



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

UNIVERSIDAD SAN SEBASTIÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
SEDE SANTIAGO/BELLAVISTA

**MEJORA AL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
MÉDICOS – DENTAL DEL GRUPO DE SANIDAD DE LA IIª
BRIGADA AÉREA PUDAHUEL DE LA FUERZA AÉREA DE CHILE.**

Tesis para optar a título de Ingeniero Industrial

Profesora Guía: (Mg) Ximena Javiera Vera Mascayano

Estudiantes: Carla Andrea Navarrete Sepúlveda

Francisco Javier Echeverría Olave

Santiago, Chile

2025

ÍNDICE

ÍNDICE	2
AGRADECIMIENTOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I.- INTRODUCCIÓN.	13
II.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	14
2.1 Justificación del problema:	14
Tabla 1 “Porcentaje máximo de gasto por subtítulo”.....	16
Tabla N°2: “Monto para gastos por subtítulo según enmarcado 2023”.	16
Tabla N°3: “Desglose gastos subtítulo 22 por ítem”	16
Tabla N°4: “Desglose de gastos por ítem “Funcionamiento” del subt. 22 año 2023”.	17
Tabla N°5: “Desglose de gastos por ítem “Administración” del subt. 22 año 2023”.	17
2.2 Alcances y limitaciones	18
2.2.1 Alcances del Proyecto:.....	18
2.2.2 Limitaciones del Proyecto:	18
2.2.3 Parámetros Relevantes:.....	18
2.3 Objetivo General:	18
2.4 Objetivos específicos:	19
2.5 Marco Teórico.	19
2.5.1 Ciclo Deming.	19
2.5.2 Diagrama de Ishikawa (Diagrama de Causa y Efecto o Espina de Pescado):.....	21
2.5.3 Información Cuantitativa y Cualitativa:	23
2.5.4 Herramienta Bizagi:.....	23
2.5.5 Análisis de criticidad:	23
III.- ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL	25
3.1 Descripción de la empresa:.....	25
3.2 Procesos actuales de la empresa	30
.....	34
3.3 Descripción de problemas:.....	35
3.3.1 Reasignación constante de presupuesto para cubrir el mantenimiento de equipos.	35
3.3.2 Medición:	36

3.3.3 Mano de obra:	36
3.3.4 Métodos:.....	37
3.3.5 Maquinaria:.....	38
3.3.6 Materiales:.....	38
3.3.7 Entorno:.....	39
3.3.8 Identificación de causas detectadas.....	39
Tabla N°6: “Identificación de causas detectadas”.	40
Tabla N°7: “Impacto final de los problemas detectados”.	40
3.3.9 Diagrama de Pareto	42
3.3.10 Conclusión del análisis de Pareto	42
3.4 Clasificación de riesgos o criticidad:	43
3.4.1 Probabilidad de ocurrencia.....	43
Tabla N°8: “Probabilidad de ocurrencia (Frecuencia).”	43
3.4.2 Impacto.....	44
Tabla N°9: “Impacto (Consecuencia).”	44
3.4.3 Matriz de análisis de criticidad.....	44
Tabla N°10: “Criterios para determinar la consecuencia en el análisis de criticidad”.	45
3.5 Resumen de criticidad.....	45
3.5.1 Puntos críticos con criticidad alta	45
3.5.1.1 No hay plan de mantenimiento – Criticidad: 25.....	45
3.5.1.2 Equipos sin reparación – Criticidad: 25.....	46
3.5.1.3 No hay especialista en mantenimiento – Criticidad: 20.....	46
3.5.1.4 No existe registro de fallas – Criticidad: 16	46
3.5.1.5 Falta de procedimientos estandarizados – Criticidad: 12.....	46
IV.- PROPUESTA DE MEJORA.....	48
4.1. Introducción:.....	48
4.2. Objetivo general.	48
4.3. Objetivos específicos.	49
4.4. Ciclo de Deming (PDCA) Plan de Mantenimiento.....	49
4.4.1. Planificar (Plan)	49
4.4.1.1. Objetivo:	49
4.4.1.2. Acciones a realizar en esta fase:	50
4.4.1.3. Recursos:	50

4.4.1.4. Capital Humano:.....	51
4.4.1.5. Diagnóstico actual.....	52
Tabla N°11: “Listado de equipos del área de kinesiología”.....	52
Tabla N°12: “Listado de equipos médicos”.....	53
Tabla N°13: “Listado de equipos de aires acondicionados”.....	53
Tabla N°14: “Listado de equipos de odontología”.....	53
4.4.1.6. Análisis de criticidad.....	54
Tabla N°15: “Equipos no críticos de equipos kinesiología”.....	54
Tabla N°16: “Equipos moderados de equipos kinesiología”.....	54
Tabla N°17: “Equipos críticos de equipos kinesiología”.....	55
Tabla N°18: “Plan de mantenimiento preventivo, equipos kinesiología”.....	55
Tabla N°19: “Plan de mantenimiento correctivo, equipos kinesiología”.....	55
Tabla N°20: “Plan de mantenimiento para personal interno, equipos kinesiología”.....	55
Tabla N°21: “Equipos no críticos de equipos médicos”.....	56
Tabla N°22: “Equipos moderados de equipos médicos”.....	56
Tabla N°23: “Equipos críticos de equipos médicos”.....	56
Tabla N°24: “Plan de mantenimiento preventivo, equipos médicos”.....	57
Tabla N°25: “Plan de mantenimiento correctivo, equipos médicos”.....	57
Tabla N°26: “Plan de mantenimiento para personal interno, equipos médicos”.....	57
Tabla N°27: “Equipos no críticos de equipos de aire acondicionado”.....	58
Tabla N°28: “Equipos moderados de equipos de aire acondicionado”.....	58
Tabla N°29: “Equipos críticos de equipos de aire acondicionado”.....	58
Tabla N°30: “Plan de mantenimiento preventivo, equipos de aire acondicionado”.....	58
Tabla N°31: “Plan de mantenimiento correctivo, equipos de aire acondicionado”.....	59
Tabla N°32: “Plan de mantenimiento para personal interno, equipos de aire acondicionado”.....	59
Tabla N°33: “Equipos no críticos de equipos de odontología”.....	60
Tabla N°34: “Equipos moderados de equipos de odontología”.....	60
Tabla N°35: “Equipos críticos de equipos de odontología”.....	60
Tabla N°36: “Plan de mantenimiento preventivo, equipos de odontología”.....	60
Tabla N°37: “Plan de mantenimiento correctivo, equipos de odontología”.....	61
Tabla N°38: “Plan de mantenimiento para personal interno, equipos de odontología”.....	61
4.4.1.7 Definición de alcance.....	61
4.4.1.8 Cronograma de mantenimiento.....	61

Tabla N°39: “Carta Gantt mantención preventiva de los equipos de kinesiología”	62
Tabla N°40: “Carta Gantt mantención correctivo de los equipos de kinesiología”	62
Tabla N°41: “Carta Gantt mantención para personal interno de los equipos de kinesiología”	62
Tabla N°42: “Carta Gantt mantención preventiva de los equipos médicos”	63
Tabla N°43: “Carta Gantt mantención correctivo de los equipos médicos”	63
Tabla N°44: “Carta Gantt mantención para personal interno de los equipos médicos”	63
Tabla N°45: “Carta Gantt mantención preventiva de los equipos de aires acondicionados”	64
Tabla N°46: “Carta Gantt mantención correctivo de los equipos de aires acondicionados”	64
Tabla N°47: “Carta Gantt mantención para personal interno de los equipos de aires acondicionados”	64
Tabla N°48: “Carta Gantt mantención preventiva de los equipos de odontología”	65
Tabla N°49: “Carta Gantt mantención correctiva de los equipos de odontología”	65
Tabla N°50: “Carta Gantt mantención para personal interno de los equipos de odontología”	65
4.4.1.9 Estandarización.....	65
4.4.1.10 Asignación de responsable.	70
4.4.1.11 Costos asociados.	70
4.4.1.12 Indicadores definidos.	70
Tabla N°51: “Plan de mantenimiento KPI”	71
4.5 Hacer (Do).....	71
4.5.1 Objetivo	72
4.5.2 Implementar plan en fase piloto.	72
4.5.3 Ejecutar tareas de mantenimiento preventivo.	72
4.5.4 Capacitar personal clínico y administrativo.	72
Tabla N°52: “Carta Gantt capacitación al personal interno área kinesiología”	73
Tabla N°53: “Carta Gantt capacitación al personal interno área de médicos”	74
Tabla N°54: “Carta Gantt capacitación al personal interno área de aires acondicionados”.	75
Tabla N°55: “Carta Gantt capacitación al personal interno área de odontología”	76
4.5.5 Habilitar canal de comunicación.....	76
4.5.6 Registrar todo	76
4.5.7 Implementar Mantenimiento Proactivo.	76
4.6 Controlar (Check)	78
4.6.1 Objetivo.	78
4.6.2 KPI del Plan de Mantenimiento.	78

4.7 Actuar (Act)	78
4.8 Ciclo de Deming (PDCA) “No hay especialista de mantenimiento”	79
4.8.1 Planificar (Plan)	79
4.8.2 Objetivo:	79
4.8.3 Evaluar las competencias actuales del personal clave:	80
4.8.4 Definición de escenarios de problemas menores:.....	80
4.8.5 Diseño del programa de capacitación:	80
4.8.6 Ficha Técnica Capacitación – Mantenimiento Operacional Básico y Detección Temprana de Fallas	80
4.8.7 MÓDULO 1: “Mantenimiento operacional básico y detección temprana de fallas”	81
4.8.8 Ficha Técnica Capacitación – Gestión de Abastecimiento y Control de Mantenimiento ..	81
4.8.9 MÓDULO 2: “Gestión de abastecimiento y control de mantenimiento”	82
4.8.10 Definición de protocolos y herramientas:	83
4.8.11 Definición de métricas de éxito:.....	83
Tabla N°56: “Indicadores KPI”	83
4.9 Hacer (Do)	84
4.9.1 Formalización y programación de capacitaciones:	84
4.9.2 Selección y notificación de participantes:.....	84
4.9.3 Preparación logística y de recursos para las capacitaciones:.....	84
4.9.4 Ejecución de los módulos de capacitación:.....	85
4.9.4.1 Módulo 1 “mantenimiento operacional básico y detección temprana de fallas”	85
4.9.4.2 Módulo 2 “Gestión de abastecimiento y control de mantenimiento”	85
4.9.5 Implementación inicial de nuevos protocolos y herramientas:	85
4.9.6 Registro de ejecución:.....	86
4.10 Controlar (Check)	86
4.10.1 Evaluación de la reacción y satisfacción de las capacitaciones.....	86
Tabla N°57: “Indicadores evaluación de reacción y satisfacción”	86
4.10.2 Análisis cualitativo y cuantitativo:	87
4.10.3 Evaluación del aprendizaje:	87
4.10.4 Verificación de habilidades y aplicación práctica:	87
4.10.5 Análisis de resultados de aprendizaje:.....	87
- Monitoreo de la implementación de protocolos y herramientas.....	87
4.10.6 Revisión de registros iniciales	88

4.10.6.1 Análisis de solicitudes:	88
4.10.7 Registro de acciones técnicas menores:.....	88
4.10.8 Uso de Check lists de mantenimiento:	88
4.10.9 Entrevistas a supervisores.	88
4.10.10 Recopilación de feedback de instructores:.....	88
4.11 Actuar (Act.)	89
4.11.1 Análisis exhaustivo y toma de decisiones:	89
4.11.2 Implementación de acciones correctivas y de mejora:.....	89
4.11.2.1 Ajustes al programa de capacitación.....	89
4.11.3 Refuerzo de la aplicación en el puesto de trabajo:	90
4.12 Ciclo de Deming (PDCA) “No hay cultura de mantenimiento”	90
4.12.1 Planificar (Plan)	90
4.12.2 Objetivos:	91
4.12.3 Acciones:.....	91
4.12.4 Capacitación 1.....	91
4.12.5 Detalles logísticos y Temporales:.....	92
4.12.5.1 Recursos	93
4.12.6 Capital Humano.....	93
4.13 Hacer (Do).....	93
4.13.1 Preparación logística y de recursos.	93
4.13.2 Conducción de las sesiones.....	94
4.13.3 Desarrollo del contenido teórico. (1hr.):	94
4.13.4 Realización de las actividades prácticas (30 min):.....	95
4.13.5 Cierre de cada sesión	95
4.13.6 Registro de la ejecución:	95
4.14 Controlar (Check).....	95
4.14.1 Evaluación de la reacción (Satisfacción de los participantes):.....	96
4.14.2 Evaluación del aprendizaje (adquisición de conocimientos y habilidades):	96
4.14.3 Verificación de habilidades prácticas:	96
4.14.4 Análisis de resultados de aprendizaje:	96
4.14.5 Monitoreo del cumplimiento de la ejecución:.....	97
4.15 Actuar (Act)	97
4.15.1 Análisis de resultados y toma de decisiones.....	97

4.15.2 Implementación de acciones correctivas y de mejora.....	98
4.15.3 Estandarización de buenas prácticas.....	98
4.15.4 Refuerzo y aplicación en el puesto de trabajo.....	98
4.16 Diagramas de flujo de nuevo proceso.....	99
Figura 13: “Proceso de mantenimiento proactivo”	99
4.17 Indicadores de gestión	99
Tabla N°58: “Control Propuesta de Mejora”	100
4.18 Evaluación de criticidad de los problemas:	101
Tabla N°59: “Probabilidad de ocurrencia (Frecuencia).”	101
Tabla N°60: “Impacto (Consecuencia)”	101
Tabla N°61: “Criterios para determinar la consecuencia en el análisis de criticidad”	102
V.- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	104
5.1 Análisis de costos de implementación de la mejora:.....	104
Tabla N°62: “Costo actual anual en mantenimiento”	104
Tabla N°63: “Costo actual anual en mantenimiento según mantenciones preventivas estipuladas”.	104
5.1.1 Contexto General	105
5.1.2 Mejora Propuesta	105
Tabla N°64: “Mantención preventiva anual Propuesta”	106
Tabla N°65: “Resumen cumplimiento presupuestario”	106
5.1.3 Detalle de Costos con la Mejora.....	106
Tabla N°66: “Resumen de costos del proyecto de mejora”.....	108
5.2 Análisis de beneficios de la implementación de la mejora:	108
5.2.1 Beneficios cuantitativos:.....	108
5.2.2 Beneficios cualitativos:	109
5.2.3 Maximización del beneficio por disponibilidad operativa de equipos.	111
Tabla N°65: “Caso 1: Trotadora – Área de Kinesiología”	112
Tabla N°66: “Caso 1: Electrocardiograma – Área médica”	113
Tabla N°67: “Beneficio por disponibilidad operativa”	114
5.3. Cuadro comparativo de costos y beneficios:.....	114
Tabla N°68: “Costos propuesta de mejora”	114
5.3.1 Beneficio Económico Estimado	114
5.3.2 Índice Costo/Beneficio.....	115

5.3.3 Conclusión.....	116
VI. CONCLUSIÓN.....	117
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	119

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este proyecto. En primer lugar, agradecemos a la Fuerza Aérea de Chile, especialmente al Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel, por brindarnos la oportunidad de trabajar en una problemática real y relevante para la mejora continua de sus procesos.

Agradecemos a nuestra profesora guía, Mg. Ximena Javiera Vera Mascayano, por su constante apoyo, orientación y compromiso durante todo el desarrollo de este trabajo. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

También agradecemos a nuestras familias, quienes nos apoyaron incondicionalmente durante este proceso, brindándonos ánimo, comprensión y fortaleza en los momentos más desafiantes.

Finalmente, reconocemos a nuestros compañeros y compañeras de carrera, cuyo compañerismo y colaboración enriquecieron nuestro aprendizaje y fortalecieron nuestro compromiso profesional.

RESUMEN

El presente proyecto de título tiene como objetivo proponer una mejora al sistema de mantenimiento de equipos médicos y dentales del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel de la Fuerza Aérea de Chile. A través del uso de herramientas de ingeniería como el ciclo de Deming, diagramas de Ishikawa y Pareto, se identificaron cinco causas críticas que explican el 82% de los problemas relacionados con la operatividad y el presupuesto: ausencia de un plan de mantenimiento, equipos sin reparación, falta de especialista en mantenimiento, inexistencia de registro de fallas y falta de procedimientos estandarizados.

Actualmente, el mantenimiento se realiza sin planificación técnica, sin trazabilidad y bajo una constante reasignación de presupuesto, lo que afecta la calidad de la atención y genera sobrecostos. El proyecto propone la implementación de un sistema estructurado de mantenimiento preventivo y correctivo, la capacitación del personal interno, la jerarquización de equipos según su criticidad, y el uso eficiente del presupuesto disponible. Esta mejora no solo busca asegurar la operatividad y continuidad de los servicios de salud, sino también optimizar los recursos disponibles y elevar el estándar de atención clínica dentro de la unidad.

ABSTRACT

This thesis project aims to improve the maintenance system of medical and dental equipment at the Health Group of the II Air Brigade Pudahuel of the Chilean Air Force. Using engineering tools such as the Deming cycle, Ishikawa and Pareto diagrams, five critical causes were identified that account for 82% of the operational and budgetary issues: lack of a maintenance plan, unrepaired equipment, no maintenance specialist, absence of fault records, and lack of standardized procedures.

Currently, maintenance is performed without technical planning or traceability and requires constant budget reassignments, affecting service quality and increasing costs. This project proposes implementing a structured preventive and corrective maintenance system, training internal personnel, prioritizing equipment based on criticality, and optimizing the use of available funds. The improvement aims not only to ensure the operability and continuity of healthcare services but also to optimize resources and raise the clinical care standards within the unit.

I.- INTRODUCCIÓN.

En el Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea “Pudahuel”, se ofrecen servicios tanto médicos como dentales a los miembros de la Fuerza Aérea de Chile, asegurando que el personal de la unidad reciba la atención médica preventiva y curativa necesaria para su bienestar. No obstante, una de las mayores dificultades que afronta este grupo es la administración y el cuidado de los equipos médicos y dentales, que demandan revisiones preventivas y reparaciones regulares para certificar que operen de forma óptima.

A pesar de lo vital que son estos aparatos para la calidad de la asistencia, el dinero asignado a su cuidado es limitado, puesto que debe dividirse con la compra de materiales, fármacos y útiles de oficina entre otros. Esta asignación de recursos poco eficiente ha tenido efectos adversos significativos, obligando a un constante movimiento de fondos entre ítems para cubrir las necesidades de mantenimiento. Esta dinámica no solo repercute en una disminución del presupuesto designado para la adquisición de otros insumos esenciales, como materiales de oficina y aseo, sino que también contribuye a la proliferación de averías en los equipos y una merma en la calidad de la asistencia. Dicha situación genera una merma directa en la calidad de la asistencia y compromete la funcionalidad y eficacia de los servicios prestados.

A ello se suma la adquisición continua de nuevos equipos sin un incremento proporcional del presupuesto destinado a su cuidado y mantenimiento, lo que agrava aún más la situación. Esta realidad representa un desafío de largo plazo en términos de sostenibilidad operativa, comprometiendo la capacidad del Grupo de Sanidad para asegurar una atención clínica de calidad en el futuro.

Frente a esta problemática, el presente proyecto de título propone una mejora integral en el sistema de mantenimiento de equipos médico-dentales, orientada a optimizar su gestión, generar ahorros significativos y permitir una administración más eficiente de los recursos disponibles. El objetivo es ofrecer una solución efectiva, sostenible y alineada con los estándares institucionales, que fortalezca el funcionamiento general y la capacidad operativa del Grupo de Sanidad.

II.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

2.1 Justificación del problema:

En el Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel, el cual brinda atención médico dental a los funcionarios de la Fuerza Aérea de Chile que trabajan en esta unidad, poseen diferentes equipos médicos y dentales que se utilizan para dar prestaciones médicas. Estos deben recibir tres mantenciones preventivas anuales (recomendado por la empresa debido al exceso de polvo en la unidad refiriéndose a un aparato en particular) y mantenciones correctivas según el requerimiento de cada unidad. Para esta gestión operativa existe un presupuesto el cual es compartido con la adquisición de insumos, medicamentos y también con la adquisición de artículos de oficina y aseo, todo lo necesario para su funcionamiento (subtítulo 22), el cual se hace insuficiente para realizar el mantenimiento adecuado a todos los dispositivos médicos, ya que el gasto en este soporte técnico es mayor al presupuesto asignado para ese ítem, esto genera una serie de consecuencias negativas como falla en los artefactos, escasez en artículos e insumos y disminución en la calidad de atención de pacientes, esta situación se ve agravada por la adquisición continua de nuevos equipos generando que este año 2024 solo se le ha realizado una mantención a cada equipo.

Como dato adicional el Grupo de Sanidad no cuenta con especialistas encargados de las mantenciones, esta función se lleva a cabo por personal de salud Técnico Nivel Superior en enfermería sin registro de las fallas y reparaciones, solo se realizan estas intervenciones, cuando un equipo falla y se gestiona la reparación, a través de solicitudes de compra de repuestos y servicios externos.

Presupuesto insuficiente para mantenimiento de equipos: El presupuesto destinado a estas acciones médico-dentales no es suficiente para cubrir todas las necesidades de sostenimiento necesarias. Esto limita la capacidad para realizar el mantenimiento adecuado de los equipos obligando a hacer modificaciones presupuestarias para cubrir esta área.

Uso compartido del presupuesto entre mantenciones, insumos y medicamentos: La coexistencia del ítem de mantenimiento con otros requerimientos esenciales, como medicamentos e insumos médicos, genera una distribución ineficiente de los recursos,

afectando el funcionamiento global de la unidad. Esto ha derivado en el desabastecimiento de artículos básicos como insumos de aseo o papelería, dificultando incluso tareas rutinarias de limpieza y administración.

Fallas en los equipos: La ausencia de protocolos sistemáticos y la falta de compromiso del personal operativo con acciones simples de revisión o cuidado, ha derivado en un aumento de fallas técnicas, impactando directamente en la operatividad del equipamiento clínico.

Disminución en la calidad de atención a los pacientes: Las fallas en los equipos y la falta de un adecuado mantenimiento disminuyen la calidad de la atención a los pacientes, lo que puede afectar la eficiencia del diagnóstico y tratamiento.

Adquisición continua de nuevos equipos: La compra continua de nuevos dispositivos, sin un plan paralelo de mantenimiento ni un ajuste presupuestario proporcional, incrementa la presión sobre los recursos disponibles y profundiza las brechas existentes.

Impacto a largo plazo en la sostenibilidad: Esta dinámica plantea un escenario crítico a mediano y largo plazo, donde tanto los equipos antiguos como los recientemente adquiridos quedan expuestos a un deterioro prematuro, afectando la continuidad del servicio clínico y la administración eficiente del recurso público.

La política de la División de Sanidad (ente superior de los Grupos de Sanidad) para la inversión de los fondos de salud contempla como porcentajes máximos de gastos autorizados por subtítulos los siguientes:

A continuación, se presenta la normativa vigente sobre el límite porcentual de gasto permitido por cada subtítulo presupuestario, incluyendo el 10% máximo para administración (mantenciones).

Tabla 1 “Porcentaje máximo de gasto por subtítulo”.

SUBTÍTULO.	DENOMINACIÓN.	PORCENTAJE MÁXIMO DE GASTO.
021	Gastos en personal	50%
022	Bienes y servicios de consumo	30%
	Para el funcionamiento técnico. (Productos químicos y farmacéuticos, materiales quirúrgicos, etc.)	20%
	Para la administración de la comisión (vestuario, materiales, de uso o consumo corriente, mantención y reparación, servicios generales, gastos en computación).	10%
025	Transferencias corrientes. Para pago de convenios con profesionales y personal de colaboración que atienden en	0%
029	Inversión real. Compra de máquinas y 20% equipos médicos-dentales.	20%

Fuente: Manual Serie “C” Nº 21 Técnico Administrativo de los Grupos y Escuadrillas de Sanidad de la Fuerza Aérea de Chile.

Tabla Nº2: “Monto para gastos por subtítulo según enmarcado 2023”.

Enmarcado 2023 \$92.320.000	Monto
Subtítulo 29 (20%)	\$18.464.000
Subtítulo 21 (50%)	\$46.160.000
Subtítulo 22 (30%)	\$27.696.000
Total	\$92.320.000

Fuente: Elaboración propia. Enmarcado informado por documento desde División de Sanidad.

Tabla Nº3: “Desglose gastos subtítulo 22 por ítem”

Descripción	Monto
Para funcionamiento	\$18.464.000
Para la administración	\$9.232.000
Total	\$27.696.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº4: “Desglose de gastos por ítem “Funcionamiento” del subt. 22 año 2023”.

Gastos en funcionamiento	Monto
Papel electrocardiógrafo.	\$250.000
Pad – pack desfibrilador externo automático (DEA).	\$508.130
Medicamento.	\$718.760
Insumos médicos.	\$2.214.323
Insumos médicos.	\$2.429.632
Insumos toma de muestra.	\$2.232.500
Insumos dentales.	\$1.320.000
Insumos MEDOP.	\$1.915.900
Insumos dentales.	\$2.094.000
Insumos médicos.	\$240.000
Parche desfibrilador externo automático (DEA).	\$160.000
Total.	\$14.083.245

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº5: “Desglose de gastos por ítem “Administración” del subt. 22 año 2023”.

compras	monto	servicios	monto	Mantenimie nto correctivo	monto	total	Total, sub. 22
Aseo.	\$402.101	Contrato reas	\$1.000.000	Kinesiologí a	\$892.500		
Útiles de aseo.	\$2.035.063	Mantenición dental	\$1.369.690	medica	\$1.000.000		
Calzado clínico	\$856.800	Mantenición kinesiología	\$1.800.000				
Uniforme clínico	\$2.905.766	Mantenición médica	\$1.800.000				
Tóner impresora	\$440.395	Mantenición aire acondicionado	\$1.269.373				
		Mantenición aire acondicionado	\$1.000.000				
		Mantenición kinesiología	\$1.800.000				
		Mantenición dental	\$880.600				
Total	\$6.640.125		\$10.919.663		\$1.892.502	\$19.452.288	\$27.096.001

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Alcances y limitaciones

2.2.1 Alcances del Proyecto:

El proyecto busca mejorar el mantenimiento de los equipos médicos y dentales en el Grupo de Sanidad, creando un sistema de registro para optimizar las mantenciones y reparaciones. Se capacitará al personal de salud técnico y se priorizaron los equipos más críticos, con un enfoque en usar el presupuesto limitado de manera eficiente.

2.2.2 Limitaciones del Proyecto:

El principal desafío es el presupuesto insuficiente, que limita las mantenciones adecuadas. Además, la falta de personal especializado y la adquisición constante de nuevos equipos dificultan la gestión eficiente del mantenimiento.

2.2.3 Parámetros Relevantes:

El éxito depende de una planificación flexible, capacitación del personal y un buen sistema de seguimiento. También es clave establecer relaciones efectivas con proveedores externos para asegurar reparaciones y repuestos a tiempo.

2.3 Objetivo General:

Diseñar e implementar una propuesta de mejora al sistema de mantenimiento de los equipos médico-dentales del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel, que permita optimizar su operatividad, asegurar la disponibilidad técnica de los equipos, y contribuir a la continuidad y calidad de la atención clínica brindada, cumpliendo con los lineamientos técnicos y presupuestarios institucionales.

2.4 Objetivos específicos:

- ✓ Aplicar herramientas ingenieriles como diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, cinco Why, para realizar un diagnóstico e identificar el estado actual del mantenimiento de los equipos médico-dentales, para identificar las principales deficiencias y áreas de mejora que ya existe en el Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea.
- ✓ Elaborar una solución efectiva en el sistema de mantenimiento y mejorar la participación de los encargados con registros con todos los problemas que se asocian a no realizar las mantenciones como corresponde.
- ✓ Evaluar la viabilidad económica de la solución a la mejora del plan de mantenimiento a través de un análisis de costo beneficio.

2.5 Marco Teórico.

En esta sección se presentará una descripción y un análisis teórico de las herramientas, metodologías técnicas y procedimientos propios de la ingeniería que serán aplicados en el análisis de la problemática y en el desarrollo de la propuesta de mejora.

2.5.1 Ciclo Deming.

- ✓ El ciclo PDCA, o también la famosa rueda de Deming, aunque comúnmente se atribuye al profesor William Edwards Deming, fue originalmente propuesto por el físico estadounidense Walter Andrew Shewhart allá por 1939. Si bien el ciclo PDCA realmente se hizo conocido y se divulgó más o menos en los años 50 del siglo pasado, gracias al profesor Deming, de ahí que normalmente se le asocie esta metodología al nombre de este experto en Gestión de la Calidad. El ciclo PDCA es una sigla que representa cada una de las etapas que lo forman, tomando las iniciales en inglés: P (Plan), D (Do), C (Check), A (Action). En nuestro idioma, sería Planear, Hacer, Comprobar y Actuar (Ciclo PHVA). (Ingeniería calidad; <https://www.ingenieriadecalidad.com/2020/02/ciclo-de-deming.html>).

- ✓ **Planificar (Plan):** En esta fase, se establecen los objetivos y se planifican las acciones necesarias para lograrlos. Implica identificar los problemas, analizar las necesidades y expectativas de los clientes, definir metas y determinar las estrategias y recursos necesarios para alcanzar los resultados deseados.
- ✓ **Hacer (Do):** En esta etapa se implementa el plan de acción de la fase anterior. Es importante que las tareas se realicen de acuerdo con las especificaciones y los estándares establecidos, y que se registren los datos y la información relevante para su posterior análisis. En ocasiones conviene realizar una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a una gran escala.
- ✓ **Verificar (Check):** En esta fase, se evalúan los resultados obtenidos a través de la implementación. Se analiza la información recopilada para determinar si se han alcanzado los resultados esperados y si se han cumplido los estándares de calidad establecidos. Esta fase implica realizar auditorías, mediciones, inspecciones y análisis de datos para evaluar el rendimiento y la conformidad con los requisitos establecidos.
- ✓ **Actuar (Act):** En esta fase, se toman acciones correctivas y preventivas basadas en los resultados y análisis obtenidos en la fase anterior. Si se identifican desviaciones o áreas de mejora, se implementan medidas correctivas para abordar los problemas y evitar que se repitan en el futuro.

Una vez completada la fase de Actuar, el ciclo se repite de forma continua, lo que permite una mejora continua y un perfeccionamiento de los procesos a lo largo del tiempo.

Figura 1: Representación gráfica ciclo PDCA



Fuente: <https://www.ingenieriadecalidad.com/2020/02/ciclo-de-deming.html>

2.5.2 Diagrama de Ishikawa (Diagrama de Causa y Efecto o Espina de Pescado):

- ✓ El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama causa-efecto, es una herramienta de análisis utilizada para identificar, organizar y visualizar las posibles causas de un problema específico. Fue desarrollado por Kaoru Ishikawa en 1943 y perfeccionado en los años 60 como parte de las siete herramientas básicas del control de calidad (Ishikawa, 1986; Evans & Lindsay, 2017). Su diseño gráfico se asemeja al esqueleto de un pez: el problema se ubica en la “cabeza” y las causas principales se ramifican como “espinas”, subdividiéndose en causas secundarias y terciarias según sea necesario. El propósito del diagrama es facilitar el análisis sistemático de un problema, ayudando a descubrir sus causas raíz. Aunque se originó en el ámbito de la producción industrial, su aplicación se ha extendido a diversos sectores. Las causas suelen clasificarse en categorías como métodos, maquinaria, mano de obra, materiales, medio ambiente y medición, conocidas como las 6M (Evans & Lindsay, 2017) (wikipedia; https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa).

Figura 2: Diagrama de causa - efecto



Fuente: <https://tuguia de aprendizaje.co/como-aplicar-el-diagrama-de-ishikawa-en-el-aula/>

- ✓ **Material:** Se refiere a todas las componentes físicas o no físicas del sistema, incluidas las personas, los recursos y las herramientas.
- ✓ **Método/Proceso:** Se refiere a los métodos y procedimientos utilizados para producir o entregar el producto o servicio.
- ✓ **Máquina:** Se refiere a las máquinas y equipos utilizados para crear o proporcionar el producto o servicio.
- ✓ **Medición:** Se refiere a las herramientas y métodos utilizados para medir el progreso y el rendimiento.
- ✓ **Mano de obra:** Se refiere a las personas que participan en la producción o entrega del producto o servicio.
- ✓ **La madre naturaleza (medio ambiente):** Se refiere a los factores externos que afectan al sistema, como el clima, la geografía y la regulación.
- ✓ 2.5.3. Principio de Pareto (Regla 80/20)
- ✓ Esta herramienta se basa en el principio de Pareto, que sugiere que aproximadamente el 80% de los problemas o efectos provienen del 20% de las causas. Se utiliza para identificar las causas más significativas de un problema, permitiendo priorizar las acciones correctivas. (asana; <https://asana.com/es/resources/pareto-principle-80-20-rule>).¹

¹ <https://asana.com/es/resources/pareto-principle-80-20-rule>

Figura 3: Ley de Pareto



Fuente: <https://asana.com/es/resources/pareto-principle-80-20-rule>

2.5.3 Información Cuantitativa y Cualitativa:

- **Información cuantitativa:**
 - ✓ Se refiere a datos numéricos y medibles. Son datos que se pueden contar, clasificar y analizar estadísticamente, como ventas, producción, tiempos, costos, etc.
- **Información cualitativa:**
 - ✓ Se refiere a datos descriptivos o subjetivos, que proporcionan contexto y detalles sobre las experiencias, opiniones o percepciones de las personas. Se recopila a través de entrevistas, grupos focales, observación, etc.

2.5.4 Herramienta Bizagi:

- ✓ Bizagi es una herramienta de modelado de procesos que se emplea para representar visualmente las actividades y subactividades llevadas a cabo en una organización. Esta herramienta facilita la identificación de áreas problemáticas que podrían ser optimizadas, además de permitir la validación de los resultados una vez que se implementen las mejoras.

2.5.5 Análisis de criticidad:

- ✓ Se trata de un enfoque que posibilita ordenar sistemas, instalaciones y aparatos, considerando su repercusión total, con el fin de simplificar la

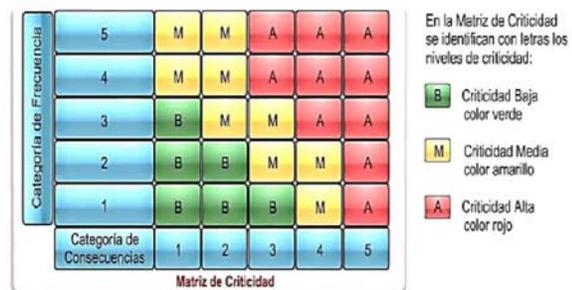
adopción de resoluciones. Para llevar a cabo un estudio de importancia crítica es necesario: precisar un ámbito y finalidad para el estudio, fijar las bases de valoración y escoger un camino de valoración para graduar la selección de los sistemas sujetos al estudio. La meta de un estudio de importancia crítica es asentar un esquema que sirva como herramienta de apoyo en la definición del orden de prioridad de procesos, sistemas y equipos de una planta intrincada, facilitando la división de los elementos en partes que puedan ser gestionadas de forma controlada y verificable. Desde una perspectiva matemática, la importancia crítica se puede formular como:

$$\text{Importancia Crítica} = \text{Incidencia} \times \text{Resultado}$$

Donde la incidencia se vincula al número de sucesos o errores que muestra el sistema o proceso evaluado, y el resultado se refiere a: el impacto y adaptabilidad operacional, los gastos de arreglo y los impactos en seguridad y entorno. Teniendo en cuenta lo previamente mencionado, se determinan como criterios esenciales para efectuar un estudio de importancia crítica los siguientes:

- ✓ Seguridad
- ✓ Entorno
- ✓ Producción

Figura 4: Matriz de criticidad



Fuente: Guía SCO – Análisis de Criticidad

III.- ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Descripción de la empresa:

- ✓ La Fuerza Aérea de Chile (FACH) es una de las ramas de las Fuerzas Armadas de Chile, encargada principalmente de la defensa aérea del país. Es una institución de carácter estatal que forma parte de la defensa nacional y tiene una misión multifacética que abarca la protección del espacio aéreo, la disuasión ante amenazas aéreas, la búsqueda y rescate, el transporte aéreo de carga y personas y la cooperación en diversas emergencias tanto a nivel nacional como internacional.
- ✓ Descripción General:
- ✓ Nombre oficial: Fuerza Aérea de Chile (FACH)
- ✓ Tipo: Institución pública (militar)
- ✓ Propósito: Defensa de la República de Chile por medio del control del espacio aéreo, protección de la soberanía nacional, operaciones de rescate y ayuda humanitaria.

- **Presencia territorial:**
 - ✓ La Fuerza Aérea de Chile se organiza en cinco brigadas aéreas a lo largo del país, actualmente cuenta con 12.000 efectivos entre personal civil y militar en diversas especialidades distribuidos en cinco regiones de Chile. La sede central se encuentra en Santiago, la capital del país. Además, tiene presencia en Isla de Pascua y la Antártica.

 - ✓ I Brigada Aérea, Base Aérea “Los Cóndores” (Iquique):
 - ✓ Responsable de controlar el espacio aéreo entre el límite político norte y el río Loa. Destaca por ser un centro para la formación táctica de pilotos de combate de la institución.

 - ✓ V Brigada Aérea, Base Aérea “Cerro Moreno” (Antofagasta):

- ✓ Responsable de controlar el espacio aéreo entre el río Loa y Vallenar. Esta unidad se caracteriza por mantener un alto grado de entrenamiento y alistamiento operacional de sus medios y su personal. Además, se destaca por mantener un estrecho lazo con la comunidad.

- ✓ II Brigada Aérea, Base Aérea “Pudahuel” (Santiago):

- ✓ Su ámbito jurisdiccional de control del espacio aéreo se extiende entre Vallenar y Los Ángeles y también están bajo su mando las operaciones de la Escuadrilla del Servicio de Búsqueda y Salvamento Aéreo (SAR) asentadas en Isla de Pascua. La principal tarea de esta unidad es el transporte estratégico institucional, así como las operaciones aéreas de ayuda a la comunidad.

- ✓ III Brigada Aérea, Base Aérea “El Tepual” (Puerto Montt):

- ✓ Responsable de controlar el espacio aéreo entre Los Ángeles y Campos de Hielo. En esta unidad se encuentra ubicada la Escuela de Vuelo por instrumentos donde los pilotos recién egresados se entrenan para volar sin referencias visuales, antes de ser seleccionados para las especialidades de combate, helicópteros o transporte.

- ✓ IV Brigada Aérea, Base Aérea “Chabunco” (Punta Arenas):

- ✓ Responsable de controlar el espacio aéreo entre Campos de Hielo y el Polo Sur. Esta base brinda apoyo a las operaciones antárticas y controla el desarrollo de las actividades de la Base Aérea Antártica “Presidente Eduardo Frei Montalva” puerta de entrada al continente blanco para expediciones científicas y bases de distintos países asentadas en dicho territorio.

- ✓ Isla de Pascua:

- ✓ Se estableció la Escuadrilla de Búsqueda y Salvamento Aéreo de la Isla de Pascua, unidad que depende de la II Brigada Aérea, que además de cumplir su función primaria, también asiste a la comunidad isleña en caso de emergencia. Así mismo de manera permanente se realiza un importante operativo Médico-dental en Rapa Nui donde una vez al año se trasladan especialistas médicos de diferentes especialidades para atender a la población.

- ✓ **Antártica:** la FACH cumple una importante y permanente labor de conectividad con el continente blanco. El aeródromo Teniente Rodolfo Marsh es la puerta de entrada al territorio antártico para distintos países e investigadores científicos.

- ✓ **Procesos y Servicios:** La FACH no se considera una empresa en el sentido convencional, ya que no tiene fines de lucro. Sin embargo, se encarga de una variedad de servicios y operaciones, que incluyen:

- ✓ **Defensa Aérea:** Protección del espacio aéreo chileno mediante aviones de combate, radares y sistemas de misiles.

- ✓ **Transporte Aéreo:** Transporte de personal y carga tanto dentro de Chile como en misiones internacionales.

- ✓ **Búsqueda y Salvamento Aéreo:** Misiones de salvamento en el mar y en zonas remotas, utilizando aeronaves especializadas.

- ✓ **Cooperación Internacional:** Participación en misiones internacionales de paz, ayuda humanitaria y colaboración con otras naciones.

- ✓ **Entrenamiento Militar:** Formación de pilotos, oficiales y especialistas profesionales y técnicos en aeronáutica y otras especialidades.
- ✓ **Investigación y Desarrollo Tecnológico:** Proyectos de investigación, desarrollo y modernización de aeronaves y equipos.
- ✓ **Aporte a la ciudadanía:** Apoyo humanitario y acercamiento a los ciudadanos con actividades y espectáculos, como FIDAE, grupo folclórico “Copihual” y el Grupo de Presentaciones donde se encuentran los Boinas Azules, Los Halcones y la Banda.
- ✓ **Mantenimiento de Aeronaves:**
 - ✓ La FACH lleva a cabo procesos de mantenimiento preventivo y correctivo de sus aeronaves, que van desde aviones de combate hasta aviones de transporte y helicópteros.
- **Grado de Tecnologías y capacidades:** La Fuerza Aérea de Chile cuenta con una alta inversión en tecnología, en particular en las áreas de aviación militar y control de espacio aéreo, es conocida por tener una flota aérea moderna y diversificada que abarca distintas aeronaves para diversos fines. Estos son algunos de los tipos de aeronaves que operan en la FACH:
- **Aviones de Combate:**
 - ✓ F-16 Fighting Falcon: Estos aviones son la columna vertebral de la defensa aérea de Chile. Son aviones de combate de cuarta generación, adquiridos en varias fases desde 2005.
 - ✓ F-5 Tiger III: Aunque ya no es el principal avión de combate, el F-5 sigue en servicio en unidades de segunda línea para misiones de patrullaje.

- **Aviones de Transporte de carga y pasajeros:**
 - ✓ C-130 Hércules: Utilizado para misiones de transporte de carga pesada y personal en áreas de difícil acceso. Es clave para misiones humanitarias.
 - ✓ KC-135 Stratotanker: Para misiones de reabastecimiento en vuelo, lo que permite a la FACH realizar misiones extendidas sin necesidad de aterrizar.
 - ✓ Boeing 767 y 737: Para transporte de pasajeros, incluye al avión presidencial 737.

- **Helicópteros:**
 - ✓ Bell 412, MH-60 Black Hawk, UH-1H: Se utilizan para misiones de rescate, evacuación médica, y transporte de personal en terrenos difíciles.

- **Sistemas de Defensa Aérea:**
 - ✓ E-3D SENTRY, BOEING 707 CONDOR: Radar, sistema de misiles y las estaciones de radar de control de tráfico aéreo son herramientas clave para proteger el espacio aéreo chileno de posibles amenazas.

Grupo de Sanidad de la II Brigada Aérea “Pudahuel” de la Fuerza Aérea de Chile

- ✓ La II Brigada Aérea, Base Aérea “Pudahuel” es una unidad del nivel de conducción operacional, dependiente del Comando de Combate, cuya misión es mantener, con los medios y recursos asignados, un estado de alistamiento operacional que permita la realización de operaciones aéreas y terrestres, conforme a lo que disponga la planificación superior.
- ✓ Esta Base se encuentra ubicada en Diego Barros Ortiz #2300, Pudahuel. En esta unidad trabajan 1.300 efectivos entre oficiales, personal del

cuadro permanente y civiles. Esta Brigada se compone por diferentes Grupos Operativos:

- **Grupo de Aviación Nº 9:** Escuela táctica de Helicópteros.
- **Grupo de Aviación Nº 10:** Unidad Táctica Aérea que se encarga del transporte aéreo estratégico y reabastecimiento.
- **Grupo de telecomunicaciones y detección Nº 32:** Encargado de las comunicaciones y sistemas de redes.

Grupo de Mantenimiento Nº 52: Unidad que se encarga del mantenimiento de aeronaves de transporte pesado y liviano.

Cuartel General y Estado Mayor: En esta Unidad se encuentra la Comandancia de la Brigada y departamentos como Personal, Logística, Control y Gestión, Operaciones, Contabilidad y Finanzas.

Ala Base Nº 2: Esta unidad es la encargada del funcionamiento de la Brigada y apoyo a las operaciones que se realizan. De esta unidad depende el Grupo de Operaciones Base, Grupo Base Aérea, Centro de Instrucción, Grupo de Bienestar social, Grupo de Abastecimiento y el Grupo de Sanidad.

3.2 Procesos actuales de la empresa

- ✓ El Grupo de Sanidad de la II Brigada Aérea, es una unidad de sanidad donde trabajan 23 personas entre civiles y militares, todo personal de salud a excepción de un administrativo. Su misión es “Prestar apoyo sanitario a las actividades operativas de la Unidad y otorgar atención médico-dental al personal y a sus cargas familiares y otros autorizados que sean beneficiarios del Sistema de Salud institucional de acuerdo a la Ley N 19.465”, asesorando al mando al mando en el desarrollo de las

capacidades de medicina operativa y materializando con los medios asignados.

- ✓ El Grupo de Sanidad del Ala Base N°2 está constituido de acuerdo a lo señalado en el organigrama y las organizaciones componentes de este son las siguientes:

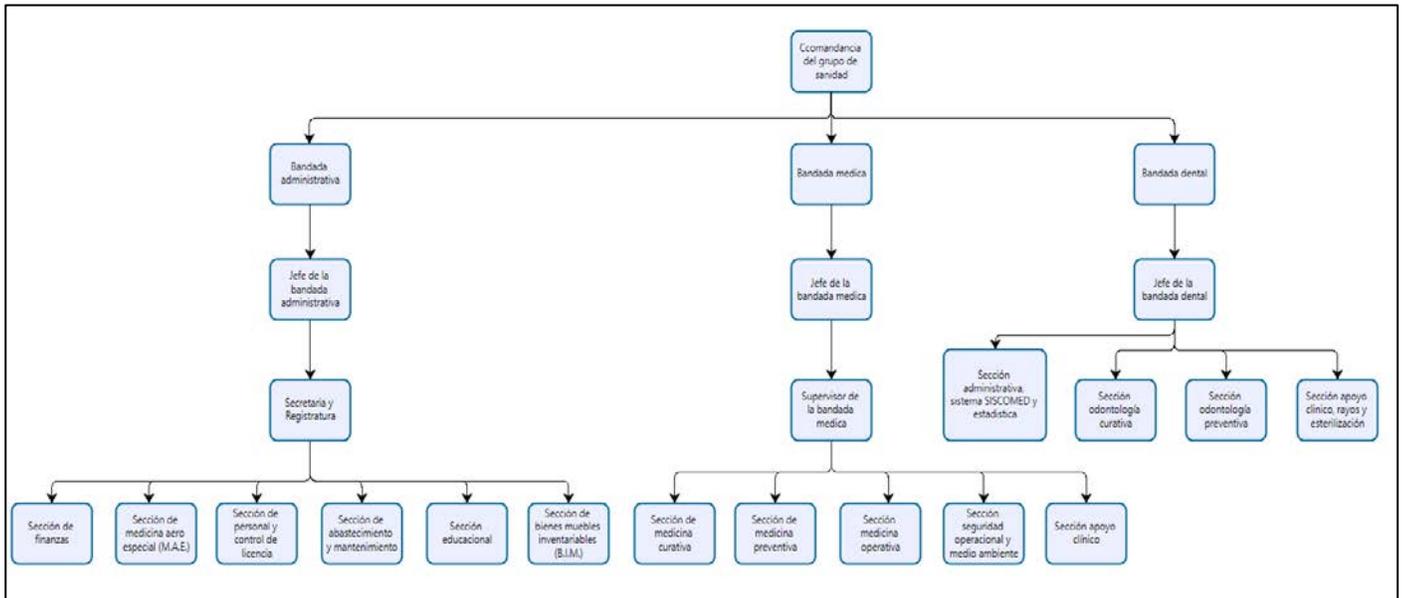
- Comandancia del Grupo de Sanidad
 - ✓ Bandada Administrativa.
 - ✓ Jefe de la Bandada Administrativa.
 - ✓ Secretaría y Registratura.
 - ✓ Sección de Personal y Control de Licencias Médicas.
 - ✓ Sección de Medicina Aeroespacial (M.A.E.).
 - ✓ Sección de Finanzas.
 - ✓ Sección de Abastecimiento y Mantenimiento.
 - ✓ Sección Educacional.
 - ✓ Sección de Bienes Muebles Inventariables (B.I.M.).

- Bandada Médica.
 - ✓ Jefe de la Bandada Médica.
 - ✓ Supervisor de la Bandada Médica.
 - ✓ Sección de Medicina Curativa (Atención directa de pacientes).
 - ✓ Sección de Medicina Preventiva (Examen médico anual).
 - ✓ Sección Medicina Operativa.
 - ✓ Sección Seguridad Operacional y Medio Ambiente (S.O.M.A.).
 - ✓ Sección Apoyo Clínico:
 - Enfermero Universitario.
 - Kinesiología.
 - Nutricionista.
 - Enfermero de Combate.
 - Subsección de Aseo y Mantención.

- Bandada Dental.

- ✓ Jefe Bandada Dental.
- ✓ Sección Administrativa, Sistema SISCOMED y Estadística.
- ✓ Sección Odontología Curativa.
- ✓ Sección Odontología Preventiva.
- ✓ Sección Apoyo Clínico, Rayos y Esterilización.

Figura 5: Organigrama del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea en Pudahuel



Fuente: Elaboración propia bizagi.

- ✓ Esta unidad de salud cumple una función crítica en la atención preventiva y curativa del personal perteneciente a la base, operando como un policlínico en tiempos de paz y manteniéndose completamente preparado para responder ante situaciones de campaña, emergencias y catástrofes. Su funcionamiento integral permite garantizar el bienestar físico y mental de los funcionarios, siendo este un factor esencial para la operatividad y eficiencia general de la unidad militar.
- ✓ Entre los servicios que se brindan se incluyen atención médica general, odontología, kinesiología, nutrición y psicología, los cuales están orientados a mantener un adecuado estado de salud en el personal, tanto

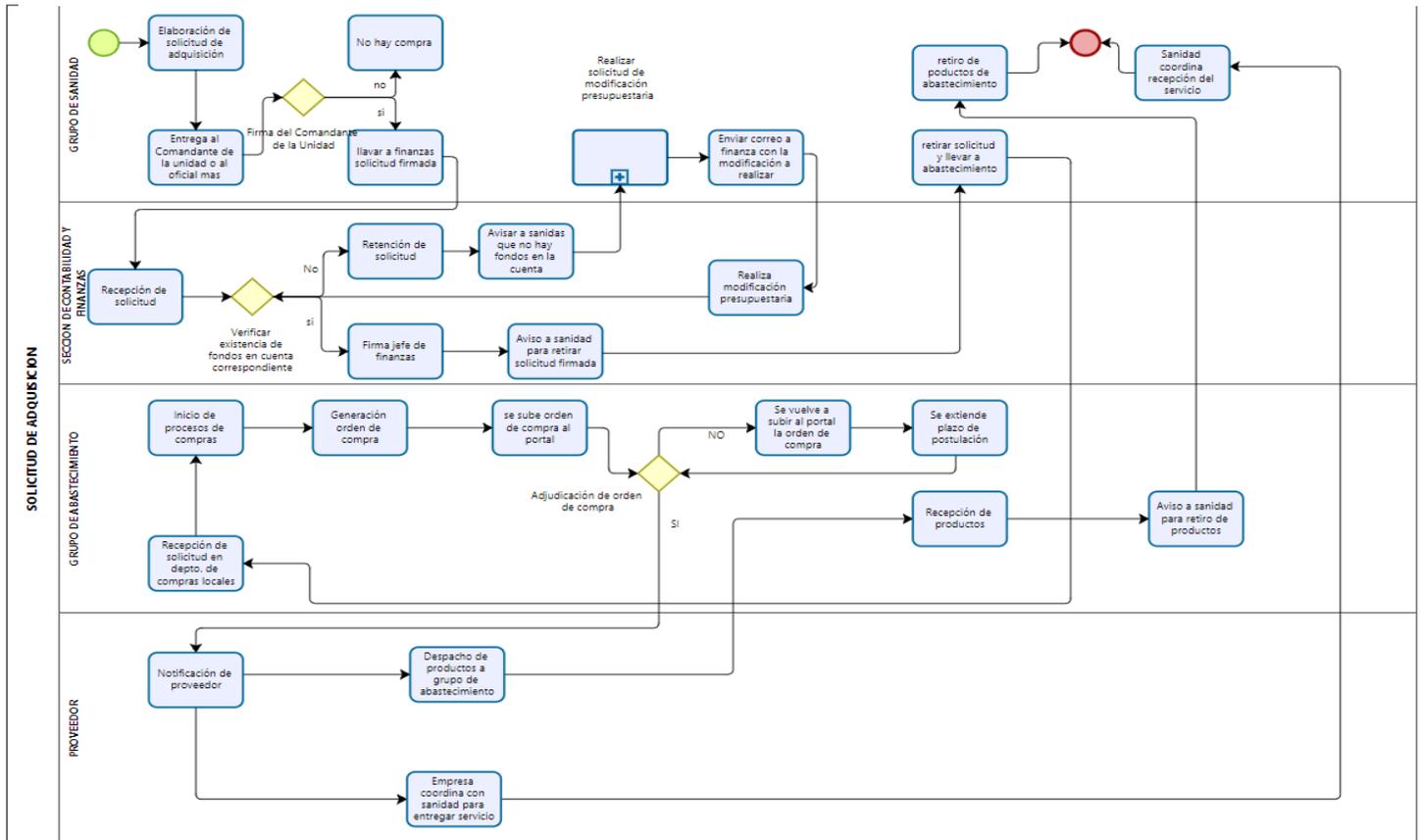
en lo físico como en lo psicológico. Adicionalmente, se realizan exámenes de medicina preventiva como tonometría ocular, electrocardiograma, radiografías dentales, bioimpedanciometría, así como también la administración de tratamientos de urgencia. Estos procedimientos son fundamentales para la detección temprana de enfermedades, la prevención de complicaciones y la promoción de la salud en el entorno militar, donde la exigencia física y emocional es elevada.

- ✓ La unidad no solo actúa en funciones clínicas estáticas, sino que también cumple un rol esencial en apoyo a las actividades operativas. Se despliega personal sanitario, específicamente enfermeros de combate, para brindar soporte en polígono de tiro, desfiles, honores fúnebres y otras operaciones militares, garantizando atención inmediata ante cualquier contingencia. Asimismo, estos profesionales forman parte del equipo de respuesta en la alerta SAR de rescate aéreo y realizan turnos de 24 horas, lo que permite una cobertura permanente en caso de accidentes o emergencias dentro de la base. Esta disponibilidad continua es crucial en un entorno donde la inmediatez en la atención puede significar la diferencia entre la vida y la muerte.

- ✓ Para asegurar que todas estas prestaciones de salud se desarrollen de manera efectiva y segura, es necesario un respaldo logístico y técnico sólido. En este contexto, la sección de abastecimiento y mantenimiento adquiere una relevancia estratégica. Esta sección es responsable de iniciar y ejecutar los procesos de adquisición del Grupo de Sanidad, así como del mantenimiento de los equipos médicos. El encargado de esta área es un enfermero de combate, quien asume un rol clave en la operatividad del sistema sanitario, ejecutando procedimientos administrativos y técnicos que garantizan la disponibilidad, funcionalidad y seguridad de los recursos.

- ✓ En cuanto al mantenimiento de los equipos, se gestiona la contratación de servicios externos especializados, diferenciando los tipos de equipos: médicos, dentales, kinesiológicos y otros (como aire acondicionado). Esta distinción permite una atención más específica y eficaz para cada tipo de tecnología. El mantenimiento preventivo se realiza de forma periódica a través de empresas adjudicadas por licitación, asegurando que los equipos funcionen de manera óptima y evitando interrupciones en la atención. Por otro lado, cuando ocurre una falla, se activa un proceso de mantenimiento correctivo mediante compra ágil o licitación, según corresponda, lo que permite una solución eficiente y oportuna.

Figura 6: Flujograma de solicitud de adquisición.



Fuente: Elaboración propia bizagi.

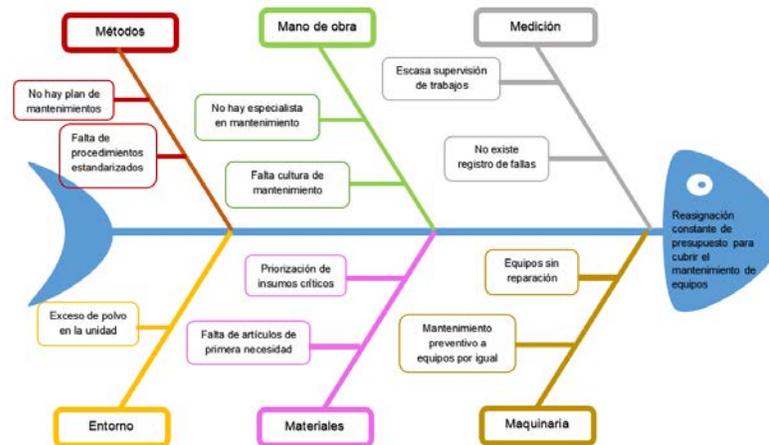
3.3 Descripción de problemas:

3.3.1 Reasignación constante de presupuesto para cubrir el mantenimiento de equipos.

- ✓ El presupuesto correspondiente al subtítulo 22 que ordena la División de Sanidad corresponde al 30% del presupuesto anual asignado a la unidad. Este porcentaje tiene una subdivisión la cual es el 20% “Funcionamiento” donde comparten los ítems de productos farmacéuticos e insumos médicos de consumo, el otro 10% llamado “Para la administración” donde están los ítems de vestuario, materiales de uso o consumo corriente, mantención y reparación, servicios generales y gastos en computación.

- ✓ Según el enmarcado 2023 el monto asignado para la administración fue de \$9.232.000, debido a las necesidades del Grupo de Sanidad en la tarea “Servicios” solo en servicio de mantención preventiva y correctiva se gastaron \$12.812.165 lo que excede el monto asignado en el ítem “Para la administración”, por este motivo el encargado de abastecimiento del Grupo de Sanidad (un enfermero de combate) debió realizar diferentes modificaciones presupuestarias para poder hacer las solicitudes de adquisición, así abastecer la enfermería con artículos de aseo y confort, artículos de oficina y materiales que son utilizados para el funcionamiento administrativo y del personal en el día a día, entre otros requerimientos.

Figura 7: Diagrama de Ishikawa causa - efecto.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Word

3.3.2 Medición:

- **Escasa supervisión de trabajos**

- ✓ Debido a que todos los trabajadores cumplen sus funciones de sanidad, nadie supervisa el trabajo de la empresa externa que realiza el mantenimiento en los equipos. Al finalizar la empresa entrega informes que son archivados y guardados, sin nadie que los revise.

- **No existe registro de fallas**

- ✓ Cuando falla un equipo se realiza la solicitud de adquisición de mantención reactiva para que una empresa externa revise el equipo y haga la reparación. No se registra nada acerca de la falla solo queda como evidencia la solicitud de adquisición.

3.3.3 Mano de obra:

- **No hay especialista en mantenimiento**

- ✓ El encargado logístico de enfermería es quien realiza las adquisiciones y solicitudes para mantención. Este encargado es un enfermero de combate quien asume el cargo sin desmedro de sus responsabilidades

del área de la salud. Lo que limita su ejecución a los momentos en que sus funciones clínicas lo permiten.

- **Falta cultura de mantenimiento**

- ✓ El personal cumple sus funciones y utiliza los equipos sin un mayor cuidado, no hay costumbre de revisar o limpiar diariamente los equipos para evitar acumulación de polvo sobre todos en aquellos que se utilizan poco, solo para emergencias o casos puntuales.

3.3.4 Métodos:

- **No hay un plan de mantenimiento**

- ✓ Se realizan mantenimiento preventivo a todos los equipos, tres veces al año por el exceso de polvo y mantenimiento reactivo en caso de fallas inesperadas. Sin existir clasificación de equipos por criticidad, por uso o por tiempo. La ausencia de un plan de mantenimiento estructurado y calendarizado representa una debilidad crítica en la gestión operativa. Actualmente, las acciones de mantenimiento se realizan de manera preventiva tres veces al año por el exceso de polvo y reactiva en caso de fallas, lo que deriva en intervenciones tardías, costosas y poco eficientes. Esta falta de planificación impide establecer criterios claros para priorizar la atención de equipos, genera pérdidas en la disponibilidad de servicios debido a fallas inesperadas y compromete el uso eficiente del presupuesto asignado. Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo permitiría anticiparse a las fallas, asegurar la continuidad de los servicios y optimizar los recursos disponibles.

- **Falta de procedimientos estandarizados**

- ✓ No hay cartillas de procedimientos o check list para un cuidado diario de los equipos que pueda realizar todo el personal al momento de usar

alguna máquina, y que los usuarios oportunamente avisen si ven algo raro o existe alguna falla.

3.3.5 Maquinaria:

- **Equipos sin reparación**

- ✓ Hay equipos que, por mala ejecución de la solicitud de adquisición, por ejemplo, de un repuesto específico, se adjudican mal o no hay proveedor que postule y la reparación se va retrasando meses hasta un año o simplemente se priorizan otras funciones de salud y no se realiza la solicitud de compra, dejando pacientes mayoritariamente de kinesiología a espera de tratamientos u obligándolos a acudir a otro centro de salud.

El año 2023 dos equipos estuvieron detenidos por falta de repuesto y solicitudes de compra mal ejecutadas, con el tiempo máximo de detención de 14 meses, una trotadora por un sensor que se bloqueó con polvo.

- **Mantenimiento por igual a los equipos**

Todos los equipos reciben una mantención preventiva similar, ya que la solicitud de adquisición se realiza con tareas generales y no específicas por equipo.

3.3.6 Materiales:

- **Priorización de insumos críticos**

- ✓ Como el gasto en mantenciones excede el porcentaje de presupuesto asignado para todas las tareas que comparte el ítem, tomando parte del presupuesto del otro ítem del subtítulo 22 “para funcionamiento”, se prioriza la compra de insumos críticos como medicamentos para atención de urgencia, insumos médicos y artículos de primera respuesta para rescate SAR, catástrofes o accidentes aéreos.

- **Falta de artículos de primera necesidad**

- ✓ El Grupo de Sanidad queda desabastecido para finalizar el año, de artículos de primera necesidad como confort, toalla nova, artículos de aseo entre otros ya que no hay fondos o el presupuesto fue ocupado y llegó al 100%, obligando al encargado a conseguir estos artículos en otras unidades en calidad de préstamo hasta poder comprar o los funcionarios traerlos de sus casas para uso personal.

3.3.7 Entorno:

- **Exceso de polvo**

- ✓ La II Brigada Aérea se encuentra ubicada en la comuna de Pudahuel al lado del aeropuerto, en un terreno rural donde hay mucha tierra y polvo en suspensión el que ingresa a la enfermería al mantener ventanas, puertas abiertas y en las botas de los pacientes cuando acuden a las dependencias de sanidad.

3.3.8 Identificación de causas detectadas

- ✓ A partir del análisis efectuado para determinar los orígenes de los inconvenientes detectados, es posible elaborar un cuadro resumen que consolide los problemas identificados en los procesos evaluados. Esta síntesis facilitará su clasificación según el nivel de criticidad y permitirá valorar el grado de impacto que generan dentro de la organización.

Tabla N°6: “Identificación de causas detectadas”.

CATEGORÍAS DE CAUSA	CAUSAS
Medición	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa supervisión de trabajos • No existe registro de fallas
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> • No hay especialista en mantenimiento • Falta cultura en mantenimiento
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • No hay un plan de mantenimiento • Falta de procedimientos estandarizados
Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos sin reparación • Mantenimiento por igual a los equipos
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Priorización de insumos críticos • Falta de artículos de primera necesidad
Entorno	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de polvo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word

Tabla N°7: “Impacto final de los problemas detectados”.

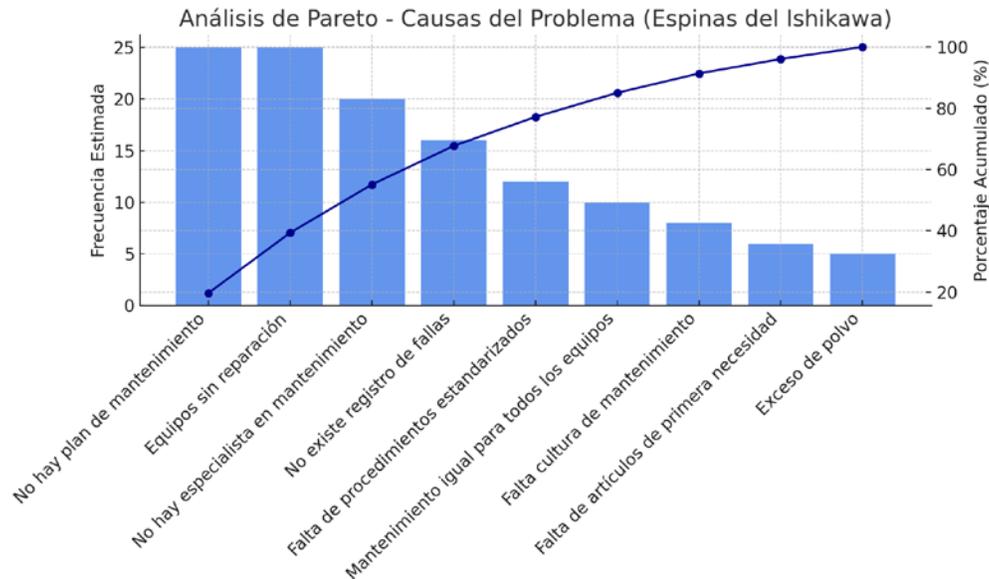
CAUSA	IMPACTO
Escasa supervisión de trabajos	<ul style="list-style-type: none"> • Las tareas de mantenimiento se ejecutan sin control de calidad, lo que puede derivar en fallas reincidentes. • Aumenta el riesgo de gastos duplicados por corrección de errores técnicos. • Dificulta la identificación de responsables ante fallas recurrentes.
No existe registro de fallas	<ul style="list-style-type: none"> • Impide detectar patrones o tendencias que permitan prevenir futuras fallas. • No se puede justificar técnicamente la reasignación de recursos. • Se pierde la trazabilidad de las intervenciones realizadas, limitando la gestión eficiente del presupuesto.
No hay especialista en mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Eleva la dependencia de servicios externos, generalmente más costosos. • Incrementa los tiempos de espera para diagnósticos y reparaciones. • Disminuye la eficiencia del proceso de mantención, generando mayor gasto operativo.
Falta cultura en mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Se prioriza el uso hasta la falla por sobre la mantención preventiva, lo que genera mayores costos. • Aumenta la frecuencia de fallas críticas por descuidos o falta de revisión oportuna. • Provoca una visión reactiva en la gestión, que fuerza reasignaciones presupuestarias imprevistas.
No hay un plan de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Las actividades se ejecutan sin estructura ni anticipación, generando gastos urgentes. • No permite distribuir ni justificar el presupuesto de forma anual ni por tipo de equipo.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Genera saturación de solicitudes en períodos críticos y no optimiza recursos.
Falta de procedimientos estandarizados	<ul style="list-style-type: none"> ● Se pierde uniformidad en la ejecución de tareas, lo que afecta la calidad de los trabajos. ● Aumenta la probabilidad de errores técnicos y administrativos. ● Dificulta la formación del personal y la supervisión objetiva.
Equipos sin reparación	<ul style="list-style-type: none"> ● Reducción directa de la capacidad operativa del servicio clínico. ● Aumenta la presión sobre otros equipos, acelerando su desgaste. ● Fuerza reasignaciones presupuestarias urgentes para restituir la funcionalidad.
Mantenimiento por igual a los equipos	<ul style="list-style-type: none"> ● Se desperdician recursos manteniendo equipos de baja criticidad mientras se postergan otros más relevantes. ● No se optimiza el uso del presupuesto disponible. ● Puede provocar indisponibilidad de equipos clave en momentos críticos.
Priorización de insumos críticos	<ul style="list-style-type: none"> ● Reasigna constantemente recursos hacia compras clínicas urgentes, dejando sin financiamiento insumos no críticos, pero de primera necesidad. ● Desbalancea el presupuesto global, obligando a cubrir gastos técnicos con fondos destinados a operación. ● Compromete la ejecución de planes de mantenimiento básico.
Falta de artículos de primera necesidad	<ul style="list-style-type: none"> ● Disminuye las condiciones de trabajo del personal técnico y clínico. ● Aumenta el desgaste operativo del equipo humano. ● Refleja una mala distribución del presupuesto institucional, que a menudo es corregida con reasignaciones forzadas.
Exceso de polvo	<ul style="list-style-type: none"> ● Acelera el deterioro de los componentes internos de los equipos. ● Provoca fallas no visibles que requieren intervenciones más complejas y costosas. ● Exige mantenciones más frecuentes, que no siempre están planificadas ni presupuestadas.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word

3.3.9 Diagrama de Pareto

Figura 8: Causas de Reasignación Presupuestaria



- ✓ El Análisis de Pareto se basa en el principio 80/20, el cual establece que el 80% de los problemas proviene del 20% de las causas. Esta herramienta se utilizó para determinar qué factores contribuyen de forma más significativa a la reasignación constante de presupuesto para mantenimiento.
- ✓ Para ello, se cuantificó el impacto relativo de cada causa identificada en el diagrama de Ishikawa según su frecuencia e impacto percibido por el equipo de trabajo, basado en observaciones, entrevistas y análisis documental interno del Grupo de Sanidad.

3.3.10 Conclusión del análisis de Pareto

- ✓ Del análisis de Pareto se obtiene que las primeras cinco causas concentran aproximadamente el 82% del efecto total, por lo tanto, deben ser tratadas con prioridad:
 1. No hay plan de mantenimiento.
 2. Equipos sin reparación.
 3. No hay especialista en mantenimiento.

4. No existe registro de fallas.
 5. Falta de procedimientos estandarizados.
- ✓ Estas causas son las que representan las principales fuentes del problema presupuestario, por lo tanto, son las más efectivas de abordar primero.

3.4 Clasificación de riesgos o criticidad:

- ✓ A través de la metodología de análisis de criticidad, como herramienta de simulación para evaluar escenarios operativos, se establecerá la magnitud de la criticidad. Del análisis causal se establecieron 5 causas prioritarias que explican el 82% del problema de reasignación presupuestaria que fueron identificadas con Ishikawa y Pareto.

Los criterios utilizados en el análisis de criticidad se definieron para evaluar objetivamente la urgencia y relevancia de cada causa crítica detectada. Estos se basan en estándares de análisis de riesgo y gestión operativa.

3.4.1 Probabilidad de ocurrencia.

- ✓ Evalúa qué tan frecuente ocurre la causa o situación en el Grupo de Sanidad.

Tabla N°8: “Probabilidad de ocurrencia (Frecuencia).”

Frecuencia - Probabilidad del evento	Ponderación
Muy alta (> 10 vez / mes)	5
Alta (entre 6 y 9 vez / mes)	4
Media (entre 4 y 5 vez / mes)	3
Baja (entre 2 y 3 vez / mes)	2
Muy Baja (1 vez / mes)	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

3.4.2 Impacto.

- ✓ Evalúa el efecto negativo que tendría la materialización de esa causa en el funcionamiento clínico, presupuestario y operativo.

Tabla N°9: "Impacto (Consecuencia)".

Valor	Descripción
5	Crítico: Paraliza servicios clínicos, genera déficit grave, compromete atención de salud y cumplimiento normativo.
4	Alto: Interrumpe procesos clave, afecta múltiples áreas, genera reclamos o incumplimientos.
3	Medio: Afecta procesos individuales, requiere ajustes internos.
2	Bajo: Impacto leve, se puede manejar internamente sin mayores consecuencias.
1	Muy bajo: No altera procesos ni presupuestos.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

3.4.3 Matriz de análisis de criticidad.

$$\text{Criticidad} = \text{Probabilidad} \times \text{Impacto}$$

Tabla N°10: “Criterios para determinar la consecuencia en el análisis de criticidad”.

N°	Causa Crítica	Probabilidad	Impacto	Criticidad	Clasificación	Justificación
1	No hay plan de mantenimiento	5	5	25	Alta	Genera fallas reactivas, uso ineficiente de recursos, paraliza equipos críticos
2	Equipos sin reparación	5	5	25	Alta	Disminuye la capacidad clínica, aumenta presión sobre otros equipos.
3	No existe registro de fallas	4	4	16	Media	Se pierden patrones de falla, no hay trazabilidad ni evidencia para justificar adquisiciones
5	No hay especialista en mantenimiento	5	4	20	Alta	Eleva dependencia externa, retrasa intervenciones y encarece procesos
6	Falta de procedimientos estandarizados	4	3	12	Media	Dificulta formación, calidad desigual en mantenciones, mayor error humano

Fuente: Guía de aprendizaje - Metodología de análisis de criticidad.

3.5 Resumen de criticidad.

3.5.1 Puntos críticos con criticidad alta

3.5.1.1 No hay plan de mantenimiento – Criticidad: 25

- ✓ La ausencia total de un plan estructurado de mantenimiento impide anticipar fallas, priorizar recursos y coordinar acciones. Esta falta de

planificación conduce a mantenciones reactivas, más costosas y menos eficientes, aumentando el riesgo de interrupción de servicios clínicos. Además, afecta directamente la trazabilidad presupuestaria y operativa del Grupo de Sanidad.

3.5.1.2 Equipos sin reparación – Criticidad: 25

- ✓ La acumulación de equipos que no han sido reparados es por falta de partes y errores en licitaciones al ser mal realizadas las solicitudes de adquisición esto provoca reducción directa en la capacidad de atención y obliga a derivar pacientes o suspender tratamientos, afectando la percepción de calidad y la eficiencia del servicio clínico.

3.5.1.3 No hay especialista en mantenimiento – Criticidad: 20

- ✓ La dependencia de personal clínico (como enfermeros de combate) para gestionar temas técnicos genera una sobrecarga laboral, baja eficiencia en la gestión de mantenciones, y una alta dependencia de servicios externos. Esto genera costos adicionales y tiempos de respuesta prolongados ante fallas.

3.5.1.4 No existe registro de fallas – Criticidad: 16

- ✓ La ausencia de un sistema de registro impide identificar patrones de fallas repetitivas y dificulta justificar técnicamente las mantenciones o adquisiciones. También limita la mejora continua, ya que no hay base histórica para evaluar la efectividad del mantenimiento.

3.5.1.5 Falta de procedimientos estandarizados – Criticidad: 12

- ✓ No contar con protocolos básicos o Check lists para el uso y revisión diaria de equipos genera fallas por mal uso, omisión de anomalías y falta de control. Además, impide una capacitación adecuada del personal nuevo y deja espacio a la variabilidad operativa, afectando la calidad y seguridad del servicio.

- ✓ En conclusión, el análisis permitió identificar cinco causas críticas que explican la mayoría de los problemas relacionados con la disponibilidad y el estado de los equipos médicos-dentales. Estas causas tienen un alto impacto en la operatividad clínica, la eficiencia presupuestaria y la calidad de atención. Su origen radica en deficiencias organizativas, falta de planificación técnica, ausencia de registros y una cultura débil de mantenimiento. Abordarlas de manera prioritaria permitirá reducir las fallas, optimizar recursos y garantizar la continuidad del servicio sanitario en la IIª Brigada Aérea de la Fuerza Aérea de Chile.

IV.- PROPUESTA DE MEJORA

4.1. Introducción:

- ✓ Tras el análisis diagnóstico realizado en el Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel, se identificó que la reasignación constante de presupuesto para el mantenimiento de equipos médicos y dentales representa un problema crítico que afecta la operatividad, disponibilidad de recursos y continuidad del servicio clínico. Mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa, análisis de Pareto y análisis de criticidad, se pudo establecer que las principales causas del problema se relacionan con la falta de planificación técnica, ausencia de registros sistemáticos, debilidades en la capacitación técnica y desorganización presupuestaria.

- ✓ En este contexto, se hace necesario implementar una propuesta de mejora estructurada y sostenible, orientada a resolver las deficiencias detectadas desde una mirada preventiva, organizacional y técnica. Para ello, se ha adoptado el modelo de mejora continua PDCA (Plan – Do – Check – Act), el cual permite organizar y ejecutar acciones correctivas de manera cíclica y verificable, con el objetivo de consolidar un sistema de mantenimiento eficiente, trazable y alineado con los estándares operativos de la institución.

- ✓ La presente propuesta busca generar un impacto positivo tanto en el uso eficiente de los recursos como en la calidad del servicio prestado, asegurando la continuidad operativa de los equipos clínicos y optimizar recursos con buena planificación

4.2. Objetivo general.

- ✓ Implementar un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos médicos y dentales a nivel de los trabajadores del Grupo de

Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel y con empresa externa especializada a requerimiento.

4.3. Objetivos específicos.

- ✓ Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo basado en la criticidad de los equipos clínicos, que permita asegurar su operatividad, trazabilidad y disponibilidad.
- ✓ Establecer procedimientos estandarizados y herramientas de control para la gestión eficiente de fallas, planificación de tareas y monitoreo del estado de los equipos.
- ✓ Capacitar al personal interno del Grupo de Sanidad en tareas básicas de mantenimiento y en el uso de protocolos operativos, para reducir la dependencia de servicios externos.
- ✓ Evaluar la viabilidad económica de la propuesta a través de un análisis costo-beneficio que considere ahorro en servicios externos y disponibilidad operativa de los equipos clínicos.
- ✓ Para el cumplimiento de estos objetivos, se estructura esta propuesta sobre el modelo PDCA.

4.4. Ciclo de Deming (PDCA) Plan de Mantenimiento

- ✓ Este primer Ciclo de Deming corresponde al punto más crítico, “No hay plan de mantenimiento”

4.4.1. Planificar (Plan)

4.4.1.1. Objetivo:

- ✓ Diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad de los equipos clínicos, considerando recursos disponibles, responsabilidades, frecuencia, protocolos técnicos y mecanismos de control.

4.4.1.2. Acciones a realizar en esta fase:

- Elaborar el cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo según análisis de criticidad.
- Establecer la frecuencia de inspección visual semanal por área (médica, dental, kinesiológica).
- Definir los roles y responsables por tipo de equipo y jornada.
- Diseñar y estandarizar los protocolos de mantenimiento y formularios de registro (Check lists, bitácora, hoja de vida del equipo).
- Establecer el canal de comunicación institucional para notificación de fallas.
- Determinar los insumos básicos necesarios (kits de limpieza, herramientas menores).
- Identificar necesidades de capacitación por área, con temario y responsables.
- Asignar recursos logísticos: software (Excel), computador, sala de reuniones, manuales técnicos.
- Definir los indicadores clave de desempeño (KPI): porcentaje de cumplimiento del PMP, tiempo medio de respuesta, reducción de fallas, etc.

4.4.1.3. Recursos:

- **Software de aplicación:** Se utilizará Microsoft Excel.
- **Equipos de cómputo:** PC o Notebook disponibles en la unidad para ingresar y consultar los registros de mantenimiento.
- **Formatos de mantenimiento:** Se usarán plantillas digitales o físicas para inspección, registro de fallas, hojas de vida de los equipos.
- **Manuales técnicos de equipos:** Documentación de los fabricantes para establecer procedimientos y periodicidades recomendadas.

- **Materiales de Protección:** Filtros, cubiertas, y elementos físicos para controlar el entorno (polvo, temperatura, humedad).
- **Insumos para mantenimiento básico:** Lubricantes, paños antiestáticos, herramientas menores, kits de limpieza.

4.4.1.4. Capital Humano:

- **Supervisor de Mantenimiento:** Planificar, coordinar y supervisar las actividades del plan. En este caso, será el enfermero de combate encargado de logística.
 - **Personal de salud capacitado:** Encargados del uso diario de los equipos, deben colaborar con el cuidado y reporte oportuno de fallas.
 - **Encargado de registros:** Persona responsable de ingresar los datos al sistema, (puede ser administrativo). Será el enfermero de combate que ya llevaba el proceso.
 - **Personal de abastecimiento de la base:** Apoyo en la gestión de insumos, solicitudes y control de presupuesto.
 - **Capacitadores del Grupo de Mantenimiento de la base:** Apoyan en la formación del personal, sobre uso correcto de los equipos y prevención de fallas.
- ✓ En los apartados siguientes se detallan el diagnóstico, la clasificación de equipos y la calendarización de mantenciones preventivas, correctivas y tareas internas.

4.4.1.5. Diagnóstico actual.

- ✓ Realizar listado de equipos separados por área: Los equipos se clasificaron en 3 áreas, kinesiología, médicos y dentales, con registro de SN o TAG, marca y modelo.
- ✓ A continuación, se presenta el listado detallado de los equipos médicos utilizados en el área clínica del Grupo de Sanidad. Esta tabla permite tener una visión general del inventario, clasificando por tipo, marca y código de identificación (SN o TAG).

Tabla N°11: “Listado de equipos del área de kinesiología”.

ACTIVO	MARCA	MODELO/N° DE PARTE	N° DE SERIE	VALOR	N° SAN
BICICLETA ESTÁTICA PARA EJERCICIO CON VISOR		BMI002289	E3V12351	\$1.547.000	
BICICLETA DE EJERCICIO RECLINADA	KETTLER	ERGOMETER RE7		\$2.023.000	7538136
BICICLETA DE EJERCICIO RECLINADA	KETTLER	ERGOMETER RE7		\$2.023.000	7517339
ONDA DE CHOQUE	MGC 168	SW15		\$ 974.610	SC002A722089
SET BAÑO DE PARAFINA	WAXWEL	11-1600		\$ 212.373	NC00003372
TENS CON BATERIA DE LITIO RECARGABLE	TWIN STIM IV	TENS 7000	22203010400024	\$ 80.000	
TENS CON BATERIA DE LITIO RECARGABLE	TWIN STIM IV	TENS 7000	22203010400024	\$ 80.000	
EQUIPO DE CRIOPRESOTERAPIA	CRYOPUSH	CRYOPUSH READY	NS-PROV015	\$1.476.136	
COMPRESOR METÁLICO	CHATTANOOGA	HYDROCOLLATOR E-2		\$ 446.250	7505734
EQUIPO DE ULTRASONIDO	GYMNA	PULSON 200	SN 64981	\$1.487.500	7517337
UNIDAD DIATERMIA MEGAPULSER	EMS PHYSIO	MEGAPULSE SENIOR 265	SN 112547	\$6.069.000	7517367
EQUIPO DE COMPRESION	KINEKIT	THERAPRESS PRO		\$ 599.990	SC002A722090
SILLA METÁLICA PARA EJERCICIOS DE CUADRICEPS		BMI002292	7517345	\$1.463.700	
MAQUINA TROTADORA	ERGO	TD-730		\$1.749.300	2001074
MAQUINA TROTADORA	KETTLER	TRACK EXPERIENCE 7885-600		\$1.050.000	
MAQUINA TROTADORA					
MAQUINA GYM MULTIFUNCION JX FITNESS	JX FITNESS	JX-DS912		\$ 398.650	SC002A122086
BICICLETA ELÍPTICA MAGNÉTICA	BIANCHI	E-1100	NC00003373	\$ 172.003	
ESPALDERA 01 CUERPO CON CABEZAL		BMI003418	7564596	\$ 258.000	
EQUIPO MULTICORRIENTES	ENRAF NONIUS	ENDOMED 482	SN 01.993		
BICICLETA ELÍPTICA	KETTLER	UNIX EXT			
BALANZA DIGITAL CON MEDIDOR DE ESTATURA	BIOSPACE	BSM370			
BALANZA MECÁNICA CON TALLIMETRO TELESCÓPICO	SECA				

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12: “Listado de equipos médicos”.

ACTIVO	MARCA	MODELO/N° DE PARTE	N° DE SERIE	VALOR	N° SAN	BATERIA	PAD ADULTO	PAD PEDIATRICO	UBICACIÓN
BOMBA DE ASPIRACION PORTATIL	YUWELL	7E-D	SN 00016	\$ 214.069	7336191				PROCEDIMIENTO
BOMBA DE ASPIRACION PORTATIL	THOMAS	MEDI PUMP 1636A	SN 070700001245	\$ 969.196	78060956676				PROCEDIMIENTO
BOMBA DE ASPIRACION PORTATIL	LAERDAL	LSU	SN 78410563586	\$ 1.100.000					PROCEDIMIENTO
BIOIMPEDANCIOMETRO	INBODY	INBODY 230 - MW160	SN 401400706	\$ 3.500.000	401400706				PROCEDIMIENTO
BIOIMPEDANCIOMETRO	INBODY	INBODY 270	SN F924001660	\$ 5.174.499	F924001660				BOX NUTRI
BIOIMPEDANCIOMETRO	BODYSTAT	BMI001938	310392	\$ 2.687.750					
ELECTROCARDIOGRAFO	MEDIANA	E40	7564796	\$ 892.500					
ELECTROCARDIOGRAFO	NIHON KOHDEN	BMI001108	7419608	\$ 1.042.440					
ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN	SE-12 EXPRESS	SN 460017-M2170113008	\$ 4.150.000					PROCEDIMIENTO
OXIMETRO DE PULSO DIGITAL	CHOICEM MED			\$ 25.000					
OXIMETRO DE PULSO DIGITAL				\$ 25.000					
OXIMETRO DE PULSO DIGITAL				\$ 25.000					
OXIMETRO DE PULSO DIGITAL				\$ 25.000					
OXIMETRO DE PULSO DIGITAL				\$ 25.000					
OXIMETRO DE PULSO DIGITAL				\$ 25.000					
DESFIBRILADOR EXTERNO AUTOMATICO	M&B	AED 7000	SN AED2205063N	\$ 1.475.600	AED2205063N		01-08-2026		RECEPCION
DESFIBRILADOR EXTERNO AUTOMATICO	PHILIPS	BMI001300	7537831	\$ 1.500.000					HANGAR ECO
DESFIBRILADOR HEARTSINE SAMARITAN PAD	SAMARITAN	350P	SN 15D00928445	\$ 1.130.163	7566936		01-12-2026	01-01-2026	ALERTA
DESFIBRILADOR HEARTSINE SAMARITAN PAD	SAMARITAN	350P	SN 15D00929288	\$ 1.130.163	7566940		01-10-2024	01-10-2025	PROCEDIMIENTO
DESFIBRILADOR HEARTSINE SAMARITAN PAD	SAMARITAN	500P	SN 24890012397D24	\$ 1.600.000			01-07-2028		
DESFIBRILADOR HEARTSINE SAMARITAN PAD	SAMARITAN	500P	SN 24890012490D24	\$ 1.600.000			01-07-2028		
DESFIBRILADOR HEARTSTART	PHILIPS	HS1	SN A24A-06242	\$ 1.660.000		31-12-2029	13-04-2026	25-11-2025	
DESFIBRILADOR HEARTSTART	PHILIPS	HS1	SN A24A-06384	\$ 1.660.000		31-12-2029	13-04-2026	25-11-2025	
DESFIBRILADOR HEARTSTART	PHILIPS	HS1	SN A24A-06054	\$ 1.660.000		31-12-2029	13-04-2024	25-11-2025	
MONITOR MULTIPARAMETRO DE SIGNOS VITALES	MINDRAY	IMEC 8	SN EW-49012834	\$ 2.300.000					
MONITOR MULTIPARAMETRO DE SIGNOS VITALES	WELCH ALLYN	PROPAQ LT	SN 21-KA065660	\$ 5.105.100	7570618				AMBULANCIA
MONITOR MULTIPARAMETRO DE SIGNOS VITALES	CREATIVE MEDICAL	PC 900	SN J0100QL04549	\$ 1.300.000					ALERTA
MONITOR MULTIPARAMETRO DE SIGNOS VITALES	UBOX	VS2000							
MONITOR MULTIPARAMETRO DE SIGNOS VITALES	UBOX	VS2000							
MONITOR DESFIBRILADOR	MEDTRONIC	PHYSIO CONTROL LIFEPAK 12	35242213	\$ 5.331.200					BAJA
MONITOR DESFIBRILADOR	MINDRAY	BENEHEART D60	SN FP1-3B000615	\$ 16.398.200					PROCEDIMIENTO
AUTOREFRACTOMETRO, QUERATOMETRO Y PAQUIMETRO ROBOTICO	TOPCON HEALTHCARE	TRK-2P	SN 5285217	\$ 24.966.200					PROCEDIMIENTO
GLUCOMETRO	ACCUCHEK	INSTANT	SN 96006542387	\$ 30.980					ALERTA
ELECTRO BISTURI	ART	E1							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°13: “Listado de equipos de aires acondicionados”.

ACTIVO	MARCA	MODELO/N° DE PARTE	N° DE SERIE	VALOR
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	MIDEA	P4073101	54122000G7C45270170165	\$ 529.550
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	MIDEA	P4073101	NS-PROV014	\$ 529.550
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	MIDEA	P4073101	54122000G7C45270170238	\$ 529.550
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	MIDEA	P4073101	54122000G7C45270170194	\$ 529.550
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	MIDEA	P4073101	54122000G7C45270170164	\$ 529.550
EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO 24000 BTU	KENDALL	N3ASM-24MDSUI	B3159A456203N00141	\$ 992.455
EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO 24000 BTU	KENDALL	N3ASM-24MDSUI	B3159A486203N00148	\$ 1.047.057
EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO 24000 BTU	KENDALL	N3ASM-24MDSUI	B3159A486203N00129	\$ 1.047.057
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	CLARK	CST-09HRE	SC002A122078	\$ 661.509
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	CLARK	CST-09HRE	SC002A122082	\$ 661.509
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	CLARK	CST-09HRE	SC002A122081	\$ 661.509
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	CLARK	CST-09HRE	SC002A122080	\$ 661.509
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU	CLARK	CST-09HRE	SC002A122079	\$ 661.509

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°14: “Listado de equipos de odontología”.

ACTIVO	MARCA	O/N° DE	N° DE SERIE	VALOR
CAVITRON PRO 220V			7526579	\$ 368.000
ESTAMPADORA DENTAL			7547523	\$ 335.294
EQUIPO RX INTRAORAL MURAL			G204000110	\$ 3.460.000
REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL			7531837	\$ 1.410.864
LAMPARA FOTOCURADO LED INALAMBRICA			7524487	\$ 545.580
LAMPARA FOTOCURADO LED INALAMBRICA			7524486	\$ 545.580
BASKET, ULTRASONIC CLEANER			160406389	\$ 926.594
SILLON DENTAL				\$ 6.000.000

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.6. Análisis de criticidad.

Jerarquización de los equipos según riesgo, impacto y frecuencia de uso para poder definir cuantas mantenencias tendrá el equipo al año, siempre tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante. Con este resultado, se realizará un plan de mantenimiento, con la cantidad de mantenencias que se deben realizar al año por equipo.

En esta sección se presenta el plan de mantenimiento diseñado para el área de kinesiología del Grupo de Sanidad. El plan considera el tipo de mantenimiento requerido por cada equipo (preventivo, correctivo y tareas internas), la frecuencia de intervención y la clasificación según su nivel de criticidad. Este diseño se basa en la recomendación del fabricante, la frecuencia de uso y las condiciones ambientales de la unidad.

La información se ha organizado en tablas para facilitar su seguimiento y ejecución operativa.

Kinesiología.

Tabla N°15: “Equipos no críticos de equipos kinesiología”.

NO CRÍTICOS (Bajo Riesgo - Uso Bajo o Estructural)	
ACTIVO	MOTIVO DE CLASIFICACIÓN
BALANZAS (DIGITAL Y MECÁNICA)	Bajo riesgo. Solo medición. Fallo no implica riesgo clínico.
ESPALDERA CON CABEZAL	Uso estructural. Bajo riesgo mecánico.
BICICLETA ELÍPTICA (BIANCHI, KETTLER)	Bajo impacto en el tratamiento.
TENS CON BATERÍA DE LITIO (TWIN STIM IV)	Portátiles. Requieren más revisión del paciente que del equipo.
COMPRESERO METÁLICO (HYDROCOLLATOR)	Riesgo bajo. Solo mantiene temperatura de compresas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°16: “Equipos moderados de equipos kinesiología”.

MODERADOS (Riesgo Medio - Uso Medio-Alto)	
ACTIVO	MOTIVO DE CLASIFICACIÓN
MAQUINAS TROTADORAS (ERGO, KETTLER)	Uso frecuente en rehabilitación cardiovascular. Mecanismos complejos.
BICICLETAS RECLINADAS Y ESTÁTICAS	Alto uso. Componentes electrónicos y mecánicos. Riesgo medio.
MAQUINA GYM MULTIFUNCIÓN (JX FITNESS)	Varios mecanismos, alto uso, riesgo mecánico medio.
SILLA PARA CUÁDRICEPS (BMI002292)	Riesgo biomecánico si hay fallas. Uso moderado.
EQUIPO DE COMPRESIÓN (THERAPRESS PRO)	Terapia mecánica. Fallo afecta continuidad del tratamiento.
SET BAÑO DE PARAFINA (WAXWEL)	Puede causar quemaduras. Uso frecuente en terapia de manos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°17: “Equipos críticos de equipos kinesiología”.

CRÍTICOS (Riesgo/Impacto Alto - Uso Frecuente)	
ACTIVO	MOTIVO DE CRITICIDAD
UNIDAD DIATERMIA MEGAPULSER (EMS PHYSIO)	Alta potencia, uso en rehabilitación profunda. Falla puede causar quemaduras.
EQUIPO DE ULTRASONIDO (PULSON 200)	Uso frecuente en fisioterapia. Crítico en terapias musculares.
EQUIPO MULTICORRIENTES (ENDOMED 482)	Empleado en varias terapias. Fallas pueden causar tratamientos ineficaces o daño.
EQUIPO DE CRIOPRESOTERAPIA (CRYOPUSH)	Equipamiento terapéutico delicado, crítico para recuperación post-lesión.
ONDA DE CHOQUE (SW15)	Tecnología costosa y terapias específicas. Falla implica suspensión de terapias.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°18: “Plan de mantenimiento preventivo, equipos kinesiología”.

PLAN DE MANTENIMIENTO MANTENCIÓN PREVENTIVO			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
Bicicletas estáticas y reclinadas	Anual	Lubricación, ajuste de correas, limpieza, revisión de sensores y visor digital	Técnico en mantenimiento
Maquinas trotadoras	Anual	Ajusto de banda, verificación del motor, limpieza de componentes eléctricos	Técnico en mantenimiento
Máquina GYM JX Fitness	Anual	Inspección de poleas, limpieza, ajuste de cables	Técnico en mantenimiento
Bicicleta elíptica y elíptica magnética	Anual	Verificación de resistencia, calibración, lubricación	Técnico en mantenimiento
Tens Twin Stim, Equipo de ultrasonido, Compresero metálico, Diatermia, Ondas de choque	Anual	Calibración, verificación de electrodos, limpieza interna, chequeo de batería/litio	Técnico en mantenimiento
Unidad de crioterapia Cryopush	Anual	Verificar flujo y temperatura del sistema, limpieza de filtros	Técnico en mantenimiento
Balanza digital y mecánica	Anual	Calibración, verificación de medidor de estatura, limpieza	Técnico en mantenimiento
Espaldera, silla metálica	Anual	Verificar soldaduras, estabilidad, ajuste de tornillos	Técnico en mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°19: “Plan de mantenimiento correctivo, equipos kinesiología”.

PLAN DE MANTENIMIENTO MANTENCIÓN CORRECTIVA			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
Bicicletas y trotadoras	Según necesidad	Diagnóstico técnico, cambio de sensores o rodamientos	Técnico en mantenimiento
Tens, ultrasonido, compresores	Según necesidad	Reemplazo de electrodos, reparación de circuitos	Técnico en mantenimiento
Cryopush	Según necesidad	Revisión de bomba, limpieza interna, recarga de refrigerante si aplica	Técnico en mantenimiento
Ondas de choque	Según necesidad	Verificar condensador o cabezal	Técnico en mantenimiento
Balanzas	Según necesidad	Recalibración o sustitución de celda de carga	Técnico en mantenimiento
Maquinas GYM	Según necesidad	Reemplazo de piezas dañadas	Técnico en mantenimiento
Espaldera, silla de ejercicios	Según necesidad	Soldadura o refuerzo estructural	Técnico en mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°20: “Plan de mantenimiento para personal interno, equipos kinesiología”.

PLAN DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – personal interno			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
Bicicletas estáticas y reclinadas	Manual	Limpiar y revisar que todo funcione	Persona responsable
Máquinas trotadoras	Manual	Limpiar y revisar banda y motor	Persona responsable
Máquina GYM JX Fitness	Manual	Limpiar y revisar cables y partes	Persona responsable
Bicicleta elíptica	Manual	Limpiar y comprobar que funciona	Persona responsable
Tens, ultrasonido, compresores	Manual	Limpiar y revisar electrodos	Persona responsable
Unidad Cryopush	Manual	Limpiar filtros y revisar temperaturas	Persona responsable
Balanza digital y mecánica	Manual	Limpiar y verificar lectura correcta	Persona responsable
Espaldera, silla metálica	Manual	Revisar tornillos y estabilidad	Persona responsable

Fuente: Elaboración propia

En esta sección se presenta el plan de mantenimiento diseñado para el área médica del Grupo de Sanidad. El plan contempla los distintos tipos de mantenimiento requeridos por los equipos (preventivo, correctivo y tareas internas), considerando su criticidad clínica, frecuencia de uso y condiciones de operación. Esta planificación responde a la necesidad de asegurar la continuidad del servicio médico y minimizar fallas en equipos críticos para el diagnóstico y monitoreo de pacientes.

La información se encuentra estructurada en tablas que permiten visualizar claramente las acciones requeridas por equipo y la frecuencia de intervención correspondiente.

Médico.

Tabla N°21: “Equipos no críticos de equipos médicos”.

NO CRÍTICOS (Bajo Riesgo - Uso Bajo o Estructural)	
ACTIVO	MOTIVO DE CLASIFICACIÓN
OXÍMETROS DIGITALES (CHOICEM, genéricos)	Bajo costo, fácil reemplazo. Riesgo mínimo.
GLUCÓMETRO (ACCU CHEK)	Uso simple, bajo impacto si falla, alta disponibilidad de reemplazo.
MONITOR UBOX VS2000	No especificado completamente. Asumido bajo uso e impacto.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°22: “Equipos moderados de equipos médicos”.

MODERADOS (Riesgo Medio - Uso Medio-Alto)	
ACTIVO	MOTIVO DE CLASIFICACIÓN
ELECTROCARDIOGRAFOS (MEDIANA, NIHON, EDAN)	Evaluación cardíaca. Fallo puede dificultar diagnósticos, pero no es vital inmediato.
BIOIMPEDANCIÓMETROS (INBODY, BODYSTAT)	Alto uso, impacto en seguimiento clínico, pero sin riesgo directo a la vida.
BOMBAS DE ASPIRACIÓN (YUWELL, THOMAS, LAERDAL)	Esenciales para despeje de vías respiratorias. Uso frecuente, riesgo medio.
ELECTROBISTURÍ (ART E1)	Uso quirúrgico. Potencial riesgo por corriente, pero menos frecuente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°23: “Equipos críticos de equipos médicos”.

CRÍTICOS (Riesgo/Impacto Alto - Uso Frecuente)	
ACTIVO	MOTIVO DE CRITICIDAD
DEFIBRILADORES (todas las marcas y modelos)	Uso vital en emergencias. Fallo = riesgo vital directo. Deben estar 100% operativos.
MONITORES MULTIPARAMÉTRICOS (todos)	Uso constante en áreas críticas o traslados. Falla afecta monitoreo vital.
MONITOR DEFIBRILADOR (LIFEPAK 12 / D60)	Doble función crítica (monitor + desfibrilador). Falla pone en riesgo la vida.
AUTOREFRACTÓMETRO ROBÓTICO (TOPCON TRK-2P)	Alto valor, gran precisión. Su falla paraliza exámenes oftalmológicos clave.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°24: “Plan de mantenimiento preventivo, equipos médicos”.

PLAN DE MANTENIMIENTO MANTENCIÓN PREVENTIVO			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
Bomba de aspiración portátil	Anual	Limpieza, verificación de motor, mangueras, batería	Técnico mantenimiento
Bioimpedanciómetro	Anual	Calibración, limpieza, revisión de electrodos	Técnico mantenimiento
Electrocardiógrafo	Anual	Verificación de cableado, calibración, test de impresión	Técnico mantenimiento
Oxímetro de pulso digital	Anual	Revisión de pantalla, sensor de dedo, cambio de baterías	Técnico mantenimiento
Desfibrilador externo automático (DEA)	Anual	Test de descarga, revisión de batería y electrodos	Técnico mantenimiento
Monitor multiparámetro de signos vitales	Anual	Verificación de sensores, pantalla, batería	Técnico mantenimiento
Monitor desfibrilador	Anual	Calibración, revisión de ECG y desfibrilación	Técnico mantenimiento
Autorefractómetro y paquímetro robótico	Anual	Limpieza óptica, prueba de lectura, actualización de software	Técnico mantenimiento
Glucómetro	Anual	Revisión con tiras de control, cambio de batería	Técnico mantenimiento
Electrobisturí	Anual	Revisión de electrodos, cables, prueba de salida	Técnico mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°25: “Plan de mantenimiento correctivo, equipos médicos”.

PLAN DE MANTENIMIENTO MANTENCIÓN CORRECTIVA			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
Bomba de aspiración portátil	Según necesidad	Reparación o cambio de motor, batería, conexiones	Técnico mantenimiento
Bioimpedanciómetro	Según necesidad	Reemplazo de electrodos o componentes electrónicos	Técnico mantenimiento
Electrocardiógrafo	Según necesidad	Reparación de pantalla, impresión, sensores	Técnico mantenimiento
Oxímetro de pulso digital	Según necesidad	Cambio de sensor, batería o pantalla	Técnico mantenimiento
Desfibrilador externo automático (DEA)	Según necesidad	Sustitución de batería o PAD, revisión descarga	Técnico mantenimiento
Monitor multiparámetro de signos vitales	Según necesidad	Reparación de pantalla, sensores o alimentación	Técnico mantenimiento
Monitor desfibrilador	Según necesidad	Reparación de módulo de ECG, batería, funciones de descarga	Técnico mantenimiento
Autorefractómetro y paquímetro robótico	Según necesidad	Reparación de lentes, software o módulos internos	Técnico mantenimiento
Glucómetro	Según necesidad	Error de medición, reemplazo de pantalla o batería	Técnico mantenimiento
Electrobisturí	Según necesidad	Fallo en corte, revisión de electrodos o sistema de energía	Técnico mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°26: “Plan de mantenimiento para personal interno, equipos médicos”.

PLAN DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – personal interno			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN (NO TÉCNICA)	RESPONSABLE
Oxímetro de pulso digital	Mensual	Limpiar sensor con paño húmedo, revisar batería, encender para verificar función	Persona responsable
Desfibriladores (PAD, DEA)	Mensual	Verificar luces de estado, comprobar que esté enchufado/cargado, revisar vencimiento de pads	Persona responsable
Glucómetro	Mensual	Limpieza externa, revisión de batería, verificar si tira reactiva está dentro del plazo	Persona responsable
Electrocardiógrafo	Mensual	Limpiar cables y electrodos, verificar papel ECG y conexión	Persona responsable
Monitor multiparámetro	Mensual	Verificar que encienda correctamente, revisar cables, limpieza de pantalla/sensores	Persona responsable
Bomba de aspiración portátil	Mensual	Limpieza externa, verificar que funcione al encenderla	Persona responsable
Electrobisturí	Mensual	Limpiar superficie y electrodos (sin desarmar), verificar que encienda	Persona responsable
Bioimpedanciómetro	Mensual	Limpieza del panel externo, verificación visual de cables	Persona responsable

Fuente: Elaboración propia.

En esta sección se detalla el plan de mantenimiento para los sistemas de aire acondicionado del Grupo de Sanidad. Dado su impacto en las condiciones ambientales y en la conservación de equipos clínicos, se ha definido un esquema de mantenimiento preventivo y correctivo que asegure su correcto funcionamiento. Además, se considera el mantenimiento interno básico por parte del personal, enfocado en limpieza de filtros y verificación general.

Las tablas siguientes presentan la frecuencia de intervención, el tipo de mantenimiento y la clasificación de criticidad de cada unidad, lo cual facilita una gestión más eficiente de los recursos técnicos disponibles.

Equipos de aires acondicionados.

Tabla N°27: “Equipos no críticos de equipos de aire acondicionado”.

NO CRÍTICOS (Bajo Riesgo - Uso Bajo o Estructural)
No aplica en este caso, ya que todos los aires acondicionados requieren al menos 1 mantenimientos preventivos anuales para garantizar funcionamiento adecuado, eficiencia energética y evitar problemas de condensación, hongos o cortocircuitos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°28: “Equipos moderados de equipos de aire acondicionado”.

MODERADOS (Riesgo Medio - Uso Medio-Alto)	
ACTIVO	MOTIVO DE CLASIFICACIÓN
EQUIPOS AIRE ACONDICIONADO 9000 BTU (MIDEA / CLARK)	Usados en oficinas, salas comunes o boxes no críticos. Su falla impacta el confort, pero no la continuidad operativa crítica. Riesgo bajo-medio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°29: “Equipos críticos de equipos de aire acondicionado”.

CRÍTICOS (Riesgo/Impacto Alto - Uso Frecuente)	
ACTIVO	MOTIVO DE CRITICIDAD
EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO 24000 BTU (KENDALL)	Climatizan áreas críticas (box clínico, sala de procedimientos u odontología). Fallas impactan directamente en el confort térmico de pacientes y equipos sensibles. Riesgo eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°30: “Plan de mantenimiento preventivo, equipos de aire acondicionado”.

PLAN DE MANTENCIÓN PREVENTIVA			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
A/C MIDEA 9000 BTU	Anual	Limpieza de filtros de aire	Tecnico en mantenimiento
A/C CLARK 9000 BTU	Anual	Limpieza de filtros de aire	Tecnico en mantenimiento
A/C KENDALL 24000 BTU	Anual	Limpieza de filtros de aire	Tecnico en mantenimiento
A/C MIDEA 9000 BTU	Anual	Verificación de nivel de gas refrigerante	Tecnico en mantenimiento
A/C CLARK 9000 BTU	Anual	Limpieza de serpentines y revisión de conexiones eléctricas	Tecnico en mantenimiento
A/C KENDALL 24000 BTU	Anual	Limpieza de condensador y revisión eléctrica general	Tecnico en mantenimiento
A/C MIDEA / CLARK / KENDALL	Anual	Revisión general del sistema (drenaje, control remoto, estructura)	Tecnico en mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°31: “Plan de mantenimiento correctivo, equipos de aire acondicionado”.

PLAN DE MANTENCIÓN CORRECTIVO			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
A/C MIDEA 9000 BTU	Según necesidad	Diagnóstico por falla inesperada	Tecnico en mantenimiento
A/C CLARK 9000 BTU	Según necesidad	Reparación o reemplazo de componentes dañados	Tecnico en mantenimiento
A/C KENDALL 24000 BTU	Según necesidad	Reparación del sistema eléctrico o electrónico	Tecnico en mantenimiento
A/C MIDEA 9000 BTU	Según necesidad	Recarga de gas y revisión por fuga	Tecnico en mantenimiento
A/C CLARK 9000 BTU	Según necesidad	Revisión de termostato o control remoto	Tecnico en mantenimiento
A/C KENDALL 24000 BTU	Según necesidad	Reemplazo de compresor o motor si corresponde	Tecnico en mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°32: “Plan de mantenimiento para personal interno, equipos de aire acondicionado”.

PLAN DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – personal interno			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
A/C MIDEA 9000 BTU	Mensual	Limpieza del filtro de aire (retirar, lavar con agua y secar)	Persona responsable
A/C CLARK 9000 BTU	Mensual	Limpieza del filtro de aire	Persona responsable
A/C KENDALL 24000 BTU	Mensual	Limpieza del filtro (si es accesible)	Persona responsable
Todos los equipos	Mensual	Verificación de que no haya obstrucciones en las rejillas de aire	Persona responsable
Todos los equipos	Mensual	Limpieza externa con paño seco (sin químicos corrosivos)	Persona responsable
Todos los equipos	Mensual	Apagar el equipo cuando no se esté utilizando	Persona responsable

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el plan de mantenimiento para el área de odontología del Grupo de Sanidad. Este incluye las mantenciones preventivas y correctivas necesarias para cada equipo, así como tareas internas que pueden ser ejecutadas por personal capacitado. Se han considerado factores como la frecuencia de uso clínico, el nivel de complejidad técnica y las condiciones de operación.

Las tablas permiten observar la planificación específica por equipo, indicando el tipo de mantenimiento, su periodicidad y el nivel de criticidad, lo que contribuirá a mantener la operatividad de los servicios dentales con menor riesgo de fallas inesperadas.

Odontología.

Tabla N°33: “Equipos no críticos de equipos de odontología”.

NO CRÍTICOS (Bajo Riesgo - Uso Bajo o Estructural)	
ACTIVO	MOTIVO DE CLASIFICACIÓN
LÁMPARA FOTOCURADO LED INALÁMBRICA (x2)	Bajo riesgo, portátil, de bajo costo. Se recomienda una revisión anual para batería y sistema LED.
CAVITRON PRO 220V	Uso específico para profilaxis. No esencial para todo tratamiento. Riesgo eléctrico moderado.
ESTAMPADORA DENTAL	Bajo impacto en la atención clínica directa. Puede fallar sin afectar la continuidad del servicio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°34: “Equipos moderados de equipos de odontología”.

MODERADOS (Riesgo Medio - Uso Medio-Alto)	
ACTIVO	MOTIVO DE CLASIFICACIÓN
EQUIPO RX INTRAORAL MURAL	Equipo de diagnóstico. Su uso es frecuente pero menos intensivo. Fallas afectan la capacidad de diagnóstico inmediato. Riesgo radiológico controlado.
REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL	Complementa al equipo de rayos. Su falla retrasaría diagnósticos . Uso frecuente. Mecánica sencilla.
BASKET, ULTRASONIC CLEANER	Se usa para limpieza de instrumental. Impacta en la bioseguridad , pero tiene bajo riesgo técnico.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°35: “Equipos críticos de equipos de odontología”.

CRÍTICOS (Riesgo/Impacto Alto - Uso Frecuente)	
ACTIVO	MOTIVO DE CRITICIDAD
SILLÓN DENTAL	Es el centro de trabajo clínico en odontología. Si falla, interrumpe totalmente la atención al paciente. Tiene sistemas eléctricos, hidráulicos y neumáticos integrados, lo que eleva el riesgo de falla compleja y alto costo de reparación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°36: “Plan de mantenimiento preventivo, equipos de odontología”.

PLAN DE MANTENIMIENTO MANTENCIÓN PREVENTIVO			
ACTIVO	FRECUENCIA	ACCIÓN	RESPONSABLE
CAVITRON PRO 220V	Anual	Análisis de vibraciones y rendimiento del ultrasonido	Tecnico en mantenimiento
ESTAMPADORA DENTAL	Anual	Verificación térmica y análisis de ciclos de trabajo	Tecnico en mantenimiento
EQUIPO RX INTRAORAL MURAL	Anual	Análisis de dosis y comportamiento electrónico con software	Tecnico en mantenimiento
REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL	Anual	Análisis de eficiencia de revelado y consumo energético	Tecnico en mantenimiento
LÁMPARA FOTOCURADO LED INALÁMBRICA	Anual	Evaluación de degradación del LED con fotómetro	Tecnico en mantenimiento
BASKET ULTRASONIC CLEANER	Anual	Medición de frecuencia ultrasónica y revisión de cavitación	Tecnico en mantenimiento
SILLON DENTAL	Anual	Revisión de estructura, motores y conexiones. Lubricación y limpieza general. Chequeo de mangueras, válvulas, succión y jeringa. Prueba de movimientos, luces y controles.	Tecnico en mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°37: “Plan de mantenimiento correctivo, equipos de odontología”.

PLAN DE MANTENIMIENTO MANTENCIÓN CORRECTIVA			
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE
CAVITRON PRO 220V	Según necesidad	Reparación de ultrasonido, reemplazo de piezas dañadas	Tecnico en mantenimiento
ESTAMPADORA DENTAL	Según necesidad	Ajuste o cambio de mecanismo térmico o eléctrico	Tecnico en mantenimiento
EQUIPO RX INTRAORAL MURAL	Según necesidad	Reparación de sistema de emisión o fallo electrónico	Tecnico en mantenimiento
REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL	Según necesidad	Sustitución de componentes internos o sensores	Tecnico en mantenimiento
LÁMPARA FOTOCURADO LED INALÁMBRICA	Según necesidad	Reemplazo de batería, reparación de LED	Tecnico en mantenimiento
BASKET ULTRASONIC CLEANER	Según necesidad	Reparación de transductor o temporizador	Tecnico en mantenimiento
SILLON DENTAL	Según necesidad	Repararmotores y conexiones. Lubricación y limpieza general. Chequeo de mangueras, válvulas, succión y jeringa. Prueba de movimientos, luces y controles.	Tecnico en mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°38: “Plan de mantenimiento para personal interno, equipos de odontología”.

PLAN DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – personal interno			
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE
CAVITRON PRO 220V	Mensual	Limpieza interna y externa, revisión de cables y conexiones	Personal responsable
ESTAMPADORA DENTAL	Mensual	Limpieza de componentes y ajuste de mecanismos	Personal responsable
EQUIPO RX INTRAORAL MURAL	Mensual	Calibración de dosis, revisión de blindaje y pruebas de seguridad	Personal responsable
REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL	Mensual	Limpieza de rodillos, sensores y verificación de temperaturas	Personal responsable
LÁMPARA FOTOCURADO LED	Mensual	Verificación de batería, limpieza de lente, prueba de potencia luminica	Personal responsable
ULTRASONIC CLEANER	Mensual	Limpieza interna, revisión de transductores y nivel de líquido	Personal responsable
SILLON DENTAL	Mensual	Mira si hay roturas, manchas o partes flojas, sube baja y reclina el sillón, escucha ruidos extraños, usa un paño húmedo para limpiar el tapiz y superficies, prueba que la jeringa y el eyector funcionen sin problemas, siente que la succión sea fuerte y no se tape.	Personal responsable

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.7 Definición de alcance.

El plan de mantenimiento ha sido diseñado para ser aplicado de manera progresiva, comenzando por los equipos clasificados como críticos. Esta estrategia permitirá validar su efectividad antes de extender la implementación a todo el inventario clínico, asegurando una transición segura y controlada.

4.4.1.8 Cronograma de mantenimiento.

- ✓ - Crear un calendario con frecuencias según criticidad.
- ✓ - Usar Excel o Google Calendar.

A continuación, se presenta la carta Gantt correspondiente al cronograma de mantenciones de las diferentes áreas, considerando la programación de tareas preventivas, correctivas y actividades a realizar por el personal interno capacitado.

Kinesiología.

Tabla N°39: “Carta Gantt mantención preventiva de los equipos de kinesiología”.

CARTA GANTT MANTENCION PREVENTIVA															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Bicicletas estáticas y reclinadas		Anual	Técnico en mantenimiento								✓				
Máquinas trotadoras	Ajuste de banda, verificación del motor, limpieza de componentes eléctricos	Anual	Técnico en mantenimiento								✓				
Máquina GYM JX Fitness	Inspección de poleas, limpieza, ajuste de cables	Anual	Técnico en mantenimiento								✓				
Bicicleta elíptica y elíptica magnética	Verificación de resistencia, calibración, lubricación	Anual	Técnico en mantenimiento								✓				
Tens Twin Stim, Equipo de ultrasonido, Compresero metálico, Diatermia, Ondas de choque	Calibración, verificación de electrodos, limpieza interna, chequeo de batería/litio	Anual	Técnico en mantenimiento								✓				
Unidad de crioterapia Cryopush	Verificar flujo y temperatura del sistema, limpieza de filtros	Anual	Técnico en mantenimiento								✓				
Balanza digital y mecánica	Calibración, verificación de medidor de estatura, limpieza	Anual	Técnico en mantenimiento								✓				
Espaldera, silla metálica	Verificar soldaduras, estabilidad, ajuste de tornillos	Anual	Técnico en mantenimiento								✓				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°40: “Carta Gantt mantención correctivo de los equipos de kinesiología”.

CARTA GANTT MANTENCION CORRECTIVA															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Bicicletas estáticas y reclinadas	Lubricación, ajuste de correas, limpieza, revisión de sensores y visor digital	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máquinas trotadoras	Ajuste de banda, verificación del motor, limpieza de componentes eléctricos	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máquina GYM JX Fitness	Inspección de poleas, limpieza, ajuste de cables	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicicleta elíptica y elíptica magnética	Verificación de resistencia, calibración, lubricación	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tens Twin Stim, Equipo de ultrasonido, Compresero metálico, Diatermia, Ondas de choque	Calibración, verificación de electrodos, limpieza interna, chequeo de batería/litio	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidad de crioterapia Cryopush	Verificar flujo y temperatura del sistema, limpieza de filtros	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Balanza digital y mecánica	Calibración, verificación de medidor de estatura, limpieza	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espaldera, silla metálica	Verificar soldaduras, estabilidad, ajuste de tornillos	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°41: “Carta Gantt mantención para personal interno de los equipos de kinesiología”.

CARTA GANTT DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – personal interno															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Bicicletas estáticas y reclinadas	Limpiar y revisar que todo funcione	Manual	Persona responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Máquinas trotadoras	Limpiar y revisar banda y motor	Manual	Persona responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Máquina GYM JX Fitness	Limpiar y revisar cables y partes	Manual	Persona responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bicicleta elíptica	Limpiar y comprobar que funciona	Manual	Persona responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tens, ultrasonido, compresores	Limpiar y revisar electrodos	Manual	Persona responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Unidad Cryopush	Limpiar filtros y revisar temperaturas	Manual	Persona responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Balanza digital y mecánica	Limpiar y verificar lectura correcta	Manual	Persona responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Espaldera, silla metálica	Revisar tornillos y estabilidad	Manual	Persona responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia.

Médico.

Tabla N°42: “Carta Gantt mantención preventiva de los equipos médicos”.

CARTA GANTT MANTENCION PREVENTIVA															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Bomba de aspiración portátil	Limpieza, verificación de motor, mangueras, batería	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Bioimpedanciómetro	Calibración, limpieza, revisión de electrodos	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Electrocardiógrafo	Verificación de cableado, calibración, test de impresión	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Oxímetro de pulso digital	Revisión de pantalla, sensor de dedo, cambio de baterías	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Desfibrilador externo automático (DEA)	Test de descarga, revisión de batería y electrodos	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Monitor multiparámetro de signos vitales	Verificación de sensores, pantalla, batería	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Monitor desfibrilador	Calibración, revisión de ECG y desfibrilación	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Autorefractómetro y paquímetro robótico	Limpieza óptica, prueba de lectura, actualización de software	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Glucómetro	Revisión con tiras de control, cambio de batería	Anual	Técnico mantenimiento	✓											
Electrobisturí	Revisión de electrodos, cables, prueba de salida	Anual	Técnico mantenimiento	✓											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°43: “Carta Gantt mantención correctivo de los equipos médicos”.

CARTA GANTT MANTENCION CORRECTIVA															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Bomba de aspiración portátil	Reparación o cambio de motor, batería, conexiones	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Bioimpedanciómetro	Reemplazo de electrodos o componentes electrónicos	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Electrocardiógrafo	Reparación de pantalla, impresión, sensores	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Oxímetro de pulso digital	Cambio de sensor, batería o pantalla	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Desfibrilador externo automático (DEA)	Sustitución de batería o PAD, revisión descarga	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Monitor multiparámetro de signos vitales	Reparación de pantalla, sensores o alimentación	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Monitor desfibrilador	Reparación de módulo de ECG, batería, funciones de descarga	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Autorefractómetro y paquímetro robótico	Reparación de lentes, software o módulos internos	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Glucómetro	Error de medición, reemplazo de pantalla o batería	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Electrobisturí	Fallo en corte, revisión de electrodos o sistema de energía	Según necesidad	Técnico mantenimiento	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°44: “Carta Gantt mantención para personal interno de los equipos médicos”.

CARTA GANTT DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – personal interno															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Oxímetro de pulso digital	Limpiar sensor, revisar batería, encender para verificar función	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desfibriladores (PAD, DEA)	Verificar luces de estado, carga y vencimiento de pads	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Glucómetro	Limpieza externa, revisar batería, chequear tira reactiva	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Electrocardiógrafo	Limpiar cables y electrodos, verificar papel y conexión	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monitor multiparámetro	Verificar encendido, revisar cables, limpiar pantalla y sensores	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bomba de aspiración portátil	Limpieza externa, comprobar funcionamiento al encender	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Electrobisturí	Limpiar superficie y electrodos, verificar encendido	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bioimpedanciómetro	Limpieza del panel externo, revisión visual de cables	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia.

Equipo de aires acondicionados.

Tabla N°45: “Carta Gantt mantención preventiva de los equipos de aires acondicionados”.

CARTA GANTT MANTENCION PREVENTIVA															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A/C MIDEA 9000 BTU	Anual	Limpieza de filtros de aire	Técnico en mantenimiento							✓					
A/C CLARK 9000 BTU	Anual	Limpieza de filtros de aire	Técnico en mantenimiento							✓					
A/C KENDALL 24000 BTU	Anual	Limpieza de filtros de aire	Técnico en mantenimiento							✓					
A/C MIDEA 9000 BTU	Anual	Verificación de nivel de gas refrigerante	Técnico en mantenimiento							✓					
A/C CLARK 9000 BTU	Anual	Limpieza de serpentines y revisión de conexiones eléctricas	Técnico en mantenimiento							✓					
A/C KENDALL 24000 BTU	Anual	Limpieza de condensador y revisión eléctrica general	Técnico en mantenimiento							✓					
A/C MIDEA / CLARK / KENDALL	Anual	Revisión general del sistema (drenaje, control remoto, estructura)	Técnico en mantenimiento							✓					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°46: “Carta Gantt mantención correctivo de los equipos de aires acondicionados”.

CARTA GANTT MANTENCION CORRECTIVA															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A/C MIDEA 9000 BTU	Inmediato	Diagnóstico por falla inesperada	Técnico en mantenimiento	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
A/C CLARK 9000 BTU	Inmediato	Reparación o reemplazo de componentes dañados	Técnico en mantenimiento	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
A/C KENDALL 24000 BTU	Inmediato	Reparación del sistema eléctrico o electrónico	Técnico en mantenimiento	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
A/C MIDEA 9000 BTU	Inmediato	Recarga de gas y revisión por fuga	Técnico en mantenimiento	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
A/C CLARK 9000 BTU	Inmediato	Revisión de termostato o control remoto	Técnico en mantenimiento	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
A/C KENDALL 24000 BTU	Inmediato	Reemplazo de compresor o motor si corresponde	Técnico en mantenimiento	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°47: “Carta Gantt mantención para personal interno de los equipos de aires acondicionados”.

CARTA GANTT DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – personal interno															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A/C MIDEA 9000 BTU	Mensual	Limpieza del filtro de aire (retirar, lavar con agua y secar)	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A/C CLARK 9000 BTU	Mensual	Limpieza del filtro de aire	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A/C KENDALL 24000 BTU	Mensual	Limpieza del filtro (si es accesible)	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Todos los equipos	Mensual	Verificación de que no haya obstrucciones en las rejillas	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Todos los equipos	Mensual	Limpieza externa con paño seco	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Todos los equipos	Mensual	Apagar el equipo cuando no se esté utilizando	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia.

Odontología.

Tabla N°48: “Carta Gantt mantención preventiva de los equipos de odontología”.

CARTA GANTT MANTENCION PREVENTIVA															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CAVITRON PRO 220V	Análisis de vibraciones y rendimiento del ultrasonido	Anual	Técnico en mantenimiento	✓											
ESTAMPADORA DENTAL	Verificación térmica y análisis de ciclos de trabajo	Anual	Técnico en mantenimiento	✓											
EQUIPO RX INTRAORAL MURAL	Análisis de dosis y comportamiento electrónico con software	Anual	Técnico en mantenimiento	✓											
REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL	Análisis de eficiencia de revelado y consumo energético	Anual	Técnico en mantenimiento	✓											
LÁMPARA FOTOCURADO LED INALÁMBRICA	Evaluación de degradación del LED con fotómetro	Anual	Técnico en mantenimiento	✓											
BASKET ULTRASONIC CLEANER	Medición de frecuencia ultrasónica y revisión de cavitación	Anual	Técnico en mantenimiento	✓											
SILLON DENTAL	Revisión de estructura, motores y conexiones. Lubricación y limpieza general. Chequeo de mangueras, válvulas, succión y jeringa. Prueba de movimientos, luces y controles.	Anual	Técnico en mantenimiento	✓											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°49: “Carta Gantt mantención correctiva de los equipos de odontología”.

CARTA GANTT MANTENCION CORRECTIVA															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CAVITRON PRO 220V	Reparación de ultrasonido, reemplazo de piezas dañadas	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESTAMPADORA DENTAL	Ajuste o cambio de mecanismo térmico o eléctrico	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EQUIPO RX INTRAORAL MURAL	Reparación de sistema de emisión o fallo electrónico	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL	Sustitución de componentes internos o sensores	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LÁMPARA FOTOCURADO LED INALÁMBRICA	Reemplazo de batería, reparación de LED	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BASKET ULTRASONIC CLEANER	Reparación de transductor o temporizador	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SILLON DENTAL	Repararmotores y conexiones. Lubricación y limpieza general. Chequeo de mangueras, válvulas, succión y jeringa. Prueba de movimientos, luces y controles.	Según necesidad	Técnico en mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°50: “Carta Gantt mantención para personal interno de los equipos de odontología”.

CARTA GANTT DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – personal interno															
ACTIVO	ACCIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CAVITRON PRO 220V	Limpieza interna y externa, revisión de cables y conexiones	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ESTAMPADORA DENTAL	Limpieza de componentes y ajuste de mecanismos	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EQUIPO RX INTRAORAL MURAL	Calibración de dosis, revisión de blindaje y pruebas de seguridad	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL	Limpieza de rodillos, sensores y verificación de temperaturas	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LÁMPARA FOTOCURADO LED INALÁMBRICA	Verificación de batería, limpieza de lente, prueba de potencia luminica	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BASKET ULTRASONIC CLEANER	Limpieza interna, revisión de transductores y nivel de líquido	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SILLON DENTAL	Mira si hay roturas, manchas o partes flojas, sube baja y reclina el sillón, escucha ruidos extraños, usa un paño húmedo para limpiar el tapiz y superficies, prueba que la jeringa y el eyector funcionen sin problemas, siente que la succión sea fuerte y no se tape.	Mensual	Personal responsable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.9 Estandarización.

- Crear Check list por tipo de equipo con tareas mínimas a realizar.

La siguiente figura muestra el Check list de mantenimiento operativo para las diferentes áreas, que será utilizado por el personal para asegurar el cumplimiento de tareas básicas de cuidado y detección temprana de fallas.”

Figura 9: Check list para mantenimiento operativo (kinesiología).

CHECKLIST DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – PERSONAL INTERNO (KINESIOLOGIA).

Mes: _____

Responsable: _____

Nº	Activo	Acción a Realizar	Realizado (✓)
1	Bicicletas estáticas y reclinadas	Limpiar y revisar que todo funcione	
2	Máquinas trotadoras	Limpiar y revisar banda y motor	
3	Máquina GYM JX Fitness	Limpiar y revisar cables y partes	
4	Bicicleta elíptica	Limpiar y comprobar que funciona	
5	Tens, ultrasonido, compresores	Limpiar y revisar electrodos	
6	Unidad Cryopush	Limpiar filtros y revisar temperaturas	
7	Balanza digital y mecánica	Limpiar y verificar lectura correcta	
8	Espaldera, silla metálica	Revisar tornillos y estabilidad	

OBSERVACIONES:

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10: Check list para mantenimiento operativo (médico).

CHECKLIST DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – PERSONAL INTERNO (MEDICO).

Mes: _____

Responsable: _____

Nº	Activo	Acción a Realizar	Realizado (✓)
1	Oxímetro de pulso digital	Limpiar sensor, revisar batería, encender para verificar función	
2	Desfibriladores (PAD, DEA)	Verificar luces de estado, carga y vencimiento de pads	
3	Glucometro	Limpieza externa, revisar batería, chequear tira reactiva	
4	Electrocardiógrafo	Limpiar cables y electrodos, verificar papel y conexión	
5	Monitor multiparámetro	Verificar encendido, revisar cables, limpiar pantalla y sensores	
6	Bomba de aspiración portátil	Limpieza externa, comprobar funcionamiento al encender	
7	Electrobisturí	Limpiar superficie y electrodos, verificar encendido	
8	Bioimpedanciómetro	Limpieza del panel externo, revisión visual de cables	

OBDERVACIONES:

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11: Check list para mantenimiento operativo (aire acondicionado).

CHECKLIST DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – PERSONAL INTERNO (AIRE ACONDICIONADO).

Mes: _____

Responsable: _____

Nº	Activo	Acción a Realizar	Realizado (✓)
1	A/C MIDEA 9000 BTU	Limpeza del filtro de aire (retirar, lavar con agua y secar)	
2	A/C CLARK 9000 BTU	Limpeza del filtro de aire	
3	A/C KENDALL 24000 BTU	Limpeza del filtro (si es accesible)	
4	Todos los equipos	Verificación de que no haya obstrucciones en las rejillas	
5	Todos los equipos	Limpeza externa con paño seco	
6	Todos los equipos	Apagar el equipo cuando no se esté utilizando	

OBSERVACIONES:

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12: Check list para mantenimiento operativo (odontología).

CHECKLIST DE MANTENIMIENTO OPERATIVO – PERSONAL INTERNO (ODONTOLOGIA).

Mes: _____

Responsable: _____

Nº	Activo	Acción a Realizar	Realizado (✓)
1	CAVITRON PRO 220V	Limpieza interna y externa, revisión de cables y conexiones	
2	ESTAMPADORA DENTAL	Limpieza de componentes y ajuste de mecanismos	
3	EQUIPO RX INTRAORAL MURAL	Calibración de dosis, revisión de blindaje y pruebas de seguridad	
4	REVELADORA PERIOMAT PLUS DENTAL	Limpieza de rodillos, sensores y verificación de temperaturas	
5	LÁMPARA FOTOCURADO LED INALÁMBRICA	Verificación de batería, limpieza de lente, prueba de potencia lumínica	
6	BASKET ULTRASONIC CLEANER	Limpieza interna, revisión de transductores y nivel de líquido	
7	SILLÓN DENTAL	Mira si hay roturas, manchas o partes flojas, sube baja y reclina el sillón, escucha ruidos extraños, usa un paño húmedo para limpiar el tapiz y superficies, prueba que la jeringa y el eyector funcionen sin problemas, siente que la succión sea fuerte y no se tape.	

OBSERVACIONES:

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.10 Asignación de responsable.

- ✓ Designar técnicos internos.
- ✓ Área médica, climatización y otros: Dos enfermeros de combate.
- ✓ Área kinesiología: Dos kinesiólogos.
- ✓ Área dental: Dos auxiliares dentales.
- ✓ Designar un supervisor de plan: supervisor general de la enfermería, quien es asistente dental militar.

4.4.1.11 Costos asociados.

- ✓ Hora/hombre
- ✓ Kit de limpieza para mantenimiento básico.
- ✓ La propuesta ha sido diseñada considerando tanto los requerimientos técnicos como las restricciones presupuestarias institucionales, garantizando su viabilidad operativa y financiera, como se detalla en el análisis económico del capítulo siguiente.

4.4.1.12 Indicadores definidos.

- ✓ Para evaluar la efectividad de la implementación del plan de mantenimiento, se definieron los siguientes indicadores de gestión, que permiten monitorear la cobertura, cumplimiento y resultados del sistema propuesto.

Tabla N°51: “Plan de mantenimiento KPI”.

KPI	Fórmula / Método de cálculo	Meta esperada	Frecuencia de control	Observaciones
1. % de cumplimiento del PMP	$(\text{N}^\circ \text{ de mantenimientos realizados} / \text{N}^\circ \text{ de mantenimientos programados}) \times 100$	$\geq 85\%$	Mensual	Mide disciplina del plan. Debe mantenerse sobre el 80%.
2. % de reducción de fallas críticas	$(\text{N}^\circ \text{ de fallas críticas actuales} - \text{anteriores}) / \text{anteriores} \times 100$	$\downarrow 30\%$ en 12 meses	Trimestral	Se comparan fallas de equipos críticos antes y después del plan.
3. Tiempo promedio de reparación (TPR)	Total días desde aviso de falla hasta reparación / N° total de reparaciones	≤ 3 días	Mensual	Mide capacidad de respuesta ante eventos no planificados.
4. % de equipos con mantención al día	$(\text{N}^\circ \text{ de equipos con su mantención vigente} / \text{N}^\circ \text{ total de equipos del plan}) \times 100$	$\geq 90\%$	Mensual	Ayuda a monitorear cobertura efectiva.
6. N° de capacitaciones realizadas	Conteo simple por periodo	≥ 4 al año	Semestral	Fundamental para sostener el plan con un equipo consciente y capacitado.
7. N° de fallas detectadas preventivamente	Conteo de hallazgos detectados en mantenimientos preventivos	En aumento sostenido	Trimestral	Refleja eficacia del plan en anticipar problemas antes de que escalen.
8. Porcentaje de equipos críticos atendidos	$(\text{Equipos críticos con mantención efectiva} / \text{Total equipos críticos}) \times 100$	100%	Trimestral	Los equipos críticos deben ser prioridad absoluta del plan.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Hacer (Do).

- ✓ En base al diagnóstico realizado y a la planificación detallada en los apartados anteriores, se da inicio a la fase de ejecución del plan de mantenimiento propuesto. Esta etapa corresponde al componente “Hacer” del ciclo PDCA, y contempla la puesta en marcha de las acciones planificadas, como la ejecución de mantenciones preventivas, el desarrollo de capacitaciones internas, la implementación del mantenimiento proactivo por área, y la habilitación de canales de comunicación y registro.

4.5.1 Objetivo

- ✓ En esta fase del ciclo PDCA se pone en marcha el plan de mantenimiento diseñado previamente. El objetivo es ejecutar las acciones definidas en la planificación, permitiendo verificar en terreno la viabilidad técnica de las tareas, la respuesta operativa del personal involucrado y la efectividad del modelo propuesto. Esta etapa contempla tanto las actividades técnicas como las formativas que permitirán sostener el sistema en el tiempo.

4.5.2 Implementar plan en fase piloto.

- ✓ Seleccionar equipos para prueba inicial de PMP
- ✓ Iniciar con los equipos más críticos.
- ✓ Determinar si se incluirán todos los equipos o solo los críticos.
- ✓ Definir si se inicia con mantenimiento preventivo solamente o se incluye correctivo planificado.
- ✓ Considerar un mantenimiento proactivo.
- ✓ En esta etapa inicial se implementará el plan con un subconjunto de equipos críticos por área. Esto permitirá validar la frecuencia, tiempos de intervención, claridad de roles y registro en tiempo real. Las observaciones obtenidas en esta fase serán fundamentales para ajustar procedimientos antes de escalar el plan al total del inventario.

4.5.3 Ejecutar tareas de mantenimiento preventivo.

- ✓ Según cronograma y fichas estandarizadas.
- ✓ Registrar fechas, tareas realizadas, responsable y observaciones.

4.5.4 Capacitar personal clínico y administrativo.

- ✓ Formación básica sobre cuidado de equipos, uso adecuado y reporte de fallas.

Kinesiología.

- ✓ Las actividades de capacitación detalladas en esta carta Gantt están orientadas a fortalecer las competencias del personal del área de kinesiología del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel. Estas instancias formativas apoyan directamente en la correcta utilización de los equipos biomédicos y de rehabilitación, fomentando prácticas seguras y eficientes. Asimismo, permiten prevenir fallas técnicas mediante el conocimiento de rutinas de mantenimiento básico y protocolos de limpieza, asegurando así la continuidad operativa y la seguridad del paciente. De este modo, se promueve un entorno clínico más confiable y profesional.

Tabla N°52: “Carta Gantt capacitación al personal interno área kinesiología”.

CARTA GANTT CAPACITACION AL PERSONAL INTERNO								
Nº	ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESPONSABLE	CAPITADOR	RECURSO NECESARIOS	SEC 1	SEC 2	SEC 3
1	Inducción general al mantenimiento operativo diario	Introducir conceptos básicos, objetivos y normas de seguridad.	Personal responsable	Especialista	Presentación, manual, espacio común	X		
2	Capacitación en equipos cardiovasculares	Limpieza, revisión de bandas, pedales y funcionamiento general.	Personal responsable	Especialista	Manuales, equipo real, paños, spray desinfectante	X		
3	Capacitación en máquinas musculares	Revisión de cables, rodamientos, tornillos y lubricación básica.	Personal responsable	Especialista	Herramientas básicas, equipo real, paños	X		
4	Capacitación en equipos biomédicos (TENS, US, compresores)	Limpieza de electrodos, conexiones y seguridad eléctrica mínima.	Personal responsable	Especialista	Electrodos, EPP, spray, paños		X	
5	Capacitación en Unidad Cryopush	Limpieza de filtros, revisión de temperaturas y alertas del sistema.	Personal responsable	Especialista	Equipo real, termómetro, manual de usuario		X	
6	Capacitación en balanzas digitales y mecánicas	Verificación de lectura, nivelación y limpieza.	Personal responsable	Especialista	Pesas patrón, paño, nivel		X	
7	Evaluación práctica del personal	Validar el aprendizaje práctico individual y por equipos.	Personal responsable	Especialista	Rúbrica de evaluación, checklist de tareas			X

Fuente: Elaboración propia

Médico.

- ✓ La presente carta Gantt detalla un plan de capacitación orientado al personal del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel de la Fuerza Aérea de Chile, enfocado específicamente en el área médica. El objetivo principal de este programa es apoyar en la formación técnica del personal para el uso correcto, seguro y eficiente de equipos médicos. A través de sesiones teóricas y prácticas, se instruye sobre el funcionamiento, limpieza, mantenimiento preventivo y verificación de

diversos equipos médicos críticos, como oxímetros, desfibriladores, electrocardiógrafos y otros dispositivos de monitoreo.

- ✓ Este proceso formativo no solo fortalece las competencias técnicas del personal, sino que también promueve la prevención de fallas operacionales mediante el uso adecuado y el chequeo sistemático de los equipos, contribuyendo directamente a la seguridad del paciente y la continuidad operativa de los servicios de salud. Además, la capacitación finaliza con una evaluación técnica individual y un acto formal de certificación, asegurando que los conocimientos hayan sido correctamente adquiridos y aplicados.

Tabla N°53: “Carta Gantt capacitación al personal interno área de médicos”.

CARTA GANTT CAPACITACION AL PERSONAL INTERNO								
Nº	ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESPONSABLE	CAPACITADOR	RECURSO NECESARIOS	SEC 1	SEC 2	SEC 3
1	Inducción general: Mantenimiento Preventivo	Introducir conceptos básicos y objetivos del plan de mantenimiento	Personal responsable	Especialista	Proyector, presentación, manual de mantenimiento	X		
2	Capacitación: Oxímetro y Glucómetro	Instruir sobre limpieza, revisión y prueba básica de funcionamiento	Personal responsable	Especialista	Equipos reales, baterías, manuales de usuario, guantes	X		
3	Capacitación: Desfibrilador y Monitor multiparámetro	Verificar funcionamiento, revisar luces de estado, cables y sensores	Personal responsable	Especialista	Equipos, pads de repuesto, simulador DEA, manuales técnicos	X		
4	Capacitación: Electrocardiógrafo	Capacitar en limpieza de electrodos, papel térmico, conexión de cables	Personal responsable	Especialista	ECG real, rollos de papel, electrodos, multímetro para pruebas		X	
5	Capacitación: Electrobisturí y Aspirador portátil	Capacitar en limpieza externa, prueba de encendido y chequeo visual	Personal responsable	Especialista	Equipos, electrodos, aspirador, manual de usuario, paños de limpieza		X	
6	Capacitación: Bioimpedanciómetro	Revisar cableado, limpieza y procedimiento de chequeo de pantalla	Personal responsable	Especialista	Bioimpedanciómetro, cables, paños de limpieza, manual técnico		X	
7	Práctica Supervisada	Aplicar conocimientos adquiridos en entorno real supervisado	Personal responsable	Especialista	Todos los equipos, checklist, formularios de control			X
8	Evaluación Técnica	Validar la competencia técnica individual mediante pruebas prácticas	Personal responsable	Especialista	Formularios de evaluación, rúbricas, acceso a equipos			X

Fuente: Elaboración propia.

Equipos de aires acondicionados.

- ✓ Con el objetivo de fortalecer las competencias del personal del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel en el uso adecuado de los sistemas de aire acondicionado, se ha implementado un plan de capacitación progresivo. Este plan está orientado tanto a la operación eficiente como a la prevención de fallas, abordando aspectos fundamentales como el uso responsable, la limpieza de componentes, las buenas prácticas y la verificación funcional.
- ✓ Las actividades incluyen sesiones teóricas y prácticas que permiten al personal comprender el funcionamiento de los equipos, identificar

posibles problemas antes de que se conviertan en fallas críticas y aplicar procedimientos seguros de mantenimiento básico. A través de evaluaciones, supervisión directa y refuerzo continuo, se asegura que el conocimiento adquirido se traduzca en una correcta ejecución de tareas, contribuyendo así al prolongado buen estado de los equipos y a una gestión más eficiente de los recursos técnicos de la unidad.

Tabla N°54: “Carta Gantt capacitación al personal interno área de aires acondicionados”.

CARTA GANTT CAPACITACION AL PERSONAL INTERNO								
Nº	ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESPONSABLE	CAPACITADOR	RECURSO NECESARIOS	SEC 1	SEC 2	SEC 3
1	Inducción general sobre el uso del A/C	Introducir conceptos básicos sobre uso eficiente del aire acondicionado	Personal responsable	Especialista	Proyector, presentación, manual básico	X		
2	Capacitación sobre limpieza de filtros	Enseñar paso a paso cómo retirar, lavar y secar el filtro de forma segura	Personal responsable	Especialista	A/C en sala, filtros, guantes, manual con fotos	X		
3	Capacitación en verificación de rejillas de aire	Mostrar cómo revisar visualmente las entradas y salidas de aire	Personal responsable	Especialista	A/C operativos, checklist de inspección	X		
4	Capacitación en limpieza externa del equipo	Enseñar el procedimiento correcto para limpiar sin dañar componentes	Personal responsable	Especialista	Paños secos, señalización, equipo apagado		X	
5	Capacitación en buenas prácticas de uso (apagado cuando no se usa)	Promover el uso eficiente del equipo y evitar el desgaste innecesario	Personal responsable	Especialista	Manual de buenas prácticas, afiches		X	
6	Evaluación práctica (todos los equipos)	Validar que el personal pueda realizar correctamente todas las tareas	Personal responsable	Especialista	Checklists de validación, rúbricas, formularios		X	
7	Refuerzo y resolución de dudas	Atender dudas y reforzar puntos críticos según evaluación práctica	Personal responsable	Especialista	Preguntas frecuentes, materiales impresos			X
8	Supervisión de tareas reales	Verificar en terreno que se realicen correctamente las tareas mensuales	Personal responsable	Especialista	Lista de verificación mensual			X

Fuente: Elaboración propia.

Odontología.

Este plan de capacitación está orientado a fortalecer las competencias del personal del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel de la Fuerza Aérea de Chile en el uso, manejo y mantenimiento adecuado de equipos odontológicos. El objetivo principal es apoyar la formación técnica del personal, promoviendo el uso correcto de los equipos y la prevención de fallas operativas mediante el conocimiento de procedimientos seguros y rutinas básicas de mantención.

Las actividades contempladas en la carta Gantt consideran sesiones teóricas y prácticas sobre equipos específicos —como cavitrones, estampadoras, equipos de rayos X intraoral, lámparas de foto curado, entre otros— además de evaluaciones y retroalimentación individualizada. Esta capacitación permite mejorar la operatividad, prolongar la vida útil de los equipos y garantizar un entorno clínico seguro y eficiente tanto para los profesionales como para los pacientes.

Tabla N°55: “Carta Gantt capacitación al personal interno área de odontología”.

CARTA GANTT CAPACITACION AL PERSONAL INTERNO								
Nº	ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESPONSABLE	CAPACITADOR	RECURSO NECESARIOS	SEC 1	SEC 2	SEC 3
1	Inducción general en seguridad y mantenimientos	Introducir conceptos básicos de mantención y normas de seguridad	Personal responsable	Especialista	Manuales, PPT, videos	X		
2	Capacitación: CAVITRON PRO 220V	Enseñar limpieza interna/externa y revisión de cables	Personal responsable	Especialista	Cavitron, paños, checklist	X		
3	Capacitación: ESTAMPADORA DENTAL	Limpieza y ajuste básico de mecanismos	Personal responsable	Especialista	Estampadora, herramientas básicas	X		
4	Capacitación: EQUIPO RX INTRAORAL	Calibración básica y revisión de blindaje	Personal responsable	Especialista	RX, checklist de seguridad	X		
5	Capacitación: REVELADORA PERIOMAT	Limpieza y revisión de temperatura	Personal responsable	Especialista	Reveladora, termómetro, sensores		X	
6	Capacitación: LÁMPARA FOTOCURADO	Prueba de potencia, limpieza de lente, batería	Personal responsable	Especialista	Lámpara, medidor, alcohol isopropílico		X	
7	Capacitación: ULTRASONIC CLEANER	Revisión de nivel, limpieza y transductores	Personal responsable	Especialista	Limpiador, líquido, checklist			X
8	Refuerzo general (Repaso y dudas)	Reforzar puntos clave, resolución de errores comunes	Personal responsable	Especialista	Checklists, bitácoras			X
9	Evaluación teórica	Evaluar comprensión de protocolos	Personal responsable	Especialista	Pruebas escritas o digitales			X
10	Evaluación práctica supervisada	Evaluar ejecución segura y autónoma	Personal responsable	Especialista	Equipos reales, lista de chequeo			X
11	Retroalimentación individual	Dar feedback personalizado	Personal responsable	Especialista	Informes individuales			X

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5 Habilitar canal de comunicación.

- ✓ Crear un grupo de WhatsApp o correo institucional del Grupo de Sanidad, para informar inconvenientes o fallas, las cuales serán reportadas por dicho medio. De esta manera, todo el personal se mantiene al tanto de los equipos disponibles y la situación en que se encuentran.

4.5.6 Registrar todo

- ✓ Cada mantenimiento, inspección o falla detectada será ingresada por el encargado de registros en una base de datos desarrollada en Microsoft Excel, estructurada por área, tipo de equipo y fecha. Esta herramienta permite registrar fallas, actividades ejecutadas, observaciones y responsables.

Esta bitácora digital facilitará la trazabilidad, el control histórico de cada equipo y la evaluación de desempeño, permitiendo ajustar el plan de mantenimiento con base en datos reales.

4.5.7 Implementar Mantenimiento Proactivo.

- ✓ Será realizado por todo el personal de salud que utilice los equipos.
- ✓ Realizar inspección visual semanal a los equipos
- ✓ Resolver problemas menores como tornillos sueltos, limpieza de equipos para eliminar polvo.

- ✓ Identificar desgaste, filtraciones u otros acontecimientos y avisar al encargado.
- ✓ El plan de mantenimiento constará de planificación de las mantenciones preventivas con la empresa externa que se adjudique según licitación, variando la frecuencia según criticidad de cada equipo para optimizar recursos y apoyándose en la mantención proactiva que harán los integrantes del Grupo de Sanidad.
- ✓ Para el mantenimiento proactivo, se establecerá un día de la semana para realizar la inspección visual. Los equipos serán divididos por área para designar un día, los días martes se realizará inspección a los equipos médicos por un enfermero de combate, los días jueves a los equipos médicos kinesiológicos efectuada por un kinesiólogo y los días viernes corresponderá a los equipos dentales la cual se llevará a cabo por un asistente dental.
- ✓ Cualquier anomalía detectada como ruido, fugas, óxido, polvo, cables en mal estado, etc. deberá ser informada inmediatamente al supervisor general, para que este avise a los encargados de mantenimiento.
- ✓ Los encargados de mantenimiento deberán revisar las novedades informadas, tratando de solucionar detalles simples, si identifican algún desperfecto que debe ser reparado, basándose siempre en los manuales y recomendaciones del fabricante. Iniciarán inmediatamente el proceso de compra, solicitando un técnico para la revisión y reparación del equipo.
- ✓ Realizar capacitaciones al personal, a los encargados de mantenimiento se les hará capacitación técnica por parte de la empresa contratada para mantención preventiva.
- ✓ En cuanto al resto del personal del Grupo de Sanidad se le solicitará al Grupo de Mantenimiento N°52 capacitación referente a inspecciones visuales y mantenimiento preventivo a nivel usuario. Se capacitará a un pequeño grupo, el cual deberá transmitir la información y replicar lo aprendido.

4.6 Controlar (Check)

4.6.1 Objetivo.

- ✓ Evaluar el cumplimiento y efectividad del Plan de Mantenimiento.
- ✓ Se utilizará una base de datos en Excel donde se registrará por equipo, las inspecciones, mantenciones, fallas, tiempo de detención y recomendaciones que entregue la empresa de mantenimiento.
- ✓ Evaluar la efectividad, determinando si las acciones implementadas están generando las mejoras esperadas y detectar cualquier obstáculo o resultado no deseado durante la implementación.

4.6.2 KPI del Plan de Mantenimiento.

- ✓ Esta tabla permite monitorear la eficiencia, cobertura y cumplimiento del plan implementado, y debe aplicarse regularmente (mensual, trimestral o semestralmente).
- ✓ El encargado de mantenimiento llevará el control y registro de estos KPIs.

4.7 Actuar (Act)

- ✓ En esta etapa, se tomarán decisiones basadas en los resultados de la fase de verificación.
- ✓ Si los resultados son positivos, se deberán formalizar los cambios en los procesos y procedimientos para asegurar su continuidad. Se realizará un documento con los nuevos procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo y se establecerán como estándar.
- ✓ Realizar acciones correctivas si se identifican problemas o desviaciones, se debe analizar las causas raíz y tomar acciones correctivas para abordarlos. Esto podría implicar modificar los planes, ajustar los procedimientos, reasignar recursos o brindar capacitación adicional.

- ✓ Se realizará una reunión mensual con el personal del Grupo de Sanidad para recordar la importancia de las inspecciones visuales y el cuidado de los equipos, además de obtener retroalimentación del funcionamiento de los procesos y procedimientos implementados.
- ✓ Esta fase permitirá consolidar los cambios positivos, aplicar correcciones donde sea necesario y fomentar una cultura permanente de mantención preventiva en la unidad.

4.8 Ciclo de Deming (PDCA) “No hay especialista de mantenimiento”

- ✓ El Grupo de Sanidad no cuenta con especialistas del área de mantenimiento y no dispone de la opción de contratación para cubrir esa necesidad. Por lo tanto, las actividades de mantenimiento preventivo y reactivo continuarán siendo ejecutadas por una empresa externa especializada en equipos médicos. Para optimizar este proceso y asegurar la operatividad de los equipos, se implementará un programa de capacitación al personal clave, enfocados en la resolución de problemas menores, la gestión eficiente de solicitudes de adquisición de insumos y repuestos de mantenimiento y el monitoreo del servicio externo de mantención.

4.8.1 Planificar (Plan)

4.8.2 Objetivo:

- ✓ Optimizar la continuidad operativa de los equipos médicos y dentales, capacitando a personal clave de la unidad para la ejecución de acciones mecánicas menores, la gestión eficiente de solicitudes de adquisición de insumos, repuestos y servicios de mantención, y el control efectivo de los procesos de mantenimiento externalizados.

4.8.3 Evaluar las competencias actuales del personal clave:

- ✓ Identificar al personal clave, se seleccionarán dos personas por área médica, kinesiológica y dental, para ser capacitadas y quedar como encargadas.
- ✓ Reconocimiento y solución de problemas técnicos menores.
- ✓ Identificación precisa de insumos y repuestos para equipos médicos, siempre indicado por la empresa que solicita el repuesto o insumo.
- ✓ Proceso de solicitud de adquisición de materiales.
- ✓ Comprensión de los procesos de mantenimiento ejecutados por terceros.

4.8.4 Definición de escenarios de problemas menores:

- ✓ Listar los tipos de fallas o situaciones técnicas menores que el personal interno podría solucionar evitando la intervención externa.
- ✓ Tipos de falla: Bloqueo de sensores por exceso de polvo, tornillos sueltos en máquina elíptica y bicicletas. Monitores con humedad por la exposición a bajas temperaturas al quedar a la intemperie debido al servicio de alerta y poco cuidado de los usuarios.

4.8.5 Diseño del programa de capacitación:

Módulo de capacitación: Diseñar dos módulos de capacitación interconectados.

Estos módulos no buscan reemplazar la labor de técnicos especialistas, sino fortalecer la autonomía operativa del Grupo de Sanidad, complementando la gestión de mantenimiento mediante la preparación de personal interno capacitado para resolver problemas menores, colaborar en la gestión de adquisiciones y supervisar adecuadamente los servicios externos contratados.

4.8.6 Ficha Técnica Capacitación – Mantenimiento Operacional Básico y Detección Temprana de Fallas

- **Objetivo:** Capacitar al personal clave para identificar y resolver fallas técnicas menores, realizar acciones de mantenimiento básico y comprender la importancia de la detección temprana.
- **Duración total:** 4 sesiones de 2 horas cada una.
- **Número de sesiones:** 4
- **Participantes involucrados:** 2 encargados por área (kinesiología, médica, dental)
- **Modalidad:** Teórico – Práctica
- **Recursos utilizados:** Sala de reuniones, proyector, notebook, equipos clínicos no críticos, manuales, formatos.

4.8.7 MÓDULO 1: “Mantenimiento operacional básico y detección temprana de fallas”

Objetivo: Capacitar al personal clave para identificar y resolver fallas técnicas menores, realizar acciones de mantenimiento operacional y comprender la importancia de la detección temprana.

Contenidos: Limpieza profunda, lubricación básica, ajustes menores (ej. cambio de manguito toma presión por desgaste, limpieza de cables y perillas de electrocardiograma por acumulación de gel conductor). Diagnóstico visual y auditivo de problemas comunes, interpretación de manuales de usuario para resolución de problemas básicos, uso de herramientas simples y seguras.

Metodología: teórico - práctico, con énfasis en demostración y talleres con equipos de uso frecuente no críticos y equipos de baja.

4.8.8 Ficha Técnica Capacitación – Gestión de Abastecimiento y Control de Mantenimiento

- **Objetivo:** Capacitar al personal clave en la identificación precisa de insumos y repuestos, solicitudes de adquisición y verificación post-mantenimiento externo.
- **Duración total:** 4 sesiones de 2 horas cada una.
- **Número de sesiones:** 4
- **Participantes involucrados:** Mismos que módulo anterior.

- **Modalidad:** Teórico – Práctica con simulaciones.
- **Recursos utilizados:** Manuales de equipos, formularios de solicitud, checklist de recepción, sala equipada.

4.8.9 MÓDULO 2: “Gestión de abastecimiento y control de mantenimiento”

Objetivo: Capacitar al personal clave en la identificación precisa de insumos y repuestos, el proceso de solicitud de adquisición y el monitoreo de los procesos de mantenimiento externos.

Contenidos: Nomenclatura técnica de equipos y partes (solo de conocimiento general), protocolos de solicitud de insumo/repuestos, control de calidad de servicios de mantenimiento externos (checklist de verificación al recibir el equipo reparado).

Metodología: Teórico - práctico, con casos de estudio y simulación de solicitud de adquisición.

Participantes: dos encargados por cada área (área kinesiología, dos kinesiólogos; área médica, dos enfermeros de combate; área dental, una auxiliar dental y un técnico en odontología).

Instructores: Solicitar colaboración de especialista del Grupo de Mantenimiento N°52 y del Grupo de Abastecimiento sección compras locales, asegurando que cuenten con la experiencia necesaria para cada módulo.

Recursos: Sala de reuniones del Grupo de Sanidad, data y notebook del Grupo de Sanidad, manuales de equipos, solicitudes de adquisición realizadas en Sanidad.

Calendario y duración: 4 capacitaciones de 2 horas jornada de la mañana, los días viernes ya que no hay atenciones médicas.

4.8.10 Definición de protocolos y herramientas:

Creación/actualización de protocolos: Desarrollar o actualizar protocolos claros para:

- Ejecución de acciones técnicas menores.
- Reportes de fallas que exceden la capacidad interna.
- Procedimiento de solicitud de insumos y repuestos, incluyendo especificaciones técnicas.
- Check lists para el control y la recepción de equipos después de la mantención por empresa externa.

4.8.11 Definición de métricas de éxito:

- KPIs para abastecimiento interno: Reducción de errores en solicitudes de adquisición, tiempo de respuesta en adquisiciones.
- KPIs para control de mantenimiento externo: Adherencia a los plazos de mantenimiento externo, cumplimiento de Check lists de recepción.

Tabla N°56: “Indicadores KPI”.

KPI	Definición Operacional	Fórmula	Unidad de Medida	Frecuencia de Medición	Meta Esperada
Reducción de errores en solicitudes de adquisición	Porcentaje de solicitudes con errores técnicos o administrativos en relación al total de solicitudes.	$(\text{Solicitudes con errores} / \text{Total de solicitudes}) \times 100$	Porcentaje (%)	Mensual	$\leq 5\%$
Tiempo de respuesta en adquisiciones	Tiempo promedio en días desde la solicitud hasta la recepción efectiva del producto o servicio.	$\Sigma (\text{Fecha de recepción} - \text{Fecha de solicitud}) / \text{N}^\circ \text{ adquisiciones completadas}$	Días hábiles	Mensual	$\leq 10 \text{ días}$
Adherencia a plazos de mantenimiento externo	Porcentaje de mantenimientos externos realizados dentro del plazo contractual establecido.	$(\text{Mantenimientos en plazo} / \text{Total de mantenimientos programados}) \times 100$	Porcentaje (%)	Trimestral	$\geq 95\%$
Cumplimiento de Check lists de recepción	Porcentaje de mantenimientos que incluyen su check list técnico completo y archivado.	$(\text{Check lists completos} / \text{Mantenimientos finalizados}) \times 100$	Porcentaje (%)	Trimestral	100%

Fuente: elaboración propia Microsoft Word.

4.9 Hacer (Do)

4.9.1 Formalización y programación de capacitaciones:

- Generar y enviar los documentos internos formales al Grupo de Mantenimiento N°52 y al Grupo de Abastecimiento para solicitar y confirmar la participación de los especialistas como instructores para el módulo 1 y 2, respectivamente.
- Coordinar y asegurar la autorización de los Comandantes de unidades para la liberación del personal clave seleccionado para participar en la capacitación.
- Establecer el calendario definitivo para ambos módulos de capacitación, asegurando la disponibilidad de los instructores y participantes.

4.9.2 Selección y notificación de participantes:

- Identificar y seleccionar formalmente a los dos encargados por cada área, basándose en criterios como su rol y capacidad de aplicación de los conocimientos.
- Notificar a los participantes seleccionados sobre su inclusión en el programa, objetivos, fechas horarios y lugar de las capacitaciones.

4.9.3 Preparación logística y de recursos para las capacitaciones:

- Asegurar la disponibilidad de espacio con el equipamiento necesario. (data, pc, mesas, sillas, conexión). Garantizar la disposición de equipos medico/dentales básicos no críticos para las demostraciones y talleres prácticos del módulo 1.
- Imprimir y/o preparar el material de apoyo para los participantes. Manuales de los equipos, copias de protocolos y formatos de solicitud de adquisición.

4.9.4 Ejecución de los módulos de capacitación:

4.9.4.1 Módulo 1 “mantenimiento operacional básico y detección temprana de fallas”

- Impartir las sesiones teóricas sobre limpieza, lubricación, ajustes menores, diagnóstico visual/ auditivo y protocolo de reporte.
- Realizar talleres prácticos intensivos donde los participantes manipulen los equipos, practiquen las rutinas de limpieza y revisión, y simulen la identificación y solución de fallas menores bajo la supervisión del instructor.
- Fomentar activamente la participación, preguntas y decisiones sobre casos reales que enfrenta su área.

4.9.4.2 Módulo 2 “Gestión de abastecimiento y control de mantenimiento”

- Impartir las sesiones teóricas sobre nomenclatura de equipos, lectura de códigos de repuestos, y los procesos de solicitud de adquisición.
- Realizar ejercicios prácticos de llenado de formato de solicitud.
- Explicar y practicar el uso de los Check lists para la recepción y control de calidad de los equipos post- mantenimiento externo.

4.9.5 Implementación inicial de nuevos protocolos y herramientas:

- Distribuir los nuevos protocolos y formatos estandarizados (para acciones menores, solicitud de adquisición y Check lists) al personal capacitado.
- Realizar una sesión informativa breve con los supervisores del área involucrados para asegurar su comprensión y apoyo a la aplicación de los nuevos procedimientos por parte del personal capacitado.
- Asegurar que los canales de comunicación para el reporte de fallas y las solicitudes de insumos estén operativos y sean conocidos por el personal clave.

4.9.6 Registro de ejecución:

- Mantener un registro exhaustivo de la asistencia de los participantes a cada sesión de ambos módulos.
- Documentar las fechas de realización de cada capacitación, el instructor a cargo y cualquier observación relevante durante el desarrollo de la misma.

4.10 Controlar (Check)

4.10.1 Evaluación de la reacción y satisfacción de las capacitaciones.

Recopilación de feedback de participantes:

- Encuesta de satisfacción post - módulo. Administrar encuesta detallada al finalizar cada módulo, estas deben evaluar:
- Claridad, relevancia y aplicabilidad del contenido en cada módulo.
- La calidad didáctica y el dominio del tema por parte del instructor.
- La adecuación de la metodología (teoría vs. práctica).
- La pertinencia del horario, lugar y recursos logísticos.
- Grado de confianza para aplicar lo aprendido en sus funciones.

Tabla N°57: “Indicadores evaluación de reacción y satisfacción”.

Indicador	Definición Operacional	Fórmula	Unidad	Meta Esperada
Nivel de satisfacción general	Promedio de las calificaciones de satisfacción total (pregunta resumen de encuesta)	$(\sum \text{ puntuación total} / \text{ N}^\circ \text{ encuestas respondidas})$	Escala de 1 a 5	$\geq 4,0$
Índice de aplicabilidad	Promedio de respuestas sobre cuánto creen poder aplicar lo aprendido en sus funciones	$(\sum \text{ puntuación aplicabilidad} / \text{ N}^\circ \text{ respuestas})$	Escala de 1 a 5	$\geq 4,0$
Evaluación de calidad docente	Promedio de respuestas sobre dominio, claridad y metodología del instructor	$(\sum \text{ puntuación docente} / \text{ N}^\circ \text{ respuestas})$	Escala de 1 a 5	$\geq 4,0$
Satisfacción logística	Porcentaje de encuestados que califican ≥ 4 el horario, lugar y recursos	$(\text{ N}^\circ \text{ respuestas} \geq 4 / \text{ Total respuestas}) \times 100$	Porcentaje (%)	$\geq 80\%$

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

4.10.2 Análisis cualitativo y cuantitativo:

- ✓ Consolidar y analizar los resultados de la encuesta para identificar patrones de satisfacción, áreas de fortaleza y aspectos a mejorar desde la perspectiva de los participantes.

4.10.3 Evaluación del aprendizaje:

Verificación de conocimiento y comprensión:

- Al finalizar cada módulo, aplicar un breve cuestionario teórico para evaluar la retención de los conceptos clave (ej. nomenclatura de piezas, pasos de protocolos).

4.10.4 Verificación de habilidades y aplicación práctica:

- Durante las sesiones prácticas, el instructor deberá haber evaluado y registrado la capacidad de los participantes para ejecutar las acciones técnicas menores (limpieza, lubricación, etc.) y seguir los protocolos de reporte.
- Realizar ejercicios donde los participantes simulan la identificación de un repuesto, el llenado de una solicitud de adquisición o la aplicación de un Check list de recepción de mantenimiento.

4.10.5 Análisis de resultados de aprendizaje:

- Cuantificar el porcentaje de participantes que demostraron haber alcanzado los objetivos de aprendizaje específicos de cada módulo.
- Identificar conocimientos o habilidades que requieren refuerzo general o individual.
- Monitoreo de la implementación de protocolos y herramientas.

4.10.6 Revisión de registros iniciales

4.10.6.1 Análisis de solicitudes:

- Revisar un muestreo inicial de las solicitudes de adquisición generadas por el personal capacitado para verificar la precisión en la identificación de ítems y el uso correcto del formato estandarizado.

4.10.7 Registro de acciones técnicas menores:

- Verificar si el personal capacitado está registrando las acciones técnicas menores que realizan y si se utilizan los formatos establecidos.

4.10.8 Uso de Check lists de mantenimiento:

- Los Check lists de recepción post-mantenimiento externo están siendo utilizados y completados correctamente.

4.10.9 Entrevistas a supervisores.

- Realizar entrevistas breves con los supervisores de las áreas donde el personal fue capacitado para obtener su percepción sobre:
 - La aplicación de las nuevas habilidades por parte de sus equipos.
 - La efectividad de los nuevos protocolos en la operación diaria.
 - Posibles desafíos o resistencias en la implementación.

4.10.10 Recopilación de feedback de instructores:

Solicitar a cada especialista instructor un informe detallado que incluya:

- Nivel general de participación y comprensión de los grupos.
- Áreas de contenido que ganaron mayor dificultad o preguntas.
- Sugerencias sobre la pertinencia de los materiales o la metodología.

- Observaciones sobre el nivel de aplicación práctica demostrado por los participantes.
- Recomendaciones para futuras iteraciones del programa.

Compilar todos los datos y análisis de las evaluaciones en un informe único que debe incluir un resumen de los objetivos del proyecto y los objetivos de cada módulo, los resultados de las evaluaciones y conclusiones sobre la efectividad de la implementación.

4.11 Actuar (Act.)

Con base en los resultados de la fase de verificación, se establecen acciones de mejora para consolidar el aprendizaje y fortalecer la implementación práctica.

4.11.1 Análisis exhaustivo y toma de decisiones:

- Realizar una sesión de análisis con el equipo responsable para revisar con detalle el informe de verificación, deben participar representantes de las áreas capacitadas, mantenimiento y abastecimiento.
- Buscar tendencias en los resultados de satisfacción, aprendizaje y aplicación como ciertos temas consistentemente bajos en comprensión, problemas recurrentes en la precisión de solicitudes.
- Profundizar en las razones subyacentes de los resultados obtenidos. ¿Por qué algunos contenidos no se lograron completamente? ¿Hubo deficiencias en el diseño del plan, en la ejecución, en los recursos o en la adaptabilidad del personal?

4.11.2 Implementación de acciones correctivas y de mejora:

4.11.2.1 Ajustes al programa de capacitación.

- Si los resultados de aprendizaje fueron bajos en áreas específicas, diseñar sesiones de refuerzo o talleres prácticos adicionales para los grupos o individuos.

- Si el feedback indicó problemas con el contenido o la metodología de los módulos, realizar ajustes para futuras capacitaciones.
- Proporcionar retroalimentación específica y, si es necesario, capacitación o apoyo adicional a los instructores para mejorar su didáctica o manejo de temas complejos.

Estas acciones permitirán reforzar la sostenibilidad de la estrategia, empoderando al personal capacitado y consolidando una cultura de responsabilidad técnica compartida.

4.11.3 Refuerzo de la aplicación en el puesto de trabajo:

- Establecer un mecanismo de seguimiento periódico por parte de los supervisores de área para asegurar que el personal capacitado esté aplicando las habilidades y protocolos aprendidos.
- Consolidar un canal claro para que el personal capacitado pueda consultar dudas o problemas que surjan con el especialista o instructor, se utilizara directamente mensajería por teléfono celular.
- Considerar formas de reconocer y motivar al personal que demuestre una aplicación destacada de las nuevas prácticas.
- Estandarizar buenas prácticas, asegurar que todos los miembros del equipo, no solo los capacitados estén al tanto de los nuevos protocolos y procedimientos, que puedan acceder fácilmente a la información.

4.12 Ciclo de Deming (PDCA) “No hay cultura de mantenimiento”

Se promoverá el desarrollo de una cultura de mantenimiento proactivo entre el personal de salud a través de programas de capacitación específicos.

4.12.1 Planificar (Plan)

4.12.2 Objetivos:

Garantizar que la unidad cuente con personal capacitado para la ejecución del mantenimiento proactivo de equipos médicos y dentales.

4.12.3 Acciones:

Realizar capacitaciones al personal de sanidad, solicitando especialista al Grupo de Mantenimiento N°52, ubicados en la II Brigada Aérea Pudahuel.

4.12.4 Capacitación 1

“Concientización y Cultura de Mantenimiento”

Ficha Técnica Capacitación – Cultura de Mantenimiento

- **Objetivo:** Desarrollar conciencia y responsabilidad técnica entre personal no profesional que manipula equipos clínicos.
- **Duración total:** 3 sesiones de 1 hora y 30 minutos.
- **Número de sesiones:** 3
- **Participantes involucrados:** 8 funcionarios del Grupo de Sanidad.
- **Modalidad:** Teórico – Práctico
- **Recursos utilizados:** Equipos no críticos, kit de limpieza, manuales, presentación ppt, sala de reuniones.

- **Tipo de capacitación:** Presencial, con enfoque teórico-práctico.
- **Público objetivo:** Personal que utiliza directamente las máquinas. No incluye profesionales de salud (médicos, dentistas, nutricionista, psicólogo, personal administrativo).
- **Cantidad de instruidos:** 8
- **Objetivos específicos:** El personal será capaz de:

1. Identificar y reportar fallas o anomalías en el funcionamiento que podrían desencadenar una falla siguiendo protocolos establecidos.

2. Comprender la importancia del cuidado adecuado de los equipos, incluyendo limpieza y buen uso.

3. Realizar rutinas básicas de limpieza y revisión de equipo.

4. Aplicar medidas de seguridad fundamentales para la manipulación y revisión de equipos.

- ✓ Esta acción busca consolidar una cultura institucional de cuidado y responsabilidad técnica entre quienes manipulan directamente los equipos clínicos, fortaleciendo la sostenibilidad del sistema de mantenimiento en el tiempo.

4.12.5 Detalles logísticos y Temporales:

Duración: 1 hora y 30 min

Lugar: Sala de reuniones del Grupo de Sanidad

- ✓ **Instructor:** Especialista en mantenimiento del Grupo de Mantenimiento N°52. Solicitado a través de documento interno con fechas tentativas. Previa autorización de los comandantes de Unidades. Tiempo de respuesta de documento 3 días.
- ✓ Se realizarán 3 capacitaciones. Estas serán en horario AM los días viernes ya que no hay atención médica por horario esos días.

Se designará 1 hora para teoría y media hora para práctico.

La capacitación será proyectada con clase ppt. y para el práctico se utilizarán equipos básicos no críticos del Grupo de Sanidad.

4.12.5.1 Recursos

- Data
- Computador o notebook
- Sala de Reuniones
- Mesa
- Sillas
- Kit de limpieza (pañó, brocha fina o similar)
- Equipos no críticos. (Monitor de signos vitales antiguo, TENS, saturómetro de pulso.)
- Manuales de equipos

4.12.6 Capital Humano

- 1 Especialista del Grupo de Mantenimiento N°52.
- 1 Especialista del Grupo de Abastecimiento
- 8 Personal técnico del Grupo de Sanidad que trabaja directamente con los equipos.

4.13 Hacer (Do)

Formalización de la solicitud del instructor, generar documento especificando fechas, horario, tiempo de duración (1.5 horas, 3 días) y los objetivos de la capacitación, considerar tiempo de respuesta para no tener retrasos.

Gestionar la autorización de los comandantes de unidades correspondientes para la liberación del instructor y los instruidos.

4.13.1 Preparación logística y de recursos.

Asegurar la disponibilidad y adecuada preparación de la sala de reuniones para cada sesión (ventilación, iluminación y mobiliario).

Verificar el correcto funcionamiento del proyector, computadora y cualquier otro equipo audiovisual necesario para la presentación en Power Point.

Disponer y preparar los equipos básicos no críticos que se utilizaran para la sesión práctica, asegurándose de que estén en condiciones seguras para la manipulación por parte de los participantes.

Informar formalmente a los 8 participantes y a sus respectivos supervisores sobre la asignación a grupos específicos, las fechas, horarios (viernes AM) y el lugar de su sesión de capacitación. Enfatizar la obligatoriedad y los beneficios de su asistencia.

4.13.2 Conducción de las sesiones

Bienvenida y contextualización

- Al inicio de cada sesión, dar la bienvenida a los participantes y al instructor.
- Realizar una breve introducción, contextualizando la importancia de la capacitación en relación con el objetivo general de mantener la operatividad de los equipos médicos y fomentar una cultura de mantenimiento proactivo.
- Presentar los objetivos específicos de aprendizaje de la sesión.

4.13.3 Desarrollo del contenido teórico. (1hr.):

- La capacitación teórica se impartirá mediante una presentación proyectada, facilitando la interacción mediante preguntas y respuestas directas. .
- Fomentar la interacción y las preguntas de los participantes durante esta fase.
- Cubrir los temas clave:
- Importancia del cuidado y buen uso de los equipos.
- Tipo de fallas y cómo identificarlas (signos visuales, sonidos, funcionamiento anómalo).
- Procedimientos estandarizados para el reporte de fallas.
- Medidas de seguridad en la manipulación y revisión básica.

4.13.4 Realización de las actividades prácticas (30 min):

- Guiar a los participantes en la manipulación de los equipos básicos no críticos.
- Demostrar y permitir la práctica de rutinas básicas de limpieza y revisión.
- Realizar ejercicios de identificación simulada de fallas o anomalías en los equipos.
- Supervisar o corregir a los participantes, asegurando la correcta aplicación de las técnicas y protocolos enseñados.

4.13.5 Cierre de cada sesión

- Resumir los puntos clave abordados en la capacitación.
- Reforzar la importancia de aplicar lo aprendido en el día a día.
- Responder a las últimas preguntas.
- Agradecer la participación del personal y la dedicación del instructor.
- Esta instancia también reforzará el compromiso institucional con el autocuidado técnico y el uso responsable de los equipos clínicos.

4.13.6 Registro de la ejecución:

Lista de asistencia para mantener un registro detallado de los participantes presentes en cada una de las 3 sesiones.

Registro de Incidentes/Observaciones para documentar cualquier observación relevante durante la ejecución (Problemas técnicos, preguntas frecuentes, puntos que requirieron mayor énfasis).

4.14 Controlar (Check)

Se monitoreará y evaluará la efectividad de la capacitación ejecutada, comparando los resultados obtenidos con los objetivos del aprendizaje establecidos y los criterios de éxito definidos.

Este insumo será clave para ajustar futuras sesiones y asegurar el crecimiento progresivo de la cultura de mantenimiento.

4.14.1 Evaluación de la reacción (Satisfacción de los participantes):

Encuesta de satisfacción Post- Capacitación.

- Administrar una breve encuesta (física o digital) al finalizar cada sesión de capacitación. La encuesta debe evaluar:

- Claridad y relevancia del contenido.
- La calidad del instructor (conocimiento, didáctica, capacidad de respuesta).
- Adecuación de la metodología (equilibrio teórico - práctico).
- La comodidad y pertenencia del lugar y los recursos logísticos.
- La duración de la capacitación.
- Posibilidad de incluir un espacio para comentarios abiertos y sugerencias de mejora.

Análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados de las encuestas para identificar el nivel general de satisfacción.

4.14.2 Evaluación del aprendizaje (adquisición de conocimientos y habilidades):

- Verificación de conocimientos teóricos:
- Cuestionario breve en Google Form, al finalizar la sesión.

4.14.3 Verificación de habilidades prácticas:

Observación directa durante la práctica y verificar la correcta ejecución de las rutinas de limpieza, revisión básica y aplicación de medidas de seguridad.

4.14.4 Análisis de resultados de aprendizaje:

- Consolidar los puntajes de cuestionarios y las observaciones de habilidades para determinar el grado en que los participantes lograron los objetivos específicos de aprendizaje. (Identificar, comprender, analizar, aplicar).

4.14.5 Monitoreo del cumplimiento de la ejecución:

- Revisión de la lista de asistencia, verificar que todos los participantes hayan asistido.
- Apego al cronograma, confirmar que las sesiones se realizaron en las fechas y horarios establecidos.
- Registro de incidentes, revisar cualquier observación o incidente registrado durante la fase anterior para identificar posibles desviaciones o problemas operativos.

Feedback del instructor.

- Entrevista o reporte del instructor sobre:
 - Nivel de participación y comprensión de los grupos.
 - Las preguntas frecuentes o áreas de mayor dificultad para los participantes.
 - Sugerencias para futuras capacitaciones o mejoras en el contenido/metodología.
 - Observación sobre la preparación logística y los recursos utilizados.

4.15 Actuar (Act)

Estandarizar las prácticas exitosas, ajustar lo que no funcionó y planificar la próxima iteración del ciclo para una mejora continua.

4.15.1 Análisis de resultados y toma de decisiones

Revisión del informe de verificación, identificar éxitos, determinar qué aspectos de la capacitación fueron altamente efectivos.

Detección de áreas de oportunidad, reconocer las debilidades o deficiencias destacadas.

Análisis de causa raíz, investigar por qué ciertos aspectos no funcionaron como se esperaba.

4.15.2 Implementación de acciones correctivas y de mejora.

Ajustes al programa de capacitaciones:

- Refinar contenidos si ciertas áreas no fueron claras, actualizarlas para futuras capacitaciones.
- Modificar metodología, si la parte práctica resultó insuficiente o el formato de las PPTs no fue efectivo, considerar cambios en la metodología.
- Optimización logística, si se identificaron problemas logísticos, implementar soluciones para futuras sesiones.

4.15.3 Estandarización de buenas prácticas.

Documentación de procesos mejorados, formalizar los protocolos de limpieza, revisión básica y reporte de fallas que enseñaron y que demostraron ser efectivos. Crear guías de referencia rápida al personal.

Difusión de conocimientos, asegurarse de que el conocimiento adquirido no se pierda. Considerar la creación de un repositorio de recursos de mantenimiento básico accesible para el personal.

4.15.4 Refuerzo y aplicación en el puesto de trabajo.

Comunicación a supervisores: informar a los supervisores de los participantes sobre los objetivos y los contenidos de la capacitación, y pedirles que apoyen y supervisen la aplicación de las nuevas habilidades y conocimientos.

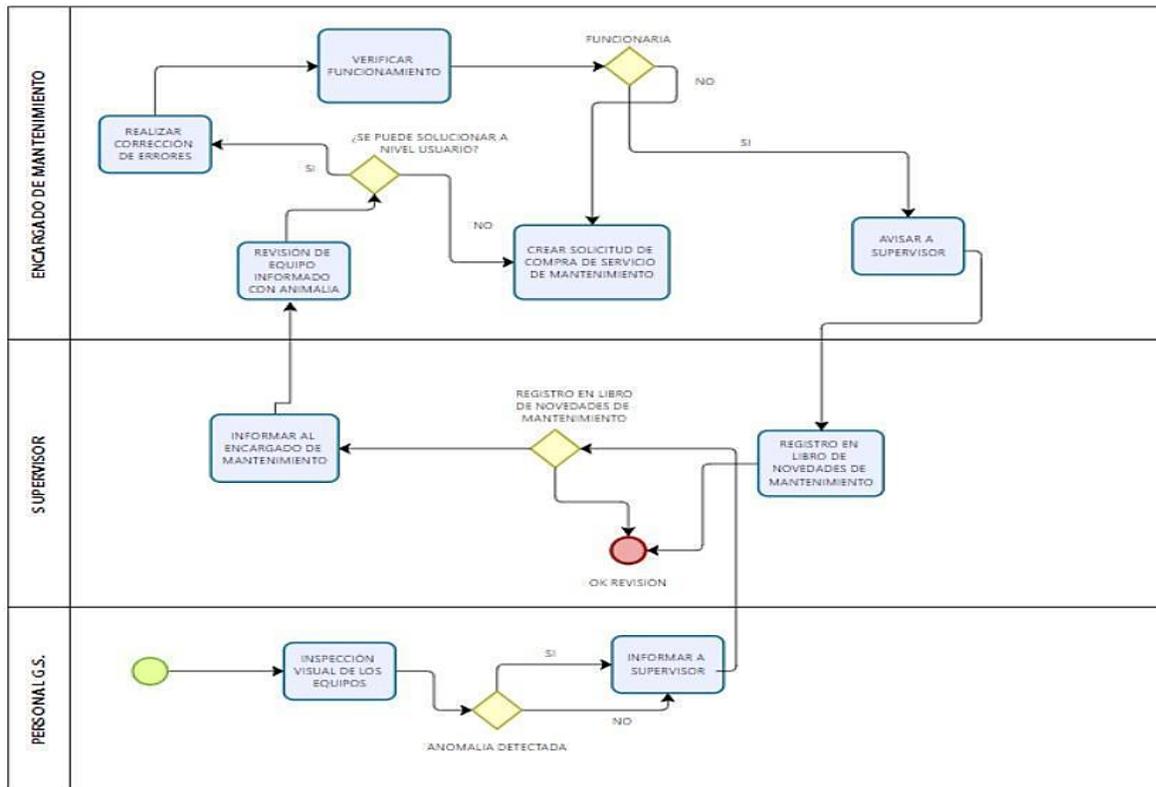
Creación de un canal de soporte: Establecer un mecanismo para que el personal pueda consultar dudas o solicitar aclaraciones sobre los procedimientos de mantenimiento básico después de la capacitación. Se generará el contacto directo del supervisor de mantenimiento de enfermería con el instructor de mantenimiento para consultas vía telefónica. Esta etapa es fundamental para asegurar que no sea un evento aislado, sino un proceso de mejora continua que realmente transforme la capacidad del Grupo de Sanidad, teniendo un manejo y organización del área de mantenimiento.

Estas acciones permitirán reforzar la sostenibilidad de la estrategia, empoderando al personal capacitado y consolidando una cultura de responsabilidad técnica compartida.

4.16 Diagramas de flujo de nuevo proceso

Mantenimiento proactivo

Figura 13: “Proceso de mantenimiento proactivo”



Fuente: Elaboración propia bizagi.

4.17 Indicadores de gestión

- ✓ A continuación, se presentan los indicadores de gestión definidos para monitorear el impacto de la propuesta, su sostenibilidad y evolución.

Tabla N°58: “Control Propuesta de Mejora”

OBJETIVO	INDICADOR	DEFINICIÓN OPERACIONAL	FRECUENCIA	METAS	BAJO	MEDIO	ALTO	RESPONSABLE
Reducir el tiempo de inactividad de los equipos críticos	Tiempo promedio de inactividad (en horas) de los equipos clasificados como críticos	Suma total de horas de inactividad de los equipos críticos en el período / Número total de incidentes de equipos críticos	Mensual	Reducción del 20% respecto al promedio del semestre anterior	< 10% de reducción	10% - 15% de reducción	> 15% de reducción	Encargado de mantenimiento
Implementar el plan de mantenimiento preventivo	Porcentaje de equipos con el plan de mantenimiento preventivo	(Número de equipos con PMP implementado / Número total de equipos) × 100%	Trimestral	50%	< 10%	10% - 20%	> 20%	Encargado de mantenimiento
Capacitación del personal en inspección visual y detección de anomalías	Porcentaje de personal capacitado en inspección visual y detección de anomalías	(Número de trabajadores del Grupo de Sanidad que ha completado satisfactoriamente la capacitación / Número total de empleados del Grupo de Sanidad) × 100%	Anual	100%	< 80%	80% - 95%	100%	Supervisor General
Mejorar cumplimiento del cronograma de mantenimiento	Adherencia al cronograma de mantenimiento preventivo	Porcentaje de actividades de mantenimiento realizadas en la fecha planificada	Trimestral	≥ 90%	< 80%	80% - 89%	≥ 90%	Encargado de mantenimiento
Fortalecer capacidades internas de mantenimiento	Tasa de resolución de fallas por personal interno	Porcentaje de fallas resueltas sin recurrir a proveedor externo	Semestral	≥ 60%	< 40%	40% - 59%	≥ 60%	Encargado de mantenimiento
Optimizar el registro técnico de fallas	Nivel de completitud del registro de fallas	Porcentaje de equipos con hoja de vida o bitácora de fallas actualizada	Trimestral	≥ 95%	< 80%	80% - 94%	≥ 95%	Encargado de mantenimiento
Garantizar uso de procedimientos estandarizados	Cumplimiento de check list operativo diario	Porcentaje de días en que se completaron los checklists de revisión diaria	Mensual	≥ 90%	< 70%	70% - 89%	≥ 90%	Supervisor General
Fortalecer la cultura preventiva en mantenimiento	Participación en sesiones formativas	Porcentaje de trabajadores que han asistido a capacitaciones planificadas	Semestral	100%	< 80%	80% - 99%	100%	Supervisor General

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Con esta evaluación final se evidencia una mejora significativa en la gestión técnica del mantenimiento, proyectando un modelo sostenible, replicable y alineado con los estándares operativos de la Fuerza Aérea de Chile.

4.18 Evaluación de criticidad de los problemas:

- ✓ Gracias a la implementación de la propuesta de mejora, se mitigaron las causas raíz del problema. A continuación, se evalúa nuevamente cada una en base a su probabilidad de ocurrencia e impacto, lo que nos permite determinar su nueva criticidad.

Tabla N°59: “Probabilidad de ocurrencia (Frecuencia).”

Frecuencia - Probabilidad del evento	Ponderación
Muy alta (> 10 vez / mes)	5
Alta (entre 6 y 9 vez / mes)	4
Media (entre 4 y 5 vez / mes)	3
Baja (entre 2 y 3 vez / mes)	2
Muy Baja (1 vez / mes)	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

Tabla N°60: “Impacto (Consecuencia)”.

Valor	Descripción
5	Crítico: Paraliza servicios clínicos, genera déficit grave, compromete atención de salud y cumplimiento normativo.
4	Alto: Interrumpe procesos clave, afecta múltiples áreas, genera reclamos o incumplimientos.
3	Medio: Afecta procesos individuales, requiere ajustes internos.
2	Bajo: Impacto leve, se puede manejar internamente sin mayores consecuencias.
1	Muy bajo: No altera procesos ni presupuestos.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

Tabla N°61: “Criterios para determinar la consecuencia en el análisis de criticidad”.

N°	Causa Crítica	Probabilidad	Impacto	Criticidad	Clasificación	Justificación
1	No hay plan de mantenimiento	2	2	4	Baja	Se implementó un plan de mantenimiento estructurado con cronograma, responsables y seguimiento.
2	Equipos sin reparación	2	2	4	Baja	Se gestionan reparaciones de forma priorizada con control de seguimiento y mejora en adquisiciones.
3	No existe registro de fallas	2	2	4	Baja	Se pierden patrones de falla, no hay trazabilidad ni evidencia para justificar adquisiciones
5	No hay especialista en mantenimiento	3	2	6	Baja	Se capacitó al personal sanitario por áreas y se estandarizaron tareas menores de mantenimiento.
6	Falta de procedimientos estandarizados	2	1	2	Muy baja	Se entregaron protocolos claros y Check lists por equipo, con capacitaciones prácticas.

Fuente: Guía de aprendizaje - Metodología de análisis de criticidad.

- ✓ La implementación del plan de mejora logró disminuir de manera significativa la criticidad de las causas más relevantes del problema

original. Actualmente, el sistema de mantenimiento del Grupo de Sanidad opera bajo estándares organizativos claros, con registro de información, roles definidos, y acciones preventivas concretas. Esto permite proyectar sostenibilidad operativa, uso eficiente del presupuesto y mejoras sostenidas en la atención clínica.

- ✓ El desarrollo e implementación de los tres ciclos PDCA permitió abordar de manera integral las causas críticas del sistema de mantenimiento del Grupo de Sanidad. A través de un enfoque progresivo, participativo y documentado, se estableció una base técnica sólida, se fortalecieron las capacidades internas del personal y se consolidó una cultura de mantenimiento preventivo.

El nuevo modelo no solo mejora la operatividad y disponibilidad de los equipos clínicos, sino que también empodera al personal responsable, promueve un uso más eficiente del presupuesto y asegura la trazabilidad de todas las acciones ejecutadas. Con ello, se instaura una nueva forma de gestionar el mantenimiento en la unidad, orientada a la mejora continua, la sostenibilidad operativa y la excelencia en la gestión sanitaria.

V.- ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Evaluar la viabilidad económica de implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que permita reducir la reasignación presupuestaria, mejorar la disponibilidad operativa de los equipos y asegurar la continuidad del servicio clínico.

5.1 Análisis de costos de implementación de la mejora:

A continuación, se detallan los costos actuales anuales que el Grupo de Sanidad destina a mantención de equipos clínicos, según registros históricos.

Tabla N°62: "Costo actual anual en mantenimiento".

Descripción	Monto
Mantención dental	\$2.250.290
Mantención médica	\$1.800.000
Mantención kine	\$3.600.000
Mantención aire y otros	\$3.269.373
Mantención correctiva médica	\$1.000.000
Mantención correctiva kine	\$892.500
TOTAL	\$12.812.163

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

De acuerdo a la descripción de cómo se trabaja en el Grupo de Sanidad en mantenimiento, si se realizaran las 3 mantenciones anuales, estipuladas por el Comandante de la unidad recomendadas por empresa externa de mantenimiento, como en años anteriores el gasto sería el siguiente:

Tabla N°63: "Costo actual anual en mantenimiento según mantenciones preventivas estipuladas".

Descripción	Monto
Mantención dental x 3	\$4.109.070
Mantención médica x 3	\$5.400.000
Mantención kine x 3	\$5.400.000
Mantención aire y otros x 3	\$3.000.000
TOTAL	\$17.909.070

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

El siguiente análisis tiene como objetivo evaluar la rentabilidad económica de la implementación del nuevo plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos médicos y dentales del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel.

5.1.1 Contexto General

Durante el año 2023, el Grupo de Sanidad incurrió en un gasto total de \$12.812.163 asociado a servicios de mantenimiento correctivo y preventivo para todos los equipos, realizados por empresas externas. Dicho monto fue distribuido en múltiples contratos que cubrían áreas como medicina, kinesiología, odontología y sistemas de climatización. Este modelo generó una alta dependencia de servicios externos y una presión presupuestaria que requirió reasignación constante de fondos de otras áreas.

5.1.2 Mejora Propuesta

- ✓ La mejora implementada propone un cambio estructural en la forma de gestionar el mantenimiento: solo una mantención anual será realizada por empresa externa y el resto por personal del Grupo de Sanidad previamente capacitado. Se desarrollaron cartillas, cronogramas, y protocolos internos usando herramientas como Microsoft Excel, y se utilizó una resma para impresión. Los insumos (kits básicos de limpieza) fueron adquiridos en una sola compra. Todo el personal e instructores pertenecen a la misma unidad, con sueldos ya pagados por la FACH, por lo que los únicos costos imputables corresponden a las horas hombre utilizadas en capacitación y ejecución.

- ✓ Se presenta la proyección de costos de mantención bajo el nuevo plan propuesto, con frecuencia ajustada por criticidad y planificación externa.

Tabla N°64: "Mantención preventiva anual Propuesta"

Descripción	Monto
Mantención dental	\$1.369.690
Mantención médica	\$1.800.000
Mantención kinesiología	\$1.800.000
Mantención aire y otros	\$1.000.000
TOTAL	\$5.969.690

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

- ✓ Según la normativa presupuestaria establecida por la División de Sanidad, el ítem de administración del subtítulo 22 tiene un límite de \$9.232.000 anuales. La propuesta de mejora contempla un nuevo modelo de mantenimiento que reduce el gasto en servicios externos a \$5.969.690, lo que representa solo un 64,7% del monto permitido para administración. Esto garantiza el cumplimiento normativo y permite una disponibilidad adicional de \$3.262.310, la cual puede destinarse a otros ítems esenciales como artículos de aseo, materiales y servicios generales, sin requerir reasignaciones presupuestarias extraordinarias.

- ✓ A continuación, se presenta un resumen del cumplimiento presupuestario respecto al ítem de administración del subtítulo 22:

Tabla N°65: "Resumen cumplimiento presupuestario"

Concepto	Monto
Presupuesto disponible para "Administración" subtítulo 22.	\$9.232.000
Gasto propuesto en mantención externa con mejora.	\$5.969.690
Saldo disponible para otros gastos de "Administración"	\$3.262.310

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

5.1.3 Detalle de Costos con la Mejora.

Hora/ hombre capacitación personal específica.

4 sesiones de 2 horas, para 6 personas más 2 instructores.

Sueldo aprox.: \$900.000

Jornada laboral: 44 horas. Semanales.

Semanas por mes estimadas: 4

Cálculo del valor hora hombre:

Valor hora = \$900.000 / 4 semanas x 44 horas = 900.000 / 176 = \$5.114

Total, Horas capacitadas: 8 hrs.

Horas totales = 6 personas x 8 horas. = 48 horas.

Costo de la capitalización:

Costo cap. instruidos = 48 horas. x 5.114 = \$245.472

Costo cap. instructor mantenimiento = 4 horas. x 5114 = \$20.456

Costo cap. instructor abastecimiento = 4 horas. x 5114 = \$20.456

Hora/ hombre capacitación personal general

3 sesiones de 1.5 horas, para 8 personas más 1 instructor.

Sueldo aprox.: \$900.000

Jornada laboral: 44 horas. Semanales.

Semanas por mes estimadas: 3

Cálculo del valor hora hombre:

Valor hora = \$900.000 / 3 semanas x 44 horas = 900.000 / 132 = \$6.818

Total, Horas capacitadas:

Horas totales = 8 personas x 4.5 horas. = 36 horas.

Costo de la capitalización:

Costo cap. instruidos = 36 horas. x 6.818 = \$245.448

Costo cap. instructor mantenimiento = 4.5 horas. x 6.818 = \$30.681

Total, costos por capacitación

Cap. Personal específica: \$286.348

Cap. Personal general: \$276.129

- ✓ A continuación, se presenta un resumen consolidado de los costos asociados a la implementación de la propuesta de mejora, agrupados por categoría. Este desglose permite visualizar el impacto presupuestario total y facilita la evaluación de la inversión requerida.

Tabla N°66: “Resumen de costos del proyecto de mejora”

Categoría	Detalle	Costo Estimado (\$)
Capacitación	Módulo Técnico – mantenimiento básico (4 sesiones)	\$286.384
Capacitación	Capacitación Cultura de Mantenimiento (3 sesiones)	\$276.129
Materiales e Insumos	Kits limpieza, manuales, equipos demostrativos	\$250.000
Recursos Logísticos	Resma	\$6.0000
Mantenciones externas	Contratación servicios especializados (anual)	\$5.969.690
Administración	Supervisión, seguimiento, planificación	\$300.000
TOTAL		\$6.788.203

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

5.2 Análisis de beneficios de la implementación de la mejora:

- ✓ La mejora propuesta en el mantenimiento, no solo optimiza las operaciones, sino que también genera un impacto positivo y cuantificable en los recursos institucionales.

5.2.1 Beneficios cuantitativos:

Reducción significativa del costo anual en mantenimiento:

- ✓ Es el costo más directo y considerable en la disminución del gasto anual en mantenimiento preventivo, que pasa de \$12.812.163 a \$5.969.690. Esto representa un ahorro libera recursos financieros que puedes ser reasignado a otras necesidades críticas reduciendo así las modificaciones presupuestarias.

Optimización del uso del recurso interno:

- ✓ Al capacitar al personal propio de la institución, se valorizan y desarrollan las capacidades internas de la Fuerza Aérea. Si bien se imputan horas / hombre como costo para un análisis completo, estas no representan un egreso monetario adicional, ya que el personal ya está remunerado. Este enfoque maximiza la eficiencia del capital humano existente.

Eficiencia en la inversión en capacitación:

- ✓ Los costos de capacitación, calculados en \$562.513 en total, son una inversión eficiente en el desarrollo de capacidades internas. Esta inversión es marginal en comparación con el ahorro total generado anualmente, lo que valida la estrategia de formación.

Control de gastos de suministros:

- ✓ Se gastó \$250.000 en armar kits de limpieza y \$6.000 en papel que son insumos controlados y necesarios para la ejecución eficiente del esquema de mantenimiento, siendo parte de los costos operativos básicos.

5.2.2 Beneficios cualitativos:

- ✓ La implementación de la mejora conlleva ventajas estratégicas y operativas que fortalecen la capacidad de la Base Aérea Pudahuel y la institución.

Fortalecimiento de capacidades internas:

- ✓ Al capacitar al propio personal, se crea una base de conocimiento y experiencia interna en mantenimiento. Esto reduce la dependencia de terceros y aumenta la autonomía y resiliencia operativa de la Fuerza Aérea. El personal adquiere habilidades valiosas y especializadas.

Mayor disponibilidad y confiabilidad de equipos:

- ✓ Un mantenimiento preventivo más eficiente y realizado por personal capacitado internamente puede llevar a una menor tasa de fallas y un tiempo de respuesta más rápido ante cualquier eventualidad. Esto asegura que los equipos médicos críticos estén siempre operativos, garantizando la continuidad y calidad de atención médica de la enfermería.

Mejora en la calidad de atención del paciente:

- ✓ Equipos en óptimo estado y en un entorno bien mantenido contribuyen directamente a un ambiente más seguro y eficiente para la atención médica, lo que se traduce en una mejora indirecta en la calidad del servicio prestado a los pacientes.

Adaptabilidad y flexibilidad operativa:

- ✓ Contar con personal interno capacitado permite una mayor flexibilidad para realizar ajustes a los planes de mantenimiento o para responder rápidamente a situaciones imprevistas sin depender de la disponibilidad o los tiempos de respuestas de empresas externas.

Transparencia o control, al internalizar parte del proceso:

- ✓ La base Pudahuel gana mayor control y visibilidad sobre actividades de mantenimiento, pudiendo auditar y ajustar los procedimientos de forma más directa y eficiente.

Optimizar el tiempo del personal:

- ✓ Al capacitar al personal en horario que no hay atenciones médicas, minimiza la interrupción de las operaciones principales de la enfermería. Esto demuestra una planificación eficiente que evita conflictos con la misión principal de atención

5.2.3 Maximización del beneficio por disponibilidad operativa de equipos.

- ✓ Durante la etapa de diagnóstico, se identificaron casos concretos en los cuales la falta de mantenimiento oportuno y la gestión ineficiente de solicitudes de repuesto provocaron la inoperatividad prolongada de equipos clínicos, afectando directamente la disponibilidad de prestaciones de salud. A continuación, se cuantifica el beneficio potencial no percibido que podría haberse capturado si los equipos hubiesen estado operativos:

Caso 1: Trotadora – Área de Kinesiología

Problema: Falla de sensor por acumulación de polvo → ruptura del carril de elevación → máquina inoperativa por 14 meses.

Causa: Gestión inadecuada en la solicitud de repuesto.

Demanda: La agenda mensual se encuentra siempre completa.

Valor prestación: \$2.150 por sesión (código 101522).

Estimación de uso: 1 paciente diario, 5 días a la semana.

Total semanas estimadas: 14 meses ≈ 60 semanas.

Sesiones perdidas: 60 semanas × 5 sesiones/semana = 300 sesiones no realizadas.

Beneficio no percibido: 300 sesiones × \$2.150 = **\$645.000**

- ✓ Aunque los pacientes recibieron otras atenciones, la no disponibilidad de la trotadora impidió cumplir con el protocolo específico de fortalecimiento muscular.

Tabla N°65: “Caso 1: Trotadora – Área de Kinesiología”

Elemento	Descripción / Valor
Problema	Falla de sensor por polvo → ruptura del carril de elevación
Consecuencia	Máquina inoperativa durante 14 meses
Causa raíz	Gestión inadecuada en la solicitud de repuesto
Demanda del servicio	Agenda mensual completa
Valor de la prestación	\$2.150 por sesión (Código Fonasa 101522)
Frecuencia de uso estimada	1 paciente diario, 5 días a la semana
Duración de inoperatividad	14 meses (≈ 60 semanas)
Sesiones no realizadas	60 semanas × 5 sesiones = 300 sesiones
Beneficio no percibido	300 sesiones × \$2.150 = \$645.000

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Durante 14 meses, la trotadora del área de Kinesiología estuvo fuera de funcionamiento debido a una falla en el sensor provocada por acumulación de polvo, lo que a su vez derivó en la ruptura del carril de elevación. Este desperfecto técnico no fue resuelto oportunamente debido a una gestión ineficiente en la solicitud de repuestos, lo que prolongó la inactividad del equipo.
- ✓ Aunque los pacientes continuaron recibiendo otras atenciones, la inoperatividad de la trotadora impidió aplicar el protocolo específico de fortalecimiento muscular, esencial en ciertos planes de tratamiento. Se estima conservadoramente que se dejaron de realizar 300 sesiones de kinesiología, lo que representa una pérdida económica directa de \$645.000 para el centro de salud. Esta cifra no considera el impacto clínico en la rehabilitación de los pacientes ni la posible pérdida de confianza en el servicio.

Caso 2: Electrocardiógrafo – Área Médica

Problema: Daño en tapa, mala ejecución de solicitud de repuesto.

Duración de falla: Durante el periodo de Examen Médico Preventivo Anual (EMPA).

Pacientes afectados: 43 funcionarios mayores de 40 años.

Prestación obligatoria: Electrocardiograma.

Valor prestación: \$5.320 por paciente.

Atención alternativa: Derivación al Hospital FACH (costo institucional no transferido).

Prestaciones no realizadas en el Grupo de Sanidad:

→ 43 pacientes × \$5.320 = **\$228.760**

- ✓ La derivación implicó uso adicional de recursos logísticos, tiempo y personal externo, además de una pérdida de capacidad resolutive interna.

Tabla N°66: “Caso 1: Electrocardiograma – Área médica”

Elemento	Descripción / Valor
Problema	Daño en tapa, gestión inadecuada de solicitud de repuesto
Duración de la falla	Durante el período del Examen Médico Preventivo Anual (EMPA)
Pacientes afectados	43 funcionarios mayores de 40 años
Prestación obligatoria afectada	Electrocardiograma
Valor de la prestación	\$5.320 por paciente
Atención alternativa	Derivación al Hospital FACH
Prestaciones no realizadas internamente	43 × \$5.320 = \$228.760
Impacto adicional	Uso de recursos logísticos y personal externo, pérdida de capacidad resolutive

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Durante el período del Examen Médico Preventivo Anual (EMPA), el electrocardiógrafo del Área Médica quedó fuera de servicio por un daño en la tapa del equipo, cuya reparación se vio retrasada debido a una mala gestión en la solicitud del repuesto. Este equipo es esencial para realizar electrocardiogramas, los cuales son obligatorios para los funcionarios mayores de 40 años quienes deben realizar todos los exámenes correspondientes para su calificación médica anual.
- ✓ Como consecuencia, 43 pacientes fueron derivados al Hospital de la FACH, lo que significó una pérdida directa de \$228.760 en prestaciones no realizadas dentro del Grupo de Sanidad. Además, esta situación generó un uso no planificado de recursos logísticos, tiempo adicional del personal, y pérdida de autonomía operativa, afectando la eficiencia del sistema interno de salud.

Tabla N°67: “Beneficio por disponibilidad operativa”

Caso	Tipo de equipo	Pérdida económica
1	Trotadora	645.000
2	Electrocardiógrafo	228.760
Total		873,760

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

5.3. Cuadro comparativo de costos y beneficios:

- ✓ En esta sección se presenta el análisis final de viabilidad económica del proyecto, integrando los costos totales estimados y los beneficios obtenidos. Se utiliza el índice Beneficio/Costo como indicador clave para determinar si la propuesta representa una inversión eficiente y sostenible.
- ✓ La evaluación arroja un índice B/C superior a 1, lo cual indica que los beneficios esperados superan los costos de implementación, validando así la viabilidad del plan de mejora.

Tabla N°68: “Costos propuesta de mejora”

Concepto	Costo Estimado
Capacitación personal específica	\$286.384
Capacitación personal general	\$276.129
Kits de limpieza y herramientas menores	\$250.000
Resma de papel para procedimientos y fichas	\$6.000
Servicio de mantenimiento anual (empresa externa)	\$5.969.690
Total, costo con la mejora:	\$6.788.203

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word.

5.3.1 Beneficio Económico Estimado

- ✓ El beneficio corresponde al ahorro generado respecto al gasto del año 2023, al aplicar el nuevo modelo de mantenimiento:
- ✓ Gasto 2023: \$12.812.163.-

- ✓ Gasto con mejora: \$5.969.690.-
- ✓ Ahorro: \$6.842.473.-
- ✓ Beneficio adicional por equipos recuperados: \$873.760.-
- ✓ Beneficio total: \$7.716.233.-

5.3.2 Índice Costo/Beneficio

- ✓ El índice B/C se calcula como el cociente entre el beneficio y el costo total del proyecto de mejora:

$$\text{Índice B/C} = 7.716.233 / 6.788.203 = 1,136 = 1,14$$

- ✓ Este valor indica que por cada peso invertido en el plan de mejora se obtienen \$1,14 en beneficios, demostrando que la propuesta es económicamente viable y eficiente en el uso de recursos.
- ✓ Si consideramos el Gasto estipulado en mantenimiento por orden del Comandante del Grupo de Sanidad (3 mantenciones a todos los equipos anuales) \$17.909.070.-:

Gato anual estipulado: \$17.909.070.-

Gasto con mejora: \$5.969.690.-

Ahorro: \$11.939.380.-

Beneficio adicional por equipos recuperados: \$873.760.-

Beneficio total: \$12.813.140.-

$$\text{Índice B/C} = 12.813.140 / 6.788.203 = 1.88$$

Este valor indica que por cada peso invertido en el plan de mejora se obtienen \$1,88 en beneficios, demostrando con un coeficiente más alto que la propuesta es económicamente viable y eficiente en el uso de recursos.

5.3.3 Conclusión

- ✓ La propuesta de mejora al sistema de mantenimiento de la enfermería de la Base Aérea Pudahuel es viable, rentable y estratégicamente beneficiosa. Se detectaron fallas importantes en el modelo actual, como la alta dependencia de servicios externos y la baja planificación preventiva, lo que genera sobrecostos y afecta la continuidad del servicio.
- ✓ La nueva propuesta busca un modelo más preventivo, autosuficiente y alineado con los objetivos institucionales, fortaleciendo el uso del personal interno y optimizando los recursos disponibles. El análisis costo-beneficio ($B/C = 1,14$) confirma su rentabilidad, con un ahorro anual de \$6.842.473 que puede ser redirigido a otras áreas críticas.
- ✓ Además, fomenta la autonomía operativa, fortalece la capacitación del personal y mejora la calidad del servicio de salud, consolidando una cultura de mejora continua. Esta iniciativa sienta un precedente positivo dentro de la Fuerza Aérea de Chile para futuras optimizaciones.

VI. CONCLUSIÓN.

El presente proyecto de título constituye un esfuerzo riguroso por abordar una problemática crítica dentro del Grupo de Sanidad de la IIª Brigada Aérea Pudahuel: la ausencia de un sistema estructurado de mantenimiento de equipos médico-dentales. A través de un diagnóstico integral, apoyado en herramientas de ingeniería como el ciclo de Deming, el diagrama de Ishikawa, la Ley de Pareto y el análisis de criticidad, se identificaron cinco causas fundamentales que explican más del 80% de los problemas de operatividad y gestión presupuestaria en la unidad.

Los resultados del diagnóstico revelaron una clara deficiencia en la planificación técnica, la falta de registros de fallas, la inexistencia de protocolos estandarizados, la carencia de personal especializado en mantenimiento y la acumulación de equipos fuera de servicio. Estas condiciones no solo generan sobrecostos y baja eficiencia operativa, sino que afectan directamente la calidad del servicio clínico brindado al personal institucional.

Frente a esta realidad, la propuesta de mejora presentada se sustenta en un enfoque metodológico sólido, utilizando el ciclo PDCA para implementar tres planes de acción específicos orientados a subsanar las causas críticas detectadas. Estas acciones contemplan la creación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo jerarquizado por criticidad de los equipos, la capacitación del personal en tareas básicas de cuidado y monitoreo, y el fortalecimiento de una cultura organizacional enfocada en la prevención y sostenibilidad del sistema.

Adicionalmente, se realizó un análisis costo-beneficio que valida económicamente la propuesta, demostrando que su implementación no solo es técnicamente factible, sino también financieramente conveniente, al optimizar el uso de los recursos disponibles y reducir los tiempos de inactividad de los equipos.

En síntesis, este proyecto no solo representa una solución concreta y aplicable al contexto del Grupo de Sanidad, sino que además constituye un modelo replicable en otras unidades similares de la Fuerza Aérea de Chile, donde la eficiencia técnica y la responsabilidad en la gestión del recurso público son esenciales. La mejora propuesta

permite avanzar hacia un sistema de mantenimiento más eficiente, trazable y sostenible en el tiempo, elevando con ello el estándar de la atención médica institucional y reforzando la capacidad operativa de la unidad sanitaria.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

- Asana. (s.f.). Regla 80/20 (2025) – Principio de Pareto. Recuperado de <https://asana.com/es/resources/pareto-principle-80-20-rule>
- Bizagi. (s.f.). (2025) Bizagi Modeler para gestión de procesos. Recuperado de <https://www.bizagi.com/es>
- Ingeniería de Calidad. (2020). Ciclo de Deming (PDCA): Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Recuperado de <https://www.ingenieriadecalidad.com/2020/02/ciclo-de-deming.html>
- Ishikawa, K. (1986). What is Total Quality Control? The Japanese Way. Prentice-Hall.
- Tu Guía de Aprendizaje. (s.f.). (2024). Cómo aplicar el diagrama de Ishikawa en el aula. Recuperado de <https://tuguia de aprendizaje.co/como-aplicar-el-diagrama-de-ishikawa-en-el-aula/>
- Wikipedia. (s.f.). Diagrama de Ishikawa. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa
- Ishikawa, K. (1994) ¿Qué es el control total de la calidad?: la modalidad japonesa. Colombia: Norma, 1994.
- Fuerza Aérea de Chile. (s.f.). Manual Serie “C” N° 21 Técnico Administrativo de los Grupos y Escuadrillas de Sanidad. (Fuente interna institucional no disponible en línea pública).
- Eurofins Environment Testing. (2025) El ciclo Deming: en qué consiste y cómo ayuda en la gestión y mejora de procesos. Recuperado de <https://www.eurofins-environment.es/es/el-ciclo-deming-que-consiste-y-como-ayuda-gestion-procesos/>

- Paredes R. (2024) Ishikawa Diagram: A Guide. Safety Culture. Recuperado de https://safetyculture.com/topics/ishikawa-diagram/?utm_source=chatgpt.com
- SCO Sistema de Confiabilidad Operacional (2014) Metodología Análisis de Criticidad (AC). Guía SCO Análisis de Criticidad. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/227299391/Guia-SCO-Analisis-Criticidad>