

# UNIVERSIDAD DEL AZUAY

## Departamento de Posgrados

### “PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS HIDROSANITARIOS Y MECÁNICOS BASADO EN NORMATIVAS INTERNACIONALES PARA EL INSTITUTO DEL CÁNCER SOLCA NÚCLEO DE CUENCA”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

Magíster en Gestión del Mantenimiento

Autor:

Ing. Juan Sebastián Solano Criollo

Director:

Ing. Eduardo S. Hernández D.

Cuenca – Ecuador 2025

## Tabla de contenidos

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Agradecimientos .....                                                                         | 3  |
| Dedicatoria .....                                                                             | 3  |
| Resumen.....                                                                                  | 4  |
| Abstract .....                                                                                | 5  |
| Introducción .....                                                                            | 6  |
| Materiales y Métodos.....                                                                     | 8  |
| Recursos .....                                                                                | 8  |
| Tabla 1.....                                                                                  | 9  |
| Recursos Materiales .....                                                                     | 9  |
| Talento Humano.....                                                                           | 11 |
| Análisis del plan de mantenimiento actual .....                                               | 13 |
| Diagnóstico de mantenimiento basado en encuestas al personal .....                            | 13 |
| Tabla 2.....                                                                                  | 14 |
| Supuestos y riesgos .....                                                                     | 15 |
| Resultados y Análisis .....                                                                   | 15 |
| Tabla 3.....                                                                                  | 15 |
| Gráfico 1.....                                                                                | 16 |
| Análisis de la tabla identificando puntos importantes de mejora.....                          | 16 |
| Identificación de áreas críticas con bajo desempeño .....                                     | 16 |
| Áreas que requieren atención prioritaria para mejora operativa .....                          | 17 |
| Áreas relativamente más sólidas .....                                                         | 17 |
| Conclusión General del Análisis.....                                                          | 18 |
| Levantamiento de equipos y creación de fichas como base para el mantenimiento .....           | 18 |
| Gráfico 2.....                                                                                | 18 |
| Mejora de la eficiencia operativa y la gestión de activos .....                               | 20 |
| Análisis aspiracional con la aplicación del mejoramiento de la gestión de mantenimiento ..... | 21 |
| Tabla 4.....                                                                                  | 22 |
| Informe Técnico Comparativo de Desempeño en Mantenimiento .....                               | 22 |
| Tabla 5.....                                                                                  | 23 |
| Gráfico 2.....                                                                                | 24 |
| Discusión.....                                                                                | 25 |
| Conclusiones .....                                                                            | 27 |
| Referencias bibliográficas:.....                                                              | 28 |

## **Agradecimientos**

A Dios, por concederme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

Al Ing. Eduardo Hernández, tutor de este trabajo de titulación, por su guía, conocimientos y dedicación durante el desarrollo de esta investigación.

A mi familia, por su amor incondicional, comprensión y apoyo constante, pilares fundamentales que me impulsaron a seguir adelante en todo momento.

A mis compañeros de trabajo, por su colaboración y disposición para compartir sus experiencias y conocimientos, que enriquecieron de manera significativa este proceso.

Al Ing. Fabricio Rodríguez, por su valiosa ayuda y acompañamiento durante esta maestría, siempre dispuesto a brindar orientación técnica y motivación.

Y a Karla Mogrovejo, por su aliento constante, comprensión y apoyo inquebrantable, que fueron esenciales para alcanzar este logro académico.

## **Dedicatoria**

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por iluminar mi camino, darme la perseverancia necesaria y permitirme alcanzar cada meta propuesta. Sin Su guía, este logro no habría sido posible.

A mi madre, pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, su ejemplo de esfuerzo y su apoyo constante en cada etapa de mi formación académica y personal. Este trabajo es el reflejo de su dedicación, sacrificio y fe en mí.

## Resumen

Este estudio evaluó el plan de mantenimiento actual de los equipos hidrosanitarios y mecánicos del Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca, identificando debilidades en la programación de actividades preventivas, en la ejecución de las tareas de mantenimiento y en el registro de la información técnica. Estas deficiencias —particularmente evidentes en los sistemas informáticos, la documentación técnica, las herramientas y los procesos de contratación— limitaron la trazabilidad y la eficiencia operativa (Organización Mundial de la Salud, 2012; Organización Panamericana de la Salud, 2022).

Para superar estas limitaciones, se diseñó una propuesta de mejora basada en normas internacionales como la ISO 55000, ISO 13485, NFPA 99 y ASHRAE 170-2017. Los resultados proyectados mostraron mejoras significativas en la organización general, la gestión de repuestos y la capacitación del personal, aspectos que fortalecen la sostenibilidad del mantenimiento hospitalario (ISO, 2016; NFPA, 2021; ANSI/ASHRAE, s. f.).

En conjunto, el plan propuesto constituye una herramienta aplicable para priorizar equipos críticos, estandarizar los registros técnicos y establecer protocolos preventivos. Su implementación reducirá las fallas, optimizará los recursos y garantizará la eficiencia operativa de la institución, evidenciando que alinear la gestión hospitalaria con las normas internacionales es esencial para la mejora continua y la seguridad del paciente en los servicios de salud (Higgins, Mobley y Smith, 2002; Mallioris, Aivazidou y Bechtsis, 2024).

**Palabras clave:** mantenimiento hospitalario, gestión de activos, equipos hidrosanitarios, normas internacionales, eficiencia operativa.

## Abstract

This study evaluated the current maintenance plan for hydrosanitary and mechanical equipment at the Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca, identifying weaknesses in the scheduling of preventive activities, the execution of maintenance tasks, and the recording of technical data. These shortcomings—particularly 5ill5abl in information systems, technical documentation, 5ill5, and contracting processes—limited traceability and operational efficiency (World Health Organization, 2012; Pan American Health Organization, 2022).

To overcome these limitations, an improvement proposal was designed 5ill5abl international standards such as ISO 55000, ISO 13485, NFPA 99, and ASHRAE 170-2017. The projected results showed significant improvements in general organization, spare parts management, and staff training, aspects that strengthen the sustainability of hospital maintenance (ISO, 2016; NFPA, 2021; ANSI/ASHRAE, n.d.).

Overall, the proposed plan constitutes an 5ill5able tool to prioritize critical equipment, standardize technical records, and establish preventive protocols. Its implementation 5ill reduce failures, optimize resources, and ensure the institution's operational efficiency, providing evidence that aligning hospital management with international standards is essential for continuous improvement and patient safety in healthcare services (Higgins, Mobley, & Smith, 2002; Mallioris, Aivazidou, & Bechtsis, 2024).

**Keywords:** hospital maintenance, asset management, hydrosanitary equipment, international standards, operational efficiency.

Translated by:



Ing. Juan Sebastián Solano Criollo

**Autor**

Revised and approved by:



Firmado electrónicamente por:  
**EDUARDO SEGUNDO  
HERNANDEZ DAVILA**  
Validar únicamente con **FirmaEC**

Ing. Eduardo S. Hernández D.

**Thesis director**

PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS  
HIDROSANITARIOS Y MECÁNICOS BASADO EN NORMATIVAS  
INTERNACIONALES PARA EL INSTITUTO DEL CÁNCER SOLCA NÚCLEO DE  
CUENCA

**Solano Criollo Juan Sebastián**

Universidad del Azuay – Maestría en gestión del mantenimiento 2024, [sebastiansolanoc@gmail.com](mailto:sebastiansolanoc@gmail.com)  
Correspondencia: [sebastiansolanoc@uazuay.edu.ec](mailto:sebastiansolanoc@uazuay.edu.ec), Tel: +593962735158

## **Introducción**

Según Higgins, Mobley y Smith (2002), el mantenimiento representa una función esencial en la gestión de activos físicos en cualquier organización, ya que asegura la operatividad continua de los sistemas y la prolongación de su vida útil. Implementar planes de mantenimiento bien estructurados permite optimizar recursos, reducir costos asociados a fallas imprevistas y elevar los estándares de calidad en los procesos productivos además de que una adecuada planificación y ejecución del mantenimiento impacta directamente en la eficiencia operativa y en la competitividad de las instituciones que gestionan infraestructuras técnicas complejas.

En el ámbito hospitalario, la importancia de contar con un plan de mantenimiento es aún más crítica debido a la naturaleza sensible de los servicios que se prestan. Los hospitales dependen de sistemas eléctricos, hidrosanitarios y mecánicos que deben funcionar sin interrupciones para garantizar la seguridad de los pacientes y del personal médico. La Organización Mundial de la Salud (2012) advierte que deficiencias en los sistemas de agua y ventilación pueden generar infecciones intrahospitalarias, mientras que normas como la NFPA 99 y la ISO 13485 establecen parámetros de seguridad y calidad para los sistemas eléctricos, hidrosanitarios y de dispositivos médicos. De igual manera, la Joint Commission International (Quicho, R., Hinckley, C. C., & Curran, M. B., s. f.) promueve estándares de gestión, capacitación y respuesta rápida ante emergencias para asegurar la continuidad operativa y la seguridad del paciente.

En los últimos años, el mantenimiento de instalaciones hidrosanitarias y mecánicas en hospitales ha cobrado gran relevancia por su impacto directo en la seguridad y calidad de los servicios de salud. Organismos internacionales como la OMS, OPS y ASHRAE han establecido normativas para garantizar la higiene, la ventilación adecuada y el

funcionamiento eficiente de sistemas críticos como agua, residuos y climatización. No obstante, en América Latina la aplicación de estos estándares enfrenta limitaciones de recursos, aunque países como México y Colombia han avanzado mediante programas de capacitación y protocolos de control de calidad (Pan American Health Organization, 2022).

Diversos estudios han demostrado que la aplicación de normativas internacionales como ISO 55000, ISO 9001 y ASHRAE 170-2017 permite estandarizar los procesos de mantenimiento, reducir las tasas de fallos y mejorar la trazabilidad de las acciones técnicas en hospitales. En América Latina, experiencias en países como México y Colombia han reflejado avances significativos en la infraestructura hospitalaria, la capacitación del personal y la reducción de riesgos operativos al implementar estas estrategias (Pan American Health Organization, 2022; ISO, 2016; ANSI/ASHRAE, s. f.). Sin embargo, aún existe poca información sobre la eficiencia de los planes de mantenimiento en hospitales; por este motivo, el presente trabajo tiene el objetivo de proponer un plan de mantenimiento para los equipos hidrosanitarios y mecánicos del Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca, mediante un análisis diagnóstico del cronograma actual orientado a reducir la frecuencia de fallos y los costos de reparación. Para ello, se empleó una metodología fundamentada en directrices internacionales establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la ISO 55000, la NFPA 99 y la ASHRAE 170-2017, cuyas recomendaciones guiaron la planificación, ejecución y evaluación del plan en entornos sanitarios. Entre las principales actividades desarrolladas se incluyen revisiones bibliográficas de dichas normativas, el análisis del cronograma de mantenimiento vigente mediante encuestas aplicadas al personal del área, así como el levantamiento de fichas técnicas de equipos y el diseño de fichas de control para registrar las intervenciones de mantenimiento realizadas, lo que permitió estructurar un plan ajustado a las necesidades institucionales y alineado a estándares internacionales. (World Health Organization, 2012; Pan American Health Organization, 2022; ISO, 2016; NFPA, 2021; ANSI/ASHRAE, s. f.).

## **Materiales y Métodos**

Este estudio adoptó un enfoque mixto, integrando tanto métodos cualitativos como cuantitativos para garantizar una evaluación integral del sistema de mantenimiento hospitalario. La combinación de enfoques permitió obtener una visión más completa de la problemática, apoyándose en metodologías de investigación aplicadas en gestión hospitalaria y mantenimiento de infraestructura (Mallioris, Aivazidou, & Bechtsis, 2024).

Inicialmente, se ejecutó un análisis del cronograma de mantenimiento del Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca. Este incluyó la recopilación y revisión de registros históricos de fallos, tiempos de respuesta y costos de reparación. Paralelamente, se aplicaron entrevistas semiestructuradas al personal técnico para identificar limitaciones operativas, deficiencias en la capacitación y necesidades de mejora.

La interpretación cualitativa brindó contexto y comprensión profunda sobre los desafíos cotidianos del personal de mantenimiento (Mallioris et al., 2024).

Con base en los hallazgos, se propuso una mejora a la gestión del plan de mantenimiento que incorporó protocolos de mantenimiento preventivo, correctivo e inspección, priorizando aquellos sistemas que presentaron mayor criticidad. Finalmente, la propuesta fue validada mediante sesiones de retroalimentación con el equipo técnico del hospital, asegurando así la pertinencia, aplicabilidad y sostenibilidad de las soluciones planteadas (Ministerio de Salud del Ecuador, 2018; World Health Organization, 2012).

## **Recursos**

Los recursos materiales y humanos en algunos casos son limitados, restringidos o no ajustarse completamente a las necesidades requeridas para llevar a cabo un plan de mantenimiento. Por ello, su planificación y programación deben realizarse en función de los requerimientos específicos, garantizando así el adecuado funcionamiento del hospital y la continuidad de los servicios de salud (Ministerio de Salud del Ecuador, 2018; World Health Organization, 2012).

**Tabla 1**

*Clasificación de costos en un programa de mantenimiento*

| <b>Recurso</b>                               | <b>Costos iniciales</b>                                             | <b>Costos operativos</b>                                      |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Mantenimiento Directo</b>                 | Espacio, herramientas, equipos de medición, computadoras, repuestos | Funcionamiento, servicios básicos, mantenimiento, calibración |
| <b>Contratación Externa de Mantenimiento</b> | Reclutamiento, capacitación inicial                                 | Salarios, beneficios, rotación, educación continua            |

Fuente: World Health Organization, 2012

Para asegurar la inversión en hospitales, es fundamental determinar los costos reales de mantenimiento dentro de la institución de salud, identificar las necesidades de recursos materiales y contar con personal especializado para equipos complejos o establecer contratos con terceros. Además, es esencial cumplir con políticas y procedimientos establecidos (Higgins, Mobley, & Smith, 2002; Mallioris, Aivazidou, & Bechtsis, 2024). El presupuesto del departamento de mantenimiento debe considerar los siguientes aspectos:

- **Materiales:** Costos de herramientas, ya sean propias o alquiladas.
- **Talento humano:** Gastos asociados al personal encargado del mantenimiento, tanto interno como externo. Para una gestión eficiente, es clave fortalecer las capacidades del equipo mediante capacitación, selección adecuada e incentivos.

### ***Recursos Materiales***

Estos recursos deben planificarse anualmente dentro del Plan Anual de Contratación para garantizar su adquisición oportuna. Se debe considerar el historial de fallas y requerimientos previos, evitando retrasos y tiempos de inactividad debido a la falta de insumos o repuestos.

En cuanto al stock de repuestos, es recomendable incluir en la compra de equipos un número mínimo de repuestos esenciales para su funcionamiento por un período determinado. Posteriormente, se deben definir listados de repuestos mínimos según el

número de equipos y el tipo de establecimiento de salud que los utilizará.

El mantenimiento de la infraestructura física debe incluir todos los servicios y materiales necesarios para su óptima conservación, asegurando su uso continuo con el propósito para el cual fue diseñada (NFPA, 2021; Pan American Health Organization, 2022).

Según la normativa ISO 13485, 2016 y World Health Organization, los recursos materiales comprenden todos los repuestos y consumibles necesarios para elaborar el presupuesto en el período planificado. Estos pueden clasificarse en:

- Repuestos: Se asocian con un equipo específico y se utilizan cuando es necesario. Pueden ser:
  - Normales: Disponibles en distintos fabricantes.
  - Especiales: Producidos exclusivamente por fabricantes específicos.
- Insumos: Se emplean de manera continua y no dependen de un equipo en particular. Algunos ejemplos son:
  - Aceites y lubricantes.
  - Filtros.
  - Materiales eléctricos.
  - Indumentaria de trabajo.
  - Equipos de seguridad.

La falta de planificación en estos aspectos puede generar daños graves, llegando incluso a la inutilización parcial o total de equipos e infraestructura.

También es necesario contar con herramientas y medios técnicos que faciliten las tareas de mantenimiento:

- Herramientas: Son fundamentales para las labores de mantenimiento y deben seleccionarse según las necesidades específicas.
- Equipos de medición: Invertir en herramientas y dispositivos de inspección permitirá reducir costos de mantenimiento preventivo y mejorar la eficiencia del personal técnico. A largo plazo, esto contribuirá a prolongar la vida útil de la infraestructura y el equipamiento hospitalario.

En el caso de las tecnologías sanitarias y equipos médicos, es fundamental que el

departamento de mantenimiento de la unidad de salud mantenga un expediente actualizado con la hoja de vida de cada equipo (Ministerio de Salud del Ecuador, 2018; ISO 13485, 2016). Esta documentación debe incluir:

- Nombre y descripción del equipo.
- Marca, modelo y número de serie.
- Ubicación, año de fabricación y fecha de adquisición.
- Datos del proveedor o fabricante.
- Vida útil estimada y código de inventario.
- Garantías técnicas.
- Contrato de compra o adquisición.
- Acta de ingreso a bodegas.
- Manuales técnicos y de usuario.
- Pólizas de seguro.
- Especificaciones técnicas y registros de capacitaciones.

### ***Talento Humano***

Para la mejora de la gestión de mantenimiento de forma eficiente, es fundamental determinar el talento humano necesario para el funcionamiento adecuado de un establecimiento de salud. En este sentido, el responsable o jefe del área de mantenimiento deberá definir el perfil de cada profesional bajo su supervisión, considerando el tipo de establecimiento de salud y el nivel de complejidad de la atención. Para las tareas de mantenimiento rutinarias, estas pueden ser realizadas por el personal del área, siempre bajo supervisión y con un control adecuado de las actividades y los insumos utilizados (Quicho, Hinckley, & Curran, s. f.; Higgins et al., 2002).

En cuanto al mantenimiento preventivo de la infraestructura física y del equipamiento, tanto mecánico como médico, es imprescindible que sea llevado a cabo por personal calificado de las distintas áreas de mantenimiento. Este tipo de mantenimiento requiere un nivel de supervisión más riguroso que el mencionado anteriormente, por lo que la selección y contratación del personal técnico debe realizarse en todos los niveles de atención.

Como indica World Health Organization (2012) y el Ministerio de Salud del Ecuador (2018), el equipo de mantenimiento del hospital, como mínimo, debe estar integrado por el siguiente personal:

Ingeniero Mecánico:

- Dominio en operación, mantenimiento y optimización de equipos y sistemas mecánicos.
- Capacidad de análisis y resolución de problemas técnicos en maquinaria.

Ingeniero Electrónico:

- Habilidad en implementación y mantenimiento de sistemas de control y automatización.
- Manejo de equipos electrónicos y médicos con criterios de seguridad y confiabilidad.
- Capacidad para diagnosticar, reparar y optimizar sistemas electrónicos.
- Manejo de software de programación y simulación electrónica.

Arquitecto/Ingeniero Civil:

- Competencia en diseño planimétrico, cálculo estructural y levantamiento de costos.
- Habilidad en el uso de software de diseño (AutoCAD, Revit, SAP2000, Civil 3D).
- Capacidad de planificación y control de obras civiles y arquitectónicas.
- Conocimiento en normativas de construcción, seguridad y sostenibilidad.
- Habilidades de liderazgo y coordinación de equipos multidisciplinarios.

Técnico Electro Mecánico y Auxiliares de mantenimiento en general:

- Conocimiento integral en instalaciones electromecánicas.
- Habilidad en mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de equipos.
- Manejo de herramientas, materiales y procedimientos de reparación.
- Capacidad de ejecutar trabajos de mantenimiento en infraestructura hospitalaria, civil e industrial.
- Habilidades para el trabajo en equipo, comunicación efectiva y seguimiento de protocolos de seguridad

## **Análisis del plan de mantenimiento actual**

Tras la evaluación del cronograma actual de mantenimiento, se identificaron varias oportunidades de mejora que impactan directamente en la frecuencia de fallos y en los costos de reparación. El análisis diagnóstico evidenció deficiencias en la programación de actividades preventivas, así como una ejecución irregular de los mantenimientos programados. Además, se detectó una falta significativa de datos y registros históricos, lo cual dificulta la planificación precisa y la toma de decisiones basadas en tendencias. Estas debilidades en el cronograma actual resaltan la necesidad urgente de fortalecer los procesos de documentación, optimizar las rutinas de mantenimiento y ajustar los recursos disponibles para mejorar la continuidad operativa y reducir costos asociados (Pan American Health Organization, 2022; Mallioris et al., 2024). Entre los ítems que conforman el plan de mantenimiento actual se encuentran:

- Número de equipos
- Equipo (nombre, código o identificación)
- Frecuencia de mantenimiento
- Tipo de mantenimiento (preventivo, correctivo o predictivo)
- Fecha de mantenimiento
- Tareas realizadas
- Observaciones

## **Diagnóstico de mantenimiento basado en encuestas al personal**

Como parte del proceso de análisis de la gestión de mantenimiento, se realizaron encuestas al personal técnico con el fin de recabar información directa sobre las condiciones actuales del servicio, identificar áreas de mejora y registrar propuestas que contribuyan al fortalecimiento de la gestión. Estas encuestas fueron fundamentales para contrastar los resultados obtenidos en la evaluación técnica de perspectivas como organización general, métodos de trabajo, gestión de la carga laboral y control técnico de instalaciones.

A partir de la experiencia y el conocimiento práctico del personal, se lograron identificar diversas oportunidades de mejora, especialmente en ámbitos como sistemas

informáticos, herramientas de prueba, documentación técnica y organización del taller de mantenimiento, áreas que evidenciaron resultados bajos en la auditoría.

Durante el levantamiento de información, se registraron todas las encuestas y sugerencias, que serán utilizadas como insumo para la actualización del plan de mantenimiento (Solca, s. f.; Quicho et al., s. f.).

Para evaluar la situación actual de la gestión de mantenimiento en el Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca se aplicó una encuesta estructurada en 12 perspectivas de análisis, elaborada a partir de un banco de 128 preguntas. Cada pregunta fue valorada en una escala de 0 a 4, donde 0 indica que no se cuenta con el sistema o proceso evaluado, 4 refleja que está completamente implementado y los valores de 1 a 3 corresponden a implementaciones parciales. El resultado de cada perspectiva se calculó mediante el promedio de las valoraciones obtenidas, comparándolo con un rango establecido entre un valor mínimo y un valor máximo esperado para determinar el nivel de conformidad. Es importante señalar que obtener puntajes por debajo del valor de alerta no implica necesariamente una deficiencia en la recolección de datos o en la aplicación de la encuesta, sino que evidencia oportunidades de mejora en los procesos y sistemas de mantenimiento evaluados.

**Tabla 2**

*Base de datos de perspectivas encuestadas*

| PERSPECTIVAS                                 | VALOR MÁXIMO | VALOR DE ALERTA | VALOR OBTENIDO |
|----------------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| A. ORGANIZACIÓN GENERAL                      | 48           | 24              | 21             |
| B. MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO             | 48           | 24              | 21             |
| C. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES          | 48           | 24              | 21             |
| D. GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO            | 48           | 24              | 29             |
| E. COMPRA Y LOGÍSTICA DE REPUESTOS Y EQUIPOS | 48           | 24              | 22             |
| F. SISTEMAS INFORMÁTICOS                     | 40           | 20              | 0              |
| G. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO  | 32           | 16              | 17             |
| H. HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA           | 32           | 16              | 10             |
| I. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA                     | 32           | 16              | 11             |
| J. PERSONAL Y FORMACIÓN                      | 56           | 28              | 31             |
| K. CONTRATACIÓN                              | 40           | 25              | 15             |
| L. CONTROL DE ACTIVIDAD                      | 40           | 20              | 20             |

**Fuente:** Propia autoría

## **Supuestos y riesgos**

Los puntos críticos del trabajo que pueden afectar su cumplimiento en el tiempo propuesto incluyen el cambio de autoridades, rotación de personal y modificaciones en la administración del Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca. Estas situaciones podrían generar retrasos en la obtención de permisos, interrupciones en el acceso a información clave o falta de continuidad en el apoyo institucional. Como alternativas de solución, se propone establecer acuerdos formales por escrito con las autoridades actuales para asegurar el respaldo al proyecto, crear un plan de comunicación claro y constante con los equipos de trabajo, y diseñar estrategias de adaptación que permitan el progreso independiente de posibles cambios internos. Además, es clave documentar de manera exhaustiva el avance en cada etapa para garantizar la continuidad del trabajo incluso ante modificaciones administrativas.

## **Resultados y Análisis**

Los resultados obtenidos a partir de las distintas tablas y gráficos permiten identificar de manera integral el estado actual y proyectado del plan de mantenimiento hospitalario. En primer lugar, la Tabla 3 y el Gráfico 1 evidencian los valores alcanzados por el personal en diversas perspectivas de gestión, revelando tanto fortalezas como debilidades críticas en el sistema de mantenimiento vigente. (ISO 13485, 2016; NFPA, 2021; Pan American Health Organization, 2022; Mallioris et al., 2024).

### **Tabla 3**

*Valores contabilizados de personal de mantenimiento*

|                    | A.<br>ORGANI<br>ZACIÓN<br>GENERA<br>L | B.<br>MÉT<br>ODOS<br>Y<br>SISTE<br>MAS<br>DE<br>TRAB<br>AJO | C.<br>CONTRO<br>L<br>TÉCNIC<br>O DE<br>INSTALA<br>CIONES | D.<br>GEST<br>IÓN<br>DE<br>LA<br>CAR<br>GA<br>DE<br>TRA<br>BAJO | E.<br>COMP<br>RA Y<br>LOGÍS<br>TICA<br>DE<br>REPU<br>ESTOS<br>Y<br>EQUIP<br>OS | F.<br>SISTEMA<br>S<br>INFORM<br>ÁTICOS | G.<br>ORGANIZ<br>ACIÓN<br>DEL<br>TALLER<br>DE<br>MANTENI<br>MIENTO | H.<br>HERRAM<br>IENTAS<br>Y<br>MEDIOS<br>DE<br>PRUEBA | I.<br>DOCUME<br>NTACIÓN<br>TÉCNICA | J.<br>PERSO<br>NAL Y<br>FORM<br>ACIÓN | K.<br>CONTRA<br>TACIÓN | L.<br>CONT<br>ROL<br>DE<br>ACTIV<br>IDAD |
|--------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|
| Sebastián Solano   | 26                                    | 20                                                          | 23                                                       | 30                                                              | 27                                                                             | 1                                      | 21                                                                 | 12                                                    | 12                                 | 39                                    | 25                     | 24                                       |
| Fabrizio Rodríguez | 12                                    | 18                                                          | 20                                                       | 31                                                              | 21                                                                             | 0                                      | 20                                                                 | 10                                                    | 25                                 | 35                                    | 34                     | 31                                       |
| Johnny Uruchima    | 17                                    | 21                                                          | 11                                                       | 25                                                              | 15                                                                             | 0                                      | 9                                                                  | 9                                                     | 7                                  | 25                                    | 7                      | 13                                       |
| Ángel Juela        | 28                                    | 29                                                          | 38                                                       | 36                                                              | 30                                                                             | 0                                      | 24                                                                 | 10                                                    | 3                                  | 31                                    | 0                      | 18                                       |
| Marcos Ávila       | 21                                    | 17                                                          | 11                                                       | 25                                                              | 15                                                                             | 0                                      | 9                                                                  | 9                                                     | 7                                  | 25                                    | 7                      | 13                                       |
| Promedio           | 21                                    | 21                                                          | 21                                                       | 29                                                              | 22                                                                             | 0                                      | 17                                                                 | 10                                                    | 11                                 | 31                                    | 15                     | 20                                       |
| máximo posible     | 48                                    | 48                                                          | 48                                                       | 48                                                              | 48                                                                             | 40                                     | 32                                                                 | 32                                                    | 32                                 | 56                                    | 40                     | 40                                       |

**Fuente:** Propia autoría

## Gráfico 1

*Representación de resultados*



**Fuente:** Propia autoría

## Análisis de la tabla identificando puntos importantes de mejora

A partir de la tabla de datos mostrada, los aspectos más importantes a considerar son los siguientes:

### Identificación de áreas críticas con bajo desempeño

Los valores obtenidos en varias perspectivas se encuentran por debajo del valor

mínimo esperado, lo que indica debilidades críticas en el sistema actual de mantenimiento. Las áreas con puntuaciones más bajas son:

F. Sistemas Informáticos: 0:

Refleja una ausencia total de integración tecnológica en los procesos de mantenimiento, lo cual limita la trazabilidad, el control y la eficiencia operativa.

H. Herramientas y Medios de Prueba: 10 de un valor de alerta de 16:

Indica que no se cuenta con las herramientas adecuadas para diagnósticos técnicos y ejecución efectiva de mantenimientos.

I. Documentación Técnica: 11 de un valor de alerta de 16:

Denota carencia de registros técnicos actualizados, esenciales para análisis de fallos, planificación y cumplimiento de normativas.

K. Contratación: 15 de un valor de alerta de 25:

Muestra debilidad en los procesos de gestión de talento externo o servicios especializados, lo que puede afectar la continuidad y calidad del mantenimiento.

### ***Áreas que requieren atención prioritaria para mejora operativa***

A. Organización General, B. Métodos de Trabajo y C. Control Técnico de Instalaciones

Todas con 21 puntos sobre un valor de alerta de 24, evidencian una estructura organizativa y metodológica débil, que afecta la planificación y ejecución del mantenimiento.

E. Compra y Logística de Repuestos y Equipos: 22 de un valor de alerta de 24:

Muestra problemas en la gestión de insumos, generando riesgos de demoras o fallas por falta de repuestos.

### ***Áreas relativamente más sólidas***

D. Gestión de la Carga de Trabajo: 29 sobre un valor de alerta de 24

Sugiere que existe cierta planificación y distribución del trabajo técnico, aunque aún se puede optimizar.

J. Personal y Formación: 31 sobre un valor de alerta de 28:

Indica un buen nivel de preparación o cantidad de personal, pero se debe reforzar con capacitación específica según necesidades del nuevo plan.

## **Conclusión General del Análisis**

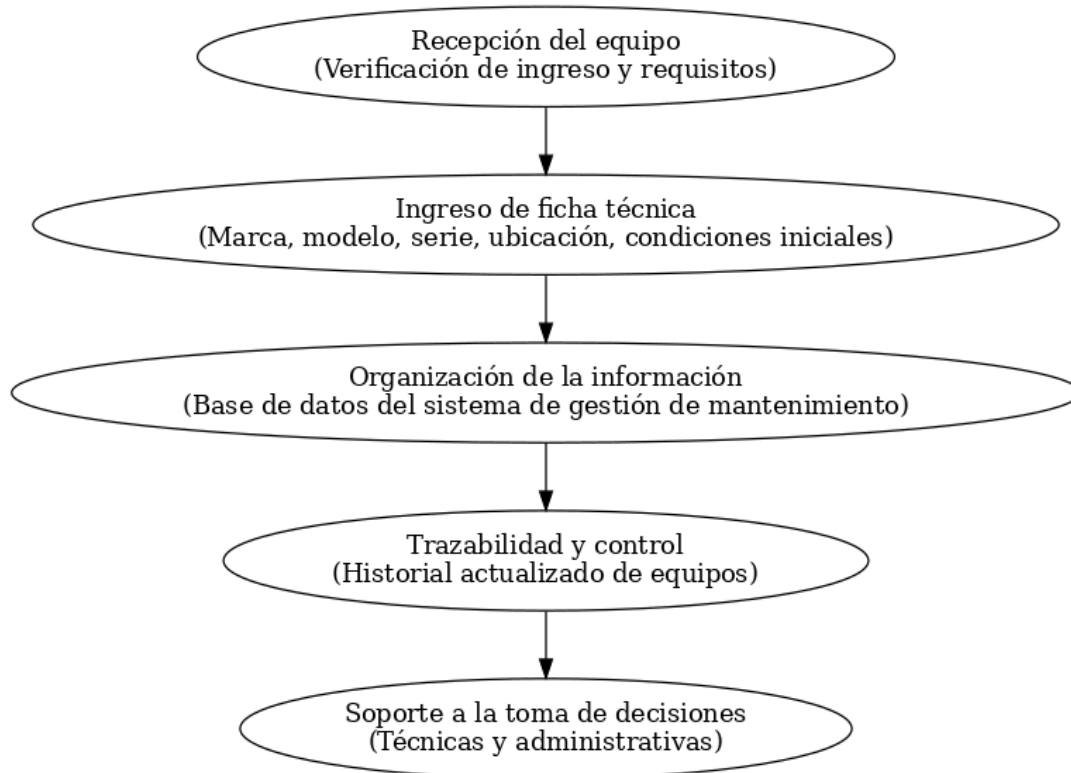
El cuadro revela una necesidad urgente de fortalecimiento estructural, técnico y documental dentro del sistema de mantenimiento hospitalario. Las áreas tecnológicas, de soporte operativo como herramientas, documentación, contratación y organización son los puntos más críticos. Este diagnóstico justifica y respalda la implementación del nuevo plan de mantenimiento basado en normativas internacionales, como propone el estudio, con el objetivo de lograr eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad en la gestión de activos del Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca.

## **Levantamiento de equipos y creación de fichas como base para el mantenimiento**

El proceso de levantamiento de equipos inicia con la recepción del equipo, etapa en la que se verifica su ingreso a la institución y se constata que cumpla con los requisitos básicos para su registro. A continuación, se procede a ingresar la ficha técnica del equipo, documento que recopila información esencial como marca, modelo, número de serie, ubicación y condiciones iniciales de funcionamiento. Este paso constituye la base del sistema de gestión de mantenimiento, ya que permite organizar la información de manera sistemática, facilitar la trazabilidad de los activos y garantizar que cada equipo cuente con un historial actualizado que respalde la toma de decisiones técnicas y administrativas.

### **Gráfico 2**

*Diagrama de bloques de proceso de levantamiento de información de equipos*



**Fuente:** Propia autoría

Entre los puntos que se debe tener en consideración para la creación de las fichas de equipos se tiene:

**1. Datos del equipo**

- Descripción / nombre del equipo
- Modelo
- Serie
- Año de fabricación
- Fabricante
- País de origen
- Fecha de instalación

**2. Datos del proveedor**

- Empresa proveedora
- Técnico responsable de la empresa

- Teléfonos de contacto

### **3. Datos técnicos**

1. Fuentes de alimentación: electricidad, combustible, agua, oxígeno, aire, gas, otro
2. Detalles técnicos: Voltajes de operación, Fases como monofásico / trifásico, Frecuencia, Potencia, Amperes de arranque y servicio, Velocidad en RPM

### **4. Datos de lubricación**

### **5. Repuestos / consumibles requeridos en stock**

### **6. Frecuencia de inspección**

- Diaria
- Semanal
- Mensual
- Trimestral
- Anual

### **7. Registro de mantenimiento**

- Fecha de mantenimiento realizado
- Tipo de mantenimiento como Preventivo/Correctivo
- Responsable de mantenimiento
- Descripción de trabajos realizados

### **8. Registro fotográfico del equipo como evidencia visual para su identificación.**

- Fotografías de los diferentes equipos en las áreas en las que están ubicados
- Fotografía de la placa del equipo donde se encuentran datos técnicos del mismo

Estas fichas permiten registrar de forma sistemática cada intervención, facilitando la evaluación de la frecuencia de fallos, la identificación de sus causas y la cuantificación de los costos de reparación asociados.

## **Mejora de la eficiencia operativa y la gestión de activos**

Con base en el análisis realizado, se ha propuesto la mejora de la gestión de mantenimiento orientado a mejorar la eficiencia operativa y garantizar la sostenibilidad de los activos hospitalarios. Esta propuesta de mejoramiento tiene como principales objetivos: fortalecer la planificación preventiva, implementar un sistema efectivo de

registro y control de mantenimiento, y optimizar la asignación de recursos humanos y materiales (ISO 13485, 2016; NFPA, 2021). Las propuestas de mejora incluyen:

1. Fortalecer la planificación preventiva aplicando metodologías de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y normativas como las de la Organización Internacional de Normalización y la Asociación Nacional de Protección contra Incendios permitirá programar mantenimientos basados en criticidad, reduciendo riesgos, fallas inesperadas y extendiendo la vida útil de los equipos.
2. Implementar un sistema de registro y control de mantenimiento bajo normas como la ISO 14224 y con apoyo de un Sistema Computarizado de Gestión de Mantenimiento, se registrarán indicadores como el Tiempo Medio entre Fallas, el Tiempo Medio de Reparación, la Disponibilidad Operativa y los costos de mantenimiento. Esto permitirá tomar decisiones basadas en datos, aumentando la confiabilidad y disponibilidad operativa de los equipos.
3. Optimizar la asignación de recursos humanos y materiales mediante la gestión del número de técnicos especializados, las horas-hombre disponibles, la duración de las tareas y el control de inventarios sobre materiales, cantidad y costo de los mismos, de esta manera se logrará una distribución eficiente del personal y de los insumos. Asimismo, aplicar el análisis de Costo del Ciclo de Vida permitirá reducir gastos y asegurar la continuidad de los servicios.

### **Análisis aspiracional con la aplicación del mejoramiento de la gestión de mantenimiento**

Con la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en normativas internacionales, estas deficiencias serán abordadas mediante una corrección integral del sistema. La Organización General y la logística de repuestos muestran una clara evolución positiva gracias a la incorporación de protocolos estructurados, control de inventarios y asignación adecuada de responsabilidades. Además, se espera que los Métodos de Trabajo y el Control Técnico se fortalezcan considerablemente mediante la estandarización de procesos, el uso de fichas técnicas actualizadas y la capacitación continua del personal técnico.

Estos avances permitirán mejorar la trazabilidad, reducir fallos y optimizar recursos,

logrando así un sistema de mantenimiento más eficiente, sostenible y alineado con los estándares de calidad hospitalaria. El incremento en los puntajes proyectados evidencia el impacto positivo del plan y su capacidad de transformar los puntos críticos en áreas operativamente sólidas (ISO 13485, 2016; NFPA, 2021).

**Tabla 4**

*Valores aspiracionales con el mejoramiento del plan de mantenimiento*

| PERSPECTIVAS                                 | VALOR MÁXIMO | VALOR DE ALERTA | VALOR OBTENIDO |
|----------------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| A. Organización general                      | 48           | 24              | 38             |
| B. Métodos y sistemas de trabajo             | 48           | 24              | 24             |
| C. Control técnico de instalaciones          | 48           | 24              | 24             |
| D. Gestión de la carga de trabajo            | 48           | 24              | 29             |
| E. Compra y logística de repuestos y equipos | 48           | 24              | 36             |
| F. Sistemas informáticos                     | 40           | 20              | 0              |
| G. Organización del taller de mantenimiento  | 32           | 16              | 17             |
| H. Herramientas y medios de prueba           | 32           | 16              | 10             |
| I. Documentación técnica                     | 32           | 16              | 11             |
| J. Personal y formación                      | 56           | 28              | 31             |
| K. Contratación                              | 40           | 20              | 15             |
| L. Control de actividad                      | 40           | 20              | 20             |

**Fuente:** Propia autoría

Alinear las actividades de mantenimiento con normativas internacionales mejora la confiabilidad de la infraestructura hospitalaria, mitiga riesgos y asegura el cumplimiento de regulaciones de seguridad. La transición hacia un enfoque de mantenimiento estructurado requiere inversión en capacitación y documentación, pero ofrece beneficios operacionales a largo plazo.

### **Informe Técnico Comparativo de Desempeño en Mantenimiento**

Se tomaron en cuenta dos bases de datos: una previa al mejoramiento de la gestión del plan de mantenimiento y otra posterior con un análisis aspiracional, con los mismos criterios de evaluación. Se calcularon las variaciones entre ambos escenarios para determinar los avances o estancamientos en cada área.

**Tabla 5**

*Comparativa entre perspectivas y variación positiva presentada*

| Perspectiva                                  | Valor Inicial | Valor Posterior | Variación |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------|
| A. Organización General                      | 21            | 38              | +17       |
| B. Métodos y Sistemas de Trabajo             | 21            | 24              | +3        |
| C. Control Técnico de Instalaciones          | 21            | 24              | +3        |
| D. Gestión de la Carga de Trabajo            | 29            | 29              | 0         |
| E. Compra y Logística de Repuestos y Equipos | 22            | 36              | +14       |
| F. Sistemas Informáticos                     | 0             | 0               | 0         |
| G. Organización del Taller de Mantenimiento  | 17            | 17              | 0         |
| H. Herramientas y Medios de Prueba           | 10            | 10              | 0         |
| I. Documentación Técnica                     | 11            | 11              | 0         |
| J. Personal y Formación                      | 31            | 31              | 0         |
| K. Contratación                              | 15            | 15              | 0         |
| L. Control de Actividad                      | 20            | 20              | 0         |

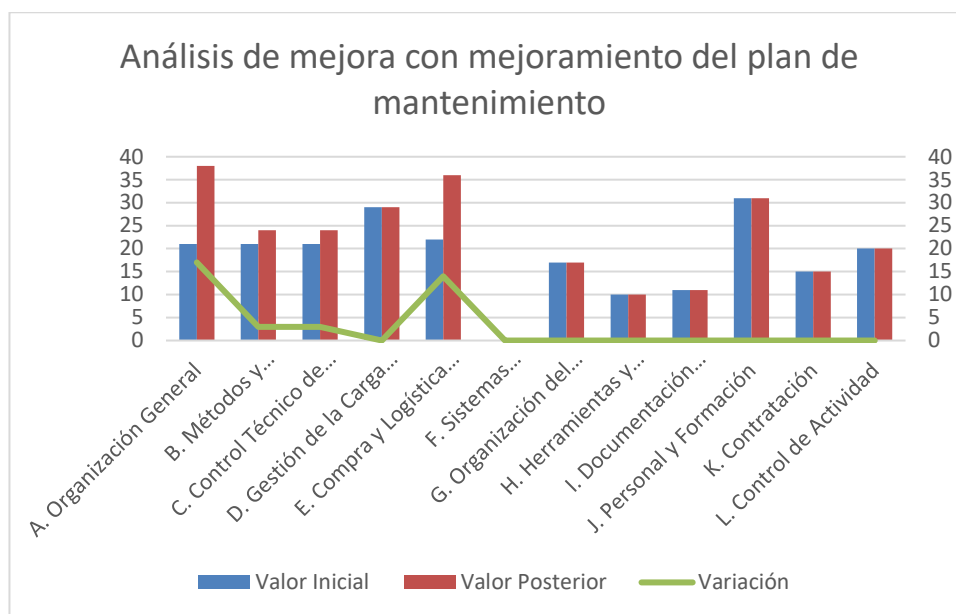
**Fuente:** Propia autoría

Al analizar las áreas en las que se hace mayor énfasis: Organización general; Métodos sistemas de trabajo; Control técnico de instalaciones; Compra y logística de repuestos y equipos se llegó a obtener los siguientes resultados:

- La Organización General refleja una reestructuración efectiva, mayor planificación interna y claridad en los procesos.
- Los métodos y sistemas de trabajo muestran un incremento en la eficiencia operativa, ya que el personal adoptó prácticas más estructuradas y con menor margen de error en la ejecución de tareas.
- En el control técnico de instalaciones se observa una mejora en la trazabilidad de las actividades técnicas, lo que contribuye a una gestión más confiable y alineada con los estándares de mantenimiento hospitalario.
- La mejora en la gestión de repuestos sugiere que ahora existe un mejor control de stock, tiempos de reposición y previsión de insumos, lo que reduce el riesgo de paros por falta de materiales.

## Gráfico 2

### *Análisis de variación con mejoramiento del plan de mantenimiento*



Fuente: Propia autoría

La investigación identificó deficiencias clave en el marco de mantenimiento existente, incluyendo la irregularidad en los horarios de inspección, la ausencia de protocolos formales de mantenimiento preventivo y una asignación inadecuada de recursos técnicos y humanos. Frente a esta situación, se propuso una mejora a la gestión del Mantenimiento, estructurado en cuatro componentes principales:

1. Programación preventiva: Se planificaron actividades rutinarias de limpieza, inspección y conservación de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y mecánicas, así como de sistemas contraincendios, ventilación y equipos auxiliares. Cada actividad se asignó con una frecuencia específica según la criticidad y uso del sistema, ajustándose a las condiciones de operación y durabilidad de los materiales y equipos. Esta planificación responde a la necesidad de fortalecer el mantenimiento preventivo, priorizando los activos de mayor impacto en la seguridad hospitalaria y asegurando su disponibilidad operativa.
2. Gestión de recursos: Se estableció un inventario de repuestos críticos, herramientas y consumibles, acompañado de un plan anual de adquisiciones, reduciendo riesgos

de inactividad por falta de insumos. Esta acción se relaciona directamente con la optimización de los recursos humanos y materiales, permitiendo que las horas-hombre y la disponibilidad de técnicos se complementen con la correcta provisión de materiales, logrando así mayor eficiencia en la ejecución de las tareas.

3. Sistema de registro y control: Se implementaron fichas técnicas para documentar fallas, reparaciones y costos, facilitando el análisis de tendencias, la trazabilidad y la toma de decisiones. Este mecanismo constituye un primer paso hacia la creación de un sistema de gestión de datos alineado con la norma ISO 14224, donde se registren indicadores como el Tiempo Medio entre Fallas, el Tiempo Medio de Reparación y la Disponibilidad Operativa, permitiendo evaluar la confiabilidad de los equipos y planificar mejoras con base en evidencia.
4. Capacitación, entrenamiento y organización del personal: Se definieron perfiles profesionales específicos como ingenieros mecánicos, electrónicos, civiles/arquitectos y técnicos electromecánicos, además de programas de formación continua para los profesionales con el fin de garantizar la correcta ejecución técnica del plan. Esta estrategia fortalece la estructura de talento humano, asegurando competencias acordes a la complejidad tecnológica de los equipos hospitalarios y favoreciendo la sostenibilidad del plan de mantenimiento.
5. Limitaciones financieras: Si bien las acciones descritas permiten avanzar en la consolidación de una gestión de mantenimiento más eficiente, es importante señalar que actualmente SOLCA no cuenta con los recursos financieros necesarios para destinar presupuesto a la implementación de sistemas de gestión informáticos o tecnológicos avanzados. Por ello, en esta etapa se recurre a mecanismos de registro manual y herramientas de bajo costo, con la expectativa de que, a futuro, se logre incorporar plataformas computarizadas que optimicen el control, la trazabilidad y la toma de decisiones estratégicas.

## **Discusión**

La mejora de la gestión de mantenimiento hospitalario propuesto para los equipos hidrosanitarios y mecánicos del Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca se contrastó con normativas internacionales y experiencias documentadas en hospitales

de América Latina y otras regiones. En línea con lo señalado por Higgins, Mobley y Smith (2002), la aplicación de una metodología estructurada permitió identificar fallas recurrentes y definir protocolos preventivos orientados a reducir tiempos de inactividad y costos correctivos.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por la Organización Mundial de la Salud (2012), al evidenciar en los datos obtenidos de las encuestas antes realizadas, se observa que la falta de documentación técnica y la ausencia de procesos estandarizados representan un riesgo para la seguridad hospitalaria. Del mismo modo, estudios de la OPS (2022) y de ASHRAE muestran que la gestión inadecuada de ventilación, agua y climatización impacta directamente en la calidad del servicio, lo cual se refleja en las deficiencias detectadas en el cronograma vigente.

A nivel comparativo, los indicadores alcanzados en el análisis actual como, por ejemplo, un bajo desempeño en sistemas informáticos y documentación técnica; se asemejan a las limitaciones reportadas en otros hospitales de la región, donde la falta de integración tecnológica constituye una barrera recurrente (Mallioris et al., 2024). Sin embargo, los resultados aspiracionales proyectados tras la propuesta de mejora entre los mencionados: incremento de la organización general, fortalecimiento de la logística de repuestos y mejor distribución de la carga laboral, confirman que la adopción de normativas internacionales como ISO 55000, ISO 13485 y NFPA 99 genera un impacto positivo en la sostenibilidad operativa.

No obstante, al igual que en otros estudios, se identifican limitaciones importantes para la implementación del plan: la disponibilidad presupuestaria y la rotación administrativa del personal directivo. Estos factores podrían retrasar la consolidación de un departamento de mantenimiento hospitalario robusto, lo que coincide con experiencias previas en América Latina, donde las restricciones financieras han limitado la aplicación plena de estándares internacionales (Pan American Health Organization, 2022).

La mejora de la gestión del plan diseñado constituye una herramienta práctica que permite jerarquizar equipos críticos, establecer cronogramas ajustados a la realidad institucional y disponer de registros confiables para la toma de decisiones. De este modo, se busca no solo optimizar el uso de recursos técnicos y financieros, sino también garantizar la seguridad de los pacientes y la continuidad de los servicios hospitalarios.

## Conclusiones

El análisis del plan de mantenimiento vigente en el Instituto del Cáncer SOLCA Núcleo de Cuenca evidenció deficiencias en la programación de actividades preventivas, una ejecución irregular de los mantenimientos y la ausencia de registros técnicos completos, lo que limita la trazabilidad de los procesos y dificulta la toma de decisiones. Estas carencias fueron especialmente notorias en las áreas de sistemas informáticos, documentación técnica, herramientas y contratación, donde los valores obtenidos estuvieron por debajo de los mínimos esperados.

Los resultados proyectados tras la aplicación de la propuesta de la gestión de mantenimiento muestran un incremento en la organización general, métodos de trabajo, control técnico y gestión de repuestos, lo que confirma el potencial de la mejora de la gestión para optimizar la continuidad operativa y reducir costos correctivos. La comparación entre los valores iniciales y aspiracionales reflejó una evolución positiva en la estructura organizativa y en la logística de recursos, aspectos fundamentales para la sostenibilidad del mantenimiento hospitalario.

La implementación del plan de mejora también contribuirá también a fortalecer la cultura organizacional en torno al mantenimiento hospitalario, fomentando la responsabilidad compartida entre el personal técnico, administrativo y directivo. Esto permitirá una mayor integración de las áreas, generando conciencia sobre la importancia del cuidado de los activos y promoviendo prácticas de trabajo colaborativas y sostenibles.

Cabe mencionar también que una vez consolidadas las mejoras iniciales y demostrados sus resultados en términos de eficiencia y reducción de costos, el departamento de mantenimiento estará en condiciones de justificar la solicitud de un presupuesto mayor en el futuro, orientado a la adquisición de sistemas informáticos y tecnológicos especializados en la gestión de mantenimiento. Este avance permitirá dar el salto hacia una administración digitalizada y más precisa de los activos hospitalarios, alineada a los estándares internacionales de calidad y seguridad.

### Referencias bibliográficas:

*Agua, saneamiento e higiene en establecimientos de atención de salud de siete países de América Latina.* (2022). Pan American Health Organization.

<https://doi.org/10.37774/9789275324653>

*ANSI/ASHRAE/ASHE Addendum L to ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2017.* (s. f.).

*NFPA 99.* (2021). *Seguridad Humana en establecimientos de salud.* Fire Safety.

<https://firereport.net/codigo-nfpa-99/>

Higgins, L. R., Mobley, R. K., & Smith, R. (2002). *Maintenance engineering handbook* (6th ed). McGraw-Hill.

Mallioris, P., Aivazidou, E., & Bechtsis, D. (2024). Predictive maintenance in Industry 4.0: A systematic multi-sector mapping. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 50, 80-103. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2024.02.003>

Ministerio de Salud del Ecuador. (2018). *Gestión de mantenimiento de equipos biomédicos.*

*ISO 134585.* (2016). *Medical devices—Quality management systems—Requirements for regulatory purposes.* <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:59752:en>

Quicho, R., Hinckley, C. C., & Curran, M. B. (s. f.). *Development Team for the 8th Edition.*

Solca, N. de C. (s. f.). *Misión—Instituto del Cáncer Solca Cuenca.*

<https://www.institutodelcancer.med.ec/mision/>

World Health Organization. (2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. *Medical equipment maintenance programme overview*, 90.

Chanter, B., & Swallow, P. (2008). *Building maintenance management.* John Wiley & Sons.

Lientz, B. P., & Swanson, E. B. (1980). *Software maintenance management.* Addison-Wesley Longman

Publishing Co., Inc..

Chopra, A. (2021). Applications and barriers of reliability centered maintenance (RCM) in various industries: a review. *Industrial Engineering Journal (ISSN-0970-2555)*, 14(1), 15-24.

Manchadi, O., Ben-Bouazza, F. E., & Jioudi, B. (2023). Predictive maintenance in healthcare system: a survey. *IEEE Access*, 11, 61313-61330.

Noor, M. M., Ram, D. C., Magray, I. A., & Chawla, E. S. (2016). Maintenance and modelling strategies of biomedical equipment's in hospitals: a review. *Adv Life Sci Technol*, 40, 31-35.

Vásquez Aguilera, A. C., & Calle Arévalo, C. D. (2024). *Propuesta de mejora para el proceso de gestión de mantenimiento de la empresa Plastiazuay S.A.* (Magíster en Gestión del Mantenimiento). Universidad del Azuay. Repositorio institucional.

<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/14099>