



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del mantenimiento esbelto para mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima, Perú – 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Castañeda Espinoza, Jorge Alberto (orcid.org/0000-0002-4034-9720)

ASESOR:

Mgtr. Zeña Ramos, José La Rosa (orcid.org/0000-0001-7954-6783)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi señora madre Georgina Espinoza, que desde el cielo ilumina mi camino, quien me enseñó que todo es posible con perseverancia y sacrificio, a mi señor padre quien me enseñó a través de sus vivencias lo importante que son los valores.

AGRADECIMIENTO

A los maestros de investigación por brindarme la orientación debida para concluir satisfactoriamente la presente investigación. A mis hijos que han sabido dar su tiempo y ayudarme en la culminación de esta carrera profesional a mi sobrino J.Y.C. por su valiosa ayuda.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ZEÑA RAMOS JOSE LA ROSA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Aplicación del Mantenimiento Esbelto para mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos de un Hospital Público Lima, Perú – 2023", cuyo autor es CASTAÑEDA ESPINOZA JORGE ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 26 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ZEÑA RAMOS JOSE LA ROSA DNI: 17533125 ORCID: 0000-0001-7954-6783	Firmado electrónicamente por: JOZENARAM el 28- 06-2023 10:47:48

Código documento Trilce: TRI - 0553762





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CASTAÑEDA ESPINOZA JORGE ALBERTO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación del Mantenimiento Esbelto para mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos de un Hospital Público Lima, Perú – 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CASTAÑEDA ESPINOZA JORGE ALBERTO DNI: 40130458 ORCID: 0000-0002-4034-9720	Firmado electrónicamente por: JCASTANEDAESP el 09-10-2023 23:51:54

Código documento Trilce: INV - 1319583

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGIA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	18
3.5. Procedimiento	20
3.6. Método de análisis de datos.....	60
3.7. Aspectos éticos.....	61
IV. RESULTADOS	62
V. DISCUSIÓN.....	75
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS	82
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Juicio de expertos	19
Tabla 2. Información general de la organización	21
Tabla 3. Medición de la disponibilidad (Pre-Test)- Período noviembre 2022	28
Tabla 4. Medición de la disponibilidad (Pre-Test)- Período diciembre 2022	29
Tabla 5. Resumen de la disponibilidad Pre-Test 2022	30
Tabla 6. Cronograma de ejecución de la propuesta de mejora.	35
Tabla 7. Actividades de mantenimiento preventivo-ventilador mecánico	40
Tabla 8. Actividades de mantenimiento correctivo-monitor de signos vitales	44
Tabla 9. Medición de la disponibilidad (Post-Test)- Período marzo 2023	49
Tabla 10. Medición de la disponibilidad (Post-Test)- Período abril 2023	50
Tabla 11. Resumen de la disponibilidad Post-Test 2023.....	51
Tabla 12. Comparación de datos pre-post test.....	51
Tabla 13. Presupuesto del recurso humano	53
Tabla 14. Presupuesto de recursos materiales	54
Tabla 15. Cuadro resumen de presupuesto	55
Tabla 16. Flujo de caja del hospital San Juan de Lurigancho.....	56
Tabla 17. Cálculo del VAN	57
Tabla 18. Cálculo de la TIR	58
Tabla 19. Cálculo del costo/beneficio	59
Tabla 20. Cálculo del PRI.....	60
Tabla 21. Resumen de procesamiento de casos-Disponibilidad	62
Tabla 22. Resultados estadísticos descriptivos-Disponibilidad.....	63
Tabla 23. Resumen de procesamiento de casos- Fiabilidad	64
Tabla 24. Resultados estadísticos descriptivos del índice de fiabilidad	65
Tabla 25. Resumen de procesamiento de casos.....	67
Tabla 26. Resultados estadísticos descriptivos del índice de mantenibilidad	67
Tabla 27. Test de normalidad de la disponibilidad.....	69
Tabla 28. Elección de estadígrafos	69
Tabla 29. Comprobación de hipótesis general	70
Tabla 30. Test de normalidad de la fiabilidad	71
Tabla 31. Elección de estadígrafos	71

Tabla 32. Comprobación de hipótesis específica	72
Tabla 33. Test de normalidad de la mantenibilidad	73
Tabla 34. Elección de estadígrafos	73
Tabla 35. Comprobación de hipótesis específica	74
Tabla 36. Matriz de operacionalización de variables	89
Tabla 37. Instrumento de recolección de datos del mantenimiento preventivo	91
Tabla 38. Instrumento de recolección de datos del mantenimiento correctivo.....	91
Tabla 39. Instrumento de recolección de datos de la disponibilidad y sus dimensiones.....	92
Tabla 40. Matriz de coherencia	98
Tabla 41. Matriz de correlación de causas	100
Tabla 42. Puntaje de causas.....	101
Tabla 43. Alternativas de solución.....	101
Tabla 44. Operatividad según clasificación de riesgo.....	104
Tabla 45. Equipos del área de emergencias UCI según clasificación de riesgo crítico y alto.....	104
Tabla 46. Datos de la prueba piloto del período de setiembre.....	105
Tabla 47. Datos de la prueba piloto del período de octubre	106
Tabla 48. Cronograma de ejecución general del trabajo de investigación	108

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Localización de la empresa Hospital San Juan de Lurigancho	21
Figura 2. Cartera de servicios que ofrece el Hospital San Juan de Lurigancho	23
Figura 3. Organigrama estructural del Hospital san Juan de Lurigancho.	25
Figura 4. Diagrama de operaciones actual de la actividad de mantenimiento	27
Figura 5. Evidencia 1 de la reunión con la alta dirección	36
Figura 6. Evidencia 2 de la reunión con la alta dirección 2	36
Figura 7. Evidencias de inspección piloto a los equipos del área de estudio 1	37
Figura 8. Evidencias de inspección piloto a los equipos del área de estudio 2	38
Figura 9. Sensibilización al personal operador de los equipos biomédicos 1	39
Figura 10. Sensibilización al personal operador de los equipos biomédicos 2	39
Figura 11. Definición de actividades del mantenimiento preventivo.....	40
Figura 12. Reunión de sensibilización del mantenimiento preventivo 1	41
Figura 13. Reunión de sensibilización del mantenimiento preventivo 2.....	41
Figura 14. Ejecución de actividades del mantenimiento preventivo 1	42
Figura 15. Ejecución de actividades del mantenimiento preventivo 2.....	42
Figura 16. Orden de trabajo de mantenimiento preventivo	43
Figura 17. Evidencias de capacitación sobre mantenimiento correctivo 1	45
Figura 18. Evidencias de capacitación sobre mantenimiento correctivo 2	45
Figura 19. Evidencias de capacitación sobre mantenimiento correctivo 3.....	46
Figura 20. Ejecución de actividades del mantenimiento correctivo.....	46
Figura 21. Orden de Trabajo de mantenimiento correctivo.....	47
Figura 22. Análisis descriptivo de la variable disponibilidad	62
Figura 23. Análisis descriptivo del índice de fiabilidad.....	64
Figura 24. Análisis descriptivo del índice de mantenibilidad	66
Figura 25. Carta de autorización de levantamiento de información	93
Figura 26. Validación por juicio de expertos 1	94
Figura 27. Validación por juicio de expertos 2	95
Figura 28. Validación por juicio de expertos 3.....	96
Figura 29. Resultado de similitud del programa turnitin.....	97
Figura 30. Diagrama de Ishikawa del Hospital SJL	99
Figura 31. Diagrama de Pareto	102

Figura 32. Código de ética de la Universidad César Vallejo	107
Figura 33. Evidencia 1 de operatividad de equipos luego de la implementación	109
Figura 34. Evidencia 2 de operatividad de equipos luego de la implementación	109

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo general determinar cómo la aplicación del mantenimiento esbelto mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023. Esta investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo y un diseño preexperimental. La población y muestra fueron los mantenimientos realizados a los 40 equipos biomédicos en un período de 2 meses, empleando la técnica de recolección de datos de observación directa, así como también se utilizó como instrumento las fichas Adaptación de ficha de recolección de datos de fiabilidad y de mantenibilidad. Luego de la implementación de la Aplicación del Mantenimiento Esbelto se llegó a obtener una mejora de la disponibilidad de 85.5% a 95.5.%, una fiabilidad de 12.05 a un 16.16 y una mantenibilidad de 1.52 a 0.81. Por lo tanto, se concluye que, con la aplicación de mantenimiento esbelto, se logró mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos en el centro de intervención en 10%, aceptándose la hipótesis alterna con un valor de significancia de 0.000.

Palabras clave: Mantenimiento esbelto, disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad.

ABSTRACT

The general objective of this thesis was to determine how the application of lean maintenance improves the availability of biomedical equipment in a public hospital Lima - Peru, 2023. This research had a quantitative approach, applied type, explanatory level and a pre-experimental design. The population and sample were the maintenance carried out on the 40 biomedical equipment in a period of 2 months, using the direct observation data collection technique, as well as the Adaptation of reliability and data collection data sheets as an instrument. of maintainability. After the implementation of the Lean Maintenance Application, an improvement in availability was obtained from 85.5% to 95.5%, reliability from 12.05 to 16.16 and maintainability from 1.52 to 0.81. Therefore, it is concluded that, with the application of lean maintenance, it was possible to improve the availability of biomedical equipment in the intervention center by 10%, accepting the alternative hypothesis with a significance value of 0.000.

Keywords: Lean maintenance, availability, reliability, maintainability.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto internacional según informe realizado por la Organización Mundial de la OMS (2019) el déficit de atención en las instituciones de salud predominantemente es debido a la baja operatividad que conlleva a la baja disponibilidad del equipamiento necesario para los procedimientos de prevención, diagnóstico y tratamiento realizados a los pacientes, ocasionando que el 80% de este grupo, sean derivados a otras instituciones de salud (OMS, 2019). Así mismo en su artículo Habitu (2022) To explore the barriers in medical equipment utilization among public hospitals of Bahir Dar city, Ethiopia, reporta que de los 299 equipos biomédicos en 3 hospitales especializados encontraron que tan solo el 65,7% (196) se encontraban disponibles, en tanto que el 34.3% (103) no eran funcionales o se encontraban sin uso, no alcanzaron una buena disponibilidad por encima del 90%, presentando una gran escasez de tecnología biomédica (p.30). En tanto que Tamale et.al. (2021), en un artículo titulado el estado de los dispositivos médicos y su utilización en 9 Hospitales terciarios y 5 instituciones de investigación en Uganda, de los 2338 equipos médicos el 35% (818) se encontraban defectuosos sin funcionamiento, alcanzando una disponibilidad en un 65%, encontrándose que los establecimientos se encontraban defectuosos y carecían de manuales (p.15).

A nivel nacional, en Huaraz, Alba y Chinchay (2018) obtuvieron datos relevantes sobre la relación directa que mantienen los equipos médicos con la inversión financiera, puesto que mencionaron que todo el equipamiento necesario para una clínica o nosocomio representa el 40% de la inversión de un proyecto. En ese marco, se puede decir que esta realidad no es beneficiosa para que las instituciones de salud tengan la disponibilidad total de los dispositivos biomédicos. Esto conlleva a afectar negativamente la tasa de cobertura y atención a los pacientes en los centros de salud (p.9). Por otro lado, respecto al porcentaje de inversión otorgado para el mantenimiento del sector salud es menor al 4% del total del presupuesto destinado para este rubro. Hay factores que podrían dificultar que el personal asistencial disponga del equipamiento biomédico en el momento indicado y es que, las instituciones ven como cada vez la ausencia de personal cualificado, la nula o poca predisposición de las instituciones a implementar herramientas de gestión que

permitan ejecutar mantenimientos periódicos a los equipos biomédicos, así como una baja asignación presupuestaria a tal actividad, hacen que la disponibilidad de equipos biomédicos se vea afectado.

A nivel local, el Hospital San Juan de Lurigancho cuenta con 720 equipos biomédicos aproximadamente los cuales se encuentran distribuidas en los diferentes servicios. En el área de Biomédica se han identificado deficiencias (problemática recogida según Ishikawa (ver anexo 8), todo ello repercutiendo en la disponibilidad de los equipos biomédicos, así mismo se hizo la tabla de Pareto para la visualización de las causas más prioritarios (ver anexo 10), se priorizo estos problemas a través de la matriz de correlación colocando las causas del problema de manera descendente (ver anexo 9). Ante lo analizado se evidenció que la disponibilidad de los equipos biomédicos no es tan efectiva ya que no satisfacen al 100% las necesidades de los usuarios siendo deficiente para la alta demanda que existe en los servicios críticos que tan solo se encuentran operativos al momento el 88% de los equipos biomédicos, según informe del área biomédica del hospital (ver anexo 16). Esto representa un problema para la institución. En la tabla N° 44 sobre la operatividad del equipamiento biomédico según clasificación de riesgo, del 100% (720) de equipos biomédicos operativos se observa que lo crítico y alto riesgo se encuentran operativos en un 88.18%, moderado riesgo en 77.13% y en bajo riesgo un 88.56%. Siendo la clasificación del índice de operatividad de equipos biomédicos según (Barbaren, 2011, p.12): Eficiente: Nivel de operatividad mayor al 90%, Admisible: Nivel de operatividad en el rango de 70% a 90% y Deficiente: Nivel de operatividad menor al 70 %. Teniendo en consideración estos datos el hospital tuvo una operatividad admisible, sin embargo, el objetivo es lograr tener una operatividad eficiente, sabiendo que la operatividad del equipamiento biomédico es directamente proporcional con la disponibilidad. Ante lo evidenciado se planteó el problema general de la presente investigación mediante la siguiente pregunta: ¿Cómo la aplicación del mantenimiento esbelto mejorará la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023?, y como problemas específicos se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cómo la aplicación del mantenimiento esbelto mejorará la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023? y ¿Cómo la aplicación del mantenimiento

esbelto mejorará la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú , 2023?. Ante el análisis de esta problemática la presente investigación se justificó a nivel social, debido a que si los equipos biomédicos presentan disponibilidad se logrará una mejoría en la atención médica y con ello se alcanzará la atención eficiente de los pacientes para salvaguardar su vida, ya que su utilización será oportuna brindando asistencia a la población en general. También tiene una justificación económica porque a través de la aplicación del mantenimiento esbelto como los mantenimientos preventivos y correctivos se mejorarán la disponibilidad de los equipos biomédicos y por tanto se incrementará la realización de procedimientos enfocados a diagnosticar, tratar y rehabilitar a los pacientes, los cuales se verán reflejados en los ingresos económicos a los recursos propios del hospital. Así mismo tiene una justificación metodológica ya que se implementó nuevos métodos de trabajo sustentados en la utilización de instrumentos adaptados para la obtención de informaciones que permitieron mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos, a su vez estos instrumentos empleados podrán ser usados en futuras investigaciones similares a la presente.

Como objetivo general se planteó: Determinar cómo la aplicación del mantenimiento esbelto mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023 y entre los objetivos específicos se presentaron los siguientes: Determinar cómo la aplicación del mantenimiento esbelto mejora la fiabilidad de los equipos biomédicos de un Hospital Público Lima – Perú, 2023. Determinar cómo la aplicación del mantenimiento esbelto mejora la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023. Por lo expuesto se tiene como hipótesis general: La aplicación del mantenimiento esbelto mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023, y como hipótesis específicas lo siguiente: La aplicación del mantenimiento esbelto mejora la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023 y la aplicación del mantenimiento esbelto mejora la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En la búsqueda de diversas fuentes bibliográficas durante el proceso de investigación, se seleccionaron los siguientes antecedentes nacionales:

Nacarino (2021) en su artículo científico, titulado *“Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos médicos”*, cuyo objetivo de la investigación fue incrementar el índice de disponibilidad de equipos del departamento de hospitalización de una institución de salud pública ubicada en Cajamarca. Como metodología este fue de tipo aplicativo con enfoque cuantitativo. Estuvo conformado por una población y muestra correspondiente a 11 equipos biomédicos del área de estudio, para lo cual empleó un muestreo no probabilístico, así también utilizó instrumentos observacionales de recolección de datos. Los principales resultados obtenidos fueron que antes de la ejecución del programa de mantenimiento presentaba un índice de disponibilidad de 0.956 para posteriormente obtener un valor de 0.991, es decir consiguió una variación positiva correspondiente al 3.6%. Concluyendo que la aplicación de un programa de mantenimiento mejora notablemente la disponibilidad en 3.6%. Es un gran aporte para futuros ingenieros e instituciones de salud que tenga problemas con la baja disponibilidad de equipos biomédicos así mismo sirvió como referente para la aplicación en la presente investigación.

Chero (2020) en su investigación científica titulada *“Implementación del Lean Maintenance”*, cuyo objetivo fue incrementar la disponibilidad de dispositivos médicos en un centro de salud nacional. El autor consideró desarrollar su estudio bajo un tipo aplicativo de investigación, cuya población y muestra fueron los mantenimientos efectuados a los equipos médicos, para ello emplearon un muestreo no probabilístico, también emplearon como instrumentos las fichas de recolección de datos. Los principales resultados obtenidos fueron que obtuvo un valor de disponibilidad antes (69.8) y después (92.18) de la ejecución en la propuesta correspondiente a un porcentaje de mejora de 22.4%. Por lo tanto también obtuvo una mejora respecto a los indicadores de sus dimensiones de fiabilidad (de 5.1 a 2.3) y mantenibilidad (de 1.6 a 1.2), es decir consiguió una

variación positiva de 2.8% y 0.4% respectivamente. Finalmente concluyó que la disponibilidad de dispositivos médicos alcanzó un 22.4% de mejora con la ejecución del mantenimiento esbelto. Este artículo aporta información notable para considerar su aplicación en el hospital público en el área de mantenimiento.

Zavala (2018) en su investigación científica titulada *“Mejorar la disponibilidad de los equipos médicos en ESSALUD”* cuyo objetivo fue de incrementar la disponibilidad de equipos biomédicos mediante el Plan de mantenimiento preventivo. Fue de tipo aplicada con diseño experimental, cuya población y muestra de estudio estuvo constituida por cuarenta y cinco equipos, para lo cual empleó un muestreo no probabilístico e instrumentos observacionales de recolección de datos. Los resultados fueron que en el estado pre-ejecución la disponibilidad promedio de estos equipos era de 90%, posterior a la implantación de un plan de mantenimiento programado llegó a 98%. Se concluyó que el plan de mantenimiento preventivo aumenta en 9% la disponibilidad de los equipos. Su aporte radica en que sirvió como base teórica y práctica para el desarrollo del estudio acerca de las deficiencias que se suscitan en la institución de salud.

Alba y Chinchay (2018) en su artículo científico con el título de *“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos”*, cuyo objetivo fue mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos en el área de UCI de una institución de salud de Huaraz. Fue un estudio de tipo aplicada y diseño pre experimental, siendo su población los equipos médicos, de los cuales extrajo una muestra de 20 equipos, mediante el muestreo probabilístico. Utilizaron como instrumentos las fichas de recolección. Teniendo como resultado que la disponibilidad inicial de los dispositivos fue de 86% y al implementar el plan de mantenimiento proactivo, la disponibilidad de los equipos biomédicos incrementó en un 94%, llegando a la conclusión que el plan de mantenimiento proactivo eleva la disponibilidad de las máquinas biomédicas. Fue de aporte para la toma decisiones respecto a la ejecución del mantenimiento esbelto para elevar la disponibilidad de los equipos del área del presente estudio.

A nivel internacional se presentan los siguientes antecedentes:

Sukma, et al. (2022), en su artículo titulado *Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la eficacia general de un equipo acelerador lineal*. El objetivo fue determinar el nivel de mejora de la eficacia que se obtiene con la ejecución del mantenimiento preventivo de un equipo acelerador lineal. Fue un estudio de tipo aplicativo, enfoque cuantitativo de diseño pre/experimental. Se manejaron herramientas de mantenimiento productivo total (TPM), así como el uso del análisis causa efecto por medio de debates de grupos especialistas. Los resultados más relevantes encontrados fueron que los factores que influyeron en la baja efectividad del equipo acelerador eran causados por avería del 76,3 %, la pérdida por preparación del 9,6 %, teniendo en cuenta estos datos de inspección inicial se aplicó el mantenimiento preventivo a dicha máquina y se consiguió incrementar la eficacia del equipo en 23%. Por ende llegaron a la conclusión de que la ejecución continua y persistente del MP aumenta la eficacia del equipo LINAC SP. El aporte otorgado se encontró relacionado a las herramientas del TPM que sirvieron como base para el desarrollo de la actual tesis.

Sawai (2022), en su artículo *Implementación del Mantenimiento Autónomo y su impacto en la confiabilidad, el MTBF y el MTTR de un equipo crítico en una planta cervecera*. Tuvo como objetivo optimizar la disponibilidad de una planta productora de cerveza e incrementar la confiabilidad de un equipo crítico. La metodología se desarrolló bajo un estudio de tipo aplicativo, cuyo diseño fue pre/experimental, constituida por una muestra de mantenimientos realizados. Como resultados más sobresalientes se tuvo que antes y después de ejecutar el MA, el equipo crítico (llenadora) presentó una media de MTBF de 87,4 horas(antes) y 113.3 horas (después), una media de MTTR de 1,2 horas (antes) y 0.87 horas(después), la confiabilidad en 12 horas y 24 horas de turno de 87 % y 76% respectivamente (antes) y 90% para ambos turnos (después). Se concluyó que mediante la puesta en marcha de un programa del MA se mejora los indicadores de mantenimiento y la confiabilidad de las maquinarias. En ese sentido, el estudio aportó evidencias sobre cómo la ejecución adecuada del mantenimiento provoca un efecto positivo en la disponibilidad en un equipo crítico.

Alban y Zamorano (2021), con su estudio científico titulado *“Gestión de mantenimiento preventivo para optimizar los recursos e incrementar el desempeño de una empresa del rubro Papelería”*, El objetivo fue potenciar el uso de los recursos y elevar el desempeño de los equipos junto con la minimización del tiempo de parada durante el proceso productivo. La investigación fue desarrollada bajo un tipo de estudio aplicativo. Los resultados obtenidos fueron que la empresa a inicios contaba con una mantenibilidad baja de la línea de fabricación L1, con la implementación del mantenimiento preventivo logró pasar de 97% a 85%, por lo que concluyeron que con el mantenimiento preventivo se optimizan los recursos y se mejora el desempeño. El aporte de la investigación fue el método que utilizaron para incrementar la producción del área de procesos de papelería reduciendo así los tiempos de espera para los mantenimientos preventivos.

Mkalaf, (2021), en su artículo titulado *“Estrategias actuales de mantenimiento y su impacto en la confiabilidad de los dispositivos médicos críticos (EMC) en los hospitales*. Cuyo objetivo fue ejecutar las estrategias actuales de mantenimiento a fin de elevar la confiabilidad de los dispositivos médicos críticos en los hospitales. En cuanto a la metodología fue de tipo aplicada, cuantitativa y de diseño pre/experimental, cuya población estuvo conformada por 14 (EMC). Entre sus principales resultados mostraron que existe un impacto significativo de las estrategias actuales de gestión de mantenimientos respecto a la confiabilidad de los dispositivos médicos críticos. Por lo que el autor llegó a la conclusión de que existe una alta relación entre la confiabilidad del EMC y la estrategia actual de mantenimiento desarrollada. Este artículo aporta en gran medida ya que el mantenimiento esbelto fue la estrategia actual usada durante la intervención del autor, la misma que servirá como modelo de desarrollo en la actual tesis para mejorar la disponibilidad de los equipos médicos.

Vega (2019) en su investigación titulada *“Aplicación del sistema Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinas en una empresa del sector de Maquinarias Pesadas”*, el autor tuvo el objetivo de mejorar la disponibilidad y la prevención de las maquinarias pesadas para mejor rendición en el servicio de los clientes. La investigación fue desarrollada bajo un tipo de estudio aplicativo experimental. Tuvo como resultado la elevación de la disponibilidad de los equipos en un 7.6% mejorando así la eficiencia de los recursos del área de mantenimiento.

Por lo que se concluyó que la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las maquinarias. Finalmente, el aporte es relevante y tiene relación con la presente investigación de estudio ya que se tiene el mismo objetivo de mejorar la disponibilidad de equipos.

Adesta, Prabowo y Agusman (2018), sobre la investigación científica titulada "*Evaluación de los 8 pilares de la ejecución del mantenimiento productivo total (TPM) y su participación en el rendimiento de fabricación*". El objetivo fue evaluar a detalle la aplicación de los 8 pilares de TPM y su efecto en el rendimiento de manufactura. Este estudio tuvo una población de 50 empresas, y una muestra de 22 empresas para el procesamiento. Como instrumentos se utilizó el software SPSS y Smart PLS para el análisis de datos. Cuyo resultado fue que el 50% de los indicadores (pilares) tienen una alta significación mientras que el 50% tienen menor significación. Por ende, concluyeron que los pilares del TPM contribuyen considerablemente el rendimiento de manufactura. El aporte de la investigación fue la identificación de los pilares más sobresalientes del TPM a utilizar en el presente estudio para generar un mayor impacto en la disponibilidad de equipos.

Beyene, et al. (2016), en su artículo titulado "*Disponibilidad y utilización de dispositivos médicos en hospitales de Jimma*". El objetivo fue evaluar la disponibilidad y utilización de dispositivos médicos de hospitales. Cuya metodología fue desarrollada bajo un enfoque cuantitativo y diseño pre/experimental, la constitución de la población estuvo dada por 299 dispositivos médicos. Como resultados más sobresalientes se obtuvo que del total de dispositivos de estudio se presentaba una disponibilidad de 65.6%, 19% y 15.4% correspondiente a la medición en tres hospitales. Los autores concluyeron que en la evaluación de los tres centros médicos más de un tercio de los equipos no se encontraban operativos. Este artículo otorga un aporte resaltante respecto a la realidad problemática de otras organizaciones del mismo sector de estudio de la actual tesis en el que también se presentan bajos niveles de disponibilidad de dispositivos, por lo que motiva la ejecución del mantenimiento para mejorar estos indicadores

Se hizo las revisiones bibliográficas para la construcción de la teoría sobre las variables en estudio los cuales permitieron entender y realizar los análisis respectivos. Primeramente, se habló sobre la variable independiente: Mantenimiento esbelto, dentro de su reseña histórica se conoce que esta filosofía de mantenimiento inició en el año 1950. Toyota fue la primera empresa que llevó a efecto esta metodología, la cual se transformó en TQM, para luego pasar a TPM y por último en los años 90 convertirse en Lean . El mantenimiento esbelto emplea medidas proactivas para prevenir fallas en los equipos mediante acciones de mantenimiento preventivo, cuyo objetivo es eliminar los trabajos de reparación y fallas en los equipos (Toro, 2021, p.2).

Por otro lado, también Ibarra y Bellesteros, (2017) hacen mención debido a su gran efectividad es una filosofía empleada en diversos países del mundo, ya que mediante sus diversos mecanismos incrementa la eficiencia y eficacia de las actividades enfocándose en un ciclo de mejora permanente sin dejar de lado al recurso humano, el cual representa el recurso más importante de cualquier organización. Básicamente se centra en mantenimiento programado y planeado, desarrollando tácticas en función de la extensión de la decisión lógica del RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad), así como también la presencia de equipos independientes que se auto dirijan (p.10). Dentro del mantenimiento programado para el presente estudio abordó al mantenimiento preventivo, según La Universidad Nacional de Asunción (2021), es un servicio anticipado que contribuye a mejorar la disponibilidad y funcionamiento eficiente de los equipos, a la vez reduce los costos en reparación. Y como su nombre bien lo menciona previene daños que puedan suscitarse a futuro, garantizando una mejor fiabilidad (p.6). Para el presente trabajo de investigación se utilizó como indicador, la siguiente formula: Donde “IMP” es el Índice de mantenimiento preventivo.

$$IMP = \frac{N^{\circ} \text{equipos con mantenimiento preventivo}}{\text{Total de equipos}}$$

Según La Universidad Nacional de Asunción (2021), el mantenimiento correctivo es un servicio de emergencia de carácter técnico, cuyas actividades están destinadas a corregir las fallas de los equipos que demuestren la necesidad de reparación, para restablecerlos a su estado inicial (p. 6). Para el presente proyecto

de investigación se usara como indicador la siguiente formula: Donde “IMC” corresponde al índice de mantenimiento correctivo.

$$IMC = \frac{N^{\circ} \text{equipos con mantenimiento correctivo}}{\text{Total de equipos}}$$

Respecto a los equipos médicos La Dirección General de Salud (DIGESA) (2020), mencionó que “son todos aquellos dispositivos operacionales y funcionales conformados por componentes hidráulicos, eléctricos y electrónicos e incluso programas informáticos que participen en su correcto funcionamiento, usados en seres humanos para prevenir, diagnosticar, tratar o rehabilitar”. No son considerados aquellos dispositivos que son implantados. Así mismo son clasificados por la dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID), en Clase I, Bajo Riesgo no destinados a preservar la vida y a la vez no tienen riesgo potencial, sus controles son generales. Clase II Riesgo Moderado no mantienen la vida, pero necesitan de controles generales y especiales. Clase III Alto Riesgo requieren de controles especiales para garantizar su seguridad y efectividad. Clase IV Crítico destinadas a mantener la vida y por lo tanto requiere controles especiales, su falla pone en peligro la vida de la persona.

Con respecto a la variable dependiente Disponibilidad, Duffuaa et al. 2010 citado en Zambrano en (2015), define a la disponibilidad como “función de un equipo en un tiempo específico”. (p. 23). Así mismo (Rodríguez 2008), considera que la “disponibilidad tiene relación directa con el mantenimiento ya que sin él su capacidad de servicio se ve limitada. Por lo tanto, se concluye que la disponibilidad es la posibilidad que un equipo esté listo o apto para funcionar en un periodo establecido previniendo las fallas” (p.14). Para determinar numéricamente la disponibilidad se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Medio entre Fallas}}{\text{Tiempo medio entre fallas} + \text{Tiempo medio de Reparación}}$$

Arques (2009) dimensiona a la disponibilidad en dos aspectos denominados fiabilidad y mantenibilidad (p. 69). La fiabilidad; Rodríguez (2008) y Gonzales (2005), conceptualizaron a la fiabilidad como la posibilidad de que un equipo funcione de acuerdo con los estándares de fabricación en un periodo establecido sin paradas imprevistas (p. 66).

$$\text{Tiempo Medio entre Fallas} = \frac{\text{Horas de Operación}}{\Sigma N^{\circ} \text{ Fallas Detectadas}}$$

La mantenibilidad, (Rodríguez 2008, citado en Zambrano et 2015) menciona que “es la posibilidad que un equipo y/o maquinaria en situación de inoperatividad sea reparada bajo los estándares de reparación y en el periodo establecido” (p.67).

$$\text{Tiempo Medio de Reparación} = \frac{\text{Tiempo Total de Fallas}}{\Sigma N^{\circ} \text{ Fallas Detectadas}}$$

En relación con el enfoque conceptual se consideró lo siguiente:

DIGEMID: Es la dirección general de medicamentos e insumos y drogas, la cual se encarga de verificar y llevar un control de los procesos relacionados con la producción, importación, distribución y uso de medicamentos, a fin de otorgar acceso seguro de estos productos a la comunidad (MINSa, 2016, p.5).

Paciente: Ayuzo (2016), Individuo que adolece de un problema de salud física y/o mental, el cual requiere de la atención de un profesional de la salud (p.229).

Cuidados intensivos: Para Aguilar y Martínez (2017), son servicios que se caracterizan por presentar una estructura proyectada para el mantenimiento de los signos vitales de los pacientes con riesgo de muerte (p.11).

Área crítica: Sati (2021), son centros fundamentales dentro de las instituciones hospitalarias porque concentran el flujo de pacientes de mayor gravedad (p.1).

Gestión: Ropa y Alama (2021), el conjunto de actividades destinadas a la planeación, dirección, organización y control para el cumplimiento de objetivos correspondientes a uno o varios procesos dentro de una organización (p.6.)

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

La investigación fue de carácter aplicativo, según Ñaupas (2021) apuntan a resolver diversos problemas, particularmente en las áreas de industria, infraestructura, comercio, telecomunicaciones, servicio, etc. (p.93).

Enfoque

Conforme al enfoque de la investigación fue cuantitativa, ya que los datos obtenidos fueron expresados matemáticamente para el análisis estadístico. Al respecto Hernández, Fernández & Baptista (2014) mencionan que los datos obtenidos son codificados numéricamente los cuales son sometidos a pruebas estadísticas para la comprobación de hipótesis y creación de teorías” (p.4).

Nivel

La investigación fue explicativa, porque se explicó el impacto de la variable independiente; mantenimiento esbelto; en la variable dependiente; disponibilidad, así mismo Hernández, et al. (2014), fundamentan que el carácter explicativo explica la presencia de un acontecimiento y la forma como se relacionan las variables.

3.1.2. Diseño de investigación:

Conforme al planteamiento del estudio este tuvo un diseño experimental, ya que hubo manipulación de la variable independiente para producir un impacto en la variable dependiente. Hernández et al. (2014) definieron que “el diseño experimental consiste en obtener un efecto previa manipulación de la variable” (p. 121). Respecto al tipo de diseño tuvo carácter pre experimental de mediciones de pre prueba y post prueba a la variable dependiente en este caso la “disponibilidad”. Para ello se aplicó una prueba antes del estímulo, luego se volvió a aplicar la misma prueba. Se esquematizó de la siguiente manera (p.187).

G1: O1 X O2

G1: Grupo (mantenimientos realizados a los equipos biomédicos)

O1: Pre-test (datos de disponibilidad antes de aplicar mantenimiento esbelto)

O2: Post-test (datos de disponibilidad después de aplicar mantenimiento esbelto)

El diseño pre-experimental recolecta la información en dos tiempos o periodos, posteriormente se realizó una evaluación de la información numérica para observar los cambios. Según Hernández, Fernández & Baptista (2014), “con los datos recolectados en el pasar de los tiempos podrán hacer inferencias sobre cambios, causas y efectos” (p.216).

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Mantenimiento Esbelto

Definición conceptual.

El mantenimiento esbelto se precisa de la combinación de operaciones y procedimientos de actividades a través de un equipo de o sistemas de prevención en equipos y maquinas (Dixon, 2017, p.14).

Mantenimiento esbelto son medidas proactivas para prevenir fallas en los equipos mediante acciones de mantenimiento proactivo y preventivo. El objetivo es eliminar los trabajos de reparación, evitando fallas en los equipos (Toro, 2021, p.2).

Definición operacional

El mantenimiento esbelto fue medida mediante sus dos dimensiones, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo, los cuales mediante su aplicación permitirán la disponibilidad de los quipos biomédicos de la organización de servicio de salud en estudio.

Dimensión 1: Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es un conjunto de procedimientos y actividades necesarios para que un sistema de producción o servicio funcione de manera eficiente sin causar tiempos muertos en la producción (Ruiz, 2013, p.24).

Bambaren y Alatrística (2011), refieren que el mantenimiento preventivo, contribuye a mejorar la disponibilidad de los equipos y por lo tanto cumplan su función, a la

vez reduce los costos en reparación. Y lo que es más importante garantiza una mejor fiabilidad (p.14).

Para la presente tesis se utilizó como **indicador** el índice de mantenimiento preventivo (IMP), dado por la siguiente formula:

$$IMP = \frac{N^{\circ} \text{equipos con mantenimiento preventivo}}{\text{Total de equipos}} * 100\%$$

Escala de medición: Razón.

Dimensión 2: Mantenimiento Correctivo

Bambaren y Alatrística (2011), refieren que el mantenimiento correctivo, es un conjunto de actividades muy puntuales de carácter técnico, destinadas a corregir las fallas del equipo o los equipos que demuestren la necesidad de reparación, restableciéndolo a su estado inicial (p.16). Es decir, el mantenimiento correctivo en esencia corrige los errores en el funcionamiento del equipo y es necesario su intervención para volver a su función inicial, no pudiendo darse esto último sino se realizan los cambios y/o reemplazos de repuestos y/o accesorios requeridos por el equipo los cuales se establecieron en el diagnostico técnico del equipo, previa a la actividad de mantenimiento. Debe tenerse en cuenta que esta actividad en la práctica se puede suscitar de dos maneras, la primera está dado por una coordinación previa, la parte técnica conoce del desarrollo de esta actividad para lo cual comunica a las personas involucradas en el funcionamiento del equipo, la otra será el mantenimiento correctivo imprevisto, el cual no se programa, se presenta de manera súbita y es probable que emerja en el momento y en las condiciones menos favorables para el área encargada del soporte tecnológico, debido a que no se puede contar con el repuesto y/o accesorio requerido ni contar con el personal indicado en ese momento.

Para la presente tesis se utilizó como **indicador** el índice de mantenimiento correctivo (IMC), dado por la siguiente formula:

$$IMC = \frac{N^{\circ} \text{equipos con mantenimiento correctivo}}{\text{Total de equipos}} * 100\%$$

Escala de medición: Razón.

Variable dependiente: Disponibilidad de los equipos biomédicos

Definición conceptual

Zambrano (2015), define a la disponibilidad como “función de un equipo en un tiempo específico” (p. 23). Así mismo Rodríguez (2008), considera que la “disponibilidad tiene relación directa con el mantenimiento ya que sin él su capacidad de servicio se ve limitada” (p.4). Por lo tanto, se concluye que la disponibilidad es la posibilidad que un equipo esté listo y apto para funcionar en un período establecido previniendo las fallas.

Definición Operacional

La disponibilidad de los equipos biomédicos fue medida en función de sus dos dimensiones, la fiabilidad y la mantenibilidad, los cuales mediante su aplicación arrojaron datos que permitieron contrastar las hipótesis establecidas en el presente estudio.

El objetivo principal del mantenimiento fue garantizar que la organización tenga la máxima disponibilidad cuando sea requerido por el operario o el cliente, mediante el mantenimiento esbelto se logra reducir costos en compras de nuevas máquinas y también optimizando los recursos de la organización en donde se aplique. La disponibilidad fue determinada numéricamente mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR}$$

Siendo:

D: Disponibilidad;

TMEF: Tiempo medio entre fallas;

TMDR: Tiempo medio de reparación.

Escala de medición: Razón.

Dimensión 1: Fiabilidad

Rodríguez (2008) conceptualizo a la fiabilidad como la posibilidad que un equipo funcione, de acuerdo con los estándares de fabricación durante un periodo establecido sin paradas imprevistas (p. 66).

Para la presente tesis se utilizó como **indicador** el tiempo medio entre fallas (TMEF), dado por la siguiente formula:

$$TMEF = \frac{HROP}{\Sigma NFD}$$

Siendo:

TMEF: Tiempo medio entre fallas.

HROP: Horas de operación.

NFD: Número de fallas detectadas.

Para obtener los datos para esta fórmula debemos de medir la secuencia de fallas que se presentan en las diversas áreas de salud para minimizarlas.

Escala de medición: Razón.

Dimensión 2: Mantenibilidad

Zambrano (2015) menciona que “es la posibilidad que un equipo y/o maquinaria en situación de inoperatividad sea reparada bajo los estándares de reparación y en el periodo establecido” (p.21).

Para la presente tesis se utilizó como **indicador** el tiempo medio de reparación (TMDR), dado por la siguiente formula:

$$TMDR = \frac{TTF}{\Sigma NFD}$$

Siendo:

TMDR: Tiempo medio de reparación

TTF: Tiempo Total de Fallas

NFD: Número de fallas detectada.

En este caso es preciso establecer claramente cómo se lleva a cabo el proceso de reparación de mantenimientos en un tiempo determinado.

Escala de medición: Razón.

Operacionalización de la variables (ver anexo 1)

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población.

Hernández (2015), define que la población como un conjunto de casos que tienen las mismas características los cuales permiten dar conclusiones válidas en la investigación (p. 239). Para la presente investigación, se tuvo una población constituida por los mantenimientos ejecutados a 40 equipos biomédicos del área de emergencia y uci.

Criterios de inclusión: Se consideraron los mantenimientos ejecutados a los 40 equipos biomédicos de la emergencia -uci dentro de los días de trabajo en el rango de lunes a sábado.

Criterios de exclusión: Fueron excluidos los mantenimientos efectuados fuera de los días laborables.

3.3.2. Muestra

Con relación a la muestra Hernández (2015), refiere que es un subgrupo representativo de la población, del cual se recolecta los datos y debe ser representativo de dicha población (p.236). Para la presente investigación, la muestra fue constituida por los mantenimientos efectuados durante 2 meses a los 40 equipos biomédicos con clasificación de riesgo crítico y alto del área de emergencia y UCI.

3.3.3. Muestreo

Al respecto Valderrama (2015), mencionó que es un proceso de selección de un fragmento de la población correspondiente a la muestra con el fin de extraer

información relevante para el estudio (p. 182). Para la presente investigación fue no probabilístico por conveniencia, debido a que la muestra con la que se trabajó fue la misma cantidad de quipos descrita en la población por decisión y factibilidad del autor.

3.3.4. Unidad de análisis.

Para la presente investigación fue el mantenimiento realizado a los equipos biomédicos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnica.

Son procedimientos orientados a la obtención de datos e información relevante para un trabajo de investigación científica (Torres, 2010, p.12). Por lo tanto, en la presente tesis se consideró la técnica de observación de campo, el cual fue realizado en un hospital público del Perú que permitió evidenciar la situación actual de las variables de estudio.

3.4.2. Instrumentos.

Según el autor Valderrama (2015), los instrumentos son mecanismos utilizados por el investigador para poder recopilar información y reunir la información extraída, estas pueden ser fichas observacionales de datos, pruebas de conocimientos, formularios, documentos, registro de base de datos, anotaciones, entre otros (p. 194). Por lo tanto, para la variable independiente se utilizó como instrumentos: Ficha de observación y recolección de datos de los mantenimientos preventivos y la ficha de observación y recolección de datos de los mantenimientos correctivos (ver anexo 2).

Para la variable dependiente se utilizó como instrumentos: Adaptación de ficha de recolección de datos de fiabilidad y adaptación de ficha de recolección de datos de mantenibilidad (ver anexo 3). Según Hernández *et al.* (2014), refiere que el instrumento recolecta datos observables propios de las variables de acuerdo con la necesidad del investigador (p. 199).

3.4.3. Validez de los instrumentos

La validez del instrumento permite determinar el nivel de efectividad con respecto a la variable de estudio que se pretende medir (Hernández, *et al.*, 2014 p. 200). Por otro lado la validez de contenido según Orús (2020), se basa en el juicio de profesionales expertos en un tema determinado, quienes en base a sus conocimientos y experiencias validan el instrumento de investigación siempre que este mida de manera objetiva las variables de estudio (p.12).

En esta investigación la validación de los instrumentos se hizo a través del juicio de expertos mediante tres ingenieros de la Universidad Cesar Vallejo, quienes verificaron la concordancia entre las variables y dimensiones, los cuales responden a los objetivos planteados, quienes dieron las sugerencias y algunas recomendaciones sobre el instrumento para finalmente validarlos. En seguida se muestra la tabla N°1, en la cual se encuentra la información general de los expertos validadores.

Tabla 1. *Juicio de expertos*

Validador	Grado	Especialidad	Resultado
Zeña Ramos, José La Rosa	Magister	Ing. Industrial	Aplicable
Casavilca Maldonado, Edmundo Rafael	Magister	Ing. Industrial	Aplicable
Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo	Magister	Ing. Industrial	Aplicable

Fuente: Propia del autor

3.4.4. Confiabilidad de instrumentos.

Zurita y Vallases (2018), definen a la confiabilidad de un instrumento de investigación como la certificación de que dicho instrumento va a arrojar datos sin variabilidad extrema, es decir que cada vez que el instrumento sea utilizado para medir variables bajo las mismas condiciones, los resultados que se obtengan de él no deben poseer un alto grado de variación (p.40).

Para la presente investigación la confiabilidad del instrumento fue determinada mediante la evaluación estadística de una prueba piloto de medición de 2 meses previos a la recolección de datos pre-test, en el que mediante el análisis de los datos se obtuvo un coeficiente de Pearson de 0.92, lo cual indica que existe una

relación alta entre ambas mediciones, por lo que el instrumento es altamente confiable. Los datos de la prueba piloto se encuentran en el anexo 16.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Situación actual de la empresa

La historia del Hospital san Juan de Lurigancho se inicia durante el gobierno militar peruano en agosto de 1975, en aquel entonces se llevó a cabo una irrupción de terrenos cercanos al puente Huáscar realizada por los pobladores de aquel entonces. Esta zona representaba un peligro inminente para las familias que se asentaron en dicho lugar debido a que se encontraba en una zona pantanosa por la afluencia del río Rímac, y representaba un peligro sanitario por el foco de enfermedades que se podían contraer en dicho lugar. Asimismo los cables de alta tensión que se encontraban allí eran peligrosos. Por tal motivo retiraron a las familias y las trasladaron a otro lugar más seguro.

El nuevo asentamiento requería de un centro de salud para la atención de los pobladores, es por ello que presionaron a las autoridades para que se habilite una pequeña carpa de atención de salud. En el año 1976, específicamente el 20 de febrero de dicho año, se instalaron dos carpas donadas por la cruz roja y el ejército, una de ellas fue ubicada en la Av. Canto Grande, lugar en el que hoy se ubica demográficamente el hospital San Juan de Lurigancho, cuyo primer médico fue el Dr. Chuy Mario, este médico es reconocido por su compromiso y participación en la construcción de la 1° y 2° fase del establecimiento.

En noviembre de 1977, gracias a las diligencias del MINSA, las autoridades locales, las juntas vecinales y pobladores en general, consiguieron que el Ministerio de Vivienda les otorgue un espacio de 1 100 metros cuadrados para la construcción del hospital en estudio. A partir de ese entonces el hospital brinda servicios de salud primarios. Posteriormente en 1992 amplía su cartera de servicios y funciona como Centro de maternidad infantil en el que se habilitaron un total de 26 camillas. Para el año 2005 el hospital fue reconocido como Hospital II-1, con la apertura de cuatro especialidades más de atención médica con un total de 9 camillas de observación y 75 camillas de hospitalización, para atender en promedio a un millón de pacientes, en definitiva la capacidad del hospital no era suficiente para el tamaño de la

población que tenía el distrito. Por lo que para el año 2010 mediante Resolución Directoral N°004-2010-DISA-IV-LIMA ESTE el Hospital San Juan de Lurigancho obtiene la categoría de Hospital Nivel II-2, categoría con la que se mantiene a la fecha actual.

Localización de la empresa.

Actualmente se encuentra ubicada en Av. Canto Grande S/N a la altura del Paradero 11, San Juan de Lurigancho, Lima, Perú.

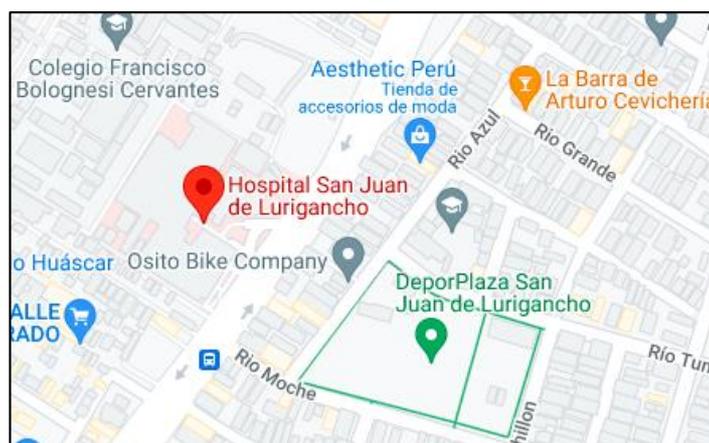


Figura 1. Localización de la empresa Hospital San Juan de Lurigancho

Tabla 2. Información general de la organización

Información general	
Razón Social:	Hospital San Juan de Lurigancho
Tipo de institución:	Estatal
Domicilio legal:	Av. Canto Grande S/N Alt. Pdco 11.
Distrito:	San Juan de Lurigancho
Representante legal:	Juan Carlos Becerra Flores
Resolución Ministerial:	N° 1116-2022-MINSA

Fuente: Propia del autor

El Hospital San Juan de Lurigancho, ofrece a la población una amplia cartera de servicios, el cual fue aprobado mediante R.D. N°1057-2014-DISA-IV-LE-DG-DESP/OAJ. Los cuales se encuentran divididos en 12 especialidades, las cuales se muestran en seguida:

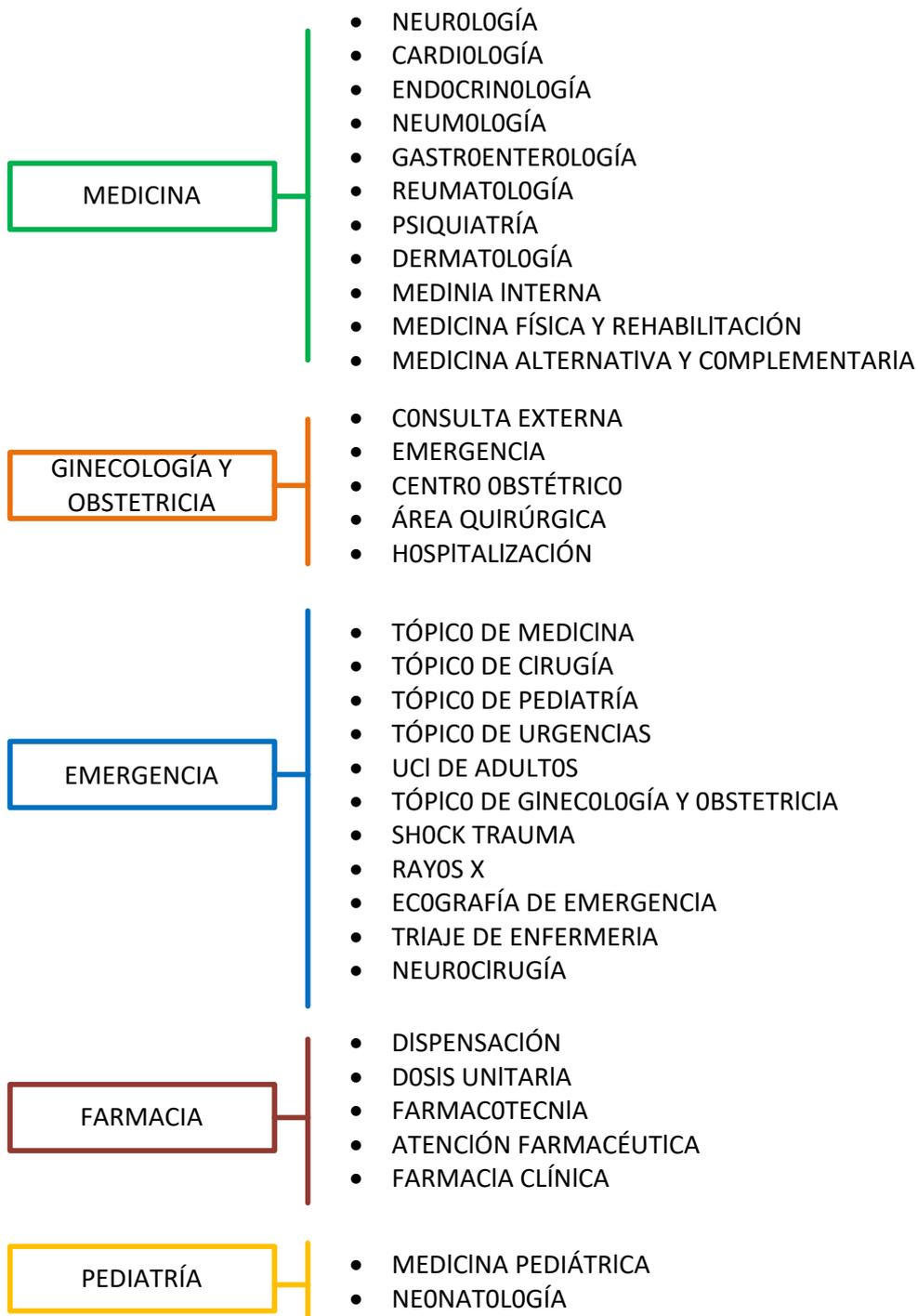




Figura 2. Cartera de servicios que ofrece el Hospital San Juan de Lurigancho

Misión

“Somos un Órgano descentralizado del MINSA, cuya categoría actual es de mediana complejidad, nivel II-2, encargada de otorgar servicios integrales del cuidado de la salud por medio de la atención especializada según la demanda de la comunidad, con cordialidad y atención oportuna, contamos con personal técnico especializado y modernos dispositivos biomédicos”.

Visión

“Ser una institución de salud líder en la prestación de servicios de salud, promoviendo un modelo innovador de atención especializada, que satisfaga la atención integral y de calidad, con una infraestructura óptima, equipos tecnológicos vanguardistas, con desarrollo en investigación y docencia, que fomente la inclusión y la seguridad y salud laboral, que cuente con personal técnico especializado y comprometido, que impulse al desarrollo humano de la comunidad”.

Organigrama

Es un esquema expresivo de la estructura organizacional de una compañía respecto al orden jerárquico, el cual muestra las conexiones y relaciones existentes entre los diversos departamentos que lo componen y quienes las dirigen (Hernández, 2006, p.75)

A continuación en la figura 3 se presenta el organigrama de la institución, se observa que la empresa tiene con mayor grado jerárquico a la Dirección Ejecutiva, la cual tiene como departamentos de apoyo al área administrativa y los departamentos que la componen, así como también las oficinas de informática y estadística y las unidades de planeación estratégica y departamentos médicos de medicina, cirugía, ginecoobstetricia, emergencia y cuidados críticos, anestesiología y centro quirúrgico, apoyo al diagnóstico, apoyo al tratamiento, farmacia, así como el servicio de odontología y departamento de enfermería.

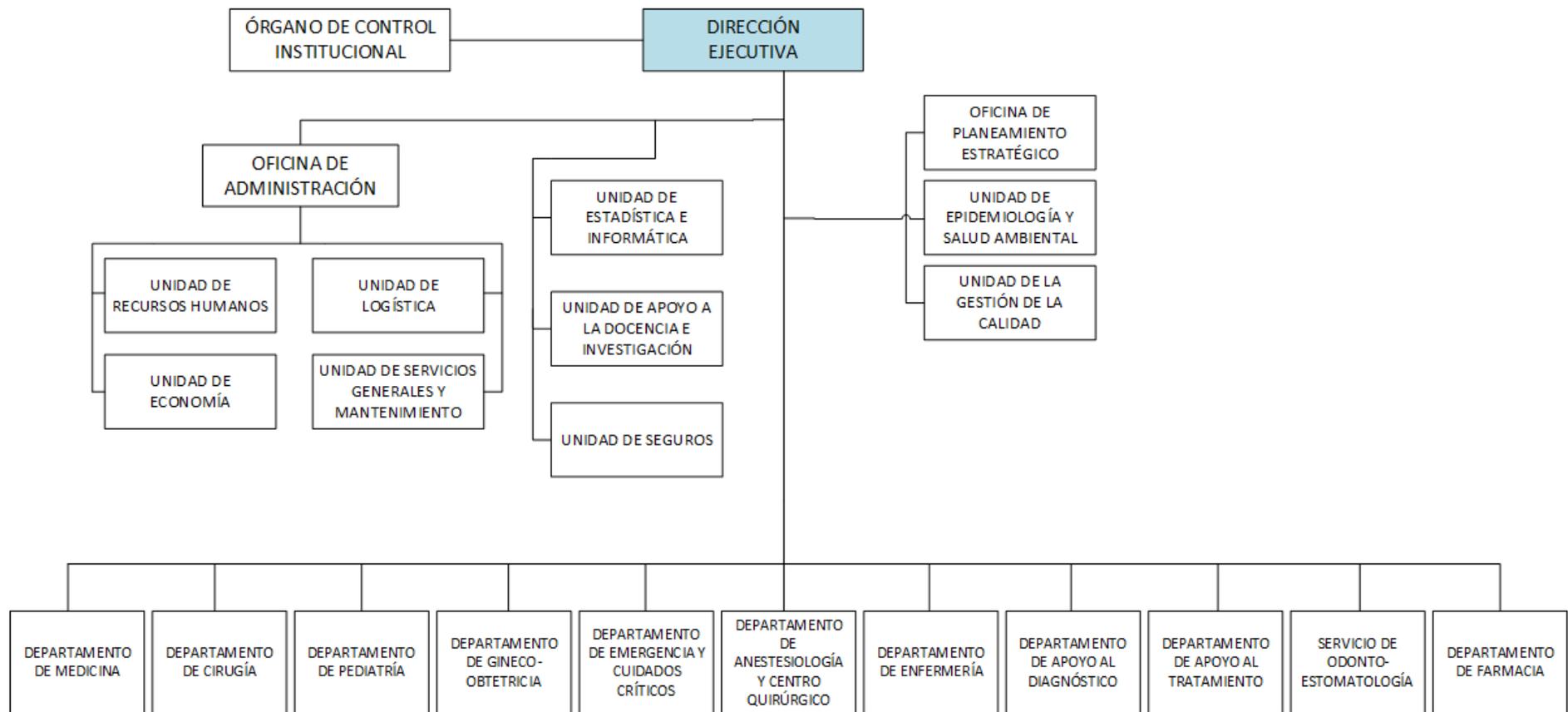


Figura 3. Organigrama estructural del Hospital san Juan de Lurigancho.

Situación del escenario actual del Hospital del Perú (2023) antes de la implementación del Mantenimiento Esbelto

El departamento biomédico forma parte del departamento de la Unidad de Servicios Generales, cuyo principal propósito es elevar la capacidad de operatividad de los equipos del hospital en función de la ejecución y planeación de servicios de sostenimiento y mantenimiento. Además pretende que el hospital disponga de los dispositivos, máquinas y materiales en el momento oportuno para la atención de los pacientes, para lo cual fue necesaria la implementación del mantenimiento programado, mediante la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo. Esto también con la finalidad de minimizar los índices actuales de inoperatividad y deterioro de equipos, evitando fallas súbitas, que a su vez generan mayor inversión financiera para su mantenimiento correctivo. Las deficiencias en el área de estudio respecto a la disponibilidad de dispositivos y maquinarias ya se han visto reflejadas en la atención inoportuna de los pacientes, puesto que al no obtenerse un equipo operativo, el paciente tiene que esperar a que otro equipo se desocupe para finalmente ser atendido. Asimismo, hay una falta de disponibilidad de repuesto y materiales de mantenimiento, por lo que muchos de los aparatos médicos no pueden ser reparados de manera inmediata. En ese marco, fue fundamental realizar un plan de mantenimiento adecuado para contrarrestar este tipo de situaciones. En la figura 4, se observa el diagrama de operaciones actual de la actividad de mantenimiento, el cual consta de siete operaciones, dos inspecciones y cuatro operaciones combinadas. El proceso inicia con la inspección externa del estado de los equipos y sus accesorios, luego se procede a habilitar las herramientas a emplear para probar el funcionamiento del equipo, una vez que se realizó una inspección más profunda sobre los inconvenientes que presenta, se desmonta la carcasa, pernos y la batería. Con el equipo desarmado es posible evaluar el sistema electrónico, de comprobarse que la tarjeta o conectores se encuentran sueltos, se procede a soldar las terminales, asimismo se realiza la limpieza general del interior del equipo. Luego se realiza el montaje del equipo y se efectúa la prueba final de funcionamiento, si todo es correcto se procede a limpiar la parte externa y finalmente se entrega el equipo operativo.

Diagrama de operaciones del proceso de mantenimiento de equipos biomédicos

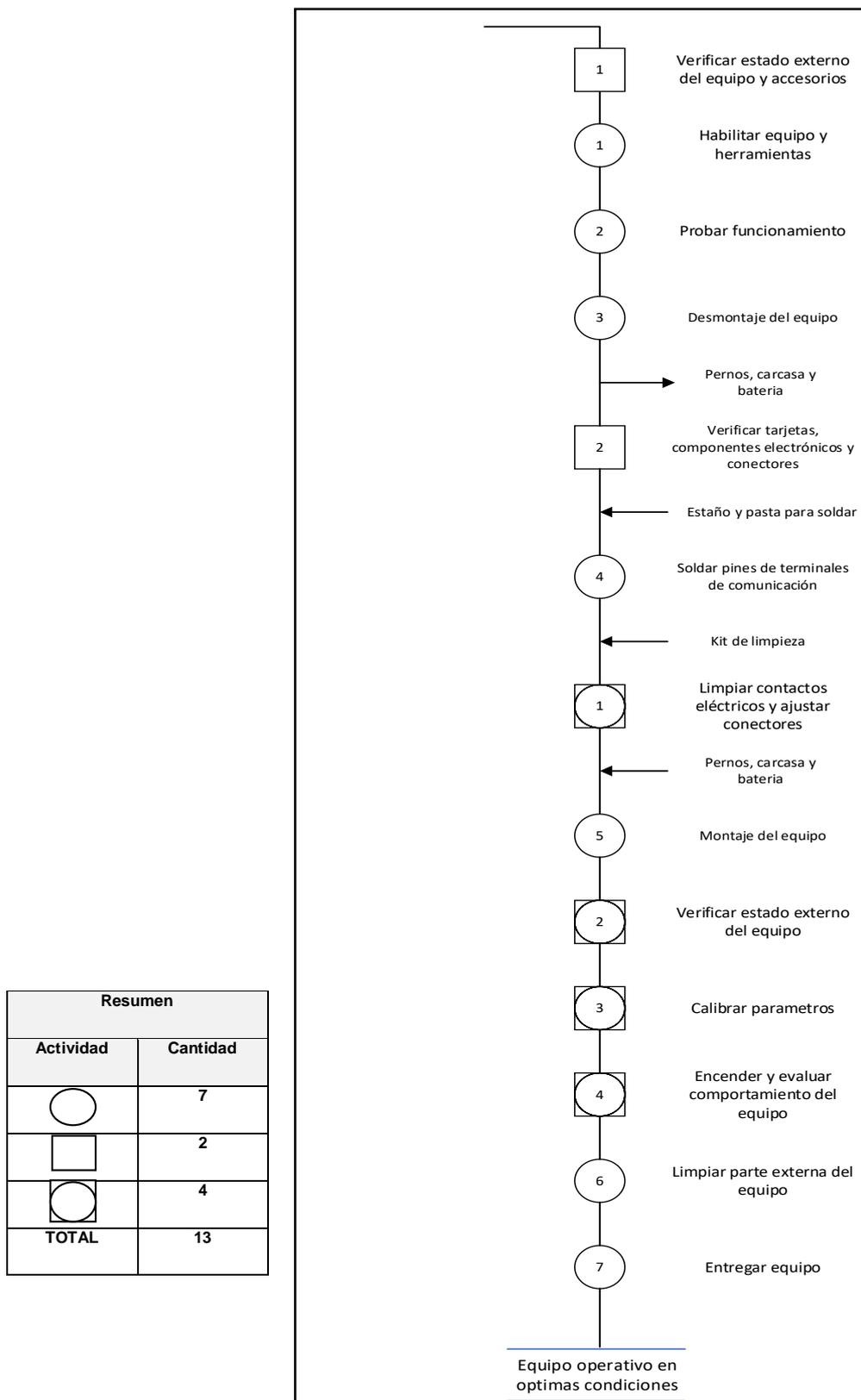


Figura 4. Diagrama de operaciones actual de la actividad de mantenimiento

Prueba Pre-test: Variable dependiente (Disponibilidad)

Se procedió a recolectar los datos del pre-test desde los meses de noviembre a diciembre del período 2022, considerando 8 semanas de recopilación de información. Dicha medición permitió conocer la situación actual del servicio de emergencias uci en el cual están distribuidos los equipos biomédicos en estudio.

Tabla 3. Medición de la disponibilidad (Pre-Test)- Período noviembre 2022

Pre-test del mes de noviembre 2022						
Fecha	Fallas	TTF (horas)	Mantenibilidad	Horas de operación	Fiabilidad	Disponibilidad
01-nov	2	1.65	0.83	7	3.5	0.81
02-nov	1	1.66	1.66	14	14.0	0.89
03-nov	3	7.22	2.41	33	11.0	0.82
04-nov	1	1.85	1.85	6	6.0	0.76
05-nov	2	2.1	1.05	14	7.0	0.87
07-nov	1	1.8	1.80	15	15.0	0.89
08-nov	1	1.33	1.33	15	15.0	0.92
09-nov	3	3.22	1.07	36	12.0	0.92
10-nov	2	2.6	1.30	30	15.0	0.92
11-nov	1	1.74	1.74	32	32.0	0.95
12-nov	3	3.15	1.05	29	9.7	0.90
14-nov	3	3.45	1.15	21	7.0	0.86
15-nov	3	3.75	1.25	34	11.3	0.90
16-nov	1	1.18	1.18	26	26.0	0.96
17-nov	4	5.55	1.39	25	6.3	0.82
18-nov	3	3.63	1.21	19	6.3	0.84
19-nov	3	3.56	1.19	18	6.0	0.83
21-nov	2	2.55	1.28	24	12.0	0.90
22-nov	1	1.68	1.68	22	22.0	0.93
23-nov	3	5.42	1.81	15	5.0	0.73
24-nov	2	3.33	1.67	15	7.5	0.82
25-nov	3	4.17	1.39	19	6.3	0.82
26-nov	2	2.5	1.25	15	7.5	0.86
28-nov	1	1.5	1.50	15	15.0	0.91
29-nov	1	1.33	1.33	18	18.0	0.93
30-nov	3	3.83	1.28	28	9.3	0.88
Promedio			1.43		11.7	0.87

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°3 se puede visualizar las mediciones realizadas en el departamento de uci del hospital SJL, cuyos datos fueron recolectados en el período de noviembre del año 2022. Se obtuvieron como resultados un promedio de fiabilidad de los equipos de 11.7 y una mantenibilidad de 1.43, el cual indica que se presentó un valor relativamente alto asociado al tiempo y número de fallas detectadas, obteniendo así un índice de disponibilidad correspondiente a un 87%.

Tabla 4. *Medición de la disponibilidad (Pre-Test)- Período diciembre 2022*

Pre-test del mes de diciembre 2022						
Fecha	FALLAS	TTF (horas)	MANTENIBILIDAD	HORAS OP.	FIABILIDAD	DISPONIBILIDAD
01-dic	3	1.65	0.55	7	2.3	0.81
02-dic	3	1.66	0.55	18	6.0	0.92
03-dic	2	7.22	3.61	33	16.5	0.82
05-dic	1	1.85	1.85	6	6.0	0.76
06-dic	1	2.1	2.10	14	14.0	0.87
07-dic	1	1.8	1.80	15	15.0	0.89
08-dic	1	1.33	1.33	15	15.0	0.92
09-dic	2	3.22	1.61	36	18.0	0.92
10-dic	2	2.6	1.30	30	15.0	0.92
12-dic	1	1.74	1.74	32	32.0	0.95
13-dic	3	3.15	1.05	15	5.0	0.83
14-dic	3	3.45	1.15	21	7.0	0.86
15-dic	2	3.75	1.88	34	17.0	0.90
16-dic	1	1.18	1.18	15	15.0	0.93
17-dic	4	5.55	1.39	25	6.3	0.82
19-dic	3	3.63	1.21	19	6.3	0.84
20-dic	4	3.56	0.89	18	4.5	0.83
21-dic	1	2.55	2.55	30	30.0	0.92
22-dic	1	1.68	1.68	22	22.0	0.93
23-dic	3	5.42	1.81	15	5.0	0.73
24-dic	1	3.33	3.33	15	15.0	0.82
26-dic	3	4.17	1.39	19	6.3	0.82
27-dic	2	2.5	1.25	15	7.5	0.86
28-dic	1	1.5	1.50	15	15.0	0.91
29-dic	1	1.33	1.33	18	18.0	0.93
30-dic	2	3.83	1.92	15	7.5	0.80
Promedio			1.62		12.4	0.86

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°4 se puede visualizar las mediciones realizadas en el departamento de uci del hospital SJL, cuyos datos fueron recolectados en el período de diciembre del año 2022. Se obtuvieron como resultados un promedio de fiabilidad de los equipos de 12.4 y una mantenibilidad de 1.62. Por ende se obtuvo un índice de disponibilidad correspondiente a un 86%, lo que indica que se presentó mayor indisposición de los equipos dentro del área de estudio respecto a la medición del período anterior.

Para el cálculo de dichos indicadores se emplearon las siguientes fórmulas:

Disponibilidad:

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ Medio\ entre\ Fallas}{Tiempo\ medio\ entre\ fallas + Tiempo\ medio\ de\ Reparación}$$

Fiabilidad:

$$Tiempo\ Medio\ Entre\ Fallas = \frac{Horas\ de\ Operación}{\Sigma N^{\circ} Fallas\ Detectadas}$$

Mantenibilidad:

$$Tiempo\ Medio\ de\ Reparación = \frac{Tiempo\ Total\ de\ Fallas}{\Sigma N^{\circ} Fallas\ Detectadas}$$

Tabla 5. Resumen de la disponibilidad Pre-Test 2022

Mes	Fiabilidad	Mantenibilidad	Disponibilidad
NOVIEMBRE	11.7	1.43	87%
DICIEMBRE	12.4	1.62	86%
PROMEDIO	12.05	1.52	86.5%

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°5 se puede visualizar el promedio de la dimensión disponibilidad, así como de sus indicadores de fiabilidad y mantenibilidad durante el período de evaluación Pre- Test llevado a cabo desde los meses de noviembre a diciembre. Cuyos datos arrojados en el procesamiento indican un porcentaje de disponibilidad del 86.5%, lo que muestra que se presentaron casos de equipos biomédicos que no se encontraban en condiciones adecuadas para ser utilizados. Por lo que, queda en evidencia la necesidad de incrementar el índice de disponibilidad mediante la ejecución del mantenimiento esbelto, ya que en este tipo de organizaciones

encargadas de velar por la salud de los pacientes es sumamente importante reducir al máximo el margen de fallas de los equipos para mejorar la capacidad de respuesta ante las emergencias que se suscitan por la misma naturaleza del área en estudio.

3.5.2. Propuesta de mejora

Teniendo un amplio panorama de la situación pre implementación en la que se encontraba el hospital, se consideró conveniente abordar diversas alternativas de resolución que permitan restaurar los resultados y adquirir mejoras en la disponibilidad de los equipos biomédicos del hospital, aplicando el mantenimiento esbelto a través del mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. En seguida se explican las actividades de ejecución de la propuesta de solución:

Primera fase: Gestiones preliminares

Solicitar la autorización

En primera instancia se procedió a solicitar una junta con el director ejecutivo de la institución de salud, con la finalidad de dialogar y exponer las actividades programadas para la implementación de la alternativa de mejora. De igual forma gestionar la firma del documento de autorización para llevar a cabo las actividades de ejecución que forman parte del programa del presente estudio

Segunda fase: Aplicación del mantenimiento esbelto

Posteriormente se propuso iniciar con la ejecución del mantenimiento esbelto, mediante la implantación del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para elevar el índice de disponibilidad de los dispositivos y aparatos biomédicos, de tal forma que esto pueda generar beneficios en la atención de los pacientes de este centro de salud. Para verificar el estado actual de los dispositivos se propuso llevar a cabo una revisión general de los equipos del área denominada inspección piloto, en esta verificación se encontrarán los dispositivos en sus condiciones habituales, lo que permitirá tener un panorama amplio sobre la situación actual para la correcta ejecución de las actividades programadas. En esta fase se propuso investigar la operatividad de las máquinas y las fallas que estos puedan presentar, de igual manera verificar si los dispositivos en general tienen mantenimientos básicos de limpieza.

Sensibilización al personal encargado del área de Biomédica

Se efectuó una reunión con el personal participante del área de Biomédica con el propósito de dar a conocer la nueva técnica que se aplicara, asimismo, se proporcionó información teórica relevante y la trascendencia de implantar el mantenimiento programado en el área para acrecentar el índice de disponibilidad de los dispositivos biomédicos de la institución. Finalmente, se explicó la programación de actividades y las fechas de ejecución por cada fase, esto fue fundamental para que los colaboradores puedan participar adecuadamente en dichas tareas.

Sensibilización con el personal operador de las máquinas y dispositivos médicos

Se efectuó una reunión con el personal operador de los equipos biomédicos con el propósito de concientizarlos sobre la importancia del rol que desempeñan en el incremento de la disponibilidad de máquinas y dispositivos biomédicos y dar a conocer la nueva técnica que se aplicará. Finalmente, se explicó la programación de actividades y las fechas de ejecución por cada fase, esto fue fundamental para que los colaboradores puedan participar adecuadamente en dichas tareas.

a. Implementación del mantenimiento preventivo.

Definir actividades del mantenimiento preventivo

Para iniciar esta actividad se realizó la limpieza, la estandarización del orden en el área de trabajo, posterior a ello se realizó la descripción de las actividades de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos a intervenir, siguiendo las recomendaciones establecidas en el manual de servicio técnico de cada equipo biomédico.

Capacitación al personal de mantenimiento área de biomédica

Se brindó los alcances y finalidad a lograr con la implementación del mantenimiento esbelto, así como se realizó una capacitación sobre el procedimiento de las actividades de mantenimiento preventivo, considerando el uso de instrumentación de medición de valores normales en los equipos.

Ejecución de actividades de mantenimiento preventivo

Se realizó el acompañamiento al personal encargado de la ejecución del mantenimiento preventivo a los servicios asistenciales, con la finalidad de asegurar el procedimiento adecuado de intervención.

b. Implementación del mantenimiento correctivo

Definir actividades del mantenimiento correctivo.

Para iniciar esta actividad se realizó la limpieza, la estandarización del orden en el área de trabajo, posterior a ello se realizó la descripción de las actividades de mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos a intervenir, siguiendo las recomendaciones establecidas en el manual de servicio técnico de cada equipo.

Capacitación en el procedimiento de mantenimiento correctivo al personal de mantenimiento del área de biomédica

Se brindó los alcances y finalidad a lograr con la implementación del mantenimiento esbelto así como se realizó una capacitación sobre el procedimiento de las actividades de mantenimiento correctivo, teniendo en consideración el uso del manual de servicio técnico - instrumentación de medición de valores normales en los equipos biomédicos.

Ejecución de actividades de mantenimiento correctivo

Se realizó el acompañamiento al personal encargado de la ejecución del mantenimiento correctivo a los servicios asistenciales, con la finalidad de asegurar el procedimiento adecuado de intervención.

Tercera fase: Gestiones complementarias

Fortalecimiento de capacidades.

Capacitación final para el fortalecimiento de la aplicación del mantenimiento esbelto al personal operador y técnico de equipos biomédicos.

Recopilación de datos

Se realizó el registro diario de los indicadores involucrados en la disponibilidad de equipos biomédicos en la institución desde los meses de marzo a abril, siendo un

total 8 semanas de medición post implementación de la propuesta de solución. Para luego procesar los resultados en software.

Tabla 6. Cronograma de ejecución de la propuesta de mejora.

Actividad		Período 2023										
		Febrero	Marzo					Abril			Mayo	
		Semanas										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fase I	Gestiones preliminares											
	Solicitar la autorización de la alta dirección.	x										
Fase II	Aplicación del mantenimiento esbelto											
	Reunión de sensibilización con el personal encargado del área de Biomédica.		x									
	Reunión de sensibilización con el personal operador de los equipos biomédicos.		x									
	Implementación del mantenimiento preventivo											
	Definir actividades del mantenimiento preventivo.	x										
	Capacitación en el procedimiento de mantenimiento preventivo al personal del área de biomédica.	x										
	Ejecución de actividades de mantenimiento preventivo.		x									
	Implementación del mantenimiento correctivo											
	Definir actividades del mantenimiento correctivo.	x										
	Capacitación en el procedimiento de mantenimiento correctivo al personal del área de biomédica.	x										
Ejecución de actividades de mantenimiento correctivo.		x										
Fase III	Gestiones complementarias.											
	Fortalecimiento de capacidades.			x	x	x	x	x	x	x	x	
	Recopilación de datos.											x

Fuente: Propia del autor

Ejecución de las actividades programadas

La ejecución de las actividades programadas en el cronograma de implementación del presente estudio, se encontró constituida por tres etapas, cuyo desarrollo se explicará de manera detallada en seguida:

Primera fase. Gestiones Preliminares

- a. Solicitar la autorización de la alta dirección.



Figura 5. Evidencia 1 de la reunión con la alta dirección



Figura 6. Evidencia 2 de la reunión con la alta dirección 2

La figura N° 5 y N° 6, muestran la puesta en marcha de la primera etapa de implementación. En primera instancia se procedió a solicitar una junta con el director ejecutivo de la institución de salud, con la finalidad de dialogar y exponer las actividades programadas para la implementación de la alternativa de mejora. De igual forma gestionar la firma del documento de autorización para llevar a cabo las actividades de ejecución que forman parte del programa del presente estudio, tal como lo muestra el anexo 4.

Segunda fase: Aplicación del mantenimiento esbelto

Posteriormente se dio inicio a la ejecución del mantenimiento esbelto, mediante la implantación del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo para elevar el índice de disponibilidad de los dispositivos y aparatos biomédicos, de tal forma que esto pueda generar beneficios en la atención de los pacientes de este centro de salud. Para verificar el estado actual de los dispositivos se llevó a cabo una revisión general de los equipos del área denominada inspección piloto, en esta verificación se encontraron diversos dispositivos en condiciones inaceptables, algunos no se encontraban operativos, mientras que otros presentaban fallas por no estar calibrados, de igual manera se evidenció un descuido de los equipos en general ya que no se les realizaba ni el mantenimiento básico de limpieza.



Figura 7. Evidencias de inspección piloto a los equipos del área de estudio 1



Figura 8. Evidencias de inspección piloto a los equipos del área de estudio 2

Sensibilización al personal encargado del área de Biomédica

Se efectuó una reunión con el personal participante del área de Biomédica con el propósito de dar a conocer la nueva técnica que se aplicara, asimismo, se proporcionó información teórica relevante y la trascendencia de implantar el mantenimiento programado en el área para acrecentar el índice de disponibilidad de los dispositivos biomédicos de la institución. Finalmente, se explicó la programación de actividades y las fechas de ejecución por cada fase, esto fue fundamental para que los colaboradores puedan participar adecuadamente en dichas tareas.

Sensibilización con el personal operador de las máquinas y dispositivos médicos

Se efectuó una reunión con el personal operador de los equipos biomédicos con el propósito de concientizarlos sobre la importancia del rol que desempeñan en el incremento de la disponibilidad de máquinas y dispositivos biomédicos y dar a conocer la nueva técnica que se aplicará. Finalmente, se explicó la programación de actividades y las fechas de ejecución por cada fase, esto fue fundamental para que los colaboradores puedan participar adecuadamente en dichas tareas.



Figura 9. Sensibilización al personal operador de los equipos biomédicos 1



Figura 10. Sensibilización al personal operador de los equipos biomédicos 2

a. Implementación del mantenimiento preventivo

Definir actividades del mantenimiento preventivo

Para iniciar esta actividad se realizó la limpieza, la estandarización del orden en el área de trabajo, posterior a ello se realizó la descripción de las actividades de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos a intervenir, siguiendo las recomendaciones establecidas en el manual de servicio técnico de cada equipo biomédico.



Figura 11. Definición de actividades del mantenimiento preventivo

Tabla 7. Actividades de mantenimiento preventivo-ventilador mecánico

Actividades de mantenimiento preventivo ventilador mecánico
Realizar el procedimiento de inspección para el ventilador mecánico
Apagar y desconectar el equipo del tomacorriente
Desmontaje integral del equipo
Cambio del kit de compresor (según corresponda si es compresor o turbina, y la cantidad de horas de uso)
Cambio del kit del módulo de ventilación
Cambio de detector de O ₂ (oxígeno)
Calibración de detector de O ₂ (oxígeno)
Cambio de sensores de flujo
Evaluación de sensores de flujo
Certificación del funcionamiento de las botoneras y selectores
Verificación del estado de las tarjetas electrónicas
Limpieza de contactos
Cambio de baterías
Medición de corrientes de fuga
Medición del estado de la puesta a tierra
Armado del equipo y pruebas de operatividad

Fuente: Propia del autor

Capacitación en el procedimiento de mantenimiento preventivo al personal de mantenimiento del área biomédica.

Se brindó los alcances y finalidad a lograr con la implementación del mantenimiento esbelto, así como se realizó una capacitación sobre el procedimiento de las actividades de mantenimiento preventivo, teniendo en consideración el uso de instrumentación de medición de valores normales en los equipos biomédicos.



Figura 12. Reunión de sensibilización del mantenimiento preventivo 1



Figura 13. Reunión de sensibilización del mantenimiento preventivo 2

Ejecución de actividades de mantenimiento preventivo

Se realizó el acompañamiento al personal encargado de la ejecución del mantenimiento preventivo a los servicios asistenciales, con la finalidad de asegurar el procedimiento adecuado de intervención. Al finalizar la actividad este será registrado en una orden de trabajo de mantenimiento (OTM) previamente actualizada.



Figura 14. Ejecución de actividades del mantenimiento preventivo 1



Figura 15. Ejecución de actividades del mantenimiento preventivo 2



ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

(Llenado por Servicio de Mantenimiento)

DEPENDENCIA DE SALUD	N°	DÍA	MES	AÑO
HOSPITAL SAN JUAN DE LURIGANCHO	029	23	02	2023

(Para ser llenado por la UPSS/Área solicitante)

ÁREA USUARIA	UBICACIÓN FÍSICA
DEPARTAMENTO DE EMERGENCIA	EMERGENICA - UCI

DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	C/P
VENTILADOR VOLUMETRICO	MAQUET	SERVO-I	58775	SCP

PROBLEMA PRESENTADO EN EL EQUIPO
Inspección de partes, componentes y accesorios del equipo.

FIRMA Y SELLO DEL SOLICITANTE	DÍA	MES	AÑO	FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN	DÍA	MES	AÑO
	23	02	2023		23	02	2023

(Para ser llenado por el Servicio de Mantenimiento)

DIAGNÓSTICO TÉCNICO	PRIORIDAD
Mantenimiento preventivo.	Muy urgente
	Urgente
	Programar
	X

FIRMA Y SELLO JEFE DE MANTENIMIENTO	DÍA	MES	AÑO	MODALIDAD DE ATENCIÓN
	23	02	2023	Personal Propio
				Terceros
				X

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO EJECUTADO
Se realizó inspección externa de las partes, componentes y accesorios del equipo.
Se procedió a realizar el desarmar desarmar del equipo según recomendaciones del fabricante en el manual de servicio.
Se procedió a realizar la remoción de partículas de polvo y componentes de suciedad adheridas a las partes internas.
Se procedió a realizar el armado del equipo, pruebas de operatividad y puesta en funcionamiento del equipo

FECHA DE INICIO	23	02	2023	FECHA TÉRMINO	23	02	2023	COSTO DEL SERVICIO	S/. -
-----------------	----	----	------	---------------	----	----	------	--------------------	-------

RECOMENDACIONES
El operador del equipos biomédico deberá realizar la solicitud de los sensores de flujo, oxígeno y válvula de exhalación, a fin de mantener disponible el equipo biomédico. El operador deberá realizar inspección externas periódicas del equipo biomédico

EJECUTADO POR	FIRMA
49. Henry López Gallegos	
50.	

Figura 16. Orden de trabajo de mantenimiento preventivo

b. Implementación del mantenimiento correctivo

Definir actividades del mantenimiento correctivo.

Para iniciar esta actividad se realizó la limpieza, la estandarización del orden en el área de trabajo, posterior a ello se realizó la descripción de las actividades de mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos a intervenir, siguiendo las recomendaciones establecidas en el manual de servicio técnico de cada equipo biomédico.

Tabla 8. *Actividades de mantenimiento correctivo-monitor de signos vitales*

Actividades de mantenimiento correctivo monitor de signos vitales
Realizar el procedimiento de inspección para monitor multiparametros
Apagar y desconectar el equipo del tomacorriente
Desmontaje integral del equipo
Prueba de fugas en el parámetro PANI
Calibración de PANI – reemplazo del brazaletes PANI
Verificación de los demás parámetros mediante simulador
Verificar el funcionamiento de las botoneras y selector
Calibrar la pantalla táctil
Verificación del estado de las tarjetas electrónicas
Limpieza de contactos
Cambio de baterías
Medición de corrientes de fuga
Medición del estado de la puesta a tierra
Amado del equipo y pruebas de operatividad

Fuente: Propia del autor

Capacitación en el procedimiento de mantenimiento correctivo al personal del área de mantenimiento

Se brindó los alcances y finalidad a lograr con la implementación del mantenimiento esbelto así como se realizó una capacitación sobre el procedimiento de las actividades de mantenimiento correctivo, teniendo en consideración el uso del

manual de servicio técnico e instrumentación de medición de valores normales en los equipos biomédicos.

Durante la capacitación se empleó material audiovisual a fin de que el personal de mantenimiento pueda tener una mejor comprensión sobre los procedimientos a seguir respecto a las actividades del mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos. Tal como se puede visualizar en las evidencias fotográficas mostradas a continuación:



Figura 17. Evidencias de capacitación sobre mantenimiento correctivo 1



Figura 18. Evidencias de capacitación sobre mantenimiento correctivo 2



Figura 19. Evidencias de capacitación sobre mantenimiento correctivo 3

Ejecución de actividades de mantenimiento correctivo

Se realizó el acompañamiento al personal encargado de la ejecución del mantenimiento correctivo a los servicios asistenciales, con la finalidad de asegurar el procedimiento adecuado de intervención.



Figura 20. Ejecución de actividades del mantenimiento correctivo

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

(Llenado por Servicio de Mantenimiento)

DEPENDENCIA DE SALUD	N°	DÍA	MES	AÑO
HOSPITAL SAN JUAN DE LURIGANCHO	053	18	04	2023

(Para ser llenado por la UPSS/Área solicitante)

ÁREA USUARIA	UBICACIÓN FÍSICA
DEPARTAMENTO DE EMERGENCIA	EMERGENCIA – UCI

DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	C/P
VENTILADOR VOLUMETRICO	DRAGER	INFINITY EVITA V 500	ASMA-0120	SCP

PROBLEMA PRESENTADO EN EL EQUIPO
EQUIPO NO SE ENCUENTRA DISPONIBLE PARA EL USO EN PACIENTES

FIRMA Y SELLO DEL SOLICITANTE	DÍA	MES	AÑO	FIRMA Y SELLO DE RECEPCIÓN	DÍA	MES	AÑO
	18	04	2023		18	04	2023

(Para ser llenado por el Servicio de Mantenimiento)

DIAGNÓSTICO TÉCNICO	PRIORIDAD	
Mantenimiento correctivo	Muy urgente	X
	Urgente	
	Programar	

FIRMA Y SELLO JEFE DE MANTENIMIENTO	DÍA	MES	AÑO	MODALIDAD DE ATENCIÓN	
	18	04	2023	Personal Propio	X
				Terceros	

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO EJECUTADO
Se realizó inspección externa de las partes, componentes y accesorios del equipo.
Se procedió a realizar el desarmado desarmaje del equipo según recomendaciones del fabricante en el manual de servicio.
Se procedió a realizar el mantenimiento correctivo de la tarjeta electrónica de control, se removió partículas de polvo y componentes de suciedad adheridas a las partes internas.
Se procedió a realizar el armado del equipo, pruebas de operatividad y puesta en funcionamiento del equipo

FECHA DE INICIO	18	04	2023	FECHA TÉRMINO	18	04	2023	COSTO DEL SERVICIO	S/. -
------------------------	----	----	------	----------------------	----	----	------	---------------------------	-------



RECOMENDACIONES
El operador del equipo biomédico deberá realizar inspección de manera rutinaria.

EJECUTADO POR	FIRMA
1. Henry López Gallegos	
2.	

Figura 21. Orden de Trabajo de mantenimiento correctivo

Cálculo de indicadores del Mantenimiento Esbelto

Mantenimiento preventivo

$$IMP = \frac{NeMP}{TE} * 100$$

IMP: indicador de Mantenimiento preventivo

NeMP: Número de equipos con MP

TE: Total de equipos

$$IMP = \frac{NeMP}{TE} * 100 = \frac{35}{40} * 100 = 87.5\%$$

Con el cálculo respectivo se pudo determinar que de un total de 40 equipos biométricos, con la implementación de los procedimientos de mantenimiento preventivo se pudo efectuar el mantenimiento a 35 equipos. Por lo que como resultante se obtuvo un índice de 87.5%.

Mantenimiento correctivo

$$IMC = \frac{NeMC}{TE} * 100$$

IMC: Indicador de mantenimiento correctivo.

NeMc: Número de equipos con MC

TE: Total de equipos

$$IMC = \frac{NeMC}{TE} * 100 = \frac{5}{40} * 100 = 12.5\%$$

Con el cálculo respectivo se pudo determinar que de un total de 40 equipos biométricos, con la implementación de los procedimientos de mantenimiento correctivo se pudo efectuar el mantenimiento a 5 equipos. Por lo que como resultante se obtuvo un índice de 12.5%

Con estos indicadores se pudo evidenciar que posterior a la implementación del mantenimiento esbelto se presenta un mayor número de mantenimientos preventivos de 20 a 35 equipos y una reducción del número de mantenimientos correctivos de 10 a 5 equipos, ya que actualmente se presentan menos fallas imprevistas de los equipos gracias a la ejecución de mantenimientos preventivos.

Recolección de información Post-Test

Variable dependiente (Disponibilidad)

Se procedió a recolectar los datos del post-test desde los meses de marzo a abril del período 2023, considerando 8 semanas de recopilación de información. Dicha medición permitió conocer la situación del área luego de la implementación.

Tabla 9. Medición de la disponibilidad (Post-Test)- Período marzo 2023

Post-test del mes de marzo -2023						
Fecha	Fallas	TTF (horas)	Mantenibilidad	Horas de operación	Fiabilidad	Disponibilidad
01-mar	1	0.67	0.67	18	18.0	0.96
02-mar	0	0	0.00	33	0.0	1.00
03-mar	2	1.5	0.75	17	8.5	0.92
04-mar	1	1.92	1.92	41	41.0	0.96
06-mar	2	1.52	0.76	19	9.5	0.93
07-mar	1	1.5	1.50	22	22.0	0.94
08-mar	1	1.33	1.33	27	27.0	0.95
09-mar	1	0.68	0.68	25	25.0	0.97
10-mar	2	1.2	0.60	31	15.5	0.96
11-mar	1	1	1.00	17	17.0	0.94
13-mar	2	0.68	0.34	30	15.0	0.98
14-mar	1	3.75	3.75	42	42.0	0.92
15-mar	1	0.85	0.85	12	12.0	0.93
16-mar	1	1.17	1.17	29	29.0	0.96
17-mar	2	1.45	0.73	18	9.0	0.93
18-mar	1	1.22	1.22	22	22.0	0.95
20-ene	2	0.68	0.34	33	16.5	0.98
21-ene	2	1.33	0.67	24	12.0	0.95
22-ene	1	1.67	1.67	29	29.0	0.95
23-ene	2	0.88	0.44	29	15	0.97
24-ene	2	1.5	0.75	37	19	0.96
25-ene	1	1.4	1.40	31	31	0.96
27-mar	2	2.5	1.25	27	14	0.92
28-mar	1	1.5	1.50	27	27	0.95
29-mar	1	1.2	1.20	32	32	0.96
30-mar	2	0.6	0.30	28	14	0.98
Promedio			1.03		20.02	0.95

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°9 se puede visualizar las mediciones realizadas en el departamento de uci del hospital SJL, cuyos datos fueron recolectados en el período de marzo del año 2023. Se obtuvieron como resultados un promedio de fiabilidad de los equipos de 20.02 y una mantenibilidad de 1.03, obteniendo así un índice de disponibilidad correspondiente a un 95%.

Tabla 10. *Medición de la disponibilidad (Post-Test)- Período abril 2023*

Post-Test del mes de abril - 2023						
Fecha	Fallas	TTF (horas)	Mantenibilidad	Horas de operación	Fiabilidad	Disponibilidad
01-abr	1	0.41	0.41	18	18.0	0.98
03-abr	1	0.66	0.66	14	14.0	0.95
04-abr	3	1.26	0.42	33	11.0	0.96
05-abr	1	0.23	0.23	6	6.0	0.96
06-abr	2	0.38	0.19	14	7.0	0.97
07-abr	1	1.8	1.80	15	15.0	0.89
08-abr	1	1.33	1.33	15	15.0	0.92
10-abr	3	1.12	0.37	36	12.0	0.97
11-abr	2	0.5	0.25	30	15.0	0.98
12-abr	1	1.74	1.74	32	32.0	0.95
13-abr	3	0.15	0.05	29	9.7	0.99
14-abr	3	1.47	0.49	21	7.0	0.93
15-abr	3	0.75	0.25	34	11.3	0.98
17-abr	1	1.18	1.18	26	26.0	0.96
18-abr	4	0.55	0.14	25	6.3	0.98
19-abr	3	1.63	0.54	19	6.3	0.92
20-abr	3	0.56	0.19	18	6.0	0.97
21-abr	2	0.21	0.11	24	12.0	0.99
22-abr	1	1.68	1.68	22	22.0	0.93
24-abr	3	0.42	0.14	15	5.0	0.97
25-abr	2	1.33	0.67	15	7.5	0.92
26-abr	3	1.14	0.38	19	6.3	0.94
27-abr	2	0.5	0.25	15	7.5	0.97
28-abr	1	1.5	1.50	15	15.0	0.91
29-abr	1	0.1	0.10	18	18.0	0.99
30-abr	3	1.83	0.61	28	9.3	0.94
Promedio			0.60		12.3	0.96

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°10 se puede visualizar las mediciones realizadas en el departamento de uci del hospital SJL, cuyos datos fueron recolectados en el período de abril del año 2022. Se obtuvieron como resultados un promedio de fiabilidad de los equipos de 12.3 y una mantenibilidad de 0.60. Por ende se obtuvo un índice de disponibilidad correspondiente a un 96%, lo que indica que se presentó mayor disposición de los equipos dentro del área de estudio respecto a la medición del período anterior.

Tabla 11. *Resumen de la disponibilidad Post-Test 2023*

Mes	Fiabilidad	Mantenibilidad	Disponibilidad
MARZO	20.02	1.03	95%
ABRIL	12.3	0.60	96%
PROMEDIO	16.16	0.81	95.5%

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°11 se puede visualizar el promedio de la dimensión disponibilidad, así como de sus indicadores de fiabilidad y mantenibilidad durante el período de evaluación Post- Test llevado a cabo en los meses de marzo y abril. Cuyos datos arrojados en el procesamiento indican un porcentaje promedio de disponibilidad del 95.5%. Los datos logrados son el resultado de la implementación del programa de mantenimiento esbelto, ya que actualmente los equipos biomédicos presentan una mayor disponibilidad gracias a que dichos equipos se encuentran en buenas condiciones para ser utilizados.

Evaluación de resultados Pre-Test y Post-Test

En seguida se procede a realizar una evaluación y comparación de los datos obtenidos en ambas mediciones pre y post ejecución, a fin de determinar de manera exacta cuánto fue el porcentaje de mejora tanto de las dimensiones como de la misma variable dependiente. Tal como se puede observar en la tabla 12, en ella se muestra el resumen de los datos obtenidos en ambas mediciones.

Tabla 12. *Comparación de datos pre-post test*

Período	Mantenibilidad	Fiabilidad	Disponibilidad
Pre-test	1.52	12.05	86.5%
Post-test	0.82	16.16	95.5%

Fuente: Propia del autor

Evaluación de índice de variación de resultados

Mantenibilidad

$$\text{índice de variación} = \frac{1.52 - 0.82}{1.52} = 0.46 \approx 46\%$$

Fiabilidad

$$\text{índice de variación} = \frac{16.16 - 12.05}{12.05} = 0.34 \approx 34\%$$

Disponibilidad

$$\text{índice de variación} = \frac{0.955 - 0.865}{0.865} = 0.10 \approx 10\%$$

En la tabla N°12, se puede visualizar la comparación de la data obtenida durante los períodos de ejecución pre y post test tanto para la variable dependiente de la disponibilidad obteniendo un porcentaje de variación de resultados de 10%, así como de sus dimensiones de mantenibilidad y fiabilidad, los cuales presentaron un índice de mejora de 46% y 34% respectivamente. Por lo que a estas alturas del estudio se puede afirmar que la aplicación del mantenimiento esbelto en el área de estudio del Hospital de SJL, contribuyó en la mejora de los resultados respecto a la disponibilidad de equipos biomédicos.

Análisis económico financiero

Presupuesto de recursos empleados en la implementación

Presupuesto de recursos humanos

A continuación se exponen los aportes monetarios destinados para los recursos humanos necesarios en la ejecución de la propuesta de implementación denominado mantenimiento esbelto.

Tabla 13. Presupuesto del recurso humano

Presupuesto de Recurso Humano							
N°	Actividad propuesta	Participantes	Cantidad	Horas utilizadas	Costo por hora	Costo Total	Costo por actividad
Fase I: Gestiones Preliminares							S/ 50.00
1°	Solicitud de autorización de recolección y procesamiento de datos	Director ejecutivo	1	2.00	S/ 25.00	S/ 50.00	
Fase II: Aplicación del mantenimiento esbelto							
Actividades previas							S/ 112.50
1°	Reunión de sensibilización	Jefe del área biomédica	1	2.00	S/ 7.50	S/ 15.00	
2°	Reunión de sensibilización	Personal operador de quipos biomédicos	6	3.00	S/ 5.42	S/ 97.50	
Implementación del mantenimiento preventivo							S/ 617.31
1°	Definir actividades de mantenimiento preventivo	Tesista	1	3.00	S/ 4.27	S/ 12.81	
2°	Limpieza del área	Personal del área biomédica	6	3.30	S/ 5.42	S/ 107.25	
3°	Estandarización del área	Personal del área biomédica	6	2.00	S/ 5.42	S/ 65.00	
4°	Capacitación al personal	Personal del área biomédica	6	1.30	S/ 5.42	S/ 42.25	
5°	Ejecución de actividades de mantenimiento preventivo	Personal del área biomédica	6	12.00	S/ 5.42	S/ 390.00	
Implementación del mantenimiento correctivo							S/ 487.31
1°	Definir actividades de mantenimiento correctivo	Tesista	1	3.00	S/ 4.27	S/ 12.81	
2°	Limpieza del área	Personal del área biomédica	6	3.30	S/ 5.42	S/ 107.25	
3°	Estandarización del área	Personal del área biomédica	6	2.00	S/ 5.42	S/ 65.00	
4°	Capacitación al personal	Personal del área biomédica	6	1.30	S/ 5.42	S/ 42.25	
5°	Ejecución de actividades de mantenimiento correctivo	Personal del área biomédica	6	8.00	S/ 5.42	S/ 260.00	
Fase III: Recopilación de datos Post-test							S/ 213.54
1°	Recopilación de datos	Tesista	1	48.00	S/ 4.27	S/ 205.00	
2°	Evaluación de resultados	Tesista	1	2.00	S/ 4.27	S/ 8.54	
Otros gastos							S/ 3,280.00

1°	Honorarios del tesista	Tesista	1	768.00	S/ 4.27	S/ 3,280.00	
Presupuesto total del recurso humano							S/ 4,760.67

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°13 se puede visualizar que se requirió un total de 4 760.67 soles en presupuesto para el equipo humano que participó durante todo el proceso de implementación del mantenimiento esbelto desde la fase I hasta la fase III. Este presupuesto fue calculado en función a las horas que cada participante invertirá en la ejecución de la propuesta de mejora.

Presupuesto de recursos materiales

A continuación se exponen los aportes monetarios destinados para los recursos materiales utilizados en la ejecución de la propuesta de implementación denominado mantenimiento esbelto, los gastos incurridos fueron seleccionados respecto al clasificador económico de gastos para el año fiscal actual.

Tabla 14. *Presupuesto de recursos materiales*

Presupuesto de Recursos Materiales						
Codificación	Descripción	Materiales/Productos	Presentación	Cantidad	Costo por unidad	Costo Total
2.3.15.1.2	Papelería en general, útiles y materiales de oficina	Papel bond blanco tamaño A4	Paquete	1	S/ 14.00	S/ 14.00
		Folders	Unidad	3	S/ 2.00	S/ 6.00
		Plumones	Unidad	2	S/ 4.00	S/ 8.00
		Cinta adhesiva	Unidad	1	S/ 5.00	S/ 5.00
		Lapiceros	Unidad	2	S/ 2.00	S/ 4.00
		Tablero de apuntes	Unidad	1	S/ 8.00	S/ 8.00
						S/ 45.00
2.3.15.3 1	Aseo, limpieza y tocador	Trapeador	Unidad	2	S/ 25.00	S/ 50.00
		Escoba	Unidad	2	S/ 15.00	S/ 30.00
		Toallas (franela)	Unidad	6	S/ 4.00	S/ 24.00
		kit de limpieza	Unidad	2	S/ 25.00	S/ 50.00
		Mascarillas	Paquete	1	S/ 8.00	S/ 8.00

		Baldes	Unidad	3	S/ 7.00	S/ 21.00
		Recogedor	Unidad	2	S/ 8.00	S/ 16.00
		Bolsas plásticas	Paquete	1	S/ 20.00	S/ 20.00
		Productos de desinfección	Paquete	1	S/ 30.00	S/ 30.00
						S/ 249.00
2.3.1 6.2 99	Repuestos y accesorios	Repuestos y/o accesorios	Unidades	-	S/ 1 150.00	S/ 1 150.00
						S/ 1,150.00
2.3.2.1.2 99	Otros gastos	Impresiones de OTM	Unidad	40	S/ 0.8	S/ 32.00
		Laptop	Unidad	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
		Otros	Unidad	-	S/ 80.00	S/ 80.00
						S/ 2,112.00
Presupuesto total de recursos materiales (S/)						S/ 3,556.00

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°14 se puede visualizar que se requirió un total de 3 556.00 soles en presupuesto para los materiales utilizados durante el proceso de implementación del mantenimiento esbelto.

Tabla 15. Cuadro resumen de presupuesto

Recursos	Inversión
Equipo humano	S/ 4 760.67
Materiales	S/ 3 556.00
Total Presupuesto	S/ 8 316.67

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°15, se puede visualizar el presupuesto total empleado para la ejecución del mantenimiento esbelto en el hospital SJL, cuyo monto total fue la suma de 8 316 con 67/100 soles.

Flujo de caja

Tabla 16. Flujo de caja del hospital San Juan de Lurigancho

MES	0	1	2	3	4	5	6
INVERSIÓN INICIAL	S/. 8,316.67						
Presupuesto del Recurso Humano	S/. 4,760.67						
Presupuesto de Recursos Materiales	S/. 3,556.00						
Costos de mantenimiento antes de implementar la propuesta	S/. 8,316.67	S/. 9,803.00					
Costos del mantenimiento preventivo		S/. 3,560.00					
Costos del mantenimiento correctivo		S/. 6,243.00					
Costos de mantenimiento después de implementar la propuesta		S/. 6,140.00					
Costos del mantenimiento preventivo		S/. 2,156.00					
Costos del mantenimiento correctivo		S/. 3,984.00					
FLUJO NETO	S/. -8,316.67	S/. 3,663.00					

MES	0	7	8	9	10	11	12
INVERSIÓN INICIAL	S/. 8,316.67						
Presupuesto del Recurso Humano	S/. 4,760.67						
Presupuesto de Recursos Materiales	S/. 3,556.00						
Costos de mantenimiento antes de implementar la propuesta	S/. 8,316.67	S/. 9,803.00					
Costos del mantenimiento preventivo		S/. 3,560.00					
Costos del mantenimiento correctivo		S/. 6,243.00					
Costos de mantenimiento después de implementar la propuesta		S/. 6,140.00					
Costos del mantenimiento preventivo		S/. 2,156.00					
Costos del mantenimiento correctivo		S/. 3,984.00					
FLUJO NETO	S/. -8,316.67	S/. 3,663.00					

Fuente: Propia del autor

En tabla N°16 se presenta el flujo de caja correspondiente a los costos de mantenimiento antes y después de la ejecución de la propuesta en un período de 12 meses, en el que se puede observar que haciendo el cálculo respectivo de los costos antes y después se obtiene que hay una reducción de los costos, el cual asciende a 3 663.00 soles, dicho monto es considerado el flujo de efectivo obtenido como beneficio de la implementación.

Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Se realizó la evaluación del VAN, con la finalidad de conocer el valor presente del flujo de efectivo de la aplicación de la presente tesis para traducir la valorización en el mes 0, con ello se pudo determinar los beneficios económicos que traerá consigo en futuros períodos. Para el cálculo del VAN, se deben tener en cuenta ciertos criterios: Si el VAN es mayor o igual a 0, indica que se obtendrán beneficios. Por el contrario si el VAN es menor a 0 no cubrirá las expectativas económicas del estudio.

Tabla 17. *Cálculo del VAN*

Cálculo del VNA				
Período	Desembolso inicial	Costo pre-ejecución	Costo post-ejecución	Flujo de liquidez
0	8,316.67			
1		9,803.00	6,140.00	3,663.00
2		9,803.00	6,140.00	3,663.00
3		9,803.00	6,140.00	3,663.00
4		9,803.00	6,140.00	3,663.00
5		9,803.00	6,140.00	3,663.00
6		9,803.00	6,140.00	3,663.00
7		9,803.00	6,140.00	3,663.00
8		9,803.00	6,140.00	3,663.00
9		9,803.00	6,140.00	3,663.00
10		9,803.00	6,140.00	3,663.00
11		9,803.00	6,140.00	3,663.00
12		9,803.00	6,140.00	3,663.00
VAN				S/.25,874.25

Fuente: Propia del autor

Tal como se puede visualizar en la tabla N°17, el cálculo del VAN arrojó un resultado de 25 874.25 soles, para ello se trabajó con la proyección del flujo de efectivo a 12 meses posteriores a la implementación, asimismo se empleó un COK de 0.18, siendo este la tasa de descuento social para proyectos del sector público. El resultado del VAN obtenido indica que el presente estudio conllevará a beneficios económicos futuros para la organización.

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se calculó la tasa interna de retorno debido a que este dato permitió conocer la tasa máxima de interés que traerá consigo el estudio, es decir la tasa porcentual con la que es factible obtener beneficios. Al igual que el VAN presenta ciertos criterios de evaluación, para esto es necesario comparar el valor del COK con el valor de la TIR; si $COK < TIR$ quiere decir que la investigación generará beneficios económicos.

Tabla 18. Cálculo de la TIR

Cálculo de la TIR				
Período	Desembolso inicial	Costo pre-ejecución	Costo post-ejecución	Flujo de liquidez
0	8,316.67			-8,316.67
1		9,803.00	6,140.00	3,663.00
2		9,803.00	6,140.00	3,663.00
3		9,803.00	6,140.00	3,663.00
4		9,803.00	6,140.00	3,663.00
5		9,803.00	6,140.00	3,663.00
6		9,803.00	6,140.00	3,663.00
7		9,803.00	6,140.00	3,663.00
8		9,803.00	6,140.00	3,663.00
9		9,803.00	6,140.00	3,663.00
10		9,803.00	6,140.00	3,663.00
11		9,803.00	6,140.00	3,663.00
12		9,803.00	6,140.00	3,663.00
TIR				43%

Fuente: Propia del autor

Según el cálculo realizado en la tabla N°18, el valor de la TIR corresponde al 43%, lo que según la regla de decisión descrita con anterioridad al ser un valor mayor al COK significa que traerá consigo una oportunidad financiera atractiva para la organización en estudio.

Cálculo del costo/beneficio

Asimismo, se realizó la evaluación del costo/beneficio de la presente tesis, en ella se pudo determinar los beneficios en valores monetarios que se obtendrán con la inversión abonada para lo implementado. En este caso también se tiene un criterio de evaluación a seguir: Si el C/B supera la unidad es considerado beneficioso económicamente, en el caso contrario de que el C/B sea menor a la unidad no se obtendrán beneficios económicos.

Tabla 19. *Cálculo del costo/beneficio*

VNA(Costo pre-ejecución)	S/.46,987.98
VNA(Costo post-ejecución)	S/.29,430.40
VNA(Costo post-ejec.)+Desembolso Inicial	S/.21,113.73
B/C	2.23

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°19 se efectuó el beneficio costo para el presente estudio en un período de 12 meses obteniendo un valor de 2.23, en función del criterio de evaluación el resultado obtenido evidencia que por cada unidad monetaria que fue parte de la inversión se podrá obtener una ganancia de 1.23 soles.

Cálculo del período de recuperación de la inversión (PRI)

Finalmente se realizó el cálculo del período de recuperación de la inversión, con el objetivo de averiguar en qué periodo se podrá recuperar el total de lo invertido en la ejecución del mantenimiento esbelto.

En seguida se muestra la tabla N°20, en la que se puede observar que el total de lo invertido podrá ser recuperado entre el segundo y tercer mes posteriores a la implementación.

Tabla 20. Cálculo del PRI

Cálculo del PRI		
Período	Flujo de liquidez (S/)	Flujo de liquidez acumulado(S/)
0	8,316.67	
P1: Jun23	3,663.00	3,663.00
P2: Jul23	3,663.00	7,326.00
P3: Ago23	3,663.00	10,989.00
P4: Set23	3,663.00	14,652.00
P5: Oct23	3,663.00	18,315.00
P6: Nov23	3,663.00	21,978.00
P7: Dic23	3,663.00	25,641.00
P8: Ene24	3,663.00	29,304.00
P9: Feb24	3,663.00	32,967.00
P10: Mar24	3,663.00	36,630.00
P11: Abr24	3,663.00	40,293.00
P12: May24	3,663.00	43,956.00
Total	S/ 43,956.00	

PRI	2.27	Períodos (mes)
------------	-------------	-----------------------

Fuente: Propia del autor

Con la evaluación económica financiera realizada se pudo determinar que la implementación del mantenimiento esbelto consiguió resultados económicos prometedores para la organización en estudio. Lo cual evidencia la importancia de llevar un correcto mantenimiento de los equipos del área si se pretende reducir costos y obtener mayores ganancias.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis debe tener en cuenta el grado medición de las variables del estudio científico, y el tipo de análisis estadístico que pueden ser descriptiva o inferencial (Hernández et al., 2018, p. 105). Por otro lado, el análisis descriptivo es una técnica de procesamiento con la aplicación de extraer y ordenar la información adquirida para luego ser representados mediante diagramas y gráficos numéricos, tablas (Mendenhall et al., 2010, p. 4). Por lo tanto, para el presente trabajo de investigación se empleó las hojas de cálculo de Excel e IBMSPPS, para luego evaluar los resultados mediante tablas, diagramas y gráficos, cuya

interpretación se dio de manera particular para cada dimensión y variable. Los cuáles fueron ordenados y agrupados en función de los datos obtenidos de la muestra, para ello se utilizó el programa de Microsoft Excel. Asimismo, se empleó el software IBMSPSS, para el análisis y procesamiento de los datos. Por otro lado, en la validación de hipótesis se empleó el test de normalidad de T-student o Wilcoxon según correspondía.

3.7. Aspectos éticos

Se tuvo como principio mantener la veracidad al momento de presentar los datos, asimismo se respetó la autoría de las diversas fuentes utilizadas para la elaboración de la presente investigación. Además, se usó el código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo, aprobada mediante Resolución de Consejo Universitario N°0470-2022/UCV (anexo 17), los datos recolectados durante la ejecución fueron utilizados estrictamente con carácter académico sin fines de lucro. Según Díaz “La propiedad intelectual escrita propiamente, está referida a los derechos de autor con la finalidad de complementar la investigación como priorización” (p. 89). Se aplicó el principio de beneficencia, debido a que se actúa a fin de generar una atención apropiada a los pacientes del centro de salud, como también el principio de la no maleficencia ya que se llevó a cabo el estudio sin propiciar daños a la salud de los pacientes, además se manipularon los datos netamente para propósitos académicos. Finalmente, para la contratación de la autenticidad de la investigación el documento fue procesado por el software denominado turnitin (anexo 6), a fin de evaluar el porcentaje de similitud frente otras investigaciones.

IV. RESULTADOS

Evaluación de resultados a nivel descriptivo

Variable dependiente: Disponibilidad

Se realizó la evaluación descriptiva de la variable disponibilidad con los resultados obtenidos en el pre y post test.

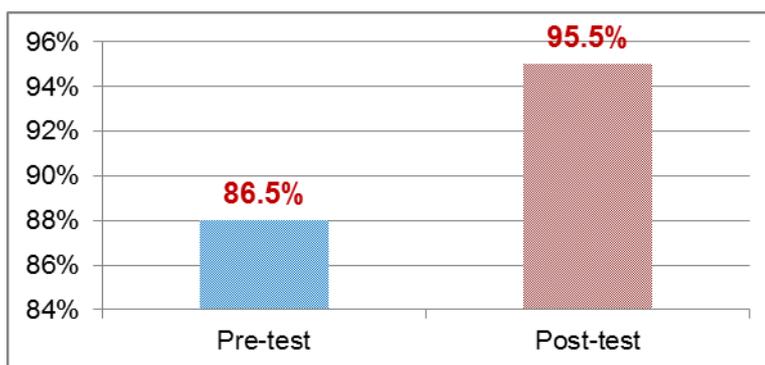


Figura 22. Análisis descriptivo de la variable disponibilidad

En la figura 22, se pueden visualizar los datos recolectados durante la medición de los indicadores de disponibilidad, en dicha medición se obtuvo un resultado de 86.5% para el pre-test y 95.5% para el post-test, por lo que se pudo determinar que hubo un incremento del índice de disponibilidad de los equipos biomédicos del área de estudio en un 10%.

Tabla 21. Resumen de procesamiento de casos-Disponibilidad

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DISPONIBILIDAD PRE-TEST	52	100,0%	0	0,0%	52	100,0%
DISPONIBILIDAD POST-TEST	52	100,0%	0	0,0%	52	100,0%

Fuente: Propia del autor

La tabla N° 21, muestra el resumen del procesamiento de casos, los cuales fueron procesados por el sistema IBM SPSS en su totalidad. El análisis descriptivo realizado se encargó de evaluar las métricas de dispersión, tendencia central y de distribución, las cuales se muestran en seguida.

Tabla 22. Resultados estadísticos descriptivos-Disponibilidad

		Estadístico	Error típ.	
DISPONIBILIDAD PRE-TEST	Media	.8653	.00799	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.8522	
		Límite superior	.8843	
	Media recortada al 5%	.8708		
	Mediana	.8750		
	Varianza	.003		
	Desv. Típ.	.05762		
	Mínimo	.73		
	Máximo	.96		
	Rango	.23		
	Amplitud intercuartil	.10		
	Asimetría	.554	.330	
	Curtosis	-.379	.650	
	DISPONIBILIDAD POST-TEST	Media	.9548	.00334
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	.9471	
		Límite superior	.9606	
Media recortada al 5%		.9544		
Mediana		.9600		
Varianza		.001		
Desv. Típ.		.02410		
Mínimo		.89		
Máximo		1.00		
Rango		.11		
Amplitud intercuartil		.04		
Asimetría		.377	.330	
Curtosis		-.350	.650	

Fuente: Propia del autor

La tabla N° 22, muestra que al realizar la evaluación de resultados con un nivel de confiabilidad del 95% se consiguieron las medias correspondientes a 0.865 y 0.955 en el procesamiento de datos del pre-test y post-test respectivamente, por lo que se pudo determinar que hubo un incremento del índice de disponibilidad de los equipos biomédicos del área de estudio en un 10%. Así también en el pre-test se obtuvo un rango de 0.23 y en el post-test un valor de 0.11, lo que significa que los valores máximos y mínimos de la muestra del post-test presentan una menor distancia de separación entre sí.

Respecto a la asimetría obtenida para la variable de disponibilidad tanto en el pre-test como en el post-test, se obtuvo un valor de 0.55 y 0.38 respectivamente, es decir que para el caso del post-test se presentó una mejor distribución de los datos de la muestra, ya que estuvieron más cercanos a la media. Mientras que para el caso del pre-test se presentó una asimetría negativa respecto al eje de simetría. Por otro lado, la curtosis en el pre-test (-0.38) alcanzó un valor menor al del post-test (-0.35), es decir los datos recolectados después de la implementación alcanzaron un mayor grado de concentración respecto a la media. Sin embargo para ambos casos se presentaron curtosis platicúrticas, ya que el coeficiente obtenido fue menor a 0.

Dimensión 1: Fiabilidad

Se realizó la evaluación descriptiva del índice de fiabilidad con los resultados obtenidos en el pre y post test.



Figura 23. Análisis descriptivo del índice de fiabilidad

En la figura 23, se pueden visualizar los datos recolectados durante la medición de los indicadores de fiabilidad, en dicha medición se obtuvo un resultado de 12.05 para el pre-test y 16.16 para el post-test, por lo que se pudo determinar que hubo un incremento del índice de fiabilidad de los equipos biomédicos del área de estudio en un 34%.

Tabla 23. Resumen de procesamiento de casos- Fiabilidad

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
FIABILIDAD PRE-TEST	52	100,0%	0	0,0%	52	100,0%
FIABILIDAD POST-TEST	52	100,0%	0	0,0%	52	100,0%

Fuente: Propia del autor

La tabla N° 23, muestra el resumen del procesamiento de casos, los cuales fueron procesados por el sistema IBM SPSS en su totalidad. El análisis descriptivo realizado se encargó de evaluar las métricas de dispersión, tendencia central y de distribución, las cuales se muestran en seguida.

Tabla 24. Resultados estadísticos descriptivos del índice de fiabilidad

		Estadístico	Error típ.	
FIABILIDADPRE-TEST	Media	12.0512	.99931	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10.1650	
		Límite superior	14.1773	
	Media recortada al 5%	11.5897		
	Mediana	11.1500		
	Varianza	51,928		
	Desv. Típ.	7.20611		
	Mínimo	2.30		
	Máximo	32.00		
	Rango	29.70		
	Amplitud intercuartil	8.70		
	Asimetría	1,125	,330	
	Curtosis	1,020	,650	
	FIABILIDADPOST-TEST	Media	16.1622	1.29601
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	13.5943	
		Límite superior	18.7980	
Media recortada al 5%		15.6282		
Mediana		15.0000		
Varianza		87,342		
Desv. Típ.		9.34569		
Mínimo		.00		
Máximo		42.00		
Rango		42.00		
Amplitud intercuartil		12.93		
Asimetría		,916	,330	
Curtosis		,487	,650	

Fuente: Propia del autor

La tabla N° 24, muestra que al realizar la evaluación de resultados con un nivel de confiabilidad del 95% se consiguieron las medias correspondientes a 12.05 y 16.16 en el procesamiento de datos del pre-test y post-test respectivamente, por lo que se pudo determinar que hubo un incremento del índice de fiabilidad de los equipos biomédicos del área de estudio en un 34%. Así también en el pre-test se

obtuvo un rango de 29.7 y en el post-test un valor de 42.00, lo que significa que los valores máximos y mínimos de la muestra del post-test presentan una mayor distancia de separación entre sí.

Respecto a la asimetría obtenida para la dimensión de fiabilidad tanto en el pre-test como en el post-test, se obtuvo un valor de 1.12 y 0.92 respectivamente, es decir que para el caso del post-test se presentó una mejor distribución de los datos de la muestra, ya que estuvieron más cercanos a la media. Mientras que para el caso del pre-test se presentó una asimetría positiva respecto al eje de simetría. Por otro lado, la curtosis en el pre-test (1.02) alcanzó un valor mayor al del post-test (0.49), es decir los datos recolectados antes de la implementación alcanzaron un mayor grado de concentración respecto a la media. Sin embargo para ambos casos se presentaron curtosis leptocúrticas, ya que el coeficiente obtenido fue mayor a 0.

Dimensión 2: Mantenibilidad

Se realizó la evaluación descriptiva del índice de mantenibilidad con los resultados obtenidos en el pre y post test.

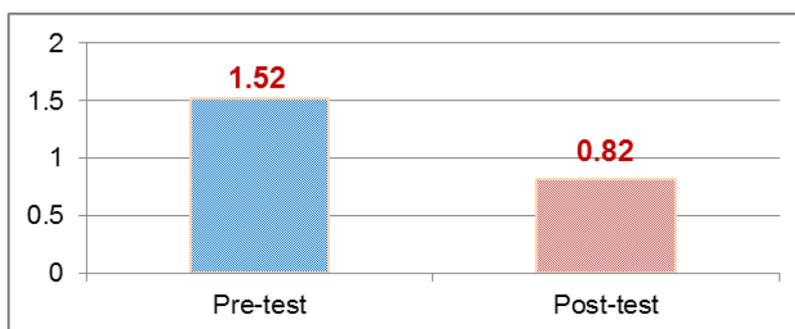


Figura 24. Análisis descriptivo del índice de mantenibilidad

En la figura 24, se pueden visualizar los datos recolectados durante la medición de los indicadores de mantenibilidad, en dicha medición se obtuvo un resultado de 1.52 para el pre-test y 0.82 para el post-test, por lo que se pudo determinar que hubo una reducción del índice de mantenibilidad de los equipos biomédicos del área de estudio en un 46%.

Tabla 25. Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MANTENIBILIDAD PRE-TEST	52	100,0%	0	0,0%	52	100,0%
MANTENIBILIDAD POST-TEST	52	100,0%	0	0,0%	52	100,0%

Fuente: Propia del autor

La tabla N° 25, muestra que los datos fueron procesados en su totalidad. El análisis descriptivo realizado se encargó de evaluar las métricas de dispersión, tendencia central y de distribución, las cuales se muestran en seguida.

Tabla 26. Resultados estadísticos descriptivos del índice de mantenibilidad

		Estadístico	Error típ.	
MANTENIBILIDAD PRE-TEST	Media	1.5155	.07750	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1.3559	
		Límite superior	1.6671	
	Media recortada al 5%	1.4644		
	Mediana	1.3600		
	Varianza	.312		
	Desv. Típ.	.55889		
	Mínimo	.55		
	Máximo	3.61		
	Rango	3.06		
	Amplitud intercuartil	.59		
	Asimetría	1,699	,330	
	Curtosis	4,668	,650	
	MANTENIBILIDAD POST-TEST	Media	.8167	.09398
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	.6281	
		Límite superior	1.0054	
Media recortada al 5%		.7609		
Mediana		.6700		
Varianza		.459		
Desv. Típ.		.67772		
Mínimo		.00		
Máximo		3.75		
Rango		3.75		
Amplitud intercuartil		.93		
Asimetría		1,764	,330	
Curtosis		5,398	,650	

Fuente: Propia del autor

La tabla N° 26, muestra que al realizar la evaluación de resultados con un nivel de confiabilidad del 95% se consiguieron las medias correspondientes a 1.52 y 0.82 en el procesamiento de datos del pre-test y post-test respectivamente, por lo que se pudo determinar que hubo una reducción del índice de mantenibilidad de los equipos biomédicos del área de estudio en un 46%. Así también en el pre-test se obtuvo un rango de 3.06 y en el post-test un valor de 3.75, lo que significa que los valores máximos y mínimos de la muestra del post-test presentan una mayor distancia de separación entre sí.

Respecto a la asimetría obtenida para la dimensión de mantenibilidad tanto en el pre-test como en el post-test, se obtuvo un valor de 1.70 y 1.76 respectivamente, es decir que para el caso del pre-test se presentó una mejor distribución de los datos de la muestra, ya que estuvieron más cercanos a la media. Mientras que para el caso del post-test se presentó una asimetría positiva respecto al eje de simetría. Por otro lado, la curtosis en el post-test (5.40) alcanzó un valor mayor al del pre-test (4.67), es decir los datos recolectados después de la implementación alcanzaron un mayor grado de concentración respecto a la media. Sin embargo para ambos casos se presentaron curtosis leptocúrticas, ya que el coeficiente obtenido fue mayor a 0.

Evaluación de resultados a nivel inferencial

El propósito de la evaluación de resultados a nivel inferencial fue la contrastación de las hipótesis planteadas para el presente estudio. En ese marco la primera fase de evaluación inferencial fue la ejecución de la prueba de normalidad para cada variable de las muestras ingresadas al sistema, con la finalidad de conocer si dichos datos son provenientes o no de una distribución normal.

La prueba de normalidad se llevó a cabo bajo el siguiente criterio:

$n > 30$: Prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov

$n \leq 30$: Prueba de normalidad de Shapiro Wilk

La presente investigación se realizó con una muestra mayor a 30, por lo que según el criterio de decisión presentado se utilizó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov.

Variable dependiente: Disponibilidad

Se realizó la evaluación inferencial de la variable disponibilidad de los resultados obtenidos en el pre y post test, mediante la confrontación de la hipótesis general planteada en el presente estudio.

Tabla 27. Test de normalidad de la disponibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD PRE-TEST	,132	52	,024
DISPONIBILIDAD POST-TEST	,139	52	,013

Fuente: Propia del autor

Mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov se determinó si los datos de la muestra procesados son paramétricos o no paramétricos, esta información permitió elegir el estadígrafo de comprobación de hipótesis a emplear, teniendo en cuenta siguiente criterio de selección.

$pv \leq 0.05$: Los datos no provienen de una distribución normal

$pv > 0.05$: Los datos provienen de una distribución normal

Con los datos de significancia obtenidos para la disponibilidad pre test y post test, cuyos valores fueron de 0.024 y 0.013 respectivamente, se pudo determinar que los datos no provienen de una distribución normal. Por lo tanto son muestras no paramétricas. Así como se visualiza en la tabla N°28.

Tabla 28. Elección de estadígrafos

Pre-test	Post-test	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T-student
Paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Propia del autor

Según el criterio de selección establecido para este caso en específico se empleó el estadígrafo para pruebas no paramétricas de Wilcoxon, el cual permitió la

comprobación de la hipótesis general correspondiente a la variable de disponibilidad.

Comprobación de hipótesis general: Disponibilidad

Hipótesis alterna (Ha):

Ha: La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023.

Hipótesis nula (H0):

H0: La aplicación del Mantenimiento Esbelto no mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023

El estadígrafo de Wilcoxon se emplea bajo el siguiente criterio de evaluación respecto al p valor:

$p \leq 0.05$: Se rechaza la hipótesis nula

$p > 0.05$: Se acepta la hipótesis nula

Tabla 29. Comprobación de hipótesis general

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre DISPONIBILIDAD PRE-TEST y DISPONIBILIDAD POST-TEST es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°29, se puede apreciar el resultado del procesamiento de datos para la comprobación de la hipótesis general de la variable disponibilidad mediante el estadígrafo Wilcoxon, el cual según regla de decisión al obtenerse un valor de significancia de 0,000 indica que se debe rechazar la hipótesis nula, por ende se aceptó la hipótesis alterna planteada en la investigación la cual corresponde a: La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023

Dimensión 1: Fiabilidad

Se realizó la evaluación inferencial del índice de fiabilidad de los resultados obtenidos en el pre y post test, mediante la confrontación de la hipótesis específica planteada para dicho índice.

Tabla 30. Test de normalidad de la fiabilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	GI	Sig.
FIABILIDAD PRE-TEST	,184	52	,000
FIABILIDAD POST-TEST	,147	52	,007

Fuente: Propia del autor

Mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov se determinó si los datos de la muestra procesados son paramétricos o no paramétricos, esta información permitió elegir el estadígrafo de comprobación de hipótesis a emplear, teniendo en cuenta siguiente criterio de selección.

$p \leq 0.05$: Los datos no provienen de una distribución normal

$p > 0.05$: Los datos provienen de una distribución normal

Con los datos de significancia obtenidos para el índice de fiabilidad pre test y post test, cuyos valores fueron de 0.000 y 0.007 respectivamente, se pudo determinar que los datos no provienen de una distribución normal. Por lo tanto son muestras no paramétricas. Así como se visualiza en la tabla N°31.

Tabla 31. Elección de estadígrafos

Pre-test	Post-test	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T-student
Paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Propia del autor

Según el criterio de selección establecido para este caso en específico se empleó el estadígrafo para pruebas no paramétricas de Wilcoxon, el cual permitió la

comprobación de la hipótesis específica correspondiente a la dimensión de fiabilidad.

Comprobación de hipótesis específica: Fiabilidad

Hipótesis alterna (Ha):

Ha: La aplicación del mantenimiento esbelto mejora la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023.

H0: La aplicación del Mantenimiento Esbelto no mejora la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023.

El estadígrafo de Wilcoxon se emplea bajo el siguiente criterio de evaluación respecto al p valor:

$p \leq 0.05$: Se rechaza la hipótesis nula

$p > 0.05$: Se acepta la hipótesis nula

Tabla 32. Comprobación de hipótesis específica

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre FIABILIDAD PRE-TEST y FIABILIDAD POST-TEST es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas	,007	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°32, se puede apreciar el resultado del procesamiento de datos para la comprobación de la hipótesis específica de la dimensión de fiabilidad mediante el estadígrafo Wilcoxon, el cual según regla de decisión al obtenerse un valor de significancia de 0,007 indica que se debe rechazar la hipótesis nula, por ende se aceptó la hipótesis alterna planteada en la investigación la cual corresponde a: La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023.

Dimensión 2: Mantenibilidad

Se realizó la evaluación inferencial del índice de mantenibilidad de los resultados obtenidos en el pre y post test, mediante la confrontación de la hipótesis específica planteada para dicho índice.

Tabla 33. Test de normalidad de la mantenibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	GI	Sig.
MANTENIBILIDAD PRE-TEST	,163	52	,001
MANTENIBILIDAD POST-TEST	,168	52	,001

Fuente: Propia del autor

Mediante la prueba de normalidad se determinó si los datos de la muestra procesados son paramétricos o no paramétricos, esta información permitió elegir el estadígrafo de comprobación de hipótesis a emplear, teniendo en cuenta siguiente criterio de selección.

$p \leq 0.05$: Los datos no provienen de una distribución normal

$p > 0.05$: Los datos provienen de una distribución normal

Con los datos de significancia obtenidos para el índice de mantenibilidad pre test y post test, cuyos valores fueron de 0.001 para ambos casos, se pudo determinar que los datos no provienen de una distribución normal. Por lo tanto son muestras no paramétricas. Así como se visualiza en la tabla N°34.

Tabla 34. Elección de estadígrafos

Pre-test	Post-test	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T-student
Paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Propia del autor

Según el criterio de selección establecido para este caso en específico se empleó el estadígrafo para pruebas no paramétricas de Wilcoxon, el cual permitió la

comprobación de la hipótesis específica correspondiente a la dimensión de mantenibilidad.

Comprobación de hipótesis específica: Mantenibilidad

Hipótesis alterna (Ha):

La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023.

Hipótesis nula (H0):

H0: La aplicación del Mantenimiento Esbelto no mejora la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023.

El estadígrafo de Wilcoxon se emplea bajo el siguiente criterio de evaluación respecto al p valor:

$p \leq 0.05$: Se rechaza la hipótesis nula

$p > 0.05$: Se acepta la hipótesis nula

Tabla 35. Comprobación de hipótesis específica

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre MANTENIBILIDAD PRE-TEST y MANTENIBILIDAD POST-TEST es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Propia del autor

En la tabla N°35, se puede apreciar el resultado del procesamiento de datos para la comprobación de la hipótesis específica de la dimensión de mantenibilidad mediante el estadígrafo Wilcoxon, el cual según regla de decisión al obtenerse un valor de significancia de 0,000 indica que se debe rechazar la hipótesis nula, por ende se aceptó la hipótesis alterna planteada en la investigación la cual corresponde a: La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023.

V. DISCUSIÓN

Luego de la evaluación de los resultados obtenidos en la presente investigación se realizó la confrontación de dichos resultados frente a las teorías, literatura científica y los antecedentes presentados en el capítulo II.

Los datos alcanzados posterior al desarrollo e implementación del mantenimiento esbelto en un hospital nacional demostraron que sucedió una mejora relevante de la disponibilidad de equipos biomédicos en la organización en estudio, en vista de que al inicio del procesamiento de datos en la etapa pre-test solo se contaba con una disponibilidad de 86.5%, lo que impedía la atención inmediata de los pacientes, mientras que luego de la implementación de la propuesta de mejora se alcanzó una disponibilidad del 95.5%, concretando una variación positiva respecto a ambos períodos con un 10% de mejora.

Con estos datos fue posible corroborar que con la aplicación del mantenimiento esbelto se consigue mejorar el índice de disponibilidad de los equipos; tal como lo indicó Toro (2021), quien afirmó que el mantenimiento esbelto aplica medidas proactivas a fin de evitar fallas en los equipos, apoyándose en acciones del mantenimiento preventivo para incrementar la eficacia de las actividades de las empresas (p.2). De igual manera Rodríguez (2008) refirió que la disponibilidad está directamente relacionada al mantenimiento planificado y programado, ya que gracias a ello no se limita la capacidad de servicio (p.15). Es decir, si los equipos se encuentran en perfectas condiciones gracias al mantenimiento que se les brindó de manera proactiva, se encontrarán disponibles en el momento oportuno para su utilización, logrando así una atención adecuada a los pacientes.

Asimismo, inferencial de los resultados pre-test y post-test, en el que se cumplió el criterio esto se logró corroborar con la verificación de la hipótesis general desarrollada durante la evaluación de decisión del estadígrafo de Wilcoxon, el cual según regla de decisión al obtenerse un valor de significancia de $0,000 < 0.05$ indicó que se debía rechazar la hipótesis nula, por ende se aceptó la hipótesis alterna planteada en la investigación la cual corresponde a: La aplicación del

Mantenimiento Esbelto mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023

La investigación realizada por Chero (2020) refuerza la hipótesis general planteada en la presente tesis, ya que los resultados de la disponibilidad promedio en la evaluación pre-test obtenidos durante su estudio fue de 69.79%, para luego de la implementación del mantenimiento esbelto alcanzar un índice de un 92.18%, mejorando así la disponibilidad de los equipos de un hospital nacional en 22.39%. De igual manera el estudio de Nacarino (2021) corrobora los resultados obtenidos en la presente tesis ya que en dicha investigación el autor empleó el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos, cuya medición pre test alcanzó un índice de 95.56%, mientras que después de la implementación obtuvo un índice de 99.13%, representando un incremento del 22.39%. Las investigaciones de ambos autores son relevantes debido a que contrastan con el estudio realizado, mediante la planificación y ejecución de programas de mantenimiento lograron que las organizaciones mejoren la disponibilidad de sus equipos garantizando su uso en el momento requerido.

Respecto al índice de fiabilidad revela una reducción de fallas y durabilidad de equipos operativos, lo cual es fundamental para la atención oportuna de los pacientes. Esto se ve reflejado en los resultados obtenidos antes y después de la implementación del mantenimiento esbelto, en el que se obtuvo un índice de fiabilidad de 12.05 y 16.16 respectivamente, alcanzando un porcentaje de mejora de 34%. Con estos datos fue posible corroborar que con la aplicación del mantenimiento esbelto se puede mejorar el índice de fiabilidad de los equipos; tal como lo indicó Rodríguez (2008), quien conceptualizó a la fiabilidad como la posibilidad de que un equipo se encuentre operativo y funcione de acuerdo a los estándares de fabricación durante un determinado período de tiempo sin paradas imprevistas (p.15). Esto conlleva a decir que, si los equipos se encuentran en mejores condiciones gracias al mantenimiento que se les brindó se encontrarán operativos y aptos para su uso.

Asimismo, esto se logró corroborar con la verificación de la hipótesis específica correspondiente a la dimensión de fiabilidad desarrollada durante la evaluación inferencial de los resultados pre-test y post-test, en el que se cumplió el criterio de

decisión del estadígrafo de Wilcoxon, el cual según regla de decisión al obtenerse un valor de significancia de $0,007 < 0.05$ indica que se debe rechazar la hipótesis nula, por ende se aceptó la hipótesis alterna planteada en la investigación la cual corresponde a: La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023

La investigación realizada por Zavala (2018) refuerza la hipótesis planteada en la presente tesis, ya que los resultados de la fiabilidad obtenidos durante su estudio revelaron que hubo un incremento de 90% a 98% posterior a la implementación de un plan de mantenimiento preventivo con el que se logró mejorar la disponibilidad de los equipos médicos de ESSALUD.

Por otro lado, la presente investigación no está de acuerdo y refuta los datos obtenidos por Chero (2020) respecto a la fiabilidad, ya que previo a la aplicación del Lean Maintenance la media de la fiabilidad fue de 5.11 y posteriormente obtuvo un resultado de 2.28, datos con los que el autor llega a la conclusión de que se consiguió una mejora de 2.83. Sin embargo, estos resultados no cumplen con la teoría expuesta sobre la fiabilidad, puesto que al obtenerse una reducción del índice de fiabilidad indica que los equipos no son confiables porque no hay una buena probabilidad de que cumpla su función durante un determinado período.

Respecto al índice de mantenibilidad revela una reducción de mantenimientos a los equipos frente a las fallas que se susciten durante su funcionamiento, lo que implica llevar a efecto la atención oportuna de los pacientes. Esto se ve reflejado en los resultados obtenidos antes y después de la implementación del mantenimiento esbelto, en el que se obtuvo un índice de 1.52 y 0.82 respectivamente, alcanzando un porcentaje de mejora de 46%. Con estos datos fue posible corroborar que con la aplicación del mantenimiento esbelto es posible mejorar el índice de mantenibilidad de los equipos; tal como lo indicó Zambrano (2015), quien menciona que la mantenibilidad es la posibilidad de que un equipo y/o maquinaria en situación de inoperatividad reciba mantenimiento y sea reparada bajo los estándares establecidos (p.12). Esto conlleva a decir que, si los equipos se encuentran en mejores condiciones gracias al mantenimiento que se les brindó no es necesaria su reparación porque la situación de inoperatividad se habrá reducido o hasta eliminado.

Asimismo, esto se logró corroborar con la verificación de la hipótesis específica correspondiente a la dimensión de mantenibilidad desarrollada durante la evaluación inferencial de los resultados pre-test y post-test, en el que se cumplió el criterio de decisión del estadígrafo de Wilcoxon, el cual según regla de decisión al obtenerse un valor de significancia de $0,000 < 0.05$ indica que se debe rechazar la hipótesis nula, por ende se aceptó la hipótesis alterna planteada en la investigación la cual corresponde a: La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima – Perú, 2023.

La investigación realizada por Alban y Zamorano (2021) refuerza la hipótesis planteada en la presente tesis, ya que los resultados de la mantenibilidad obtenidos durante su estudio revelaron la disminución de dicho índice de 0.97 a 0.85, mejorando así la mantenibilidad de equipos biomédicos en 12.4%. La investigación fue relevante debido a que contrastan con el estudio realizado, ya que mediante la planificación y ejecución de programas de mantenimiento lograron que las organizaciones mejoren la mantenibilidad de los equipos.

Los antecedentes y teorías confrontados en este capítulo dan a conocer que el estudio realizado guarda relación con el contexto científico social en el que se desarrolla, ya que para obtener mejoras respecto a la disponibilidad de equipos en las organizaciones de estudio fue fundamental la programación de mantenimientos preventivos y correctivos que se ajusten a las necesidades de los procesos de atención de las instituciones de salud.

Durante el proceso de elaboración de la presente tesis se develaron tanto las fortalezas y debilidades respecto a la metodología empleada; en cuanto a las fortalezas se pudo destacar la técnica e instrumentos de investigación utilizados, ya que al haberse hecho una observación experimental para la recolección de datos, se tuvo acceso directo a la población de estudio, mediante el cual se pudo realizar el análisis objetivo de las variables de estudio, permitiendo obtener datos concretos sobre la situación actual de la disponibilidad de equipos en un hospital nacional. Asimismo el diseño empleado fue el adecuado para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación, ya que al trabajarse con un solo grupo y realizar la medición en dos etapas distintas correspondientes al pre y post-test se pudo determinar el porcentaje de mejora obtenido para la variable disponibilidad

luego de la ejecución del mantenimiento esbelto, lo que no hubiera podido ser posible con un diseño no experimental. Por otro lado, se tuvieron ciertas debilidades respecto al tiempo disponible de ejecución de la propuesta de mejora, ya que se tuvo que desarrollar cada actividad de manera concisa con el fin de cumplir los tiempos establecidos en el cronograma de ejecución para posteriormente realizar la prueba post-test.

Finalmente el presente estudio es de gran aporte para futuras investigaciones desarrolladas en instituciones de salud que tengan problemas de baja disponibilidad de equipos, ya que durante el desarrollo se muestra de manera detallada el procedimiento a seguir para la implementación del mantenimiento esbelto, enfocado en la mejora de la fiabilidad y la mantenibilidad, a fin de reducir los trabajos de reparación y evitar fallas para obtener una mejor disponibilidad de los equipos biomédicos.

VI. CONCLUSIONES

En función de los objetivos de estudio planteados al inicio de la presente investigación, se establecieron las siguientes conclusiones.

1. Mediante la aplicación del mantenimiento esbelto se consiguió mejorar la disponibilidad de los equipos biomédicos de un Hospital público Lima-Perú, 2023, alcanzando una disponibilidad del 95.5%, concretando una variación positiva respecto al período pre-test con un 10% de mejora. Esto se logró corroborar con la verificación de la hipótesis general desarrollada durante la evaluación del criterio de decisión del estadígrafo de Wilcoxon, en el que se obtuvo un valor de significancia de $0,000 < 0.05$ por lo que se aceptó la hipótesis alterna.
2. Mediante la aplicación del mantenimiento esbelto se consiguió mejorar la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023, alcanzando un nivel de 16.16, concretando una variación positiva respecto al período pre-test con un 34% de mejora. Esto se logró corroborar con la verificación de la hipótesis específica 1 desarrollada durante la evaluación del criterio de decisión del estadígrafo de Wilcoxon, en el que se obtuvo un valor de significancia de $0,007 < 0.05$ por lo que se aceptó la hipótesis alterna.
3. Mediante la aplicación del mantenimiento esbelto se consiguió mejorar la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023, disminuyendo hasta alcanzar un nivel de 0.82, concretando una variación positiva respecto al período pre-test con un 46% de mejora. Esto se logró corroborar con la verificación de la hipótesis específica 2 desarrollada durante el análisis inferencial con el estadígrafo de Wilcoxon, en el que se obtuvo un valor de significancia de $0,000 < 0.05$ por lo que se aceptó la hipótesis alterna.

VII. RECOMENDACIONES

En el proceso de desarrollo de la investigación se evidenciaron ciertas deficiencias de la organización respecto a la gestión adecuada del mantenimiento de los equipos y dispositivos biomédicos, lo que es perjudicial para la atención de los pacientes que acuden al centro de salud. En vista del incremento considerable de la disponibilidad de equipos luego de la ejecución del mantenimiento esbelto, se otorgan recomendaciones que permitan sostener lo implementado y fomentar la mejora continua.

1. Se recomienda que la organización continúe implementando el mantenimiento esbelto a los demás equipos y dispositivos biomédicos, ya que la presente investigación solo seleccionó una muestra de 40 equipos pertenecientes al área de estudio, de esta manera se podrá ampliar y asegurar la disponibilidad de los mismos, de modo que puedan tener mayor número de equipos operativos y en buenas condiciones para ser utilizados en el momento oportuno cuando el paciente lo requiera.
2. Se recomienda continuar con las capacitaciones sobre mantenimiento preventivo y correctivo al personal técnico del área biomédica mediante programas de formación, a fin fortalecer los conocimientos adquiridos sobre el tema durante el proceso de implementación y de esta manera instaurar en ellos una cultura de mantenimiento que les permita realizar sus actividades operativas con disciplina y de manera eficaz, de tal manera que no se presenten fallas durante el uso de estos dispositivos y así mejorar la fiabilidad de los equipos al 100%.
3. Se recomienda que se empleen más instrumentos de medición del mantenimiento esbelto, ya que con estos indicadores se podrá llevar un mejor control del mantenimiento de cada equipo del área biomédica para minimizar el número de mantenimientos correctivos ante fallas imprevistas y asegurar la mantenibilidad de los equipos por un período más prolongado.

REFERENCIAS

ACUÑA, Alberto y VEGA Martín. *Aplicacion del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de maquinarias pesadas*". Lima : s.n., 2019.

ADESTA, PRABOWO, AGUSMAN. *Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance..* s.l. : ICAMME, 2017, pág. 9.

AGUILAR, Cesar y MARTINEZ. La realidad de la Unidad de Cuidados Intensivos. [En línea] mayo-junio de 2017. [Citado el: 11 de Octubre de 2022.] https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092017000300171. ISSN 2448-8909.

ALBA Rosales Franklin, CHINCHAY Guerrero, William. *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos - unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia*. Huaraz : Universidad Cesar Vallejo. pág. 179, Tesis para obtener el título de ingeniero industrial.

ALFONSO Lilian; SALAZAR Carolina, FRANCO, Astolfo. (2019). *Incidencia de eventos adversos asociados a dispositivos médicos en una institución de salud en Colombia. clinico*. Rev calid asit [Internet]. [citado 2 de octubre de 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-97622010000200007&lng=e&nrm=iso&tlng=es

ALIAGA, Janela y LOBATO, Jorge. Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos médicos en área de servicios del centro de salud María Belén SR.L. [En línea] 2020. [Citado el: 11 de Octubre de 2022.] <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24280/Aliaga%20Cojal%2c%20Janela%20Lizbeth%20-%20Lobato%20Quispe%2c%20Jorge%20Daniel.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

AYUZO del Valle y CIPLATI. *Pacientes, clientes, medicos y proveedores es cuestion de terminologias*. s.l. : Mexico, 2021. pág. 430.

BARBAREN Celso, ALATRISTA. (2011). socorro. *Mantenimiento de los Establecimientos de Salud. Una guía para la mejora de la calidad y seguridad de los servicios*. [En línea]. [Citado el: 2 de setiembre de 2022.] <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/ONGS%200354.pdf>. 978-9972-2815-4-9.

BERRELL, Roberto y CHAKRABORTTY. *Improving the availability of Australian hospitals' critical medical devices*. [Revista Elsevier] [ed.] ScienceDirect. 2022. Vol. 55. ISSN 2405-8963

BERMEO, VARGAS y ERAZO. *Aplicación del algoritmo de K-NN en la asignación de órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo para*. Barranquilla, Colombia : Comput. electron.sci, junio de 2022. Vol. 3. 2745-0090.

CARRILLO, Alvis, MENDOZA y COHEN. *Lean manufacturing: 5S y TPM, herramientas de mejora de la calidad. caso empresa metalmecanica..* 1, Cartagena : Universiad Santo Tomas , 2019, Vol. 11, págs. 71-86.

CHERO, David. *Aplicacion de Lean Maintenance para mejorar disponibilidad de equipos medicos en el Hospital de Chamcay y S.B.S Dr Hidalgo Atoche*. Lima : Universida Cesar Vallejo, 2020. pág. 99, Tesis para obtener el titulo profesional de Ingeniero Industrial.

DESALING Dinaol, KENO Dinkisa y KABA Zalalem. *Assessment of Availability and Utilization of Medical..* 15-21, s.l. : American Journal of Biomedical and Life Sciences, 2021, Vol. 1. ISSN 2330-880X.

DIGEMID. Directiva sanitaria que establece los criterios para la clasificacion de los dispositivos medicosen base al riesgo. [En línea] 2020. [Citado el: 5 de Octubre de 2022.] <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-que-establece-las-reglas-de-clasificacio-decreto-supremo-n-003-2020-sa-1853029-4/>.

DIGESA. *Directiva Sanitaria que establece los criterios para la calificacion de los dispositivos médicos*. Lima : s.n., 2020.

ESSALUD. Boletin Tecnologico. [En línea] junio de 2018. [Citado el: 3 de Octubre de 2022.]

HABITAMU. *Barriers to Medical Equipment Utilization in Public Hospitals of Bahir Dar City*. DSpace Institution's institutional . Ethiopia : s.n., 2022. pág. 75.

HEREDIA, Jose y ORTIZ, Marcelo. *Implementación de estrategias de mantenimiento preventivo basado en la disponibilidad de los equipos de hospital pediátrico Alfonso Villagomez Roman de la ciudad de Riobamba*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. pág. 122, Trabajo de titulación Ingeniero de mantenimiento.

HERNANDEZ Sampieri, Roberto y MENDOZA Torres, Christian Paulina. *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. Santa Fé : McGrawHill, 2018. pág. 728. ISBN: 978-1-4562-6096-5.

HINOSTROZA, Jorge. *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las perforadoras en la empresa geotecnia Peruana SRL*. Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2019. pág. 259, Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial.

MACHACA Tanira, PORTUGAL Rossana. (2018). *Propuesta con fines de mejorar la Gestión del Mantenimiento en equipos médicos en Medicina Física y Rehabilitación de una Clínica*. [Internet]. [citado 2 de octubre de 2022]. Disponible en:

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

MANCILLA, SÁNCHEZ. (2021) *Propuesta de implementación de la metodología lean manufacturing en las líneas de producción del proceso fabricación y ensamble de neveras industriales de la empresa imbera Colombia*. [Internet]. [citado 2 de octubre de 2022]. Disponible en: http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6037/4/2021_Rodrigo%20Mancilla.pdf

MANRIQUE, Luis. *Mantenimiento Esbelto en las industrias*. Bogota : Pearson, 2014. pág. 580. Vol. 2. ISBN 8498-99-0144.

MARRUFO, Segundo y CACHI Roberto. *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos en el*

departamento de diagnostico por imagenes. Universidad privada del norte. Cajamarca : s.n., 2017. pág. 48, Tesis de grado.

MARTINEZ, Blanca. *Implementacion de Herramientas LEAN en una factoria de la automocin*. Sevilla : Escuela Técnica Superior de Ingeniería, 2020. pág. 99, Trabajo fin de grado: Grado en ingeniería en tecnologías industriales .

MESA GRAJALES, DAIRO H. , ORTIZ SÁNCHEZ, YESID , PINZÓN MANUEL . La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica* [en línea]. 2006, XII(30), 155-160[fecha de Consulta 21 de Mayo de 2023]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>

NACARINO, José. *Implementacion de un Plan de Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos*. universidad privada del nornte . Cajamarca : s.n., 2021. pág. 99, Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial.OMS. Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Ginebra : s.n., 2019.

ÑAUPAS Paitan, Humberto, MEJIA, Elias y RAMIREZ, Eliana. *Metodologia de la investigacion cuantitativa-cualitativa y redaccion de la tesis*. Bogota : dediciones de la U, 2014. Vol. 4. ISBN978-958-762-188-4.

OROZCO William, CORTES Fabian. (2013). *Caracterización de la gestión del mantenimiento de equipo biomédico en servicios de urgencia de clínicas y hospitales de Medellín*. *Rev ciencia salud* [Internet]. [citado 2 de octubre de 2022];17(3). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v11n1/v11n1a03.pdf>

QUINTANA Pumachoque, Silvestre. La operacionalizacion de variables. [En línea] 2019. [Citado el: 3 de Octubre de 2022.] <https://unsm.edu.pe/wp-content/uploads/2020/05/silvestre-quintana-articulo-unsm-13-05-2020.pdf>.

SALVADOR Centeno, Luis. Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las cámaras frigoríficas en la empresa distribuidora de alimentación del sur S.A.C. [En línea] 2019. [Citado el: 23 de Octubre de 2022.] https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44610/Salvador_CL E-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SATI. *Gestion de areas criticas*. ciudad de Argentina : Editorial medica panamericana, 2021.

SANCHEZ Dieter. (2019). *Equipos biomédico: cuando la tecnología salva vidas*. [Internet]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/peru/ccl-modernizacion-equipos-medicos-retraso-10-anos-peru-noticia-nndc-672796-noticia/>

TAPIA CORONADO, Jessica et al. Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Cienc Trab*. [online]. 2017, vol.19, n.60 [citado 2023-05-21], pp.171-178. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-2449. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492017000300171>.

TORO, Ramón. *Qué es el mantenimiento Lean y cuál es su impacto empresarial*. [ed.] Fractal. 2021.

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. quinta reimpresión. Lima : San Marcos E.I.R.L., 2015. pág. 469. ISBN: 978-612-302-878-7.

VIVAS Jeniffe. (2020). *Plan de mantenimiento hospitalario a la dotación*. [Internet]. <https://hfps.gov.co/wp-content/uploads/2020/02/PLAN-DE-MTTO-A-LA-DOTACION-HOSPITALARIA-2020-HFPS.pdf>

YAMALE, By Robert y NGABIRANO. The Status of Medical Devices and their Utilization in 9 Tertiary Hospitals and 5 Research Institutions in Uganda. [En línea] 10 de Abril de 2021. [Citado el: 4 de Octubre de 2022.] https://www.researchgate.net/publication/358976401_Status_of_Medical_Devices

_and_their_Utilization_in_9_Tertiary_Hospitals_and_5_Research_institutions_in_Uganda.

ZAMBRANO, Egilda y PRIETO, Ana. *Indicadores de gestion de mantenimiento en las instituciones publicas de educacion superior del municipio cabimas*. Maracaibo, Venezuela : Universidad privada Dr Rafael, setiembre-diciembre de 2015. Vol. 17. ISSN: 1317-0570.

ZAVALA, Maycold. *Plan de mantenimiento para mejorr la disponibilidad de los equipos medicos en essalud*. La Libertad, Univercias Cesar Vallejo. Trujillo : s.n., 2018. pág. 88, Tesis para obtener el titulo profesional de ingeniero industrial.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 36. Matriz de operacionalización de variables

Variabes de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente Mantenimiento Esbelto	El mantenimiento esbelto emplea medidas proactivas para prevenir fallas en los equipos mediante acciones de mantenimiento preventivo, cuyo objetivo es eliminar los trabajos de reparación y fallas en los equipos (Toro, 2021, p.2).	La aplicación del mantenimiento esbelto se mide considerando la aplicación del mantenimiento preventivo y correctivo.	Mantenimiento preventivo	$IMP = \frac{NeMP}{TE} * 100$ <p>IMP: indicador de Mantenimiento preventivo NeMP: Número de equipos con MP TE: Total de equipos</p>	Razón
			Mantenimiento correctivo	$IMC = \frac{NeMC}{TE} * 100$ <p>IMC: Indicador de mantenimiento correctivo. NeMc: Número de equipos con MC TE: Total de equipos</p>	Razón

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable dependiente Disponibilidad	Es la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. Se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir (Zambrano, 2015, p.23).	Las entidades miden la disponibilidad en función de la mantenibilidad y la fiabilidad de los equipos biomédicos, la cual se basa en evaluar las fallas de los equipos.	Fiabilidad	$TMEF = \frac{HROP}{NFD} * 100$ <p>TMEF: Tiempo promedio entre fallas. HROP: Horas de Operación. NFD: Número de fallas detectadas.</p>	Razón
			Mantenibilidad	$TMDR = \frac{TTF}{NFD} * 100$ <p>TMDR: Tiempo medio de reparación. TTF: Tiempo total de reparación NFD: Número de fallas detectadas.</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Instrumentos de recolección de datos de la variable independiente

Tabla 37. *Instrumento de recolección de datos del mantenimiento preventivo*

Variable Independiente: MANTENIMIENTO ESBELTO				
Tipo de Mantenimiento: Preventivo				
Meses	Semanas	Equipos con mantenimiento preventivo	Total, de equipos con mantenimiento	Índice de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. *Instrumento de recolección de datos del mantenimiento correctivo*

Variable Independiente: MANTENIMIENTO ESBELTO				
Tipo de Mantenimiento: Correctivo				
Meses	Semanas	Equipos con mantenimiento correctivo	Total, de equipos con mantenimiento	Índice de mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4: Carta de autorización de la empresa

PERÚ	Ministerio de Salud	Viceministerio de Prestaciones y Aseguramiento en Salud	Hospital San Juan de Lurigancho	"Año del Fortalecimiento de la soberanía nacional"
------	---------------------	---	---------------------------------	--

AUTORIZACION DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION

Por medio de la presente se da la autorización para el uso de datos para la elaboración del PROYECTO DE INVESTIGACIÓN realizado por JORGE ALBERTO CASTAÑEDA ESPINOZA, identificado con el DNI N°40130458, en el Área de Biomédica de nuestra institución, durante el periodo de:

- Fecha de Inicio: 02 de Setiembre del 2022
- Fecha de Término: 16 de Junio del 2023

Se expide el presente documento a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

San Juan de Lurigancho, 01 de Setiembre del 2022

Atte.

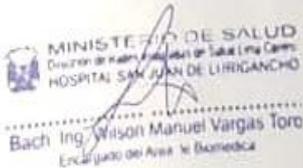

MINISTERIO DE SALUD
Viceministerio de Prestaciones y Aseguramiento en Salud
HOSPITAL SAN JUAN DE LURIGANCHO
Bach. Ing. Wilson Manuel Vargas Toro
Encargado del Área de Biomédica

Figura 25. Carta de autorización de levantamiento de información

ANEXO 5: Matriz de evaluación por juicio de expertos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES:

VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO ESBELTO	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
Dimensión 1: SS Indicador: Limpieza, Orden, Disciplina, Eliminación, Estandarizar muy malo= 0-14 malo= 15-24 regular= 25-34 bien= 35-44 excelente= 45-50	X		X		X		
Dimensión 2: TPM	Si	No	Si	No	Si	No	
Indicador: MP= Nº equipos ejecutados / Nº de equipos programados	X		X		X		
Indicador: MC= Mantenimiento Correctivo/ total de equipos	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³				
Dimensión 1: FIABILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
Indicador: TMEF=HROP/ΣNFD Donde: TMEF: Tiempo promedio entre fallas HROP: Horas de operación NFD: Número de fallas detectadas	X		X		X		
Dimensión 2: MANTENIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
Indicador: TPMP = TTF /ΣNFD Donde: TPMP: tiempo de reparación TTF: tiempo total de fallas NFD: número de fallas detectadas	X		X		X		



Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo
DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial; Magister en Administración Estratégica de Empresas

Lima, 25 de noviembre del 2022.

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

Firma del Experto Informante.

Figura 26. Validación por juicio de expertos 1

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES:


VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO ESBELTO	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: 5S							
Indicador: Limpieza, Orden, Disciplina, Eliminación, Estandarizar muy malo= 0-14; malo= 15-24; regular= 25-34; bien= 35-44; excelente= 45-50	X		X		X		
Dimensión 2: TPM							
Indicador: MP= Nº equipos ejecutados / Nº de equipos programados	X		X		X		
Indicador: MC= Mantenimiento Correctivo/ total de equipos	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
Dimensión 1: FIABILIDAD							
Indicador: TMEF=HROP/ΣNFD Donde: TMEF: Tiempo promedio entre fallas HROP: Horas de operación NFD: Número de fallas detectadas	X		X		X		
Dimensión 2: MANTENIBILIDAD							
Indicador: TPMR = TTF / ΣNFD Donde: TPMR: tiempo de reparación; TTF: tiempo total de fallas; NFD: número de fallas detectadas	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

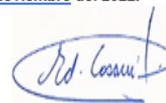
 Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. Edmundo Rafael Casavilca Maldonado

DNI: 06598217

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial.

 Lima, 7 de Noviembre del 2022.


¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

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

Firma del Experto Informante.

Figura 27. Validación por juicio de expertos 2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES:

VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO ESBELTO	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: 5S							
Indicador: Limpieza, Orden, Disciplina, Eliminación, Estandarizar muy malo= 0-14; malo= 15-24; regular= 25-34; bien= 35-44; excelente= 45-50	X		X		X		
Dimensión 2: TPM							
Indicador: MP= N° equipos ejecutados / N° de equipos programados	X		X		X		
Indicador: MC= Mantenimiento Correctivo/ total de equipos	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
Dimensión 1: FIABILIDAD							
Indicador: TMEF=HROP/ΣNFD Donde: TMEF: Tiempo promedio entre fallas; HROP: Horas de operación; NFD: Número de fallas detectadas.	X		X		X		
Dimensión 2: MANTENIBILIDAD							
Indicador: TPMR = TTF / ΣNFD Donde: TPMR: tiempo de reparación; TTF: tiempo total de fallas; NFD: número de fallas detectadas.	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. ~~Jose~~ la Rosa Zeña Ramos

DNI: 17533125

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial. Ingeniero Industrial

Lima, 7 de Noviembre del 2022.



Firma del Experto Informante

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

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

Figura 28. Validación por juicio de expertos 3

ANEXO 6: Resultado de similitud del programa Turnitin

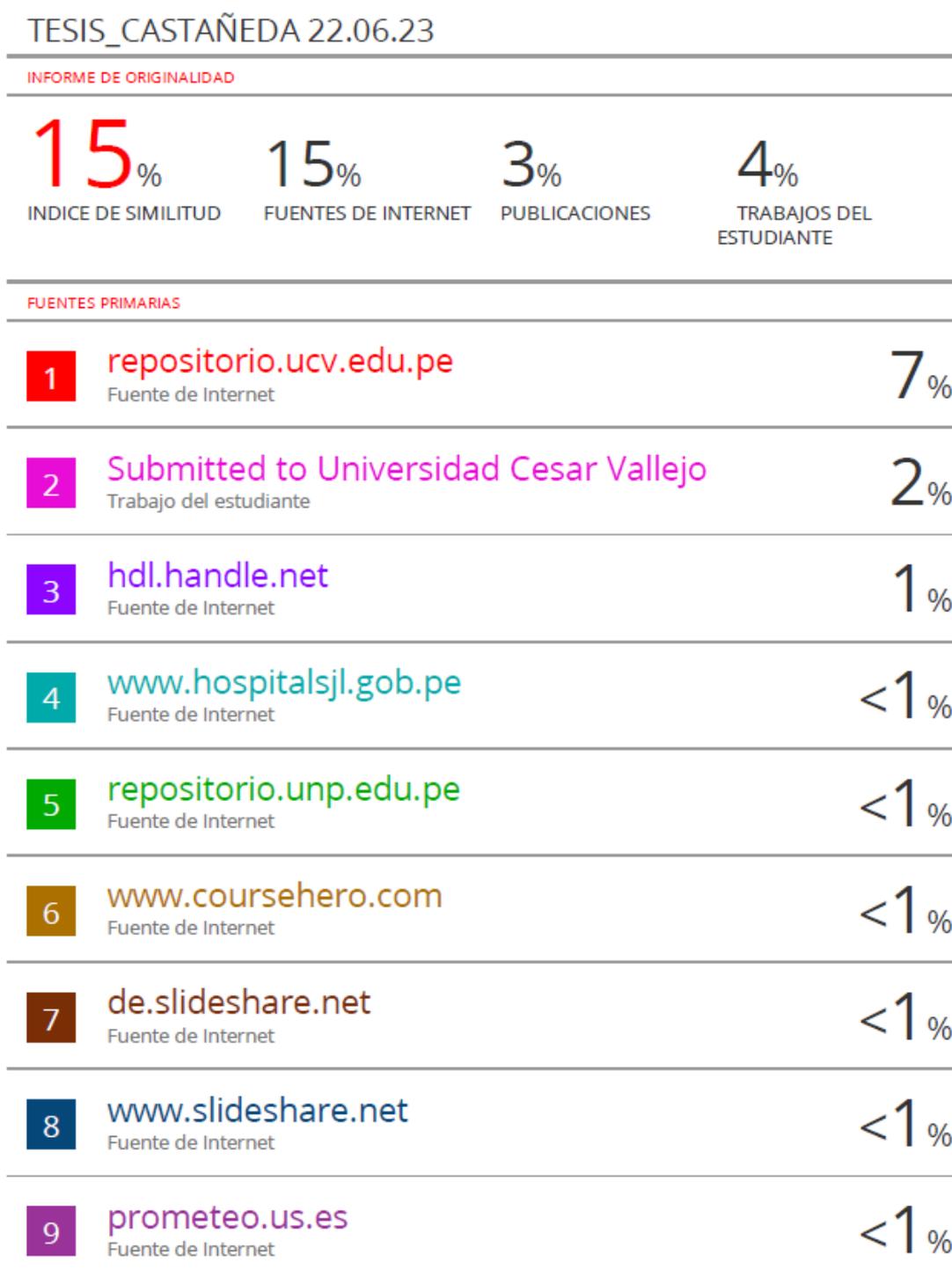


Figura 29. Resultado de similitud del programa turnitin

ANEXO 7: Matriz de coherencia

Tabla 40. Matriz de coherencia

Problema	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿Cómo la aplicación del Mantenimiento Esbelto mejorará la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023?	Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023.	La Aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la disponibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023.
Específicos		
PE 1: ¿Como la aplicación del Mantenimiento Esbelto mejorará la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023	OE 1: Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023.	HE 1: La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la fiabilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023.
PE 2: ¿Como la aplicación del Mantenimiento Esbelto mejorará la mantenibilidad de equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023?	OE 2: Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023.	HE 2: La aplicación del Mantenimiento Esbelto mejora la mantenibilidad de los equipos biomédicos de un hospital público Lima-Perú, 2023.

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 8: Diagrama de Ishikawa

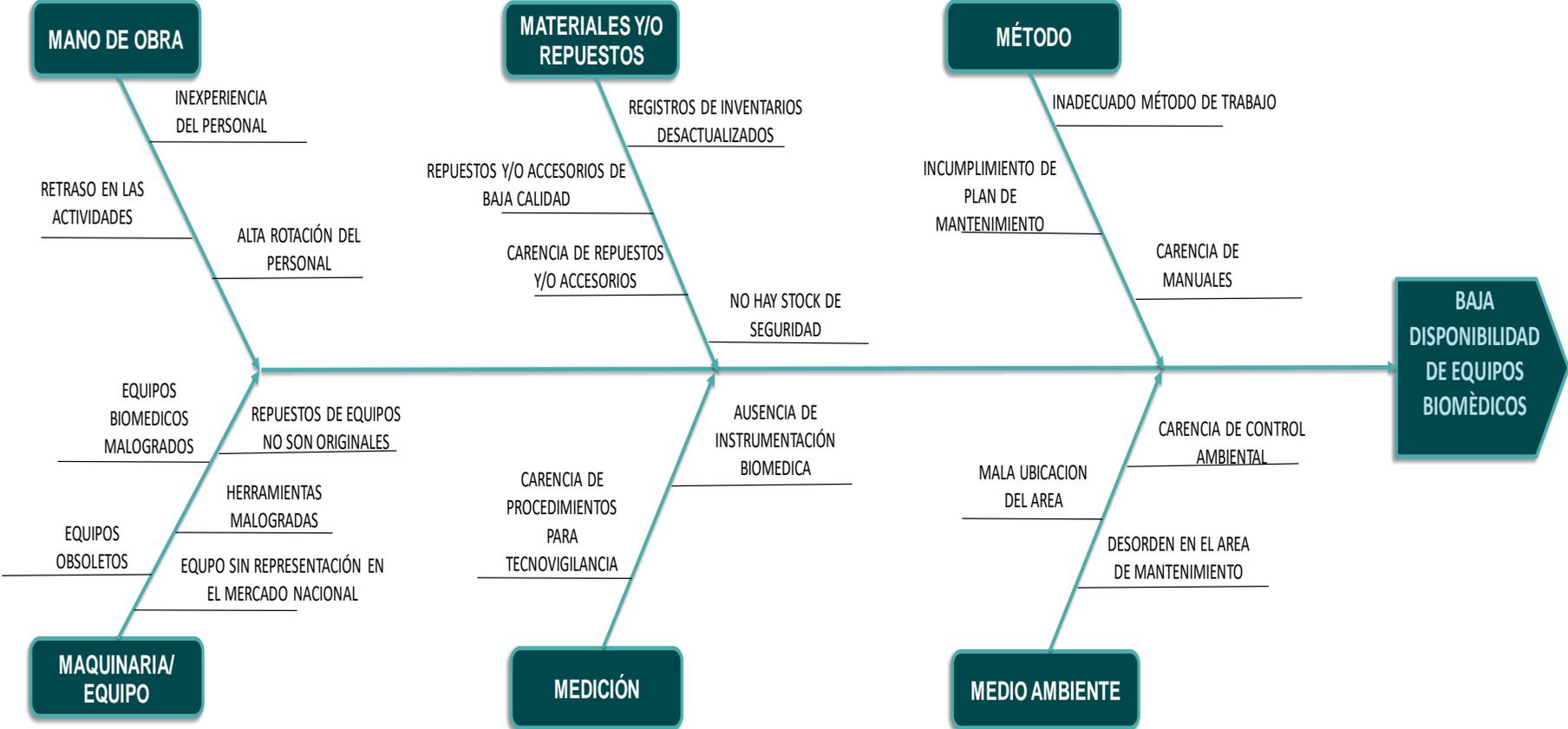


Figura 30. Diagrama de Ishikawa del Hospital SJL

ANEXO 9: Matriz de correlación

Tabla 41. Matriz de correlación de causas

6M	CÓDIGO	CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	PUNTAJE
MATERIALES Y/O REPUESTOS	C1	RESPUESTO Y/O ACCESORIOS DE BAJA CALIDAD	X	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	
	C2	CARENCIA DE REPUESTOY/OACCESORIOS	0	X	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	
	C3	REGISTROS DE INVENTARIOS DESACTUALIZADOS	0	1	X	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	8
	C4	NO HAY ESTOCK DE SEGURIDAD	0	1	0	X	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6
AMBIENTE	C5	MALA UBICACIÓN DEL AREA	0	0	0	0	X	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	C6	CARENCIA DE CONTROL AMBIENTAL	1	0	1	1	0	X	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	10	
	C7	DESORDEN EN EL AREA DE MANTENIMIENTO	0	0	1	1	1	1	X	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	13
MANO DE OBRA	C8	INEXPERIENCIA DEL PERSONAL	0	0	1	0	0	0	1	X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5
	C9	RETRASO EN LAS ACTIVIDADES	0	0	1	0	0	1	0	1	X	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	10
	C10	ALTA ROTACION DEL PERSONAL	1	0	1	0	0	0	1	1	1	X	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	7
EQUIPO	C11	EQUIPO BIOMEDICOS MALGRADOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	X	1	1	1	1	1	1	0	1	1	19
	C12	REPUESTOS DE EQUIPOS NO SON ORIGINALES	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	X	0	0	1	0	0	0	0	0	4
	C13	HERRAMIENTAS MALGRADAS	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	X	0	0	0	0	0	1	0	3
	C14	EQUIPOS OBSOLETOS	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	1	0	5
	C15	EQUIPO SIN REPRESENTACION EN EL MERCADO NACIONAL	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	X	0	0	0	0	0	5
MEDICION	C16	CARENCIA DE PROCEDIMIENTOS PARA TECNOVIGILANCIA	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	X	1	1	1	1	15
	C17	AUSENCIA DE INSTRUMENTACION BIOMEDICA	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	X	1	1	1	17
METODO	C18	INCUMPLIMIENTO DE PLAN DE MANTENIMIENTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	X	1	1	18
	C19	INADECUADO METODO DE TRABAJO	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	X	0	12
	C20	CARENCIA DE MANUALES	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	X	2
TOTAL																						170	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 10: Tabla de Pareto

Tabla 42. Puntaje de causas

CAUSAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	ACUMULADO
EQUIPO BIOMEDICOS MALOGRADOS	40	23.53%	22.35%
INCUMPLIMIENTO DE PLAN DE MANTENIMIENTO	36	21.18%	43.53%
AUSENCIA DE INSTRUMENTACION BIOMEDICA	32	18.82%	62.35%
CARENCIA DE PROCEDIMIENTOS PARA TECNOVIGILANCIA	30	17.65%	80.00%
DESORDEN EN EL AREA DE MANTENIMIENTO	3	1.76%	81.76%
INADECUADO METODO DE TRABAJO	2	1.18%	82.94%
CARENCIA DE CONTROL AMBIENTAL	2	1.18%	84.11%
RETRASO EN LAS ACTIVIDADES	2	1.18%	85.29%
REGISTROS DE INVENTARIOS DESACTUALIZADOS	2	1.18%	86.47%
ALTA ROTACION DEL PERSONAL	2	1.18%	87.64%
NO HAY ESTOCK DE SEGURIDAD	2	1.18%	88.82%
CARENCIA DE REPUESTOY/OACCESORIOS	2	1.18%	90.00%
INEXPERIENCIA DEL PERSONAL	2	1.18%	91.17%
EQUIPOS OBSOLETOS	2	1.18%	92.35%
EQUIPO SIN REPRESENTACION EN EL MERCADO NACIONAL	2	1.18%	93.53%
REPUESTOS DE EQUIPOS NO SON ORIGINALES	2	1.18%	94.70%
RESPUESTO Y/O ACCESORIOS DE BAJA CALIDAD	2	1.18%	95.88%
MALA UBICACIÓN DEL AREA	2	1.18%	97.06%
HERRAMIENTAS MALOGRADAS	2	1.18%	98.23%
CARENCIA DE MANUALES	1	0.59%	98.82%
	170	100.00%	

ANEXO 11: Alternativas de solución

Tabla 43. Alternativas de solución

N°	CAUSAS	MANTENIMIENTO ESBELTO
5	Equipo biomédico malogrado	TPM (Mantenimiento correctivo y Mantenimiento preventivo)
6	Incumplimiento del plan de mantenimiento	
7	Ausencia de instrumento biomédico	
8	Carencia de procedimientos para tecno vigilancia	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 12: Diagrama de Pareto

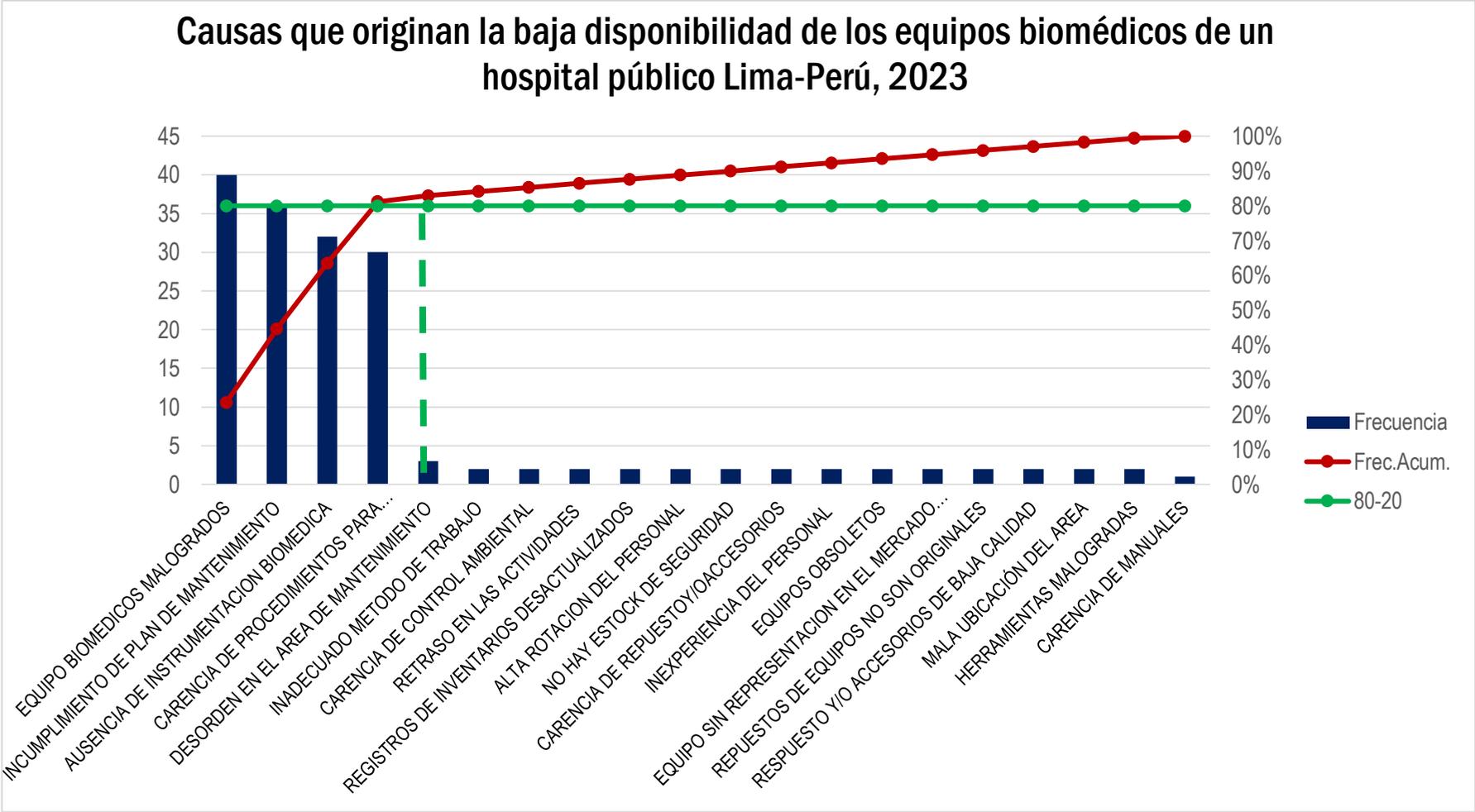


Figura 31. Diagrama de Pareto

ANEXO 13: Cuadro de Recurso Humano de la Oficina de Servicios Generales y Mantenimiento según sexo del Hospital San Juan de Lurigancho.

OFICINAS Y UNIDADES	SEGÚN SEXO		TOTAL
	FEMENINO	MASCULINO	
SERVICIOS GENERALES	1	15	16
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	2	38	40
UNIDAD DE TRANSPORTE	1	23	24
VIGILANCIA Y LIMPIEZA	1	27	28
UNIDAD DE SOPORTE MEDICO	1	10	11
UNIDAD DE LAVANDERIA	40	12	52
TOTAL	46	125	171

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 14: Cuadro Disponibilidad de Equipos Biomédicos de Riesgo Critico y Alto en los Últimos Años (2019-2022)

AÑO	OPERATIVO		INOPERATIVO		TOTAL
2022	621	88%	85	12%	706
2021	605	89.7%	70	10.3%	675
2020	606	88.6%	78	11.4%	684
2019	610	89.5%	72	10.5%	682

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en los últimos 4 años del total de los equipos biomédicos de riesgo crítico y alto riesgo nunca tuvieron una disponibilidad eficiente sino admisible.

ANEXO 15: Operatividad del equipamiento biomédico

Tabla 44. Operatividad según clasificación de riesgo.

EQUIPO BIOMEDICOS SEGÚN RIESGO	OPERATIVO		INOPERATIVO		TOTAL	
	N°	%	N°	%	N°	%
CRITICO Y ALTO RIESGO	261	88.18%	35	11.82%	296	100%
MODERADO	145	77.13%	43	22.87%	188	100%
BAJO	209	88.56%	27	11.44%	236	100%
TOTAL	615	85.42%	105	14.58%	720	100%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Equipos del área de emergencias UCI según clasificación de riesgo crítico y alto

N°	AREA	EQUIPO	N° SERIE	CANTIDAD
1	EMERGENCIA	Monitores multiparámetros	9022504	10
			13121198	
			50006480	
			8027	
			US00449541	
			DE62225119	
			M1G32B011	
			4241	
			8023912	
			4253	
2	EMERGENCIA	ventiladores mecánicos	817894	2
			740XA0211422-11	
3	EMERGENCIA	Ecógrafo	US00449541	1
4		Rayos X	GDM06040169	1
5	EMERGENCIA	Pulsioximetría	FCD06400032SA	4
			500137876	
			61130261	
			61130263	
6	UCI	Monitores multiparámetros	091011411080A1	10
			14041422	
			CM-36131650	
			CM-35131240	
			CM-24127588	
			CM-38134432	
			CM-2A127585	
			50005577	
			E1B0701065	
			AGT05099	
7	UCI	Ventiladores mecánicos	BC4868	10
			DE62225122	
			DE62225117	
			FHEU03595	
			DG0C002588	
			CM2A127586	
			CM2A127587	
			41571	
41478				
8	UCI	Pulsioximetría	36866	2
			40611906	
TOTAL			40	40

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 16: Confiabilidad del instrumento de medición mediante prueba estadística del coeficiente de correlación de Pearson.

Tabla 46. Datos de la prueba piloto del período de setiembre

Prueba piloto período-setiembre						
Fecha	Fallas	TTF (horas)	Mantenibilidad	HORAS OP.	Fiabilidad	Disponibilidad
01-sep	3	1.65	0.55	7	2.3	0.81
02-sep	3	1.66	0.55	18	6.0	0.92
03-sep	2	7.22	3.61	33	16.5	0.82
04-sep	1	1.85	1.85	6	6.0	0.76
05-sep	1	2.1	2.10	14	14.0	0.87
06-sep	1	1.8	1.80	15	15.0	0.89
07-sep	1	1.33	1.33	15	15.0	0.92
08-sep	2	3.22	1.61	36	18.0	0.92
09-sep	2	2.6	1.30	30	15.0	0.92
10-sep	1	1.74	1.74	32	32.0	0.95
11-sep	3	3.15	1.05	15	5.0	0.83
12-sep	3	3.45	1.15	21	7.0	0.86
13-sep	2	3.75	1.88	34	17.0	0.90
14-sep	1	1.18	1.18	15	15.0	0.93
15-sep	4	5.55	1.39	25	6.3	0.82
16-sep	3	3.63	1.21	19	6.3	0.84
17-sep	4	3.56	0.89	18	4.5	0.83
18-sep	1	2.55	2.55	30	30.0	0.92
19-sep	1	1.68	1.68	22	22.0	0.93
20-sep	3	5.42	1.81	15	5.0	0.73
21-sep	1	3.33	3.33	15	15.0	0.82
22-sep	3	4.17	1.39	19	6.3	0.82
23-sep	2	2.5	1.25	15	7.5	0.86
24-sep	1	1.5	1.50	15	15.0	0.91
25-sep	1	1.33	1.33	18	18.0	0.93
26-sep	2	3.83	1.92	15	7.5	0.80
Promedio			1.62		12.4	0.86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Datos de la prueba piloto del período de octubre

Prueba piloto período - Octubre						
Fecha	Fallas	TTF (horas)	Mantenibilidad	HORAS OP.	Fiabilidad	Disponibilidad
01-oct	2	1.65	0.83	7	3.5	0.81
02-oct	1	1.66	1.66	14	14.0	0.89
03-oct	3	7.22	2.41	33	11.0	0.82
04-oct	1	1.85	1.85	6	6.0	0.76
05-oct	2	2.1	1.05	14	7.0	0.87
06-oct	1	1.8	1.80	15	15.0	0.89
07-oct	1	1.33	1.33	15	15.0	0.92
08-oct	3	3.22	1.07	36	12.0	0.92
09-oct	2	2.6	1.30	30	15.0	0.92
10-oct	1	1.74	1.74	32	32.0	0.95
11-oct	3	3.15	1.05	29	9.7	0.90
12-oct	3	3.45	1.15	21	7.0	0.86
13-oct	3	3.75	1.25	34	11.3	0.90
14-oct	1	1.18	1.18	26	26.0	0.96
15-oct	4	5.55	1.39	25	6.3	0.82
16-oct	3	3.63	1.21	19	6.3	0.84
17-oct	3	3.56	1.19	18	6.0	0.83
18-oct	2	2.55	1.28	24	12.0	0.90
19-oct	1	1.68	1.68	22	22.0	0.93
20-oct	3	5.42	1.81	15	5.0	0.73
21-oct	2	3.33	1.67	15	7.5	0.82
22-oct	3	4.17	1.39	19	6.3	0.82
23-oct	2	2.5	1.25	15	7.5	0.86
24-oct	1	1.5	1.50	15	15.0	0.91
25-oct	1	1.33	1.33	18	18.0	0.93
26-oct	3	3.83	1.28	28	9.3	0.88
Promedio			1.41		11.76	0.87

Fuente: Elaboración propia

COEF. CORRELACIÓN PEARSON 0.9185758

Valor	1	0.81-0.99	0.61-0.88	0.41-0.60	0.21-0.40	0.01-0.20	0
Intensidad	Perfecta	Alta	Medio-alta	Media	Medio-bajo	Baja	Nula

ANEXO 17: Código de ética en investigación

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0470-2022/UCV

Trujillo, 19 de julio de 2022

VISTOS: el Oficio N°0283-2022-VI-UCV, remitido por el Dr. Jorge Salas Ruiz, Vicerrector de Investigación de la UCV, y el acta de la sesión extraordinaria del Consejo Universitario del 19 de julio del presente año, en el cual se aprueba la actualización del **CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, versión 01;** y

CONSIDERANDO:

JSR

Que, conforme con lo establecido en el artículo 48° de la Ley Universitaria N° 30220, la investigación es una función esencial y obligatoria de la universidad, que mediante la producción de conocimiento y desarrollo tecnológico responde a las necesidades de la sociedad y del país;

Que, para realizar investigación científica existen una serie de normas que regulan las buenas prácticas y aseguran la promoción de los principios éticos para garantizar el bienestar y la autonomía de los participantes de los estudios, así como la responsabilidad y honestidad de los investigadores en la obtención, manejo de la información, el procesamiento, interpretación, elaboración del informe de investigación y la publicación de hallazgos;

Que, mediante resolución de Consejo Universitario N°0340-2021-UCV, de fecha 10 de mayo de 2021, se aprobó la actualización del Código de Ética en investigación de la Universidad César Vallejo, con el propósito de fomentar la integridad científica de las investigaciones desarrolladas en el ámbito de la Universidad César Vallejo, en el cumplimiento de los máximos estándares de rigor científico, responsabilidad y honestidad, para asegurar la precisión del conocimiento científico, proteger los derechos y bienestar de los participantes de los estudios, investigadores y la propiedad intelectual;

Que, el Dr. Jorge Salas Ruiz, Vicerrector de Investigación, mediante Oficio N°0283-2022-VI-UCV, ha informado que en cumplimiento del acuerdo del consejo universitario, del 30 de junio del presente año, informado mediante el Oficio Múltiple N°013-2022/SG-UCV, en el cual se comunica que el Consejo Universitario toma conocimiento de la propuesta de actualización del Código de ética; solicitando a través del despacho del Rectorado se convoque a una reunión de trabajo, con la participación del Vicerrector de Investigación, Vicerrector Académico y Director de Asesoría Legal para su análisis y presentación de la versión final para la aprobación del Consejo Universitario;

Que, asimismo informa que luego de revisar el Código de Ética, en coordinación con la comisión de trabajo, remite la propuesta consolidada de la actualización del **CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**, texto normativo articulado con la normativa interna de la Universidad y la de los organismos gubernamentales correspondientes; por lo que solicita la emisión de la correspondiente resolución;

Que, elevado el expediente al Consejo Universitario, en su sesión extraordinaria del 19 de julio del año en curso, este órgano de gobierno ha evaluado el proyecto presentado y, encontrándolo conforme con los requerimientos técnicos básicos procedió a su aprobación; por lo cual es necesario la emisión de resolución de consejo universitario;

Estando a lo expuesto y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

**Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.**


ucv.edu.pe

Resolución de Consejo Universitario N°0470-2022-UCV- Página 1 de 2

Figura 32. Código de ética de la Universidad César Vallejo

ANEXO 18: Cronograma de ejecución general del trabajo de investigación

Tabla 48. Cronograma de ejecución general del trabajo de investigación

Actividades	Período 2022				Período 2023				
	Sep	Oct	Nov	Dic	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Elección del tema de investigación									
Establecimiento de título de la investigación									
Acercamiento a la realidad problemática									
Planteamiento de problema, justificación, objetivos e hipótesis									
Búsqueda de antecedentes									
Elaboración de marco teórico y conceptual									
Descomposición de las variables y matriz de operacionalización									
Determinación del diseño metodológico									
Revisión y validación de instrumentos									
Recolección de datos pre-test									
Elaboración de aspectos administrativos									
Sustentación del proyecto de investigación									
Recolección de datos post-test									
Procesamiento, comparación y análisis de los datos obtenidos									
Elaboración de discusión de los resultados obtenidos									
Elaboración de conclusiones									
Elaboración de recomendaciones									
Envío de informe preliminar									
Levantamiento de observaciones del jurado									
Sustentación final de la tesis									

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 19: Evidencias de la implementación del mantenimiento esbelto



Figura 33. Evidencia 1 de operatividad de equipos luego de la implementación



Figura 34. Evidencia 2 de operatividad de equipos luego de la implementación