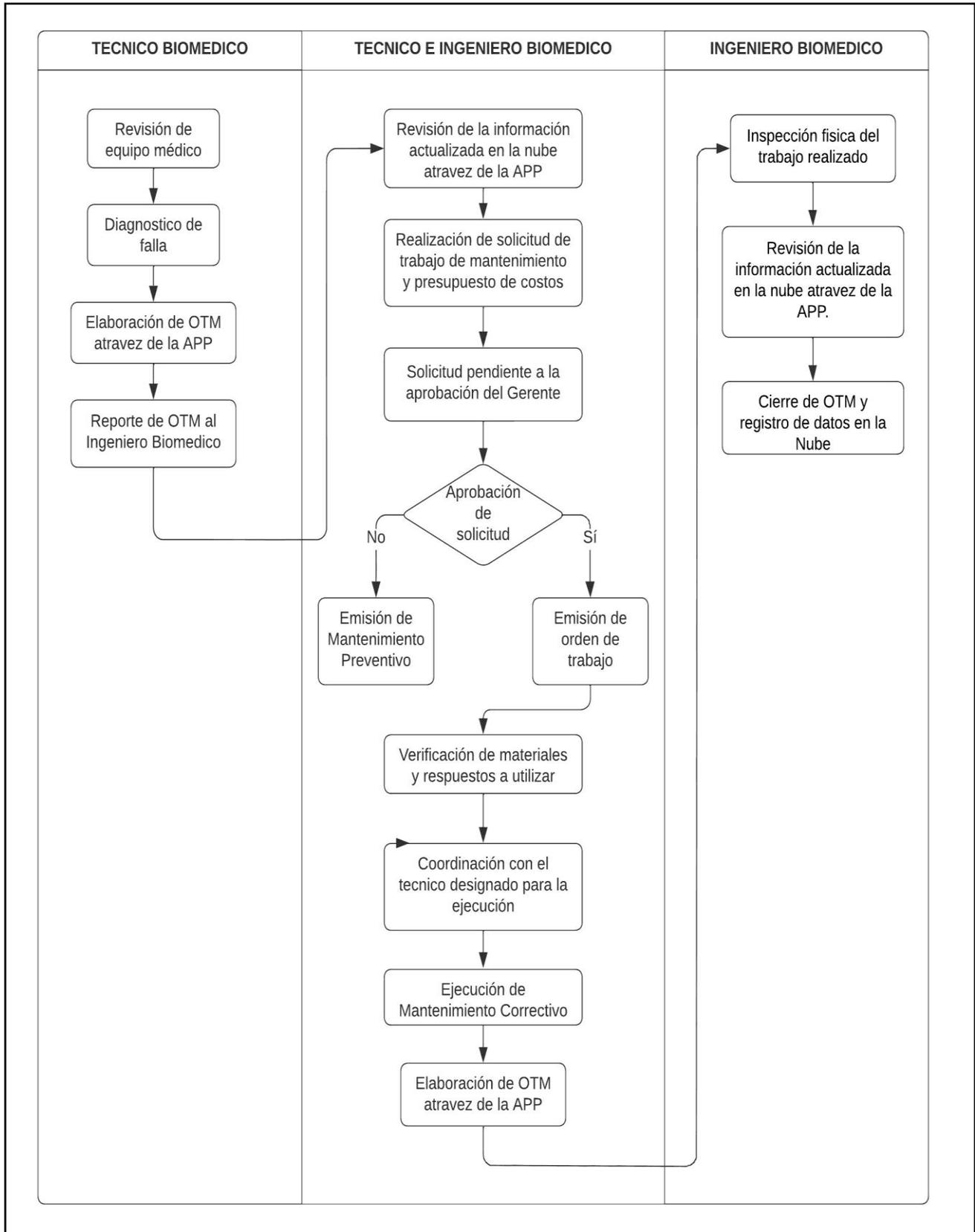


Figura 8 Flujometro de mantenimiento correctivo

Flujograma de Diseño y desarrollo de mantenimiento

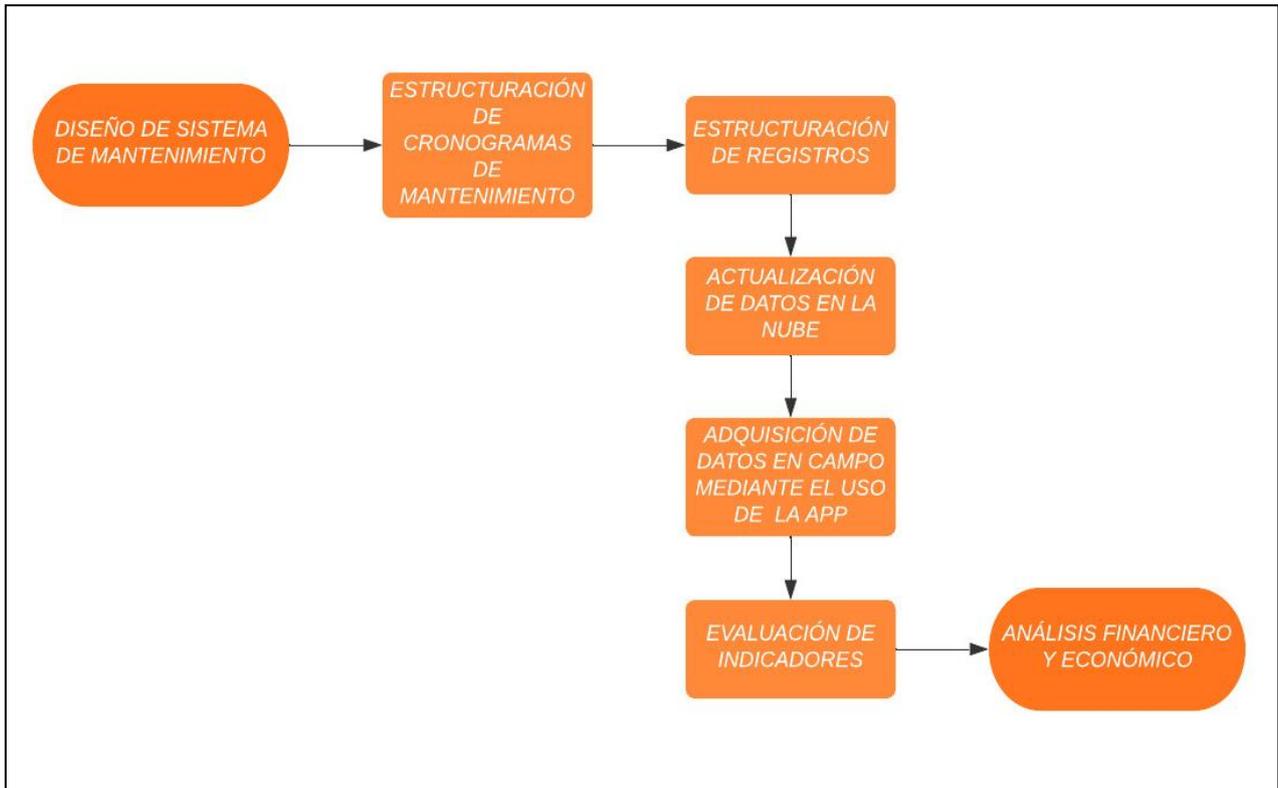


Figura 9 Flujograma de diseño y desarrollo del mantenimiento

La propuesta de mejora , traerá consigo una amplia perspectiva de visión en cada paso y proceso, llevando este al diseño del Sistema de Mantenimiento para el Centro Medico, los indicadores de mantenimiento permitirán ser analizados y ver su eficacia, ello será presentado el Ingeniero del área para determinar la aplicación del mismo.

Propuesta de Mejora 2: Planificación de Mantenimiento de los Equipos Medicos Criticos

Esta propuesta de mejora consiste en poder aumentar la confiabilidad de los equipos médicos, ello con la finalidad de obtener la disponibilidad. Esto implica poder tener un sistema de mantenimiento para cada equipo medico critico, con esta premisa se presentara los detalles del caso acontinuación:

1. Planificación de Mantenimiento Preventivo de la Bomba de Infusión de 02 Canales.

La bomba de Infusión de 02 Canales es uno de los equipos mas usados de manera continua en el Centro Medico, ya que este generalmente es usado en áreas como: Centro Quirurgico, Sala de Recuperación, Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), Hospitalización.; con este contexto de uso y la demanda requerida en el Centro Medico, los reportes de fallas se han presentado de manera creciente, con el sistema de mantenimiento se podrá disminuir estos reportes de fallas los cuales originan paradas no programadas, también aumentara la disponibilidad del equipo medico y cumplirá la exigencia de demanda que tiene el Centro Medico.

Tabla 12 Actividades del mantenimiento preventivo de la bomba de infusión de 02 canales

Actividades	Descripción de las actividades	Procedimiento de Actividades
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	Conecte el equipo a la CA, luego proceda a desconectar el equipo de la CA; cuando culmine ese proceso, el equipo procederá a encender un indicador de que el equipo fue conectado a CA cuando se desconecte de AC, mostrara el indicador de DC que significa que esta dependiendo de la energía de la batería. Añadir que el equipo cuenta con un interruptor en la parte trasera del equipo, el cual corta la conexión interna del paso de la CA. Ello puede corroborarse con el indicador del panel frontal del equipo (AC/DC).
	Prueba de exactitud	Revisar que el set de infusión y el equipo estén en optimas condiciones para realizar una prueba de infusión (100 ml/H y 100 mL). Cuando se culmine el proceso, el indicador de proceso completado se encenderá y emitirá pitidos indicando que todo se culminó, luego se presionara la tecla STOP para desactivar la alarma.
	Prueba de puerta abierta	Se procederá a encender el equipo, cuando se abra la puerta, el equipo de manera automática encendera el indicador de la puerta abierta. Se presionara la tecla STOP para desactivar la alarma.
Conexión y Configuración	Prueba de alarma de aire	Cuando se realice pruebas de infusión, proceder de manera manual, el bloqueo de la manguera de infusión cerca de 10 cm alejado de la parte mas alta de la bomba, ello originara vacios de liquido, que serán interpretados como burbujas por el sensor de aire, luego revisar que el indicador de aire empiece a parpadear como también a emitir pitido de alarma.
	Prueba de alarma de oclusión	Cuando se realice pruebas de infusión, proceder de manera manual, el bloqueo de la manguera de infusión cerca de 15 cm alejado de la parte mas baja de la bomba y revisar que el indicador de oclusión empiece a parpadear como también a emitir pitido de alarma.
	Prueba de alarma de batería baja	El equipo mostrara en su indicador de batería presenta niveles de carga, de saber que la batería esta baja; el equipo procederá a emitir un pitido y empezara a parpadear el indicador de batería baja.
	Prueba de operatividad de batería interna	Recargar la batería y corroborar el tiempo de autonomía (4 horas). De corroborar que la batería no funciona, se procederá a realizar el cambio de bateria
Limpieza	Limpieza interna de las placas electronicas	Con el fin de controlar la humedad y el sulfato por el ingreso de liquido a las placas electrónicas, se procede a realizar la limpieza con un limpia contactos y así preservar el buen estado con las pistas de la placa electrónica.
	Limpieza interna y	Con el fin de controlar el endurecimiento o acumulación de soluciones dentro de la bomba, se procede a lavar la carcasa con una franela suave

externa de la carcaza o algodón con agua caliente. No utilizar tiner, bencina, amonio o acetona.

Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad	Se realizara pruebas de infusión para corroborar el optimo funcionamiento de infusión y se supervisara las funciones operativas de las alarmas de la bomba de infusión.
-----------------------------	--	---

Fuente: Elaboración Propia

2. Reconocimiento de piezas y componentes de bomba de infusión de 02 canales

La bomba de Infusión de 02 Canales consta de una variedad de componentes, los cuales están detallados en el (ANEXO N° 16) y (ANEXO N° 17).

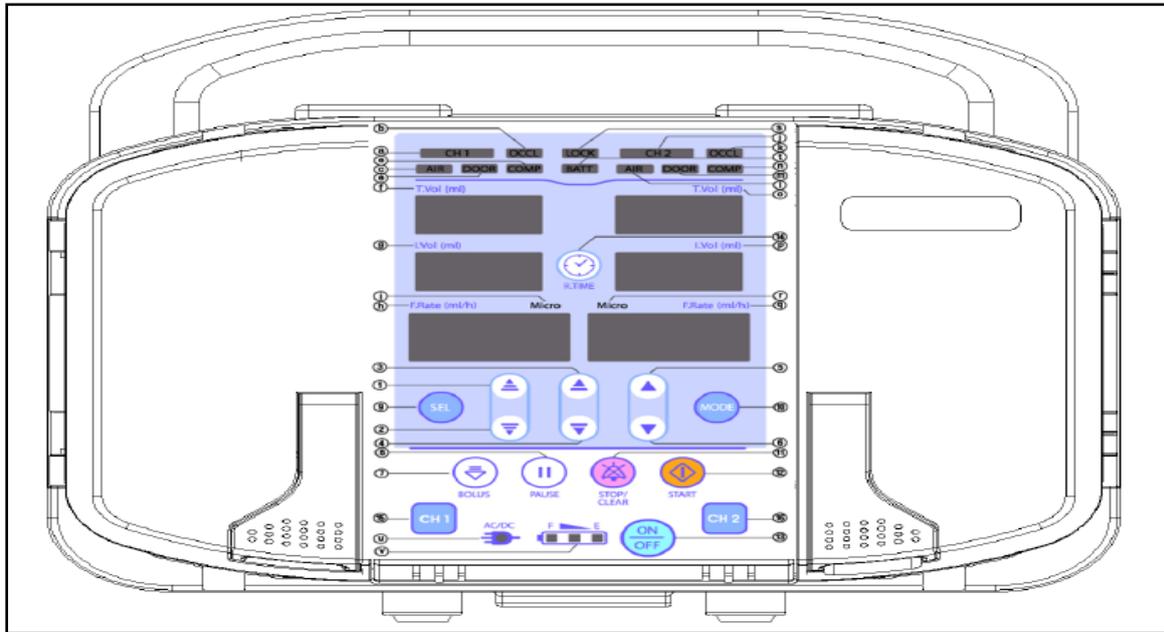


Figura 10 Parte frontal de la bomba de infusión de 02 canales

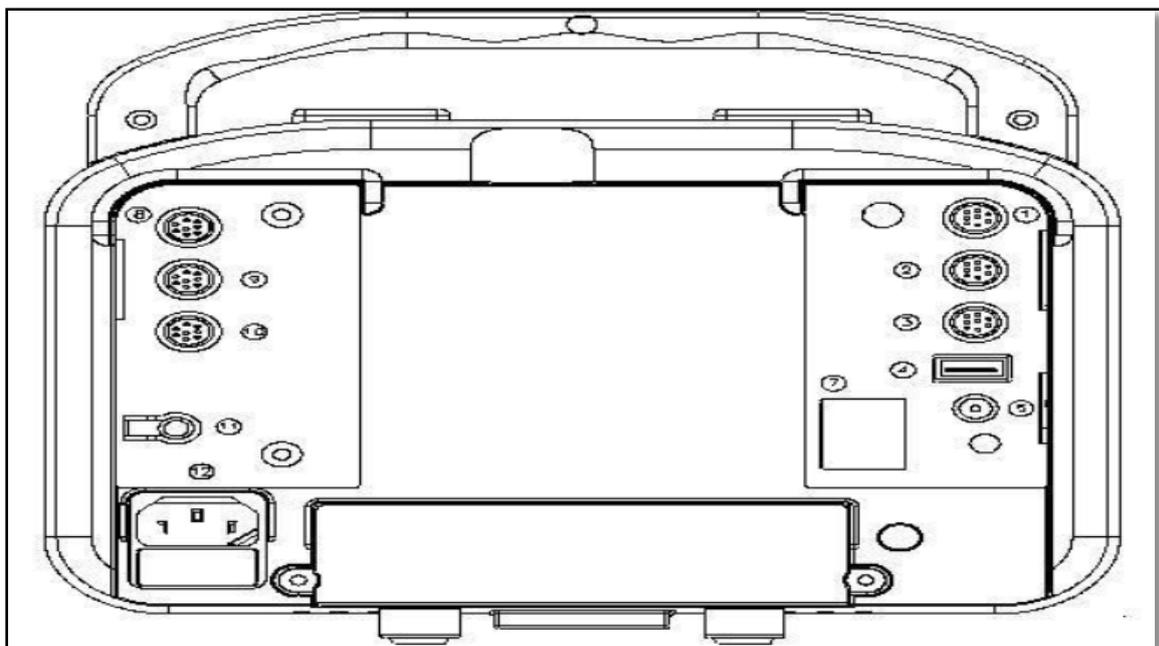


Figura 11 Parte trasera de la bomba de infusión de 02 canales

3. Programación de Mantenimiento de la Bomba de Infusión de 02 Canales

Tabla 13 Programación de mantenimiento de la bomba de infusión de 02 canales

Actividades	Descripción de Actividades	Componente	Parte Frontal	Parte Trasera	Recursos	Unid	Cantidad	Frecuencia	Encargado
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	Interruptor	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de exactitud	Teclado	x		Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de puerta abierta	Sensor de apertura de puerta	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
Conexión y Configuración	Prueba de alarma de aire	Sensor de aire	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de alarma de oclusión	Sensor de oclusión	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de alarma de batería baja	Indicador de batería	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de operatividad de batería interna	Batería de litio		x	Multitester	01	unid	Trimestral	Tecnico Biomedico

Limpieza	Limpieza interna de las placas electronicas	Tarjeta Fuente de Alimentación	x	Limpia contacto	10	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Tarjeta Principal	x	Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Tarjeta Control de tecla y Pantalla	x	Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Limpieza interna y externa de la carcasa	Tarjeta Control de Motor DC	x	Limpia contacto	10	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Carcasa frontal	x	Crema limpiadora	40	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Carcasa trasera	x	Crema limpiadora	40	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad					Trimestral	Tecnico Biomedico	

Fuente: Elaboración Propia

1. Planificación de Mantenimiento Preventivo del Desfibrilador con monitor y paletas externas

El Desfibrilador con monitor y paletas externas, es uno de los equipos mas usados de manera continua en el Centro Medico, ya que este generalmente es usado en áreas como: Centro Quirurgico, UCI General, Emergencia, Hospitalización Medicina, Consulta Externa; con este contexto de uso y la demanda requerida en el Centro Medico, los reportes de fallas se han presentado de manera creciente, con el sistema de mantenimiento se podrá disminuir estos reportes de fallas los cuales originan paradas no programadas, también aumentara la disponibilidad del equipo medico.

Tabla 14 Actividades del mantenimiento preventivo del desfibrilador con monitor y paletas externas

Actividades	Descripción de las actividades	Procedimiento de Actividades
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	La revisión de operación debe ser realizada para observar si existe algún problema con el suministro de energía
	Prueba de led indicadores	Un problema que tenga que ver con el suministro de poder, puede ser verificado verificando los indicadores leds de poder o los iconos relevantes en la pantalla LCD cuando el modulo de poder CA o el modulo de batería esta en uso.
	Prueba de impresora termica	Se procederá a cargar un rollo de papel térmico a la impresora térmica, cuando se coloque en el modulo receptor, un indicador led verde se encenderá; este será indicativo de la operatividad de la impresora térmica.
Conexión y Configuración	Revisión de la bateria	Las baterías recargables deben siempre mantenerse a un cierto nivel de carga, por recomendación que sea por debajo, de presentarse la situación de falta de fluido eléctrico, el nivel de carga de la batería puede ser revisado utilizando el botón de indicación de capacidad de batería que se encuentra ubicado en la parte trasera del modulo de batería.
	Prueba de sensores SpO2	Los sensores SpO2 miden el SpO2 para analizar la transmisión y absorción de los niveles de luz, y de esta manera la parte del sensor que genera luz debe siempre mantenerse limpia. Si el LED que genera luz es cubierto con sustancias extrañas, las sustancias extrañas deben ser sacadas antes de utilizar el equipo para pacientes. Evitar los posibles daños para la conexión terminal del adaptador cuando se conecta el producto con el sensor SpO2
	Prueba de paletas de desfibrilación	Las paletas de Desfibrilación Externa son utilizadas en la terapia de desfibrilación y requiere un mantenimiento continuo. Cuando se utilizan las Paletas de Desfibrilación Externa, su gel conductivo debe ser limpiado de los electrodos metálicos. De la misma manera, las paletas de desfibrilación externa deberán ser limpiadas antes de usar. Si los platos metálicos se secan con una capa de sustancia extraña o gel conductivo, el paciente puede tener una quemadura cuando se realiza una terapia de desfibrilación, el contacto entre las Paletas de Desfibrilación Externas y el paciente puede no ser reconocido
Limpieza	Limpieza interna de las placas electronicas	Con el fin de controlar la humedad y el sulfato por el ingreso de liquido a las placas electrónicas, se procede a realizar la limpieza con un limpia contactos y asi preservar el buen estado con las pistas de la placa electrónica.
	Limpieza interna y externa de la carcaza	Con el fin de controlar el endurecimiento o acumulación de soluciones dentro de la bomba, se procede a lavar la carcaza con una franela suave o algodón con agua caliente. No utilizar tiner, bencina, amonio o acetona.

Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad	Se realizara pruebas de autodiagnóstico que tiene el equipo para poder corroborar el optimo funcionamiento de cada proceso, este proceso se realiza con el software que tiene el equipo instalado por fabrica.
-----------------------------------	--	--

Fuente: Elaboración Propia

2. Reconocimiento de piezas y componentes de desfibrilador con monitor y paletas externas

El equipo médico consta de una variedad de partes, dentro de los cuales son considerados la parte frontal y la parte trasera.

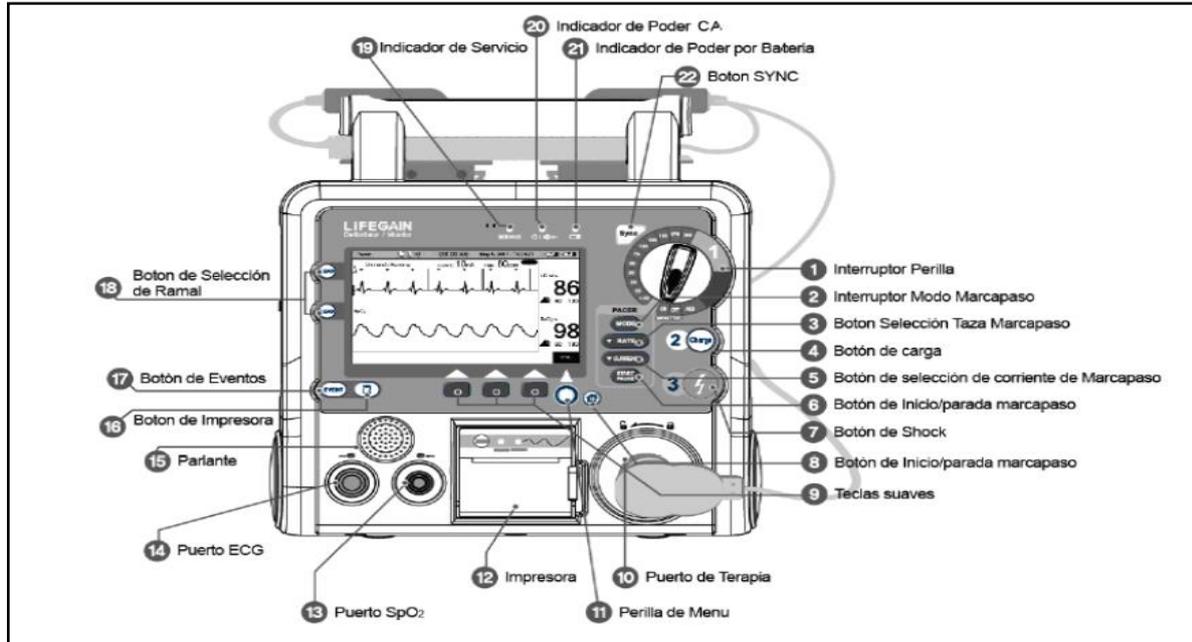


Figura 12 Parte frontal del desfibrilador con monitor y paletas externas

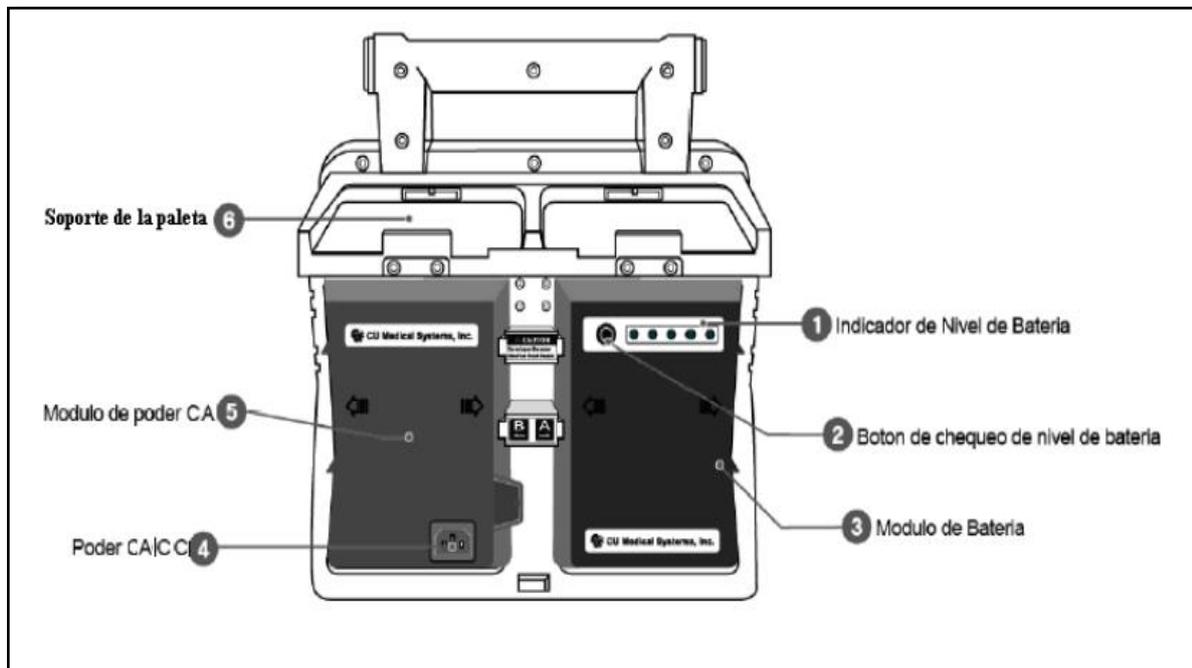


Figura 13 Parte trasera del desfibrilador con monitor y paletas externas

3. Programación de Mantenimiento del Desfibrilador con monitor y paletas externas

Para obtener la disponibilidad del equipo medico, se debe realizar la programación de mantenimiento preventivo en la Tabla 15.

Tabla 15 Programación de mantenimiento del desfibrilador con monitor y paletas externas

Actividades	Descripción de Actividades	Componente	Parte Frontal	Parte Trasera	Recursos	Unid	Cantidad	Frecuencia	Encargado
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	Interruptor	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de led indicadores	Tarjeta de indicador de led	x		Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de impresora termica	Impresora Termica	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
Conexión y Configuración	Revisión de la batería	Bateria	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de sensores SpO2	Puerto de sensor SpO2	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de paletas de desfibrilación	Paletas de Desfibrilación	x		Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico

Limpieza	Limpieza interna de las placas electronicas	Tarjeta Fuente de Alimentación	x	Limpia contacto	10	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Tarjeta Principal	x	Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Tarjeta Control de tecla y Pantalla	x	Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Limpieza interna y externa de la carcaza	Tarjeta Terapia	x	Limpia contacto	10	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Carcaza frontal	x	Crema limpiadora	40	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Carcaza trasera	x	Crema limpiadora	40	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad					Trimestral	Tecnico Biomedico	

Fuente: Elaboración Propia

1. Planificación de Mantenimiento Preventivo la Incubadora de transporte - estandar

La Incubadora de Transporte-estandar es uno de los equipos mas críticos en lo que respecta a uso en el Centro Medico, ya que este generalmente es usado en áreas como: Centro Quirurgico, Centro Obstetrico, UCI Neonatal, Sala de partos, los reportes de fallas se han presentado de manera creciente, con el sistema de mantenimiento se podrá disminuir estos reportes de fallas los cuales originan paradas no programadas, también aumentara la disponibilidad del equipo medico y cumplirá con la atención a los niños recién nacidos que tiene el Centro Medico.

Tabla 16 Actividades del mantenimiento preventivo de incubadora de transporte-standar

Actividades	Descripción de las actividades	Procedimiento de Actividades
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	<p>Conecte el equipo a la CA, luego proceda a desconectar el equipo de la CA; cuando culmine ese proceso, el equipo procederá a encender un indicador de que el equipo fue conectado a CA cuando se desconecte de AC, mostrara el indicador de DC que significa que esta dependiendo de la energía de la batería. Añadir que el equipo cuenta con un interruptor en la parte trasera del equipo, el cual corta la conexión interna del paso de la CA. Ello puede corroborarse con el indicador del modulo de control del equipo (AC/DC).</p>
	Prueba de batería	<p>Control de la carga de la batería a través de la siguiente prueba: llamar a la incubadora y seleccione el valor de ajuste máximo para la temperatura del aire. Desconecte el cable de alimentación durante al menos 10 minutos. Verifique a oscilación do indicador de carga da batería. Durante ese período, o calentamiento da incubadora debe permanecer accionado.</p> <p>Realizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al girar el mando de giro hasta que el cursor llega a la Opción en ON el oxígeno.
Conexión y Configuración	Prueba de del accionamiento de oxígeno	<ul style="list-style-type: none"> • Pulse el botón para seleccionar la Opción de giro y habilitar oxígeno. • Asegúrese de que está siendo liberado el oxígeno a través del ruido. • Consulte con un multímetro si hay TENSION aproximadamente 15 V CC en el bus, como el diagrama de cableado A-1 hasta 2657. <p>Realizar lo siguiente:</p>
	Prueba de accionamiento de humedad	<ul style="list-style-type: none"> • Proceder artículo como arriba para Humedad. • Si el depósito interno está lleno, se puede escuchar el borboteo del agua. • Si el depósito interno está vacía, la bomba de micro se activará para llenar el depósito. • Consulte con un multímetro si hay tensión de 26 V CC en el bus, como el diagrama de cableado A-1-2657.
	Prueba de circulación de aire en la cúpula	<p>Realizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proceder artículo como arriba para circulación. • El motor de Circulación se disparará y comenzar a girar en sentido horario.
Prueba de accionamiento	<p>Realizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proceder artículo como arriba para relé de seguridad. 	

	de rele de seguranza	<ul style="list-style-type: none"> • Se escuchará la activación del relé de seguridad si está funcionando correctamente.
	Prueba de accionamiento de resistencia	<p>Con el equipo encendido y conectado a la red eléctrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilitar el dispositivo de seguridad, ya que los artículos anteriores. • Habilitar y luego la resistencia como los elementos anteriores • Usted comenzará a producirse calentamiento resistencia. • Consulte con un multímetro, la tensión de 15 VCC tensión del bus de la resistencia 15Vdc como esquema eléctrico A-1-2657. • Consulte con un multímetro si el basamento 12Vdc tensión con la resistencia es 0VCC como esquema eléctrico A-1-2657. • Desconectar el cable de red Alimentación. • Consulte con un multímetro si la resistencia es 15Vdc tensión de bus con 0VCC como esquema eléctrico A-1-2657. • Consulte con un multímetro, la tensión de 12 V CC tensión del bus de la resistencia 12Vdc como esquema eléctrico A-1-2657.
Limpieza	Limpieza interna de las placas electronicas	Con el fin de controlar la humedad y el sulfato por el ingreso de liquido a las placas electrónicas, se procede a realizar la limpieza con un limpia contactos y asi preservar el buen estado con las pistas de la placa electrónica.
	Limpieza interna y externa de la carcaza	Con el fin de controlar el endurecimiento o acumulación de soluciones dentro de la bomba, se procede a lavar la carcaza con una franela suave o algodón con agua caliente. No utilizar tiner, bencina, amonio o acetona.
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad	Se realizara pruebas operativas de calefacción y los programas que tiene el software del equipo.

Fuente: Elaboración Propia

2. Reconocimiento de piezas y componentes de incubadora de transporte – estándar

El equipo médico consta de una variedad de partes, dentro de los cuales son considerados la parte frontal y la parte trasera.

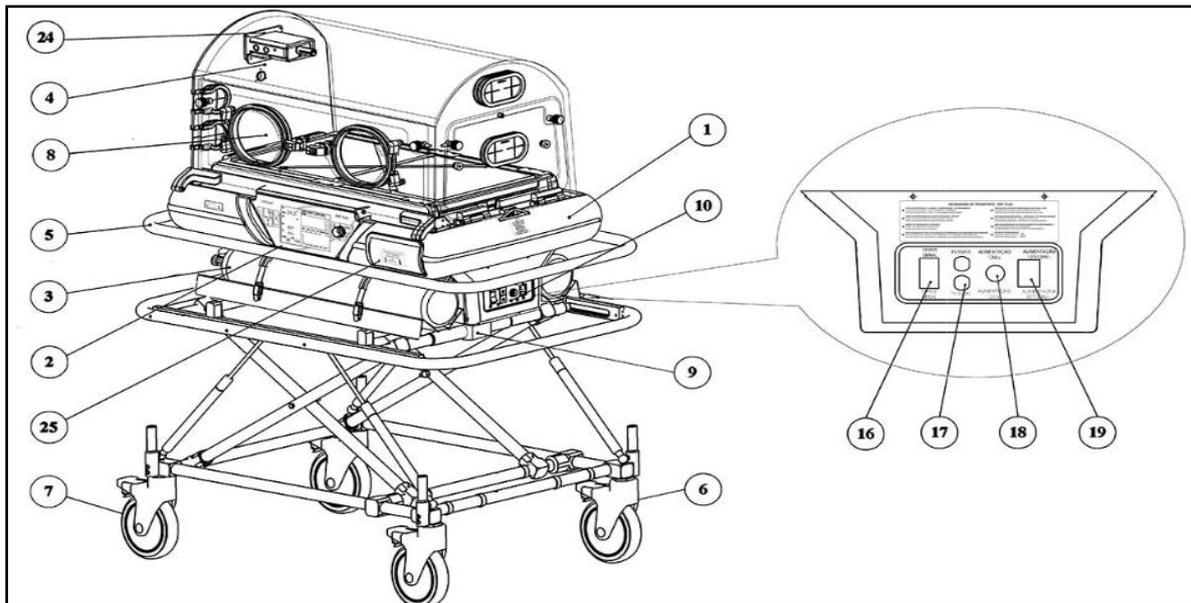


Figura 14 Parte frontal de incubadora de transporte-standar

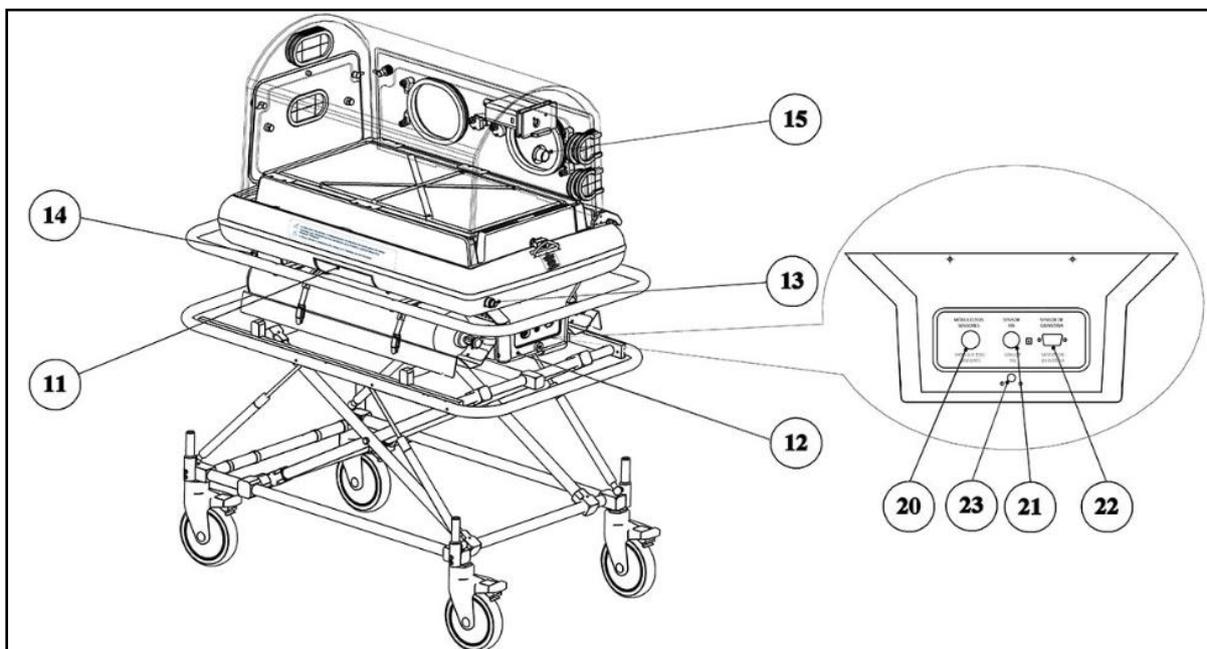


Figura 15 Parte trasera de incubadora de transporte-standar

1	Cuerpo	14	Válvula limitadora de Oxígeno
2	módulo de control de comandos con la la pantalla táctil, mando giratorio (spin knob) y teclado de membrana.	15	Acoplador para nebulizador
3	Soporte dos cilindros (2x)	16	Llave general
4	Cúpula de acrílico	17	Mini disyuntor reármelo (2x)
5	Para golpe	18	Conector alimentación auxiliar 12V
6	Soporte con ruedas	19	Conector alimentación AC
7	Ruedas de 5" con traba (4x)	20	Conector módulo dos sensores
8	Puerta con toque el codo (2x)	21	Conector sensor RN
9	Traba del soporte	22	Conector sensor de oximetría
10	Panel entrada de corriente	23	Sensor de temperatura externa
11	Filtro de aire	24	Módulo dos sensores
12	Panel módulo dos sensores	25	Reservatorio de agua
13	Válvula para servo control Oxígeno	26	Pestillo da gaveta

Figura 16 Descripción de componentes de incubadora de transporte-estandar

3. Programación de Mantenimiento de la Incubadora de transporte – estándar

Para obtener la disponibilidad del equipo medico, se debe realizar la programación de mantenimiento preventivo en la Tabla 17.

Tabla 17 Programación de mantenimiento de la incubadora de transporte-standar

Actividades	Descripción de Actividades	Componente	Parte Frontal	Parte Trasera	Recursos	Unid	Cantidad	Frecuencia	Encargado
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	Interruptor	x		Multitester	01	unid.	Bimensual	Tecnico Biomedico
	Prueba de bateria	Bateria de litio	x		Multitester	01	unid.	Bimensual	Tecnico Biomedico
	Prueba de del accionamiento de oxigeno	Sensor de oxigeno	x		Multitester	01	unid.	Bimensual	Tecnico Biomedico
Conexión y Configuración	Prueba de accionamiento de humedad	Sensor de humedad	x		Multitester	01	unid.	Bimensual	Tecnico Biomedico
	Prueba de circulación de aire en la cúpula	Sensor de aire	x		Multitester	01	unid.	Bimensual	Tecnico Biomedico
	Prueba de accionamiento de rele de seguridad	Rele	x		Multitester	01	unid.	Bimensual	Tecnico Biomedico
	Prueba de accionamiento de resistencia	Resistencia		x	Multitester	01	unid	Bimensual	Tecnico Biomedico

Limpieza	Limpieza interna de las placas electronicas	Tarjeta Fuente de Alimentación	x	Limpia contacto	10	ml	Bimensual	Tecnico Biomedico
		Tarjeta Principal	x	Limpia contacto	20	ml	Bimensual	Tecnico Biomedico
		Tarjeta Control de tecla y Pantalla	x	Limpia contacto	20	ml	Bimensual	Tecnico Biomedico
		Limpieza interna y externa de la carcaza	Carcaza frontal	x	Crema limpiadora	40	ml	Bimensual
Carcaza trasera	x		Crema limpiadora	40	ml	Bimensual	Tecnico Biomedico	
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad					Bimensual	Tecnico Biomedico	

Fuente: Elaboración Propia

1. Planificación de Mantenimiento Preventivo de la Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)

La Refrigeradora para Laboratorio (15 a 25 pies) es uno de los equipos mas usados de manera multifacetica en el Centro Medico, ya que este generalmente es usado en áreas como: Anatomia Patologica, Centro Quirurgico, Hemoterapia, Patologia Clinica, Farmacia.; con este contexto de uso y la demanda requerida en el Centro Medico, los reportes de fallas se han presentado de manera creciente, con el sistema de mantenimiento se podrá disminuir estos reportes de fallas los cuales originan paradas no programadas, también aumentara la disponibilidad del equipo medico y cumplirá la exigencia de demanda que tiene el Centro Medico.

		de refrigeración se mantengan limpios y la temperatura de ambiente no exceda de los 25°C. Físicamente, el ventilador es colocado en la estructura del condensador.
	Prueba de interruptor de puerta	El ventilador es conectado al terminal 10 y 14 en el relé de arranque. Ver la sección 5a del diagrama de cableado. Si el ventilador se detiene, esto puede causar congelamiento insuficiente del condensador y los compresores. La temperatura de condensación más elevada significa como resultado que el compresor debe trabajar más con menos eficiencia. En el peor de los casos, los compresores se detienen debido a la temperatura alta. La función del interruptor de puerta controla: Detención / Puesta en marcha el ventilador del evaporador, encendido/apagado de la luz, alarma para la apertura de puerta. El interruptor de puerta está sujetado debajo del panel de la puerta, cuando se reemplaza el cable., Las tapas son presionadas juntas y el interruptor es empujado. Un nuevo interruptor es instalado en orden contrario.
	Prueba de Sensor para temperatura de almacenamiento de frío	Sensor para la temperatura del tubo evaporador: El sensor es el tipo de PT1000, el sensor debe ser introducido de la parte superior del compartimiento de motor como el sensor para la temperatura de ambiente. El sensor es colocado en la parte superior del evaporador en el almacenamiento de frío cubierto por la cubierta de drenaje. Para extraer el sensor, saque la cubierta, el sensor es ajustado con listones, el sensor está conectado a la entrada del tablero PCB.
		Sensor para temperatura de almacenamiento de frío: El sensor PT 1000 para la temperatura de almacenamiento de frío es colocado en el lado derecho ajustado con listones. El sensor debe ser introducido desde la parte superior del compartimiento del motor. Los agujeros están sellados con masilla. El sensor es conectado a la entrada del tablero PCB (Sensores de Temperatura-Cámara)
Limpieza	Limpieza interna de las placas electronicas	Con el fin de controlar la humedad y el sulfato por el ingreso de liquido a las placas electrónicas, se procede a realizar la limpieza con un limpia contactos y así preservar el buen estado con las pistas de la placa electrónica.
	Limpieza interna y externa de la refrigeradora	Con el fin de controlar el endurecimiento o acumulación de soluciones dentro de la bomba, se procede a lavar la carcasa con una franela suave o algodón con agua caliente. No utilizar tiner, bencina, amonio o acetona.
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad	Se realizara pruebas de refrigeración en base a la programación dispuesta por el panel de control y corroborar el optimo funcionamiento del equipo.

Fuente: Elaboración Propia

2. Reconocimiento de piezas y componentes de refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)

El equipo médico consta de una variedad de partes, dentro de los cuales son considerados la parte frontal y la parte trasera.



Figura 17 Descripción de partes y componentes de la refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)

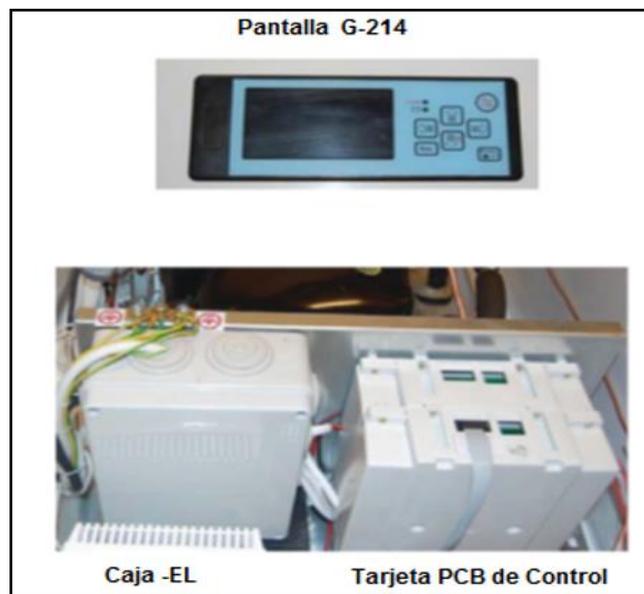


Figura 18 Componentes de la refrigeradora para laboratorio (15a 25 pies)

3. Programación de Mantenimiento de la Refrigeradora para Laboratorio (15 a 25 pies)

Para obtener la disponibilidad del equipo medico, se debe realizar la programación de mantenimiento preventivo en la Tabla 19.

Tabla 19 Programación de mantenimiento de la refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)

Actividades	Descripción de Actividades	Componente	Parte Frontal	Parte Trasera	Recursos	Unid	Cantidad	Frecuencia	Encargado
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	Interruptor	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de empaquetadura de goma de la puerta	Empaquetadura de goma	x		Silicona	90	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
Conexión y Configuración	Revisión del marco de la puerta con calefactores	Calefactor	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de Evaporador, Ventilador, Resistencia para descongelamiento automático y espiral de calentamiento en el drenaje de agua descongelada	Ventilador	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de Condensador-Ventilador	Condensador	x		Multitester	01	unid.	Trimestral	Tecnico Biomedico

Conexión y Configuración	Prueba de interruptor de puerta	Interruptor de puerta		x	Multitester	01	unid	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Prueba de Sensor para temperatura de almacenamiento frío	Sensor de temperatura		x	Multitester	01	unid	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Tarjeta Fuente de Alimentación		x	Limpia contacto	10	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Limpieza interna de las placas electronicas	Tarjeta Principal		x	Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
Limpieza		Modulo de Control	x		Limpia contacto	20	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
	Limpieza interna y externa de la refrigeradora	Carcaza frontal	x		Crema limpiadora	40	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
		Carcaza trasera		x	Crema limpiadora	40	ml	Trimestral	Tecnico Biomedico
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad							Trimestral	Tecnico Biomedico

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta de Mejora 3: Cronograma de Mantenimiento Preventivo

Esta propuesta de Mejora tiene como finalidad poder obtener la disponibilidad del equipo médico y reducir los índices de Inoperatividad, para ello es necesario seguir el cronograma de mantenimiento preventivo de los equipos médicos críticos seleccionados:

- Bomba de Infusión de 02 canales
- Desfibrilador con monitor y paletas externas
- Incubadora de transporte- estándar
- Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)

Cronograma de Mantenimiento de Bomba de Infusión de 02 Canales

Se muestra el cronograma de mantenimiento preventivo para la bomba de Infusión de 02 Canales y los detalles se encuentran en la Tabla 20.

Tabla 20 Cronograma de mantenimiento preventivo de bomba de infusión de 02 canales

Equipo Medico	Bomba de Infusión de 02 Canales					Periodo de Mantenimiento Anual											
						12 Meses											
						ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Actividades	Descripción de Actividades	Componente	Parte Frontal	Parte Trasera	Frecuencia	1 Sem	1 Sem	1 Sem	1 Sem	1 Sem	1 Sem	1 Sem	1 Sem	1 Sem	1 Sem	1 Sem	
Revisión Técnica	Revisión de la Energía Prueba de exactitud	Interruptor	x		Trimestral			x			x			x		x	
		Teclado	x		Trimestral			x			x			x		x	
Conexión y Configuración	Prueba de puerta abierta	Sensor de apertura de puerta	x		Trimestral			x			x			x		x	
	Prueba de alarma de aire	Sensor de aire	x		Trimestral			x			x			x		x	
	Prueba de alarma de oclusión	Sensor de oclusión	x		Trimestral			x			x			x		x	
	Prueba de alarma de batería baja	Indicador de batería	x		Trimestral			x			x			x		x	

Limpieza	Prueba de operatividad de batería interna	Bateria de litio	x	Trimestral	x	x	x	x
		Tarjeta Fuente de Alimentación	x	Trimestral	x	x	x	x
		Tarjeta Principal	x	Trimestral	x	x	x	x
	Limpieza interna de las placas electronicas	Tarjeta Control de tecla y Pantalla	x	Trimestral	x	x	x	x
		Tarjeta Control de Motor DC	x	Trimestral	x	x	x	x
	Limpieza interna y externa de la carcaza	Carcaza frontal	x	Trimestral	x	x	x	x
		Carcaza trasera	x	Trimestral	x	x	x	x
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad			Trimestral	x	x	x	x

Fuente: Elaboración Propia

Cronograma de Mantenimiento de Desfibrilador con monitor y paletas externas

Se muestra el cronograma de mantenimiento preventivo para el desfibrilador con monitor/ paletas externas y los detalles se encuentran en la Tabla 21.

Tabla 21 Cronograma de mantenimiento de desfibrilador con monitor y paletas externas

Equipo Médico	Desfibrilador con monitor y paletas externas	Periodo de Mantenimiento Anual																	
		Actividades	Descripción de Actividades	Componente	Parte Frontal	Parte Trasera	Frecuencia	12 Meses											
								ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
							2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	2 Sem	
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	Interruptor	x		Trimestral				x			x			x				x
	Prueba de led indicadores	Teclado	x		Trimestral				x			x			x				x
Conexión y Configuración	Prueba de impresora termica	Impresora Termica	x		Trimestral				x			x			x				x
	Revisión de la batería	Bateria	x		Trimestral				x			x			x				x
	Prueba de sensores SpO2	Puerto de sensor SpO2	x		Trimestral				x			x			x				x
	Prueba de paletas de desfibrilación	Paletas de Desfibrilación	x		Trimestral				x			x			x				x

Limpieza	Limpieza interna de las placas electronicas	Tarjeta Fuente de Alimentación	x	Trimestral	x	x	x	x
		Tarjeta Principal	x	Trimestral	x	x	x	x
		Tarjeta Control de tecla y Pantalla	x	Trimestral	x	x	x	x
	Limpieza interna y externa de la carcaza	Tarjeta Terapia	x	Trimestral	x	x	x	x
		Carcaza frontal	x	Trimestral	x	x	x	x
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad	Carcaza trasera	x	Trimestral	x	x	x	x
				Trimestral	x	x	x	x

Fuente: Elaboración Propia

Cronograma de Mantenimiento de Incubadora de transporte - estandar

Se muestra el cronograma de mantenimiento preventivo para la incubadora de transporte-estandar y los detalles se encuentran en la Tabla 22.

Tabla 22 Cronograma de mantenimiento preventivo de incubadora de transporte-standar

Equipo Medico	Incubadora de transporte - estandar					Periodo de Mantenimiento Anual												
	Actividades	Descripción de Actividades	Componente	Parte Frontal	Parte Trasera	Frecuencia	12 Meses											
							ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
						3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	3 Sem	
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	Interruptor	x		Trimestral		x			x		x		x		x		x
	Prueba de batería	Bateria de litio	x		Trimestral		x			x		x		x		x		x
Conexión y Configuración	Prueba de del accionamiento de oxigeno	Sensor de oxigeno	x		Trimestral		x			x		x		x		x		x
	Prueba de accionamiento de humedad	Sensor de humedad	x		Trimestral		x			x		x		x		x		x

Limpieza	Prueba de circulación de aire en la cúpula	Sensor de aire	x	Trimestral	x	x	x	x	x	x	
	Prueba de accionamiento de rele de seguridad	Rele	x	Trimestral	x	x	x	x	x	x	
	Prueba de accionamiento de resistencia	Resistencia		x	Trimestral	x	x	x	x	x	
	Limpieza interna de las placas electronicas	Tarjeta Fuente de Alimentación		x	Trimestral	x	x	x	x	x	x
		Tarjeta Principal		x	Trimestral	x	x	x	x	x	x
		Tarjeta Control de tecla y Pantalla	x		Trimestral	x	x	x	x	x	x
	Limpieza interna y externa de la carcasa	Carcasa frontal		x	Trimestral	x	x	x	x	x	x
		Carcasa trasera		x	Trimestral	x	x	x	x	x	x
	Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad			Trimestral	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración Propia

Cronograma de Mantenimiento de Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)

Se muestra el cronograma de mantenimiento preventivo para la Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies) y los detalles se encuentran en la Tabla 23.

Tabla 23 Cronograma de mantenimiento preventivo de refrigeración para laboratorio (15 a 25 pies)

Equipo Medico	Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	Periodo de Mantenimiento Anual																	
		Actividades	Descripción de Actividades	Componente	Parte Frontal	Parte Trasera	Frecuencia	12 Meses											
								ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
						4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem	4 Sem		
Revisión Técnica	Revisión de la Energía	Interruptor	x		Trimestral			x			x			x			x		
Conexión y Configuración	Prueba de empaquetadura de goma de la puerta	Empaquetadura de goma	x		Trimestral			x			x			x			x		
	Revisión del marco de la puerta con calefactores	Calefactor	x		Trimestral			x			x			x			x		

Limpieza	Prueba de Evaporador, Ventilador, Resistencia para descongelamiento automático y espiral de calentamiento en el drenaje de agua descongela	Ventilador	x	Trimestral	x	x	x	x	
	Prueba de Condensador-Ventilador	Condensador	x	Trimestral	x	x	x	x	
	Prueba de interruptor de puerta	Interruptor de puerta		x	Trimestral	x	x	x	x
	Limpieza interna de las placas electronicas	Tarjeta Fuente de Alimentación		x	Trimestral	x	x	x	x
		Tarjeta Principal		x	Trimestral	x	x	x	x
		Modulo de Control	x		Trimestral	x	x	x	x
	Limpieza interna y externa de la carcaza	Carcaza frontal	x		Trimestral	x	x	x	x
		Carcaza trasera		x	Trimestral	x	x	x	x
Supervisión de Operatividad	Pruebas de funcionamiento y operatividad			Trimestral	x	x	x	x	

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta de Mejora 4: Formatos de Registro de Equipos Medicos

Esta propuesta de mejora consiste de poder disponer formatos que permitan el registro y análisis de los procesos de operaciones de mantenimientos que se llegue a realizaren en los equipos medicos. Añadir que esta mejora traera consigo la sincronización del caso en lo que respecta a la comunicación entre el area de mantenimiento y las partes comprometidas, esto conllevara poder obtener registros escritos que sirvan como respaldo ante futuras eventualidades vinculadas con problemas tecnicos de equipos medicos. Estos formatos permitiran poder tener mejoras en lo que respecta al control y seguimiento de actividades programadas, esto tambien podra disponer de registros historicos de las fallas o eventualidades en cada equipo medico, siendo este un factor contribuyente en el sistema de mantenimiento.

Formato de Ficha Técnica de Equipo

	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	Versión: Fecha de Aprobación: Páginas: 1 de 1
DATOS GENERALES DEL EQUIPO		
EQUIPO: _____		
MARCA: _____	MODELO: _____	SERIE: _____
PISO: _____	AREA: _____	AMBIENTE: _____
CODIGO PATRIMONIAL: _____		PROVEEDOR: _____
TELEFONO: _____		CORREO: _____
DIRECCIÓN: _____		
DEPARTAMENTO: _____	CIUDAD: _____	DISTRITO: _____
FECHA DE INSTALACIÓN: _____		
FECHA DE INICIO DE GARANTÍA: _____		FECHA DE TERMINO DE GARANTÍA: _____
REGISTRO TÉCNICO		
FUENTE DE ENERGÍA: _____	VOLTAJE MÁX.: _____	VOLTAJE MIN.: _____
CORRIENTE MÁX.: _____	CORRIENTE MIN.: _____	POTENCIA: _____
FRECUENCIA: _____		
RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES DEL PROVEEDOR: _____		
MANUALES DE EQUIPO: _____	USUARIO: _____	TECNICO: _____
USO DE EQUIPO: _____	DIAGNOSTICO: _____	PREVENCIÓN: _____
	TRATAMIENTO: _____	REHABILITACIÓN: _____
		OTROS: _____
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: _____		
REGISTRO DE MANTENIMIENTO		
ENCARGADO DE MANTENIMIENTO: _____		
TELÉFONO: _____	ANEXO: _____	CORREO: _____
TIPO DE MANTENIMIENTO: _____		
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO _____		
FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (AREA DE MANT. Y SERV. GENERALES)	FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (AREA USUARIA)	FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (PROVEEDOR)
FECHA DE RECEPCIÓN: _____	FECHA DE RECEPCIÓN: _____	FECHA DE RECEPCIÓN: _____

Figura 19 Ficha tecnica de equipos médicos

Formato de Hoja de Rutina de Revisión y Limpieza de Equipo Medico

 <p>A. JAIME ROJAS Equipamiento Integral Médico Hospitalario</p>	<p>HOJA DE RUTINA DE REVISIÓN Y LIMPIEZA DE EQUIPO MEDICO</p>	<p>Versión: Fecha de Aprobación: Paginas: 1 de 1</p>				
<p>DATOS GENERALES DEL EQUIPO</p>						
EQUIPO:						
MARCA:	MODELO:	SERIE:				
PISO:	AREA:	AMBIENTE:				
CODIGO PATRIMONIAL:						
MES	SEMANA	RUTINA				OBSERVACIÓN
	1 2 3 4	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
ENERO						
FEBRERO						
MARZO						
ABRIL						
MAYO						
JUNIO						
JULIO						
AGOSTO						
SEPTIEMBRE						
OCTUBRE						
NOVIEMBRE						
DICIEMBRE						

<p>FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (AREA DE MANT. Y SERV. GENERALES)</p> <p>FECHA DE RECEPCIÓN:</p>	<p>FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (AREA USUARIA)</p> <p>FECHA DE RECEPCIÓN:</p>	<p>FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (PROVEEDOR)</p> <p>FECHA DE RECEPCIÓN:</p>
--	---	--

Figura 21 Hoja de rutina de revisión y limpieza de equipos médicos

Formato de Orden de Trabajo de Mantenimiento

 A. JAIME ROJAS Equipamiento Integral Médico Hospitalario		Versión: Fecha de Aprobación: Páginas: 1 de 1									
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">N°</th> <th style="width: 25%;">Día</th> <th style="width: 25%;">Mes</th> <th style="width: 25%;">Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	N°	Día	Mes	Año					
N°	Día	Mes	Año								
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO											
SERVICIO		AMBIENTE									
DENOMINACION DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE								
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO	<input type="checkbox"/>	CAPACITACIÓN USUARIA	<input type="checkbox"/>								
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	<input type="checkbox"/>	CAPACITACIÓN TECNICA	<input type="checkbox"/>								
DIAGNÓSTICO TECNICO											
ENCARGADO MANTENIMIENTO		FECHA									
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO EJECUTADO											
FECHA DE INICIO		FECHA DE TERMINO									
OBSERVACIONES Y / O RECOMENDACIONES DE USO Y MANTENIMIENTO											
FIRMA Y SELLO DE RECEPCION (AREA DE MANTTO Y SERV. GENERALES)	FECHA DE RECEPCION	FIRMA Y SELLO DE RECEPCION (AREA USUARIA)	FECHA DE RECEP.								
FIRMA Y SELLO DE RECEPCION (PROVEEDOR)		FECHA DE RECEPCION									

Figura 22 Orden de trabajo de mantenimiento

Formato de Registro de Reparación y Cambios de accesorios y/o componentes

		Versión: Fecha de Aprobación: Páginas: 1 de 1
REGISTRO DE REPARACIÓN Y CAMBIOS DE ACCESORIOS Y/O COMPONENTE		
DATOS GENERALES DE EQUIPO		
EQUIPO: _____		
MARCA: _____	MODELO: _____	SERIE: _____
PISO: _____	AREA: _____	AMBIENTE: _____
CODIGO PATRIMONIAL: _____		
ACCESORIO Y/O COMPONENTE: _____		
FOTO DE ACCESORIO Y/O COMPONENTE DAÑADO	FOTO DE ACCESORIO Y/O COMPONENTE	
HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE CAMBIO	
OBSERVACIONES		
FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (AREA DE MANT. Y SERV. GENERALES)	FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (AREA USUARIA)	FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN (PROVEEDOR)
FECHA DE RECEPCIÓN: _____	FECHA DE RECEPCIÓN: _____	FECHA DE RECEPCIÓN: _____

Figura 23 Registro de reparación y cambios de accesorios y/o componentes

Propuesta de Mejora 5: Diseño de Aplicativo Móvil App Sheet para el registro de formatos.

El diseño del aplicativo móvil App Sheet cuenta con la estructuración de diagramas basados en cada etapa de análisis, con estas bases se procedió con la elaboración de la aplicación en la plataforma AppSheet, la arquitectura del aplicativo obedece las premisas establecidas e la necesidad de los Centro Medicos.

- **Dispositivos de Usuario:** El diseño de la aplicación permite darle uso en distintos dispositivos móviles: Celulares Smartphones, Tablets, Laptops y Computadoras.
- **Servidores de AppSheet:** Estos servidores brindan plataformas en las cuales permiten la realización de definiciones lógicas del aplicativo y las definiciones de flujo de trabajo. En la Figura 24 puede visualizarse la plataforma App Sheet.
- **Servidores de almacenamiento de la fuente de datos:** La aplicación tendrá como respaldo la fuente de datos de Google Drive, siendo este el destino donde se almacenara los datos de registro y también contar con los servicios de Google Sheets. Añadir que App Sheet te permite optar por otras opciones de almacenamiento tales como: Google Drive, One Drive, SharePoint, Dropbox, SQL Server, mySQL, PostgreSQL, AWS DynamoDB, Apigee, Smartsheet, Salesforce.

Tabla 24 *Requisitos no funcionales*

Nº	Descripción	Tipo
1	El aplicativo debe ser desarrollado en la plataforma AppSheet	No Funcional
2	Los datos deberán ser almacenados en Excel online	No Funcional
3	La aplicación funcionatanto en modo online como offline	No Funcional
4	Los dispositivos móviles deben contar mínimo con 2GB de memoria Ram	No Funcional
5	Los dispositivos móviles deben contar con Android 4.4.4 como mínimo	No Funcional
6	La autenticación será mediante las cuentas Google como único medio	No Funcional

Fuente: Elaboración Propia

Plataforma de Desarrollo de AppSheet

Atravez de esta plataforma de desarrollo de AppSheet se realiza la estructura del aplicativo en base a los lineamientos requeridos por el área de mantenimiento (Ficha Tecnica, Hoja de Rutina, Orden de Trabajo y Registro de Reparación), ello puede verse en la Figura 24.

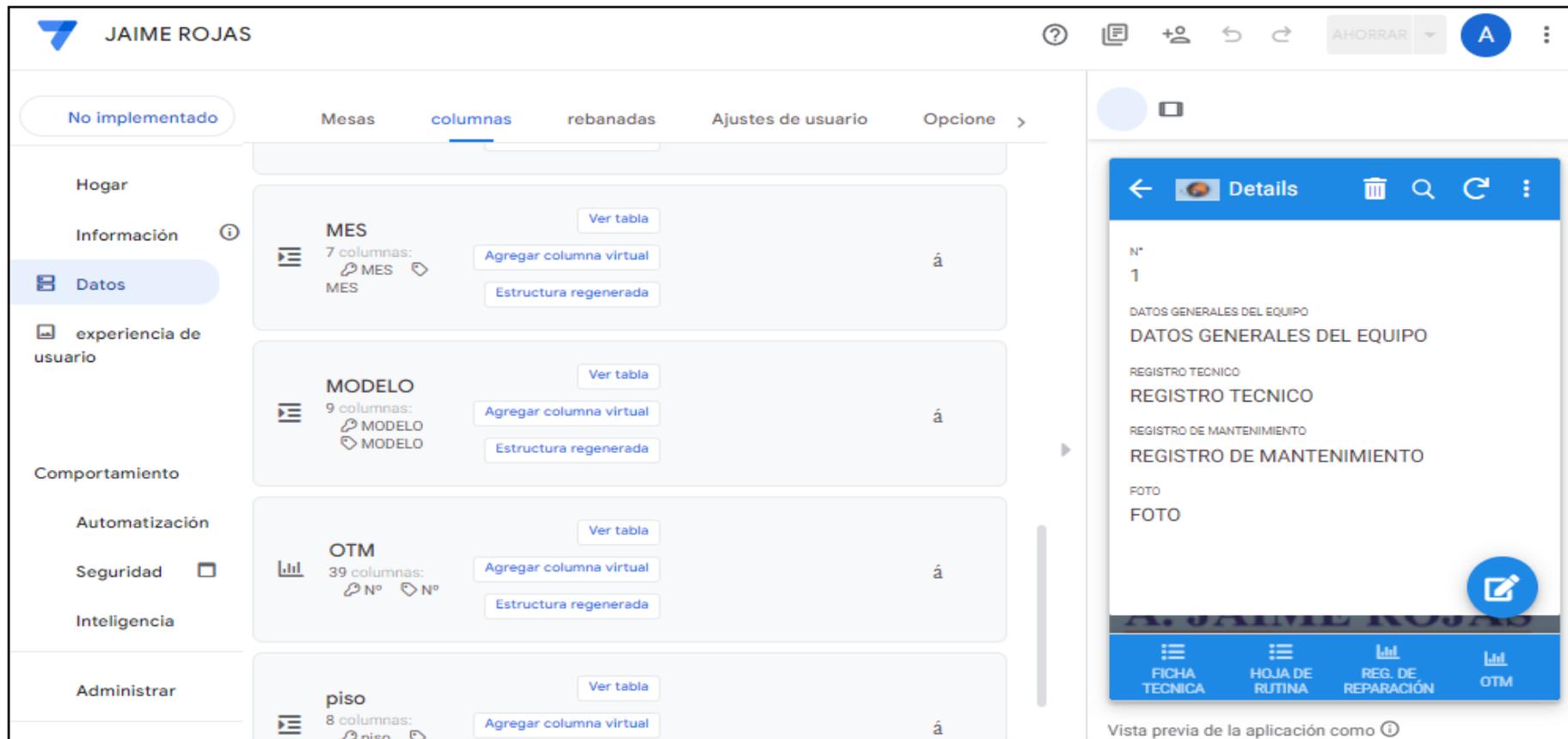


Figura 24 Plataforma de desarrollo de AppSheet

Cuando la plataforma de App Sheet se encuentra estructurada en base a los lineamientos establecidos por el Centro Medico, el proceso funcional de todo ello puede ser visualizado en la Figura 25.

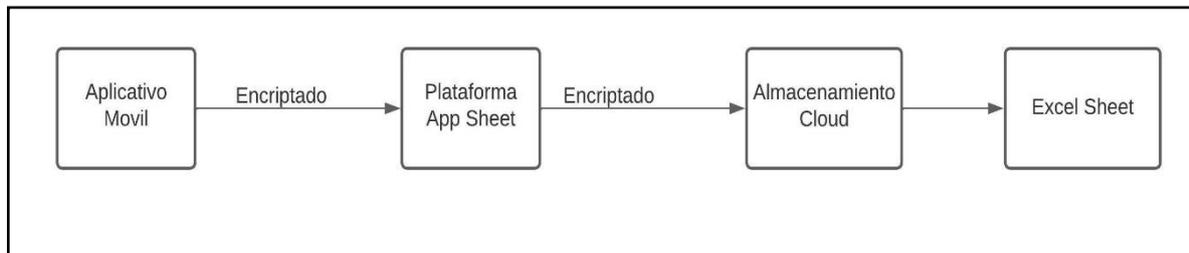


Figura 25 Diagrama secuencial de funcionamiento

Los casos de uso que dispone el aplicativo App Sheet para el Jefe inmediato y personal técnico se encuentra detallado en la Tabla 25, con estas disposiciones para el usuario, se puede ver la practicidad de almacenamiento de información que te da el aplicativo App Sheet.

Tabla 25 Casos de uso del aplicativo - CUA

Nro. CUA	Descripción de Caso de Uso
CUA-01	Elaboración de Orden de Trabajo de Mantenimiento
CUA-02	Elaboración de Registro de Reparación y Cambio de Componentes
CUA-03	Elaboración de Hoja de Rutina de Revisión y Limpieza de Equipo
CUA-04	Elaboración de Ficha Tecnica de Equipo
CUA-05	Ver el avance de Trabajo mediante el Excel de Datos
CUA-06	Revisión de Informe Preliminar de Formatos
CUA-07	Elaboración de Dashboard en base al Excel de Datos
CUA-08	Impresión de Formatos

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 26, podemos ver los detalles del CUA-01 en donde se puede ver pasos de uso en el aplicativo en donde se realiza una Orden de Trabajo de Mantenimiento, añadir que todos los pasos indicados ahí son los mismos que se realizaran en los otros casos de uso del Aplicativo.

Tabla 26 Caso de uso CUA-01

Código	CUA-01
Nombres de Caso de Uso	Elaboración de Orden de Trabajo de Mantenimiento
Descripción	Permite crear, modificar, eliminar y consultar el avance del Formato
Actores	Personal de Mantenimiento, Ingeniero Encargado
Pre-Condición	Ingresa al aplicativo, tener diagnóstico o procedimientos de mantenimiento preventivo – correctivo.
Flujo Principal:	Crear registro de Formatos en base a la necesidad de campo
	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla principal, la aplicación muestra una lista de formatos. 2. El usuario selecciona el formato a ser llenado. 3. El formato le mostrará una lista de formatos en blanco y listo para ser llenados. 4. El usuario procede a seleccionar el botón agregar (ícono de lápiz) 5. La aplicación muestra un formulario con los siguientes campos: N° de Informe, Fecha, Piso, Servicio, Ambiente, Cod. Patrimonial, Equipo, Marca, Modelo, Serie, Tipo de Mantenimiento, Diagnóstico Técnico, Encargado, Fecha de Revisión, Descripción de Trabajo Ejecutado, Observaciones, Fotos. 6. El usuario completa el registro en los campos asignados. 7. El usuario selecciona la opción de Actualizar para guardar los datos registrados. 8. La pantalla del aplicativo regresa a la pantalla en donde se puede visualizar la lista de formatos en blanco y formatos registrados.
	El formato seleccionado ha sido registrado de manera adecuada.
Post- Condición	El usuario final podrá cotejar la información en el Excel de datos que cuenta con los datos actualizado desde el aplicativo.

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Secuencial de Funcionamiento de App Sheet para los Centros Medicos: Personal de Mantenimiento – Almacenamiento Cloud

En la Figura 26, se puede ver diagrama secuencial de funcionamiento detallado desde el personal de mantenimiento hasta el almacenamiento cloud.

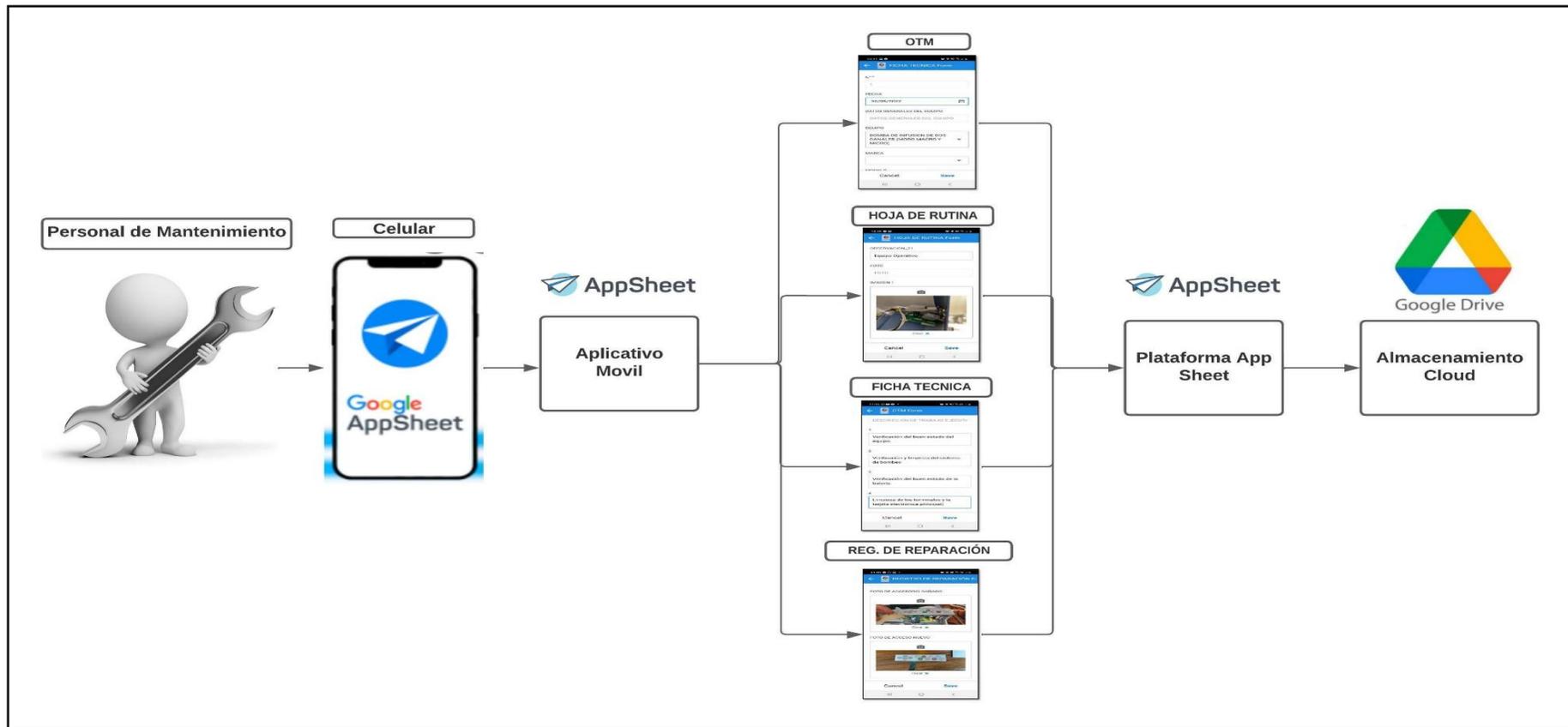


Figura 26 Diagrama secuencial de funcionamiento de App Sheet para los centros médicos: Personal de mantenimiento - Almacenamiento Cloud

Diagrama Secuencial de Funcionamiento de App Sheet para los Centros Medicos: Almacenamiento Cloud –Ingeniero Encargado

En la Figura 27, se puede ver diagrama secuencial de funcionamiento detallado desde el almacenamiento cloud hasta el ingeniero encargado.

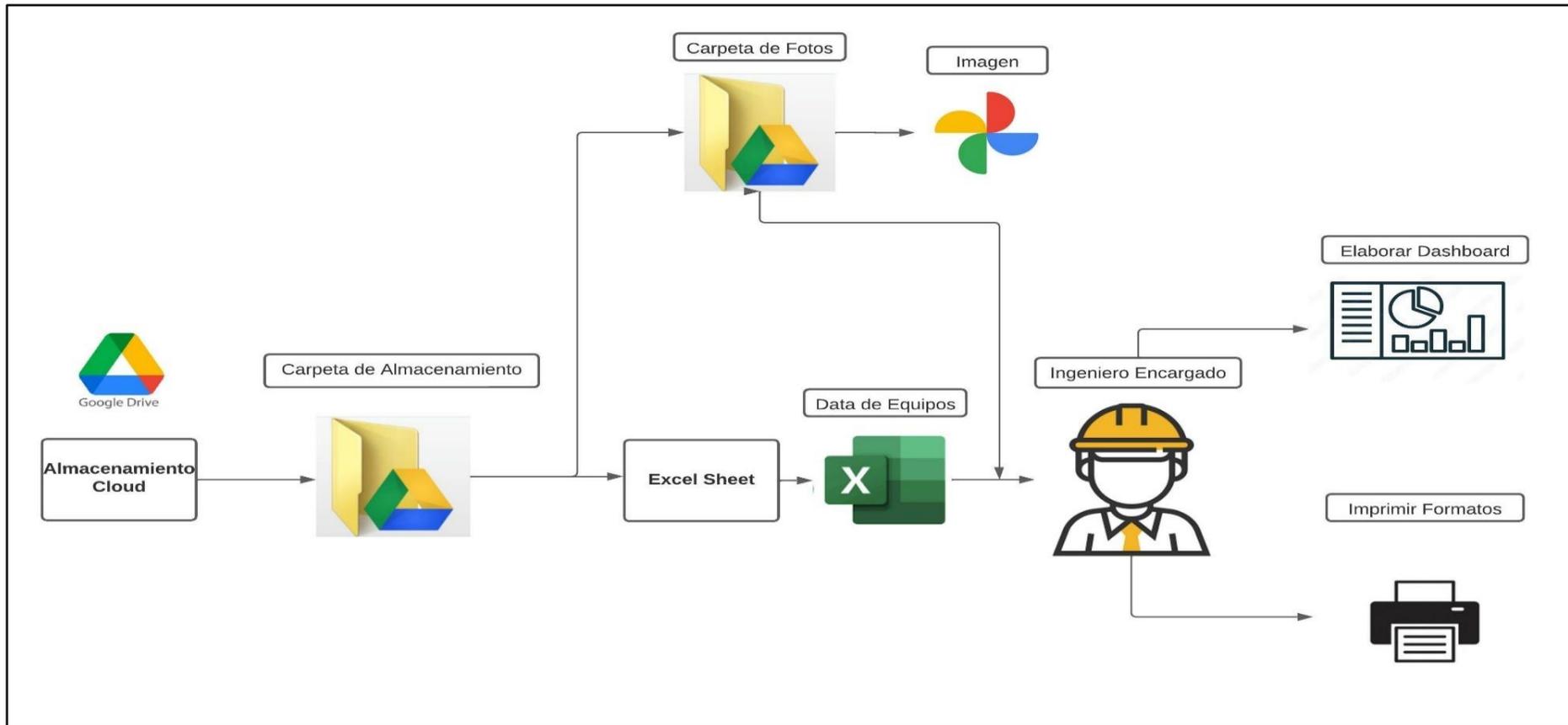


Figura 27 Diagrama secuencial de funcionamiento de App Sheet para los centros médicos: Almacenamiento Cloud- Ing. Encargado

Pantallas de Uso de Aplicativo

- **Pantalla de Inicio y Registro de Datos:**

En la Figura 28, se puede visualizar imágenes del inicio del logo de la empresa A. Jaime Rojas Rep. Grles, también se lograra ver en las siguientes imágenes la opciones de los 4 formatos en una sola pantalla y las opciones de llenado en fecha, redacción y demás aspectos.

- **Registros de Datos y Registro de Fotos:**

En la Figura 29, se puede visualizar imágenes del proceso de redacción de una Hoja de Rutina, en ellos se pueden encontrar las opciones de redacción, selección de datos; añadir a ello es que también se puede visualizar la opción de registro de fotos tomadas a los equipos médicos, los cuales serán enviados al almacenamiento cloud.

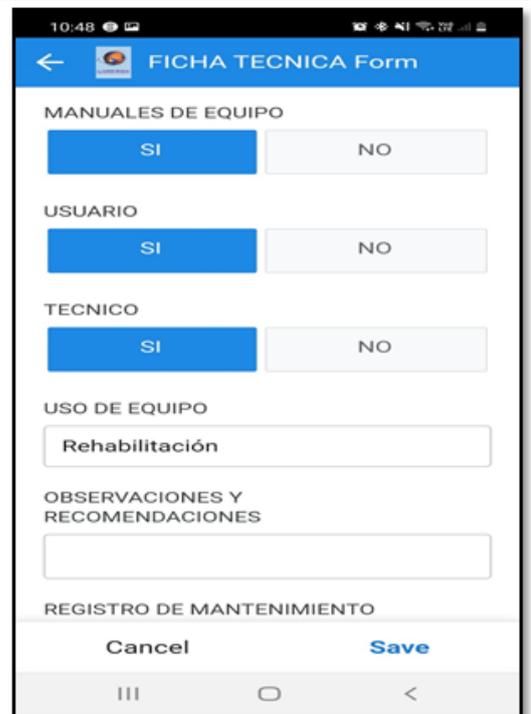
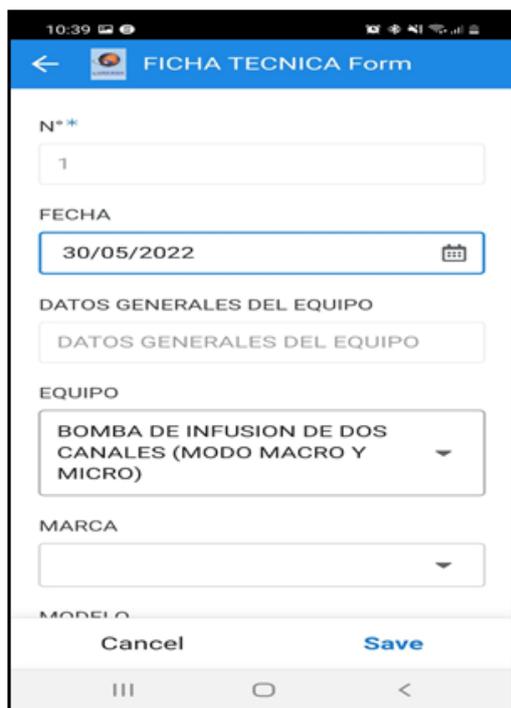
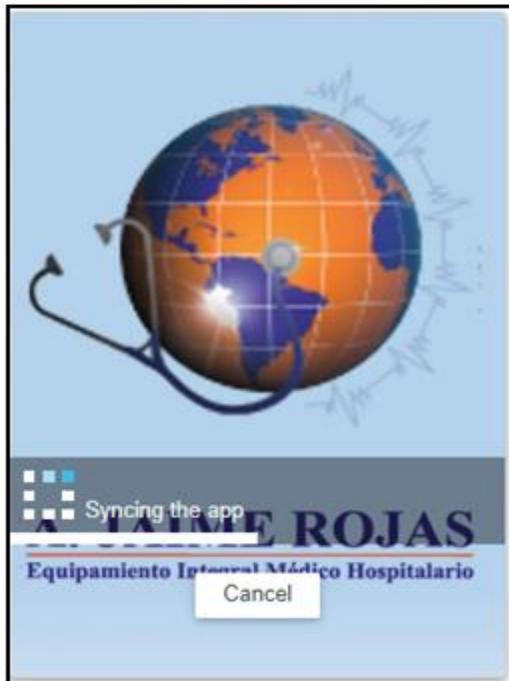


Figura 28 Pantalla de uso de aplicativo: Pantalla de Inicio y registro de datos

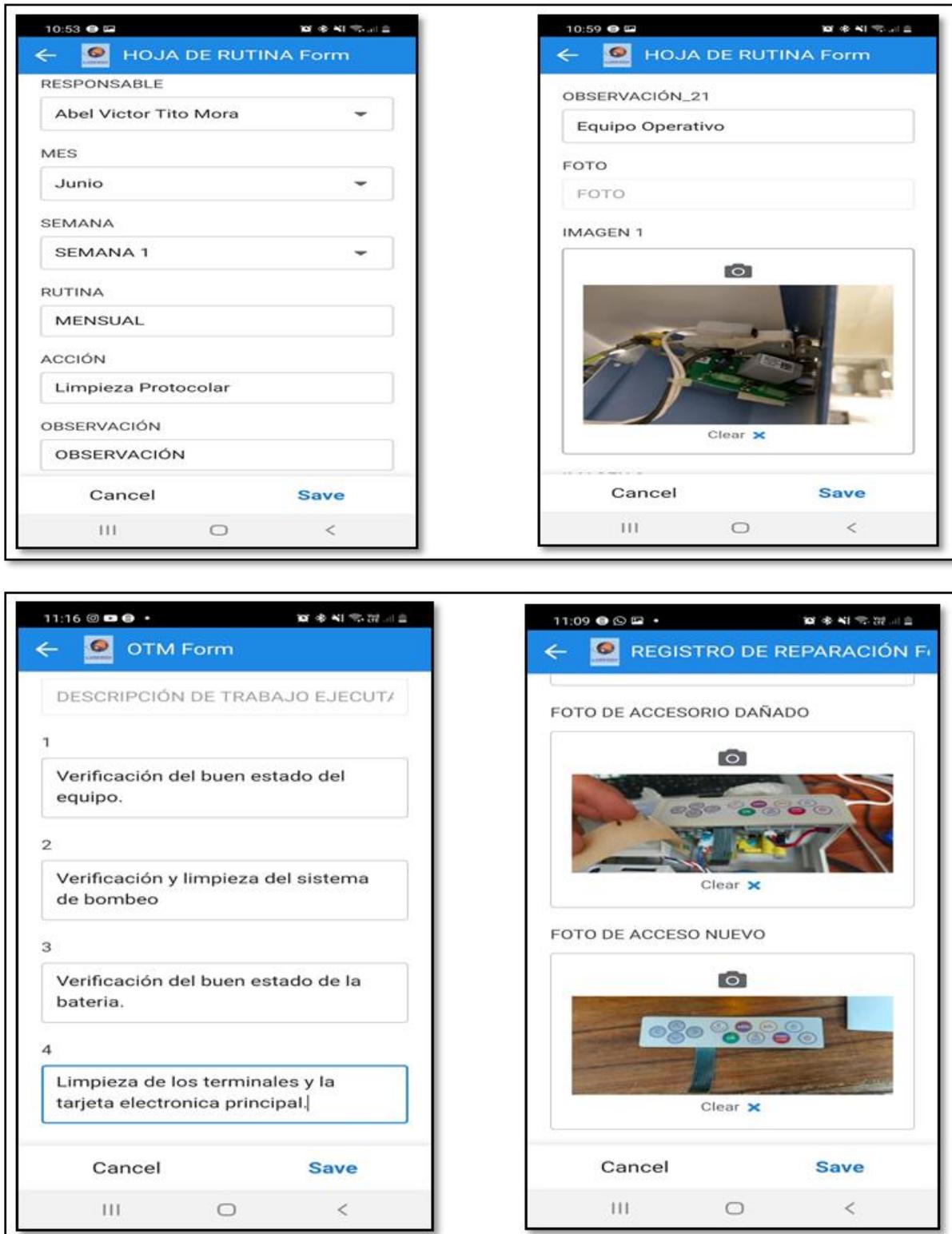


Figura 29 Pantalla de aplicativo App Sheet: Registro de datos y registro de fotos de equipos médicos

3.5. Resultado después de la Mejora

Los resultados obtenidos en este Sistema de Gestión de Mantenimiento, vienen en coherencia del modelo presentado en la tesis de Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento hospitalario por Chuquilín & Nancy (2017), ya que en su tesis, demostraron la reducción de un 79 % en el número de fallas y el aumento de un 75 % en lo que respecta al cumplimiento de Gestión de Mantenimiento, con esta premisa se implementó el uso de un aplicativo móvil, siendo éste un factor en la mejora de de Gestión de Mantenimiento.

Variable Independiente: Sistema de Gestión de Mantenimiento

Porcentaje total de tareas preventivas

La obtención de este valor se da en base a la consideración del número de tareas preventivas propuestas en esta investigación, siendo los equipos más críticos dentro de esta consideración el cual contempla las asignaciones en la programación de mantenimiento preventivo, esto puede ser corroborado en la Tabla 13, Tabla 15, Tabla 17 y Tabla 19. Añadir que se consideró el total de tareas correctivas con el número de fallas que están proyectadas (2023-2025). La fórmula usada es la Ecuación ubicada en la Tabla 4.

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = \frac{54}{54+11} \times 100$$

$$\% \text{ Total de Tareas Preventivas} = 83 \%$$

En base al resultado obtenido del total de tareas preventivas, se espera un 83 % en comparación con las tareas correctivas.

Porcentaje de cumplimiento de tareas preventivas

La obtención de este valor se da en base a la consideración del cumplimiento del sistema de gestión que da un valor del 75 %, bajo esta premisa el valor 54 viene del total de tareas preventivas y 41 del valor total de tareas preventivas realizadas, las consideraciones del caso se dieron en base al periodo proyectado (2023-2025). La formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = \frac{41}{54} \times 100$$

$$\% \text{ Cumplimiento de Tareas Preventivas} = 76 \%$$

En base al resultado obtenido del porcentaje de cumplimiento de tareas preventivas, se espera un 76 % en comparación del total.

Porcentaje de cumplimiento de inspecciones

La obtención de este valor se da en base a la consideración de los factores mantenimiento preventivo de inspección técnica y pruebas de funcionamiento y operatividad de los equipos médicos críticos, esto puede ser corroborado en la Tabla 13, Tabla 15, Tabla 17 y Tabla 19. Añadir que se también se considero el 75 % de cumplimiento del sistema de gestión; siendo 12 el total de inspecciones programadas y 9 el total de inspecciones realizada. La formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

$$\% \text{ Porcentaje de cumplimiento de inspecciones} = \frac{9}{12} \times 100$$

$$\% \text{ Porcentaje de cumplimiento de inspecciones} = 75 \%$$

En base al resultado obtenido del porcentaje de cumplimiento de inspecciones, se espera un 75 % en comparación del total.

Variable Dependiente: Disponibilidad de Equipos Medicos

La determinación de estos valores se dan en base a los datos de las fallas del ultimo año de análisis de esta investigación, por ende, los valores mostraran una tendencia de constancia; estas acciones se dan en base a posicionarnos en un escenario pesimista. La base de este análisis se da coherencia a la Tesis de Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento hospitalario por Chuquilín & Nancy (2017).

Tiempo Promedio entre fallas (MTBF)

Para obtener los resultados en este indicador, se considero los valores de tiempo total de funcionamiento (ANEXO N° 7) y el numero de fallas de los equipo en el periodo proyectado (ANEXO N° 10), la formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

Tabla 27 MTBF en horas de los equipos médicos críticos del centro médico en el periodo 2023-2025

Equipo Medico Critico	Año		
	2023 (Horas)	2024 (Horas)	2025 (Horas)
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	1217	1217	1217
Desfibrilador con monitor y paletas externas	1095	1095	1095
Incubadora de transporte - estandar	973	973	973
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	1642	1642	1642

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar que en la Tabla 27, el dato de números de horas de funcionamiento de cada equipo medico, muestra una tendencia de constancia dentro del periodo estudiado.

Tiempo Promedio de reparación (MTTR)

Para obtener los resultados en este indicador, se considero los valores de tiempo total de inactividad de los equipos medicos (ANEXO N° 11) y el numero de fallas de los equipo en el periodo proyectado (ANEXO N° 10), la formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

Tabla 28 MTTR en horas de los equipos médicos críticos del centro médico en el periodo 2023-2025

Equipo Medico Critico	Año		
	2023 (Horas)	2024 (Horas)	2025 (Horas)
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	78	78	78
Desfibrilador con monitor y paletas externas	48	48	48
Incubadora de transporte - estandar	96	96	96
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	80	80	80

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar que en la Tabla 28, el dato de números de horas de inactividad acumulada de cada equipo medico, muestra una tendencia de constancia en el periodo proyectado.

Porcentaje de Disponibilidad

Para obtener los resultados en este indicador, se considero los valores anteriormente analizados, los cuales son el Tiempo Promedio entre Fallas, ello puede visualizado en la Tabla 27 y el Tiempo Promedio de Reparación, también puede ser visualizado en la Tabla 28; la formula usada es la Ecuación ubicada en la (Tabla 4).

Tabla 29 Porcentaje de disponibilidad inherente de los equipos médicos críticos del centro médico en el periodo 2023-2025

Equipo Medico Critico	Año		
	2023	2024	2025
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	94%	94 %	94 %
Desfibrilador con monitor y paletas externas	96 %	96 %	96 %
Incubadora de transporte - estandar	91 %	91 %	91 %
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	95 %	95 %	95 %

Fuente: Elaboración Propia

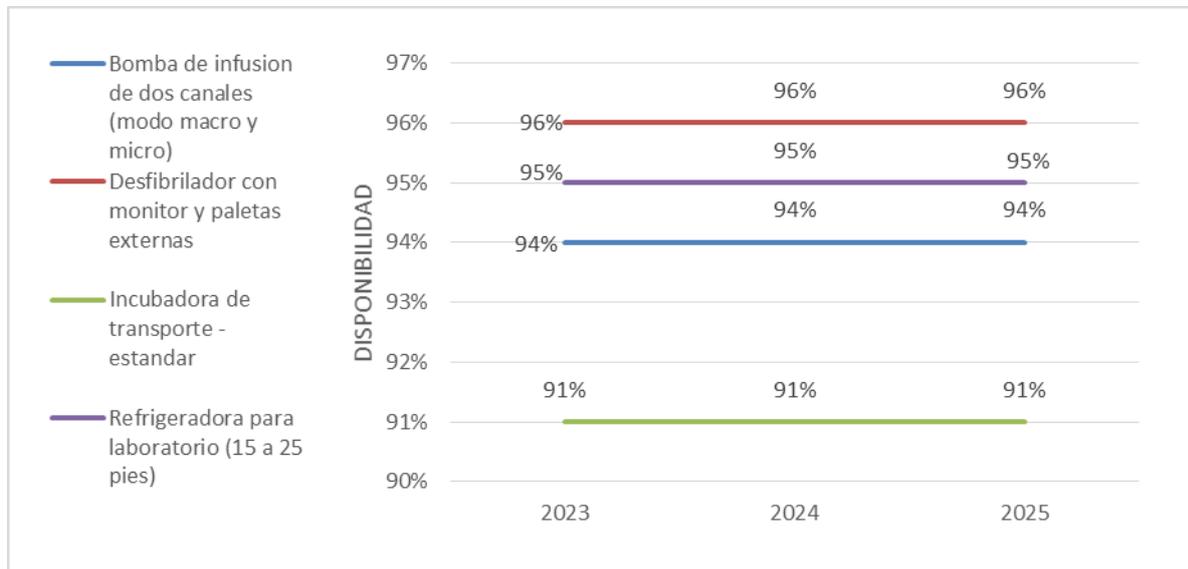


Figura 30 Grafica de porcentaje de disponibilidad inherente de los equipos médicos críticos del centro médico en periodo 2023-2025

La Tabla 29 y la Figura 30 nos muestra que los equipos médicos se encuentran en condiciones de ser operados durante el period proyectado.

Cuadro Resumen

Luego de analizar los resultados obtenidos después de la mejora presentada en el capítulo anterior, se logra determinar una mejora notable, ya que el diagnóstico situacional del centro médico en lo que respecta a la variable independiente mostraba una situación en donde no había algún sistema de gestión mantenimiento que permita poder determinar en que situación se encuentra el área de mantenimiento y la variable dependiente muestra datos de un situación preocupante, requiriendo tomar acciones para mejorar la situación en la que se encontró el centro médico. Después de presentar las propuestas de mejora, los datos en la variable independiente y dependiente cambian notablemente, permitiendo poder tener datos del estado situacional del centro de salud debido al sistema de gestión de mantenimiento y las implicancias de mejora que esta conlleva, los detalles pueden ser visualizados en la Tabla 30.

Tabla 30 Cuadro resumen

Tipo de Variable	Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Antes	Después	Mejora
Variable Independiente	Sistema de Mantenimiento Preventivo	Teoria	Total de Tareas Preventivas	0 %	83 %	83 %
			Cumplimiento de tareas preventivas	0 %	76 %	76 %
			Cumplimiento de Inspecciones	0 %	75 %	75 %
Variable Dependiente	Disponibilidad de Equipos	Teoria	Tiempo Promedio Entre fallas (MTBF)	1071 Horas	1232 Horas	161 Horas
			Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)	84 Horas	76 Horas	8 Horas
			Disponibilidad	82 %	94 %	12

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Analisis Costo-Beneficio

Costo

El diseño de un sistema de gestión mantenimiento de mantenimiento para la reducción de índices de inoperatividad de equipos médicos implica costos, los cuales son definidos en base al análisis de los aspectos negativos que se ubicaron en el diagnóstico del estado actual del Centro de Salud y aplicar la mejora mediante el diseño de gestión de mantenimiento, siendo estos los puntos a ser analizados:

- Realizar la adquisición de activos fijos que permitan la correcta y adecuada distribución del área de mantenimiento del Centro Medico, con la finalidad de mejorar el estado actual encontrado (distribuciones y asignaciones inadecuadas para el personal en lo que respecta a espacios del área de mantenimiento del Centro Medico).
- Considerar la inclusión de un personal técnico biomédico al grupo de trabajo , para que pueda respaldar el desabastecimiento de atención a la demanda del Centro Medico (mantenimiento preventivos programados, mantenimientos correctivos no programados) y no entrar al contexto de incumplimiento de las actividades programadas – no programadas, por eventualidades personales del personal técnico biomédico.
- Implementar el aplicativo móvil de AppSheet a todo el grupo de trabajo, con la finalidad de poder realizar un optimo trabajo de registro de formatos en base al trabajo asignado y el seguimiento del caso por la jefatura de turno.

Aspectos Operativos:

- Disponer de un inventario de herramientas, las cuales permitan la ejecución óptima en lo que respecta a los mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos no-programados, esto permitirá tener disponibilidad de herramientas; espacios apropiados y repuestos cuando se presente el contexto de ejecución de un mantenimiento.
- Implementación de EPP para el personal técnico biomédico del Centro de Salud, ello les permitirá un adecuado desenvolvimiento de trabajo en las áreas de mantenimiento y evitaría el contacto de ciertos factores adversos (químicos, riesgos físicos, etc.).
- Compra de equipos de computo, ello con la finalidad de poder almacenar la información de manera integral para el seguimiento de cada equipo médico del Centro de Salud, añadir que esto permitirá gestionar los cronogramas de mantenimiento, formatos de trabajo en campo y el seguimiento de trabajo desde la plataforma App Sheet en sincronización con el almacenamiento Cloud (Drive); añadir que el área de mantenimiento en su situacional actual, no cuenta con software que le permita realizar una gestión de mantenimiento.

Tabla 31 Costo de inversión

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	INVERSIÓN TOTAL
UTILES DE ESCRITORIO				
Papel bond A4	7	Millar	S/. 19.00	S/.133.00
Lapiceros	3	caja	S/. 6.00	S/. 18.00
Archiveros	7	unidad	S/. 6.00	S/. 42.00
Perforador	1	unidad	S/. 12.00	S/. 12.00
Toner de impresora Laser	2	unidad	S/. 220.00	S/. 440.00
Engrapador	1	unidad	S/. 15.00	S/. 15.00
EQUIPOS DE OFICINA				
Escritorio	1	Unidad	S/. 240.00	S/. 240.00
Laptop	1	Unidad	S/. 1,799.00	S/. 1,799.00
Impresora Laser	1	Unidad	S/. 2 900.00	S/. 2 900.00
MATERIALES				
Detergente	14	Kilogramo	S/. 5.20	S/. 77.00
Aceite multiusos WD-40	1	Galón	S/. 160.00	S/. 160.00
Trapos industriales	5	Kilogramo	S/. 5.00	S/. 25.00
Desinfectante	2	Galón	S/. 14.50	S/. 29.00
Cepillo saca polvo	1	Unidad	S/. 20.00	S/. 20.00
Limpia contacto CRC	5	Unidad	S/. 40.00	S/. 200.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTA				
Soplador De Aire 600w	1	Unidad	S/. 100.00	S/. 100.00
Set 250 herramientas Manuales	1	Unidad	S/. 160.00	S/. 160.00
Multímetro	1	Unidad	S/. 300.00	S/. 300.00
EPP DE SEGURIDAD				
Guantes de Seguridad	4	Unidad	S/. 17.00	S/. 68.00
Zapatos punta de acero	4	Unidad	S/. 140.00	S/. 560.00
Casco de Seguridad	4	Unidad	S/. 40.00	S/. 160.00
Lentes de Seguridad	4	Unidad	S/. 20.00	S/. 80.00
IMPLEMENTACIÓN DE APLICATIVO APP SHEET				
Implementación y capacitación	-----	-----	S/. 3 500.00	S/. 3 500.00
COSTO TOTAL				S/. 11, 038.70

Fuente: Elaboración Propia

Costos Mensuales

Tabla 32 Sueldo de personal requerido

Cantidad	Técnico	Sueldo
1	Tecnico Electronico o Tecnico Biomedico	S/. 1 400
1	Secretaria	S/. 1 200
	Total	S/. 2 600

Fuente: Elaboración Propia

Beneficios

El diseño de un sistema de gestión de mantenimiento trae consigo beneficios que son contrastados en el aumento del nivel de servicio del centro medico, ello va en coherencia del objetivo principal que puede tener cualquier centro medico. Bajo este panorama se presenta los beneficios obtenidos en los primeros meses de ejecución del diseño de sistema de gestión de mantenimiento.

Tabla 33 Beneficio del mes de Febrero 2023

MES		FEBRERO	
Equipo Medico	Cantidad	Valor de Alquiler (Unidad)	Total
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	01	S/. 1 500	S/. 1 500
Desfibrilador con monitor y paletas externas	01	S/. 3 500	S/. 3 500
Incubadora de transporte - estandar	01	S/. 5 000	S/. 5 000
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	01	S/. 4 500	S/. 4 500
	Total		S/. 14 500

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34 Beneficio del mes de Marzo 2023

MES		MARZO	
Equipo Medico	Cantidad	Valor de Alquiler (Unidad)	Total
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	01	S/. 1 500	S/. 1 500
Desfibrilador con monitor y paletas externas	01	S/. 3 500	S/. 3 500
Incubadora de transporte - estandar	01	S/. 5 000	S/. 5 000
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	01	S/. 4 500	S/. 4 500
Total			S/. 14 500

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35 Beneficio del mes de Abril 2023

MES		ABRIL	
Equipo Medico	Cantidad	Valor de Alquiler (Unidad)	Total
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	01	S/. 1 500	S/. 1 500
Desfibrilador con monitor y paletas externas	01	S/. 3 500	S/. 3 500
Incubadora de transporte - estandar	01	S/. 5 000	S/. 5 000
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	01	S/. 4 500	S/. 4 500
Total			S/. 14 500

Fuente: Elaboración Propia

Comparación

Estructurando un comparativo entre dos escenarios, se puede ver que el beneficio de la ejecución del diseño de un sistema de gestión de mantenimiento conlleva la involucración completa del personal del centro médico, ello en base a la reestructuración del área de mantenimiento y la disposición de condiciones laborales óptimas para los trabajadores, esto trae el aumento de la eficiencia en sus labores, el estrés, la fatiga y demás aspectos; que competen al ambiente laboral.

También se hace la mención que la organización de un centro médico hace parte de un sistema sin fines de lucro, ya que la ganancia no está alineada por el aspecto económico pero sí está en la línea de poder reflejar un nivel de servicios a sus usuarios (clientes). Bajo este contexto se tiene la premisa que el centro médico se convierte en una empresa que contara con una estructura organizacional grande, con trabajadores profesionales más competentes con el uso de equipos médicos y un portafolio de servicios que brinden eficiencia a sus usuarios.

Tabla 36 Comparativa costo / beneficio

Mes	Costo	Beneficio	Utilidad
Enero	S/. 11,038.70		S/. (11,038.70)
Febrero	S/. 2,600	S/. 14,500	S/. 11,900
Marzo	S/. 2,600	S/. 14,500	S/. 11,900
Abril	S/. 2,600	S/. 14,500	S/. 11,900

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Costo Beneficio} = B/C$$

$$\text{Costo Beneficio} = 43\,500 / 18\,839 = 2.3$$

Luego de analizar la tabla Beneficio Costo, se puede concluir que el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la reducción de índices de inoperatividad, muestra un valor positivo de 2.3, significando que por cada sol invertido se obtendría un beneficio de S/. 2.30; bajo esta premisa, se puede ver el corto tiempo de retorno de inversión hacia el centro médico y lo que se ahorrarían en el alquiler de equipos médicos que se tiene proyectado en los siguientes meses, añadir que esto solo implica a los equipos críticos seleccionados y el cálculo por unidad, lo cual muestra un panorama positivo de considerarse el cálculo de los demás equipos médicos.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Según Campos & Cruz (2021), se determinó que los equipos biomédicos del área UCI COVID no tiene un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que sea propio de la entidad, que garantice la disponibilidad y confiabilidad de servicio que realiza el Centro Médico de Piura; con lo que concordamos con nuestra investigación, que la ausencia de un diseño de un sistema de gestión de mantenimiento da como resultados costos de reparación y por ende altos índices de inoperatividad de equipos médicos, añadir que la consideración de registros históricos dan las prestaciones de tener un control integral de los equipos médicos. Bajo esta base se diseñaron los formatos de registro de mantenimiento que va en coherencia a la necesidad pertinente para el área de mantenimiento.

También con Mamani C. (2019), se logra determinar que el funcionamiento de los equipos médicos de un centro médico son de vital importancia, para proporcionar un servicio de calidad estipulado. Añadir que este contexto es parte de toda entidad de salud y las complicaciones por fallas de equipos médicos es parte de ese contexto; siendo el Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin De La Fuente parte de toda esta normalidad de fallas en equipos médicos. Es por ello que surge la necesidad de estructurar rutinas de mantenimiento, ya que con la ejecución de estas estructuras puede realizarse una eficiente administración, ello con referencia al control, procedimientos y la cantidad de personal necesario para las ejecuciones. Y Nahas (2008), nos menciona que el mantenimiento preventivo también denominado como mantenimiento planificado o sistemático, ya que tiene lugar antes de que ocurra una avería o falla, ya que se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Bajo esta premisa se puede determinar que el mantenimiento preventivo mantiene los índices de inoperatividad con tendencias a la baja,

ya que mediante la supervisión de planificaciones estructuradas bajo fechas programadas, permiten la obtención de un sistema de gestión de mantenimiento completo, ya que estos detallan materiales, repuestos y herramientas que son empleados para los mantenimientos. Añadir que el mantenimiento preventivo permite que no se susciten paradas no programadas, ya que esto son generados por el uso de los equipos médicos por largos periodos. Bajo este contexto, podemos encontrar coincidencias con nuestra investigación, dándose la importancia a las actividades de rutina para corroborar el adecuado funcionamiento de los equipos biomédicos, bajo esta premisa se realizó el diseño de cronograma de actividades, conteniendo información con detalles de fecha, materiales, etc.

Luis S. (2017), indica que el desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento, tiene la finalidad de poder mostrar la realidad y la problemática de cualquier contexto, añadir que ello permite la implementación de mejoras asequibles para el sistema de mantenimiento de cualquier entidad. También menciona que el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento permite poder realizar evaluaciones, mediciones, estrategias y técnicas que vayan en coherencia a la función del mantenimiento a ejecutar; ello con la finalidad de aumentar la eficacia y eficiencia en lo que respecta a un mantenimiento, de esta manera se minimiza las ocurrencias de fallas y por ende esto traería consigo la garantía en lo que respecta a brindar servicios de calidad tanto para el usuario como también para la parte técnica, esto traería consigo la mejora continua en todos los aspectos, bajo estos lineamientos, podemos mencionar que en nuestra investigación se logra aumentar la disponibilidad de equipos médicos en un 12 %.

Por último, todas las menciones realizadas en los párrafos anteriores, vienen de investigaciones realizadas a entidades de salud públicas y privadas, estas investigaciones mostraron que la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento, trae consigo la

mejora continua en lo que respecta al aumento de asignaciones preventivas, por tal motivo, estas investigaciones tienen la consideración de evidencias y sustento, ya que tienen coherencia con la investigación presentada.

4.2. Conclusiones

El diseño de gestión de mantenimiento obtuvo resultados de mejora en lo que respecta a disponibilidad, ello implicaría en la reducción de índices de inoperatividad de equipos médicos para centros de médicos, concluyendo lo siguiente:

El análisis situacional del centro medico nos permitio encontrar la disponibilidad de equipos médicos con un valor de 82 %; bajo este contexto se realizo el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para el centro medico investtigado, parte de este diseño implico la elaboración de flujogramas, planificicación, cronogramas, formatos de registro y el uso de un aplicativo desarrollado en los lineamientos requeridos por el diseño de gestión de mantenimiento. Añadir que todo ello traería consigo una mejora continua en base al desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento.

El desarrollo del aplicativo móvil de App Sheet, permite la aplicación del diseño de gestión de mantenimiento, ya que este aplicativo permite simplificar el registro de los procesos de mantenimientos que realiza el personal de mantenimiento y el seguimiento de avance de mantenimiento por parte del ingeniero, el cual le permite las disposiciones de poder elaborar un dashboard del sistema de gestión de mantenimiento y en base a ello, poder tomar las decisiones pertinentes del caso. Añadir que el aplicativo de por si presenta un gran ahorro en lo que respecta a tiempos, coordinaciones, registros y reportes.

Los resultados de los indicadores de la variable independiente y dependiente, son obtenidos luego de haber diseñado el sistema de gestión de mantenimiento para la reducción de índices de inoperatividad de equipos médicos; los cuales muestran un valor de 83 % como aumento en el total de tareas preventivas, también el valor de 76 % en cumplimiento de tareas preventivas, luego el valor de 75 % en cumplimiento de inspecciones y por ultimo el valor de

12 % como aumento en lo que respecta a disponibilidad de equipos médicos, siendo este el valor de 94 %.

La evaluación económica de costo-beneficio del diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la reducción de índices de inoperatividad para centros médicos, dio como resultado el valor de 2.3, siendo un índice de rentabilidad de S/. 2.30 por cada sol invertido, añadir que este resultado esta en la línea de un escenario pesimista, ya que el análisis económico solo contempla a los 4 equipos críticos seleccionados, añadir que los datos económicos consideran solo la unidad por equipo critico seleccionado; en un escenario real y optimista, mostraría valores por encima de lo estimado, ya que ello contempla mas unidades por equipos críticos seleccionado; añadir que si se toma el criterio de considerar a los demás equipos médicos con problemas, el panorama tendría una tendencia positiva, ello en base a la evaluación económica costo-beneficio presentada en esta investigación.

4.3. Recomendaciones

Se debe priorizar el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para todos los equipos médicos con la finalidad de poder reducir los índices de inoperatividad del centro médico, ejecutando los mismos lineamientos del diseño de sistema de gestión de mantenimiento dentro del área estudiada, añadir que pueden ser aplicados para otros centros médicos que consideren la utilización de este diseño de gestión de mantenimiento.

Se debe priorizar el monitoreo del sistema de gestión de mantenimiento de manera anual, ello en base a los indicadores establecidos en el diseño de gestión de mantenimiento, para seguir la misma línea de la mejora continua en lo que respecta al monitoreo.

Se debe estructurar el análisis de disponibilidad del total de los equipos médicos con reportes de fallas y averías, con la finalidad de tener un análisis integral que conllevara consigo a un óptimo control de los equipos médicos del centro de salud.

Se debe de implementar el uso del aplicativo App Sheet, de manera integral al área de mantenimiento del centro médico, ello contribuirá en una mejora continua en lo que respecta a eficiencia y eficacia, siendo contrastados en temas de documentos, registros, tiempos, coordinaciones y demás aspectos.

También, se debe aplicar un plan de mejora continua de manera integral en el área de mantenimiento del centro médico, ello traería resultados alineados a observaciones de problemas que se puedan suscitar en el diseño de gestión de mantenimiento y permitiría una óptima reducción de índices de inoperatividad en equipos médicos.

Por último, se hace alcance a todo aquel que lea esta investigación, que el aplicativo móvil App Sheet tiene más disposiciones de desarrollo que podrían mejorar de manera exponencial el sistema de gestión de mantenimiento, pero ello implica profundizar más en la

programación de su plataforma, se hace mención de ello, porque el aplicativo App Sheet puede añadir opciones de grabar videos o también el registro con código QR; esto en el campo de trabajo sería de ayuda en el inventario y registro de todos los equipos médicos; en esencia, el aplicativo móvil App Sheet puede ser desarrollado a la necesidad del usuario, solo se requiere la creatividad y la voluntad de trabajo.

REFERENCIAS

Cervantes V., María V. (2018). *Sistema de gestión de mantenimiento de los bienes del Centro de salud Santa Luzmila*. Recuperado de:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31472>

Chang Nieto (2008). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler*. Recuperado de:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/10757/273470/2/EChang.pdf>

Estrada P., Juan S. (2011). *Gestión de Mantenimiento de Equipo Biomédico en la Fundación Clínica Infantil Noel*. Recuperado de:

<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/1141/1/TBM00269.pdf>

Franco A., Marín L.; Salazar C. (2010). *Incidencia de eventos adversos asociados a dispositivos médicos en una institución de salud en Colombia*. Recuperado de:

<http://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/491/1/RBI00080.pdf>

Grettchen Flores (2006). *Como disminuir los accidentes en la atención de salud mediante calidad total, uso de computadoras y otras medidas*. Recuperado de:

<http://www.binasss.sa.cr/revistas/rldmml/v7-8n2-1/08Flores.pdf>

Macedo A. (2014). *Mejora del sistema de gestión de mantenimiento preventivo sistemático para incrementar la confiabilidad en planta de producción de alimentos de minera Yanacocha*. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1344>

Ministerio de Salud Minsa (2016). *Plan de mantenimiento de los equipos biomédicos, transporte, comunicaciones y de cómputo de la red de salud Tacna*. Recuperado de:

http://www.tacna.minsa.gob.pe/uploads/transferecia/red/Plan_Gestion_Mantenimiento_Infraestructura_Equipos.pdf

Olguin H. (2018). *Propuesta de mejora del plan de mantenimiento en equipos frigoríficos de Cencosud*. Recuperado de: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/43797>

Organización Internacional de Normalización (1946). *Definición de las Normas ISO y sus variantes*. Recuperado de: <https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>

Pérez M. (2014). *Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento de equipos de soporte de instalación en una empresa que produce y comercializa gas natural*. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/346806>

Pérez A. (2010). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de Mantenimiento centrado en la confiabilidad para la industria farmacéutica*. Recuperado de: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/10757/625963/4/Perez_AC.pdf.txt

Sandoval B. (2019). *Propuesta de mejora del sistema de mantenimiento de la empresa AESA infraestructura y minería*. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/131129/Sandoval%20-%20PROPUESTAS%20DE%20MEJORA%20DEL%20SISTEMA%20DE%20MANTENIMIENTO%20DE%20LA%20EMPRESA%20AESAS%20%20%20INFRAESTRUCTURA....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Janela L. (2020). *Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos en el área de servicios del centro médico maría Belén S.R.L.*. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24280>

Ana C. (2017). *Propuesta de un sistema de gestión mantenimiento de equipos biomédicos en un hospital en el valle del cauca*. Recuperado de:

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/13839/0581191.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fandiño R. (2021). *Desarrollo de una aplicación para la gestión de la información de tecnología biomédica de la empresa health & life ips*. Recuperado de:

<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1962>

Maria E. (2019). *Propuesta de implementación de una aplicación móvil para el área de seguridad y salud ocupacional de una empresa pesquera*. Recuperado de:

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15823>

Xapala E. (2019). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en ingeniería de confiabilidad para equipo médico en un hospital de alta especialidad*. Recuperado de:

<https://cdigital.uv.mx/handle/1944/49340>

Campos M. (2021). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos biomédicos del área UCI Covid de un hospital de la ciudad de Piura*. Recuperado de:

<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2830>

Huamani G. (2018). *Análisis y Diseño de un Sistema de Gestión hospitalaria para mejorar el proceso de atención a pacientes en el Hospital Santa María del Socorro de Ica*. Recuperado de:

<https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3080>

George W. (2016). *Propuesta inicial de un modelo de gestión de mantenimiento de equipo biomédico para una ips en Colombia*. Recuperado de:

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/154/PROYECTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Edinson F. (2015). *Desarrollo de un software para la gestión del mantenimiento a equipos biomédicos mediante php, bajo lineamientos OMS (organización mundial de la salud). caso de estudio: Hospital San Vicente de Arauca - Municipio de Arauca*. Recuperado de:

<https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/8417/3/05-10-15%20proyecto-final-moises-y-edison.pdf>

Mamani C. (2019). *Mejora y Actualización del Plan de Mantenimiento Preventivo de Los Equipos Biomédicos del Área Central de Esterilización del Complejo Hospitalario Guillermo Kaelin de la Fuente*. Recuperado de:

<http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/404>

López T. (2017). *Diseño e implementación de un modelo de gestión integral de mantenimiento para el Hospital Básico de la Brigada Blindada Galápagos, aplicando el Estatuto Orgánico del Ministerio de Salud Pública*. Recuperado de:

<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/6635>

Flores R. (2016). *Gestión de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el servicio de emergencia-uci del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren 2016*. Recuperado de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23631>

Daniel R. (2019). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos para la red de salud del sur oriente E.S.E. de Santiago de Cali-Valle del Cauca*. Recuperado de:

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11255/T08651.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Tanira J. (2018). *Propuesta de Mejora en la Gestión del Mantenimiento de Equipos Médicos del Área de Medicina Física y Rehabilitación de una Clínica*. Recuperado de:

https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15730/1/MACHACA_MIRANDA_TAN_MAN.pdf

Fernández B. (2016). *Implementación de Sistema de Gestión de mantenimiento de equipamiento hospitalario en Hospital Louis Pasteur de la Ciudad de Villa María*. Recuperado de:

<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6526>

Lauro P. (2019). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos e instalaciones del Hospital San Jose Lima –Perú*. Recuperado de:

<https://1library.co/document/zg85e48y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento-preventivo-equipos-instalaciones-hospital.html>

ANEXOS

ANEXO N° 1 Matriz para evaluación de expertos



MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Reducción de índices de Inoperatividad de los equipos médicos para Centros Médicos"			
Línea de investigación:	Salud Ocupacional			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Miguel Angel Mamani Chuquillanqui			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Gestión de Mantenimiento e Índices de Inoperatividad			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
 MIGUEL ANGEL MAMANI CHUQUILLANQUI INGENIERO INDUSTRIAL CIP N° 256200				

ANEXO N° 2 Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Reducción de índices de Inoperatividad de los equipos médicos para Centros Médicos"			
Línea de investigación:	Salud Ocupacional			
Apellidos y nombres del experto:	Dr. Luis Miguel Romero Echevarria			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Gestión de Mantenimiento e Índices de Inoperatividad			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.</p>				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
<p>Sugerencias: APLICABLE</p>				
<p>Firma del experto:</p> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;">Dr. Luis Miguel Romero Echevarria</div> </div>				

ANEXO N° 3 Instrumento de recolección de datos-cuestionario

CENTRO MÉDICO			
Encuesta "Información del Equipo Hospitalario-Centro Médico"			
Ubicación del equipo:		Piso	Sección
			Fecha:
Nombre del equipo:			Marca: Modelo:
<p>Marque con una X su respuesta:</p> <p>1. Para usted, la confiabilidad que le brinda el equipo es:</p> <input type="checkbox"/> Muy confiable <input type="checkbox"/> Confiable <input type="checkbox"/> Poco Confiable			
<p>2. Considera que el tiempo de uso del equipo en el area o servicio es:</p> <input type="checkbox"/> Muy alta <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja			
<p>3. Según su opinion la facilidad en la operación del equipo es:</p> <input type="checkbox"/> Muy facil <input type="checkbox"/> Facil <input type="checkbox"/> No tan Facil <input type="checkbox"/> Dificil			
<p>4. ¿Recibió alguna capacitación para la operación de este equipo?</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No			
<p>5. Indique el grado de importancia de realizar capacitación en la operación de este equipo</p> <input type="checkbox"/> Muy importante <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Poco importante <input type="checkbox"/> No es necesaria			
<p>6. ¿Considera usted necesaria la presenciade este equipo en esta area?</p> <input type="checkbox"/> Muy necesaria <input type="checkbox"/> Necesaria <input type="checkbox"/> Poco necesaria			
<p>7. ¿La institucion cuenta con el manual de usuario del equipo?</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No se <input type="checkbox"/> No			
<p>8. ¿Usted tiene acceso al manual del equipo?</p> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No			
<p>9. Teniendo en cuenta la condicion fisica y funcional del equipo, este es:</p> <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala			
<p>10. ¿El equipo cumple con las funciones para las que fue diseñado?</p> <input type="checkbox"/> Cumple con todas <input type="checkbox"/> Cumple con mas de la mitad <input type="checkbox"/> Cumple con menos de la mitad <input type="checkbox"/> No cumple con ninguna			
<p>11. ¿El equipo se encuentra disponible al momento de necesitarlo?</p> <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> La mayoría de las veces <input type="checkbox"/> Algunas veces <input type="checkbox"/> Nunca			
<p>12. De acuerdo a su opinion, usted cree que el riesgo para el paciente y el operario, de este equipo es</p> <input type="checkbox"/> Muy alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Ninguno			

ANEXO N° 4 Matriz de consistencia

Titulo	Problema	General	Hipótesis	Variable (s)	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Reducción de Indices de Inoperatividad de los Equipos Médicos para Centros Medicos	¿En qué medida el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento reduce los Índices de Inoperatividad de los equipos médicos para Centros Medicos?	Determinar en qué medida influye el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para reducción de los Índices de Inoperatividad de los equipos médicos para Centro Medicos	El diseño de un sistema de gestión de mantenimiento disminuye los índices de inoperatividad de los equipos médicos para Centros Medicos	Gestión de mantenimiento	La gestión de mantenimiento consiste en administrar de forma integral el recurso humano y materiales destinados a las faenas de mantenimiento. (Ramón, 2009)	Total de tareas preventivas	Porcentaje Total de tareas preventiva
		Realizar un diagnóstico situacional de los procesos involucrados.	Programa de mantenimientos preventivos que estén respaldados por un inventario físico-funcional de todos los equipos médicos.	Disponibilidad de equipos médicos	La Disponibilidad expresa valores en porcentaje de tiempo dentro de los cuales se logra determinar si el sistema esta listo para operar. (Ticlavilca, 2016)	Cumplimiento de tareas preventivas	Porcentaje de Cumplimiento de tareas preventivas
		Diseñar e implementar una propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para la reducción de fallas de los equipos médicos.	Metodología orientada a la evaluación comparativa de la tecnología instalada y la obsolescencia tecnológica de los equipos médicos.			Cumplimiento de inspecciones	Porcentaje de Cumplimiento de inspecciones
						Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF)	Cantidad de tiempo (Horas)
						Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)	Cantidad de tiempo (Horas)
						Disponibilidad	Porcentaje de Disponibilidad inherente

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 5 Número total de fallas reportadas en los periodos 2020-2022

ITE M	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	202 0	202 1	202 2	TOT AL
1	REFRIGERADORA PARA LABORATORIO (15 A 25 PIES)	4	3	4	11
2	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	1	2	4	7
3	NEBULIZADOR	2	1	3	6
4	BOMBA DE INFUSION DE JERINGA	4	2	2	8
5	DESFIBRILADOR CON MONITOR Y PALETAS EXTERNAS	5	4	2	11
6	CUNA DE CALOR RADIANTE - SALA DE PARTOS	2	3	1	6
7	LAMPARA QUIRURGICA DE TECHO DE INTENSIDAD ALTA	1	0	1	2
8	CALENTADOR DE SOLUCIONES ENDOVENOSAS	1	0	0	1
9	ELECTROBISTURI MONO/BIPOLAR DE POTENCIA MEDIA	1	1	0	2
10	TORNIQUETE PARA MIEMBRO INFERIOR	0	1	0	1
11	TORNIQUETE PARA MIEMBRO SUPERIOR	0	1	1	2
12	SIERRA ELECTRICA PARA CORTAR YESO	1	1	1	3
13	ANALIZADOR DE GASES Y ELECTROLITOS PORTATIL	0	1	1	2
14	BOMBA DE INFUSION DE DOS CANALES (MODO MACRO Y MICRO)	3	5	4	12
15	DETECTOR DE LATIDOS FETALES	2	1	0	3
16	LAMPARA DE EXAMENES Y CURACIONES	0	0	1	1
17	INCUBADORA NEONATAL - ESTANDAR	1	1	0	2
18	BALANZA DIGITAL CON TALLIMETRO - LACTANTES	0	0	1	1
19	MONITOR FETAL GEMELAR	2	0	1	3
20	MONITOR FETAL	1	0	1	2
21	INCUBADORA DE TRANSPORTE - ESTANDAR	4	4	3	11
22	BALANZA ANALITICA (100 A 210GR.)	0	0	1	1
23	ESTERILIZADOR A CALOR SECO DE 100 LT.	1	0	0	1
24	MICROSCOPIO PARA INMUNOLOGIA Y CONTRASTE DE FASE	0	0	2	2
25	MICROSCOPIO PARA MICROFOTOGRAFIA Y CAMARA DE VIDEO	0	0	1	1
26	MICROSCOPIO BINOCULAR	2	1	0	3
27	CITOCENTRIFUGA	0	1	0	1
28	DISPENSADOR DE PARAFINA	0	0	0	0
29	ELECTROCARDIOGRAFO DE 03 CANALES	2	3	1	6
30	ELECTROCARDIOGRAFO DE 01 CANAL	3	4	0	7
31	PHMETRO DIGITAL	2	1	0	3
32	PURIFICADOR DE AGUA	2	0	1	3

33	ROTADOR ORBITAL	1	0	0	1
34	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR VERTICAL (4 PIES TIPO A/B3)	1	0	1	2
35	INCUBADORA DE CULTIVO (90 A 110LT)	0	1	1	2
36	INCUBADORA DE CO2 180 LITROS	0	1	0	1
37	BAÑO MARIA (10 A 15 LT)	2	0	1	3
38	CONTADOR DE CELULAS DIGITAL	0	1	0	1
39	EQUIPO DE FOTOTERAPIA	1	0	0	1
40	FAJA ERGOMETRICA	1	0	0	1
41	ENCAPSULADORA SEMIAUTOMATICA DE BAJA CAPACIDAD	1	0	0	1
42	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR HORIZONTAL	0	1	0	1
43	CENTRIFUGA DE ANGULO FIJO	2	1	0	3
44	CONGELADORA VERTICAL DE -30°C	1	0	1	2
45	CONGELADORA VERTICAL DE -70 °C	0	1	0	1
46	OFTALMO RETINOSCOPIO DE PARED	0	0	1	1
47	OFTALMOSCOPIO DIRECTO	1	0	0	1
48	OFTALMOSCOPIO INDIRECTO	0	0	0	0
TOTAL GENERAL		58	47	42	147

Fuente: *Elaboración Propia*

ANEXO N° 6 Porcentaje acumulado de total de fallas de equipos médicos

ITE M	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	TOT AL	PORCEN TAJE	% ACUMULA DO
1	BOMBA DE INFUSION DE DOS CANALES (MODO MACRO Y MICRO)	12	8%	8%
2	DEFIBRILADOR CON MONITOR Y PALETAS EXTERNAS	11	7%	16%
3	INCUBADORA DE TRANSPORTE - ESTANDAR	11	7%	23%
4	REFRIGERADORA PARA LABORATORIO (15 A 25 PIES)	11	7%	31%
5	BOMBA DE INFUSION DE JERINGA	8	5%	36%
6	ASPIRADOR DE SECRECION RODABLE	7	5%	41%
7	ELECTROCARDIOGRAFO DE 01 CANAL	7	5%	46%
8	NEBULIZADOR	6	4%	50%
9	CUNA DE CALOR RADIANTE - SALA DE PARTOS	6	4%	54%
10	ELECTROCARDIOGRAFO DE 03 CANALES	6	4%	58%
11	SIERRA ELECTRICA PARA CORTAR YESO	3	2%	60%
12	DETECTOR DE LATIDOS FETALES	3	2%	62%
13	MONITOR FETAL GEMELAR	3	2%	64%
14	MICROSCOPIO BINOCULAR	3	2%	66%
15	PHMETRO DIGITAL	3	2%	68%
16	PURIFICADOR DE AGUA	3	2%	70%
17	BAÑO MARIA (10 A 15 LT)	3	2%	72%
18	CENTRIFUGA DE ANGULO FIJO	3	2%	74%
19	LAMPARA QUIRURGICA DE TECHO DE INTENSIDAD ALTA	2	1%	76%
20	ELECTROBISTURI MONO/BIPOLAR DE POTENCIA MEDIA	2	1%	77%
21	TORNIQUETE PARA MIEMBRO SUPERIOR	2	1%	78%
22	ANALIZADOR DE GASES Y ELECTROLITOS PORTATIL	2	1%	80%
23	INCUBADORA NEONATAL - ESTANDAR	2	1%	81%
24	MONITOR FETAL	2	1%	82%
25	MICROSCOPIO PARA INMUNOLOGIA Y CONTRASTE DE FASE	2	1%	84%
26	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR VERTICAL (4 PIES TIPO A/B3)	2	1%	85%
27	INCUBADORA DE CULTIVO (90 A 110LT)	2	1%	86%
28	CONGELADORA VERTICAL DE -30°C	2	1%	88%
29	CALENTADOR DE SOLUCIONES ENDOVENOSAS	1	1%	88%
30	TORNIQUETE PARA MIEMBRO INFERIOR	1	1%	89%
31	LAMPARA DE EXAMENES Y CURACIONES	1	1%	90%

32	BALANZA DIGITAL CON TALLIMETRO - LACTANTES	1	1%	90%
33	BALANZA ANALITICA (100 A 210GR.)	1	1%	91%
34	ESTERILIZADOR A CALOR SECO DE 100 LT.	1	1%	92%
35	MICROSCOPIO PARA MICROFOTOGRAFIA Y CAMARA DE VIDEO	1	1%	93%
36	CITOCENTRIFUGA	1	1%	93%
37	ROTADOR ORBITAL	1	1%	94%
38	INCUBADORA DE CO2 180 LITROS	1	1%	95%
39	CONTADOR DE CELULAS DIGITAL	1	1%	95%
40	EQUIPO DE FOTOTERAPIA	1	1%	96%
41	FAJA ERGOMETRICA	1	1%	97%
42	ENCAPSULADORA SEMIAUTOMATICA DE BAJA CAPACIDAD	1	1%	97%
43	CAMPANA DE FLUJO LAMINAR HORIZONTAL	1	1%	98%
44	CONGELADORA VERTICAL DE -70 °C	1	1%	99%
45	OFTALMO RETINOSCOPIO DE PARED	1	1%	99%
46	OFTALMOSCOPIO DIRECTO	1	1%	100%
47	DISPENSADOR DE PARAFINA	0	0%	100%
48	OFTALMOSCOPIO INDIRECTO	0	0%	100%
TOTAL GENERAL		147	100%	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 7 Tiempo total de operación en horas disponibles de los equipos médicos críticos en el área de mantenimiento del centro médico 2020-2022

Equipos Medicos Criticos	N° de horas de funcionamiento al día	N° de horas en un año	AÑO		
			2020	2021	2022
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	10	365	3650	3650	3650
Desfibrilador con monitor y paletas externas	6	365	2190	2190	2190
Incubadora de transporte - estandar	8	365	2920	2920	2920
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	18	365	6570	6570	6570

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 8 Número de paradas de los equipos médicos por fallas en el área de mantenimiento del centro médico
2020-2022

Equipos Medicos Criticos	AÑO		
	2020	2021	2022
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	3	5	4
Desfibrilador con monitor y paletas externas	5	4	2
Incubadora de transporte - estandar	4	4	3
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	4	3	4

Fuente: *Elaboración Propia*

ANEXO N° 9 Tiempo total de reparación de los equipos médicos por fallas en el área de mantenimiento del centro médico 2020-2022

Equipos Medicos Criticos	N° de horas de inactividad por falla	N° de horas de inactividad por falla (Año)		
		2020	2021	2022
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	72	216	360	288
Desfibrilador con monitor y paletas externas	48	240	192	96
Incubadora de transporte - estandar	96	384	384	288
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	120	480	360	480

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 10 Numero de paradas de los equipos médicos por fallas proyectadas en el area de mantenimiento del centro médico 2023-2025

EQUIPOS MEDICOS CRITICOS	AÑO		
	2023	2024	2025
Bomba de infusion de dos canales (modo macro y micro)	3	3	3
Desfibrilador con monitor y paletas externas	2	2	2
Incubadora de transporte - estandar	3	3	3
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	3	3	3

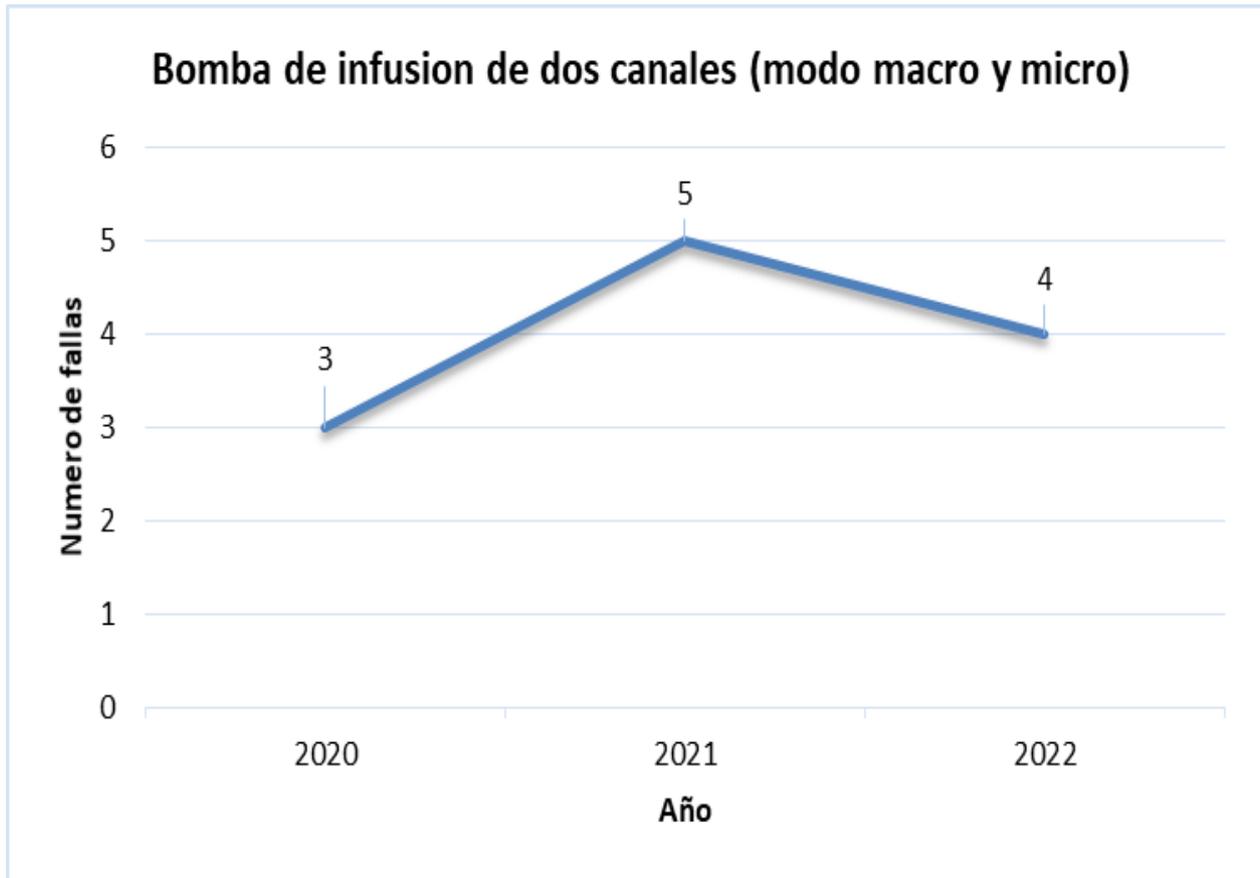
Fuente: *Elaboración Propia*

ANEXO N° 11 Tiempo total de reparación de los equipos médicos proyectadas por fallas en el área de servicio del centro médico 2023-2025

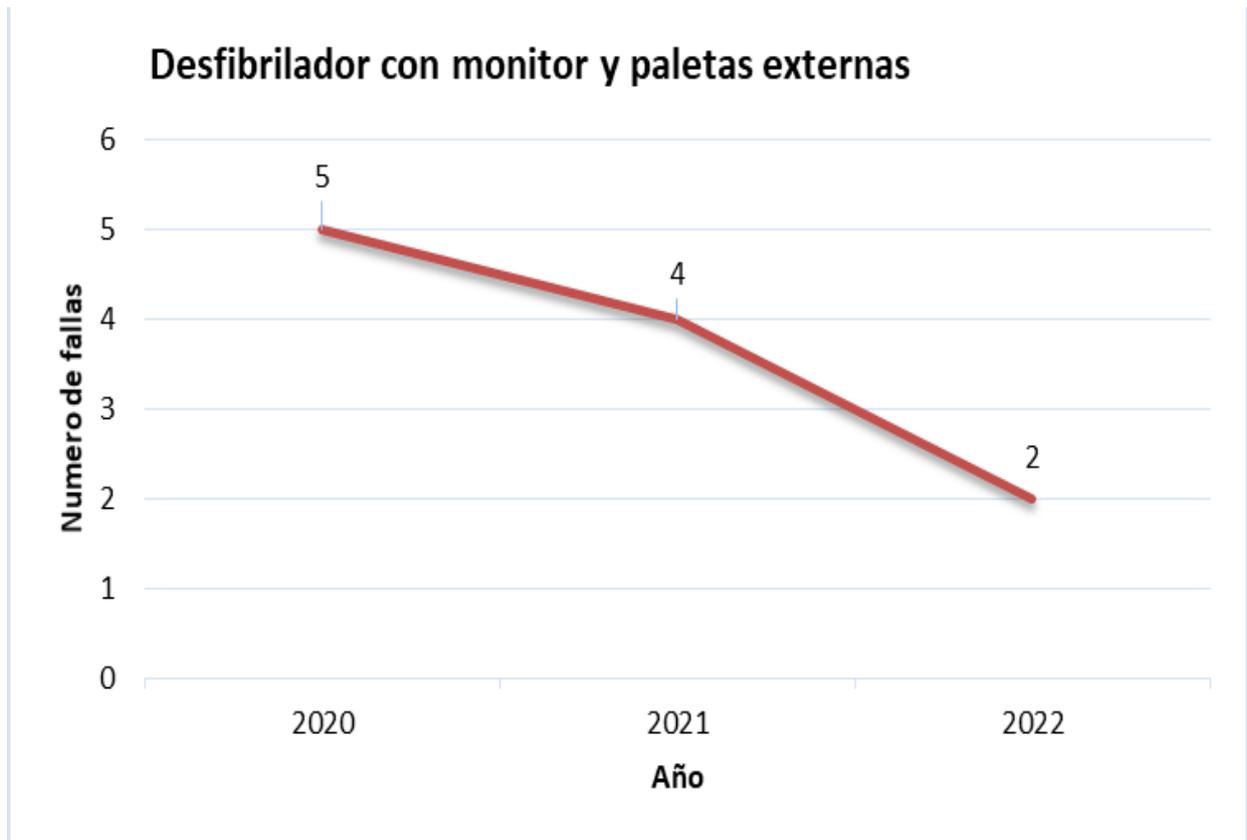
EQUIPOS MEDICOS CRITICOS	N° DE HORAS DE INACTIVIDAD POR FALLA	N° de horas de inactividad por falla (Año)		
		2023	2024	2025
Bomba de infusión de dos canales (modo macro y micro)	72	216	216	216
Desfibrilador con monitor y paletas externas	48	96	96	96
Incubadora de transporte - estandar	96	288	288	288
Refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies)	120	240	240	240

Fuente: Elaboración Propia

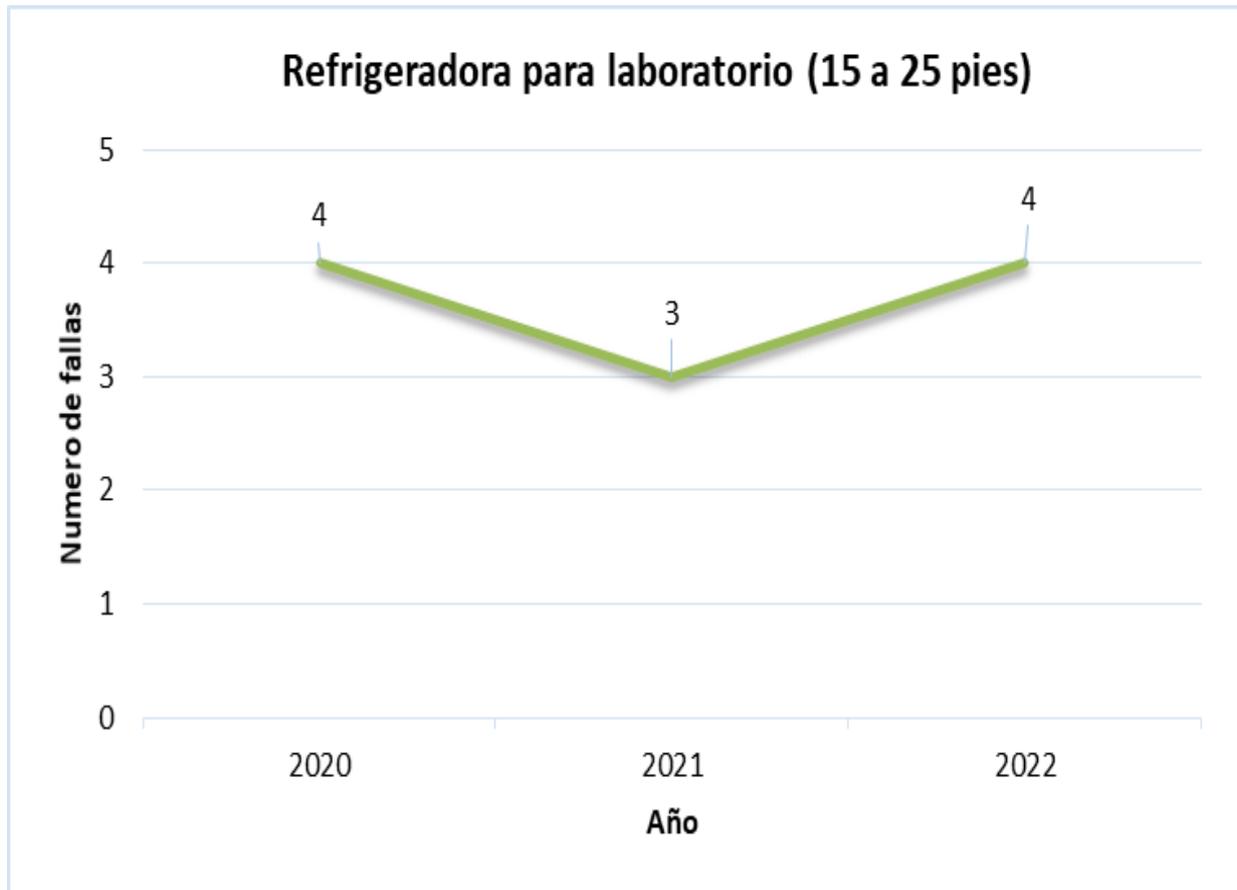
ANEXO N° 12 Número de fallas de la bomba de infusión de 02 canales en el periodo 2020-2022



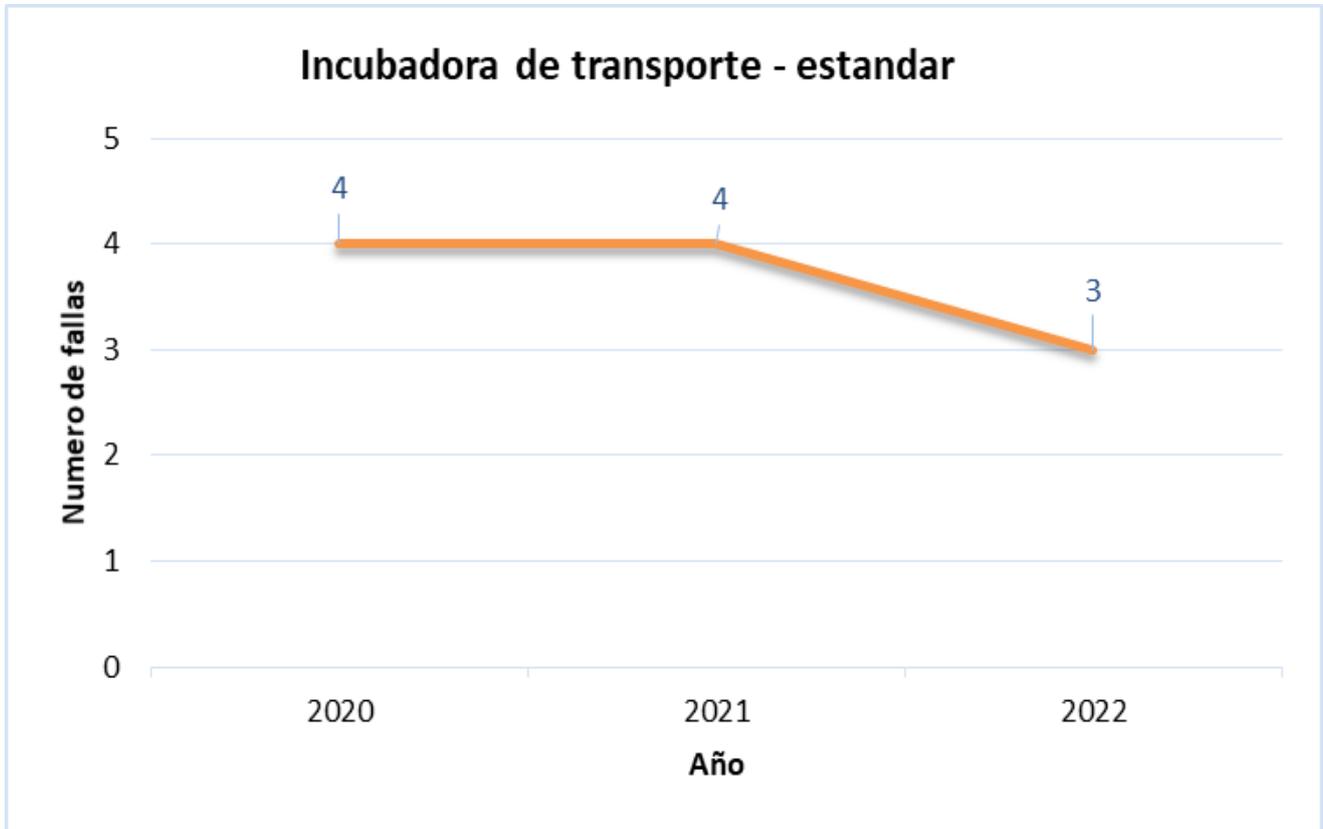
ANEXO N° 13 Número de fallas de desfibrilador con monitor y paletas externas en el periodo 2020-2022



ANEXO N° 14 Número de fallas de la refrigeradora para laboratorio (15 a 25 pies) en el periodo 2020-2022



ANEXO N° 15 Número de fallas de la incubadora de transporte - standar en el periodo 2020-2022



Indicadores de panel de control de bomba de infusión de 02 canales

1. Tecla UP (Arriba) ()
en unidades de 100- Esta tecla es utilizada para configurar el volumen total, el rango de flujo, el Modo de Configuración y incrementar a 100 siempre que es presionado.
2. Tecla DOWN (Abajo) ()
en unidades de 100- Esta tecla es utilizada para configurar el volumen total, rango de flujo, el Modo de Configuración y disminuir a 100 siempre que es presionado.
3. Tecla UP (Arriba) ()
en unidades de 10- Esta tecla es utilizada para configurar el volumen total, el rango de flujo, el Modo de Configuración y incrementar a 10 siempre que es presionado.
4. Tecla DOWN (Abajo) ()
en unidades de 10- Esta tecla es utilizada para configurar el volumen total, rango de flujo y el Modo de Configuración y disminuir a 10 siempre que es presionado.
5. Tecla UP (Arriba) ()
en unidades de 1- Esta tecla es utilizada para configurar el volumen total, el rango de flujo y el Modo de Configuración y incrementar por 1 siempre que es presionado.
6. Tecla DOWN (Abajo) ()
en unidades de 10- Esta tecla es utilizada para configurar el volumen total, rango de flujo y el Modo de Configuración y disminuir a 10 siempre que es presionado.
7. Tecla BOLO ()
La configuración del volumen y el rango de flujo en el Modo Configuración (rango y volumen BOLO) realizan una infusión durante la pausa o infusión cuando se presiona la tecla BOLO. Si la tecla es presionada continuamente, la infusión continua en el rango configurado en el Modo de Configuración (rango de BOLO). Cuando se presiona esta tecla rápidamente en el Modo de Infusión 2, el Modo de Configuración 1 o el Modo de Configuración 2, la bomba cambiará al modo standby.
(Solo el sensor de oclusión es detectado mientras el BOLO es operado durante la pausa de infusión o la infusión)
8. Tecla PAUSE (Pausa) ()
La infusión es detenida por un tiempo determinado en el Modo de Configuración si esta tecla es presionada. La infusión se reanuda cuando el tiempo determinado ha transcurrido. (Presionar la tecla STOP/CLEAR cuando se reanuda la infusión antes de que el tiempo determinado haya transcurrido. Presionando la tecla STOP/CLEAR completa el tiempo determinado y continúe en un estado normal.)
9. La tecla SEL ()
Esta tecla es utilizada cuando se selecciona el volumen total, rango de flujo y el tiempo de infusión en el Modo de Infusión 1. Cuando se presiona la tecla SEL y se deja presionado, usted accede al Modo de Configuración 1. Cuando se presiona la Tecla SEL dejando presionado en el Modo de

10. La tecla MODE ()

Configuración 1, usted accederá al Modo de Configuración 2. La pantalla deseada para configurar parpadeará.

presionando esta tecla y dejándola presionada en el Modo de Infusión 2 le permitirá la conmutación entre TIME – GTT-DOSAGE.

11. La tecla STOP/CLEAR

(Detener/Limpiar) ()

Esta tecla es utilizada cuando se detiene la infusión de fluido médico. El BOLO y KVO. Presionando la tecla y dejándola presionada en standby para una infusión comenzará el parpadeo de la pantalla de información (volumen total, rango de flujo y volumen de infusión acumulada).

12. La tecla START (Comenzar) (



) Esta tecla es utilizada cuando se comienza una infusión y después de completar las configuraciones de infusión. Sin embargo, solo cuando el volumen total es más grande que el volumen a realizar, la infusión puede iniciarse.

13. La tecla ON/OFF
(ENCENDIDO/ APAGADO) (



) La bomba es encendida cuando se presiona esta tecla, pero cuando se deja presionada esta tecla, se apaga. (Esta tecla no trabaja durante la infusión. Pero trabaja en el modo de standby de la infusión).

14. Tecla R TIME ()

el volumen de infusión es visualizado cuando se inicia la infusión. Presionando esta tecla se visualizará el tiempo restante para completar la infusión.

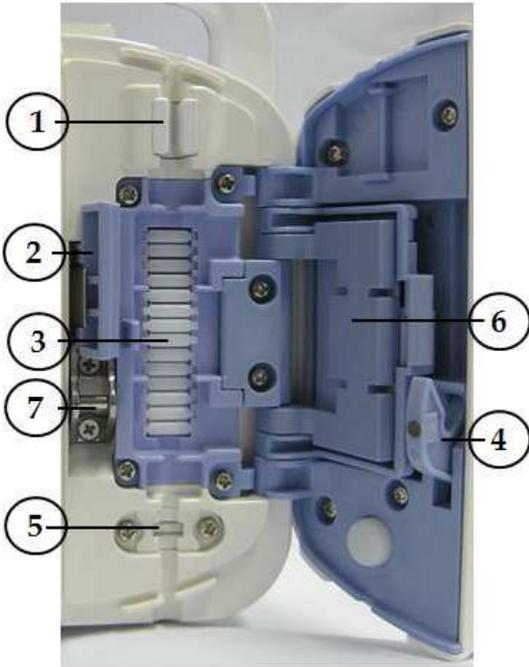
15. Tecla CH1 ()

switch selector para seleccionar el equipo CH1.

16. Tecla CH2 ()

switch selector para seleccionar el equipo CH2.

ANEXO N° 17 Componentes de la bomba de infusión de 02 canales



1.- Detector de Aire- Previene al paciente de tener inyecciones con aire ya que detecta el aire en el Set de Infusión.

2.- Seguro de Puerta Auxiliar- Utilizado cuando se abre esta puerta.

3. Unidad de Bombeo- Realiza la infusión de fluido médico presionando el tubo Set de Infusión.

4.- Palanca de Seguro de Puerta- Utilizado cuando se abre o se cierra la puerta.

5.- Detector de Oclusión – Detecta si el tubo en la parte inferior del equipo está atascado.

6.- Puerta Auxiliar- Carga el Set de Infusión en posición para realizar una infusión segura del fluido médico.

7.- Seguro de Puerta- Previene que la puerta se abra.

**ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El asesor *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Elija un elemento., Carrera profesional de Elija un elemento., ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo del proyecto de investigación del(os) estudiante(s):

- *Haga clic o pulse aquí para escribir texto.*

Por cuanto, **CONSIDERA** que el proyecto de investigación titulado: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*. para aspirar al título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.

Asesor

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellido