

**Aumento de las acciones correctivas en los equipos de radiología convencional por falta
mantenimiento preventivo**

Anjy Lorena Hernández Rodríguez

Diego Fernando Ramírez Galvis

Héctor Fabio Correa Nieto

Juan David Ortiz Muñoz

Juan Manuel Barrera Rosales

Asesor

Edna Rocío Jamaica Guio

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela Ciencias de la Salud – ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2025

Agradecimientos

Durante el transcurso de la investigación documental, nosotros, como estudiantes del proceso, nos vimos mucho más enriquecidos por la intervención constante y por la invaluable ayuda que hemos recibido de nuestra tutora. Sus intervenciones y respuestas han sido fundamentales para alcanzar un buen término en nuestro trabajo; por ello, nuestras mayores muestras de agradecimiento son para ella.

Al mismo tiempo, queremos agradecer a nuestras familias, cuyo amor, paciencia y disertación fueron una gran fuente de fuerza. Nos han ido transmitiendo confianza en nuestras posibilidades de crecimiento personal y profesional, de modo que este trabajo investigativo se puede considerar como un ejemplo del apoyo que nos dan.

Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento de manera especial a la participación de todos nuestros compañeros de estudio, quienes se involucraron activamente en la investigación desde el principio, aportando su entusiasmo característico y contribuyendo significativamente hasta alcanzar los resultados que hemos obtenido.

Dedicatoria

A aquellos profesionales de la salud, que entregan su vida para ofrecer diagnósticos correctos y tratamientos en el momento adecuado, luchando contra problemas tecnológicos y problemas de gestión en favor de la salud del paciente. A nuestras familias, a nuestros amigos y a aquel apoyo incondicional, que fue quien motivó la definición de este trabajo.

Resumen

Este Trabajo Investigativo presenta una revisión bibliográfica que documenta la influencia del mantenimiento preventivo y correctivo en la calidad de las imágenes, por ello plantea la importancia del correcto mantenimiento de los equipos para la obtención de imágenes de diagnóstico en el área de salud de las instituciones; a pesar de las mejoras que con la tecnología se han producido en la calidad y precisión del diagnóstico, las instituciones de salud en países como Colombia tienen problemas en garantizar el correcto funcionamiento de los equipos por los altos costos, la baja formación del personal o bien la baja inversión en este tipo de mantenimiento

Los resultados indican que una proporción significativa del personal técnico no cuenta con la formación adecuada, y que el mantenimiento, cuando se lleva a cabo, es predominantemente correctivo. Esto incrementa el riesgo operativo. El estudio concluye que implementar una estrategia combinada de mantenimiento apropiado, capacitación continua e innovación tecnológica es fundamental para mejorar la calidad de los servicios de diagnóstico por imagen.

Palabras claves: Mantenimiento, Preventivo, Correctivo, Imágenes Diagnósticas, Resolución 3100 De 2019, Normativa Sanitaria.

Abstract

This research paper presents a documentary review on the relationship between technical maintenance—both preventive and corrective—of conventional radiology equipment and the quality of diagnostic imaging. It is based on the premise that inadequate maintenance increases the risk of technical failures, negatively affects diagnostic accuracy, and compromises patient safety. Through the analysis of scientific literature, current regulations (such as Resolution 3100 of 2019 in Colombia), and data collected from a survey administered to radiology technologists at Clínica IMBANACO, significant gaps were identified between regulatory guidelines and institutional practices.

Findings indicate that a considerable portion of technical staff lacks sufficient training and that maintenance practices are mostly corrective, which heightens operational risk. As a solution, the development of AI-based software is proposed to integrate the roles of professionals involved in the diagnostic process, optimize equipment maintenance, accelerate image interpretation, and ensure service continuity in case of technical failure. The study concludes that a combined strategy involving proper maintenance, continuous training, and technological innovation is essential to improve the quality of diagnostic imaging services.

Keyword: Maintenance, Preventive, Corrective, Diagnostic Imaging, Resolution 3100 Of 2019, Health Regulation.

Tabla de Contenido

Introducción	10
Planteamiento del Problema	11
Justificación	13
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
Marco Teórico	15
Metodología	20
Instrumento de Recolección de Información.....	23
Análisis de datos complementarios.....	25
Resultados.....	35
Conclusiones	38
Referencias.....	43
Apéndices.....	39

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Resumen del Diseño Metodológico</i>	35
---	----

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Tabulación Datos Estadísticos de la Encuesta</i>	9
Figura 2 <i>Tabulación de la Encuesta, Recopilación de la Información</i>	24
Figura 3 <i>Respuesta Pregunta 1</i>	25
Figura 4 <i>Respuesta Pregunta No. 2</i>	26
Figura 5 <i>Análisis Respuesta No. 3</i>	25
Figura 6 <i>Análisis Respuesta No. 4</i>	28
Figura 7 <i>Análisis Respuesta No. 5</i>	28
Figura 8 <i>Análisis Respuesta No. 6</i>	27
Figura 9 <i>Análisis Respuesta No. 7</i>	28
Figura 10 <i>Análisis Respuesta No. 8</i>	29
Figura 11 <i>Análisis Respuesta No. 9</i>	29
Figura 12 <i>Análisis Respuesta No. 10</i>	32

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Consentimiento Informado</i>	43
Apéndice B <i>Método de Aplicación</i>	44

Introducción

En el área de la medicina, los equipos de soporte diagnóstico como son los de imágenes de diagnósticos entre otros, desempeñan un papel importante en la detección y tratamiento de enfermedades, sin embargo, el rendimiento de estos equipos no depende solamente de la tecnología incorporada, sino también del mantenimiento preventivo continuo que se debe realizar, algo que han descuidado algunas instituciones que prestan los servicios de salud, ya que se enfrentan a grandes dificultades para poder asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos de soporte diagnóstico. Esto se debe a los altos costos de adquisición y mantenimiento, por ejemplo, en Colombia, la Resolución 3100 de 2019 establece los lineamientos para garantizar la calidad en los servicios de salud, incluyendo el mantenimiento de los equipos biomédicos (Social, 2019), sin embargo muchas instituciones de salud en Colombia, enfrentan limitaciones económicas que dificultan el mantenimiento adecuado de estos equipos, lo que puede reducir su vida útil, incrementar la frecuencia de fallos técnicos y deteriorar la calidad de las imágenes obtenidas, y eso es una situación que no solo encarece los procesos operativos, sino que también compromete la calidad de la atención médica.

Es por ello, que esta investigación propone identificar y analizar los efectos del mantenimiento técnico tanto preventivo como correctivo sobre la calidad de las imágenes diagnósticas, enfocándose en establecer estrategias que permitan mejorar los procesos tecnológicos, y que garanticen un servicio de diagnósticos veraz y óptimo dentro de las instituciones prestadoras de salud, evitando posibles errores que pueden perjudicar la seguridad del paciente.

Planteamiento del Problema

Los avances tecnológicos en el ámbito médico, especialmente en el campo de las imágenes diagnósticas, han permitido evolucionar de forma positiva y significativa en la calidad de la atención médica, debido que las técnicas de obtener las imagen han transformado la forma en que se interpretan y adquieren las imágenes, facilitando diagnósticos rápidos y precisos, porque permite detectar enfermedades en etapas tempranas, lo que incrementa las posibilidades de éxito en los tratamientos y mejora la calidad de vida de los pacientes, por tanto, se considera que el uso de esta técnica la convierte en novedoso en el campo de la salud.

Sin embargo, a pesar de estos avances, la calidad de las imágenes médicas en los entornos hospitalarios, en especial en Colombia, sigue viéndose afectada por diversos factores operativos, entre ellos, podemos identificar la calibración, el mantenimiento y el uso adecuado de los equipos son determinantes para asegurar un rendimiento óptimo, otro factor que se puede identificar es el entrenamiento del personal, las condiciones ambientales y la infraestructura hospitalaria, estos influyen directamente en la efectividad de las herramientas de diagnóstico.

Aunque el uso de sistemas digitales ha mejorado la resolución y reducido los tiempos de procesamiento, estos beneficios solo se garantizan cuando los equipos se mantienen en condiciones óptimas. Según Pérez y Sánchez (2021), “esta transición hacia lo digital ha impulsado mejoras significativas en la calidad de las imágenes, siempre que se asegure el mantenimiento adecuado (Pérez, 2021). No obstante, muchas instituciones en Colombia no cumplen con los requisitos técnicos exigidos por normativas como la Resolución 3100 de 2019 del Ministerio de Salud. En un intento por reducir costos, omiten procesos esenciales de mantenimiento preventivo, lo que puede derivar en imágenes defectuosas y diagnósticos erróneos.

Pregunta del Problema

¿Cómo se relaciona el mantenimiento correctivo y preventivo con la calidad de las imágenes diagnosticas?

Justificación

El progreso de la tecnología utilizado en el ámbito de las imágenes diagnósticas ha permitido mejorar la calidad de los diagnósticos médicos, ser capaz de lograr diagnosticar enfermedades en fases muy iniciales y mejorar los tratamientos. Pero todo eso depende de algunos parámetros operativos, como son la calibración, el mantenimiento de forma rutinaria, el uso beneficioso y suficiente de los equipos y el entrenamiento del personal, lo cual es un requisito fundamental para obtener imágenes con buena calidad.

La presente investigación propone analizar cómo el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de imágenes diagnósticas puede contribuir a la mejora de su calidad. Su objetivo es optimizar este proceso para maximizar los recursos del sistema sanitario, permitiendo la obtención de diagnósticos más precisos y la implementación de tratamientos más eficaces. A su vez, estos avances podrían fortalecer la sostenibilidad y eficiencia del sistema de salud, impactando positivamente en el bienestar de los pacientes

La contextualización en relación con la descripción técnica de un estudio radiológico es uno de los factores que determinan la correcta obtención de imágenes de calidad y la correcta interpretación diagnóstica. En el presente, la utilización de tecnologías avanzadas implica un conocimiento exhaustivo del equipo, de los parámetros de exposición, de las técnicas de posicionamiento y de las medidas de protección radiológica, entre otros aspectos. Este informe intenta ser una guía, una referencia estructurada que facilite el conocimiento acerca de los elementos técnicos que intervienen en la ejecución de un estudio radiológico.

Objetivos

Objetivo General

Analizar, a partir de fuentes bibliográficas y normativas, la relación entre el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de imagen diagnóstica y la calidad del servicio dentro de las instituciones de salud.

Objetivos Específicos

Revisar literatura científica relacionada con el mantenimiento de los equipos de imágenes diagnósticas

Identificar normativas vigentes que regulan la calidad del mantenimiento en los servicios de radiología.

Contrastar los efectos observados en contextos con y sin mantenimiento preventivo

Proponer recomendaciones técnicas con base en la evidencia revisada.

Marco Teórico

El desarrollo tecnológico en el campo de la medicina ha tenido un impacto importante en la calidad de la atención en salud, las imágenes diagnósticas son un claro exponente de esto, han experimentado un notable avance, en sus inicios los equipos de radiología carecían de nitidez y presentaban resolución que limitaba la identificación de patologías, procesamiento lento, tiempos de exposición y revelados extensos, uso de químicos tóxicos, deterioro físico de películas y almacenamiento prolongado que causaba pérdida de la calidad de la imagen, Busca et al. (2010) afirmo lo siguiente:

A lo largo de los últimos 20 años se ha producido una revolución tecnológica en la radiología que ha implicado un cambio sustancial en la configuración y composición de los servicios de diagnóstico por la imagen. hablamos de la aparición de la radiología digital, tanto directa como indirecta, que ha ido desplazando completamente la tradicional radiología analógica basada en la combinación pantalla-película (p.71)

La radiología digital ha transformado el diagnóstico clínico al reemplazar las placas convencionales por sistemas digitales de adquisición y procesamiento de imágenes. Esta tecnología permite almacenar, modificar y transmitir imágenes de forma eficiente, lo que mejora la precisión diagnóstica y optimiza los flujos de trabajo clínico (López et al., 2023)

Actualmente el uso de los recursos digitales y el mejoramiento de los equipos de radiología han causado una mayor eficiencia en las áreas de imágenes diagnósticas, por facilidad de acceso, ajustes de parámetros, nivel de detalle, recuperación, almacenamiento e interoperabilidad entre sistemas, las imágenes siguen viéndose afectadas por factores provenientes de mantenimientos correctivos y preventivos, los cuales representan barreras que inciden en la eficacia y funcionamiento de herramientas para el apoyo diagnóstico

En la actualidad, se distinguen tres tipos principales de mantenimiento, entre ellos se encuentra el correctivo que se realiza cuando ocurre una falla o avería y el objetivo principal es restaurar el funcionamiento, "se basa en reparar el equipo solo cuando presenta una falla. Esto puede generar costos elevados y tiempo de inactividad prolongados" (Krippendorff, 2018), el preventivo que se lleva a cabo de forma planificada para evitar fallas antes de que ocurran, "consiste en revisiones periódicas programadas sin considerar el estado real del equipo" (Villalobos et al., 2023), y el predictivo que se basa en la supervisión y análisis en tiempo real, este también busca anticiparse a fallas, Martínez et al (2021) sugiere que el mantenimiento predictivo permite anticipar fallos mediante la identificación de patrones de comportamiento del equipo, analizando registros de calibración, desempeño operativo y antecedentes de fallas. Su aplicación requiere sensores, algoritmos de análisis y modelos de aprendizaje automático que faciliten la toma de decisiones (p. 24)

La tendencia global en ingeniería biomédica "se orienta hacia estrategias de mantenimiento predictivo, fundamentadas en el análisis de datos históricos y el monitoreo inteligente del funcionamiento del equipo" (Ramírez & Gómez, 2022, p. 33)

Según Cornejo (2008) un estudio realizado en el Hospital General de México en el mes de agosto a diciembre del año 2008 se planificaron mantenimientos preventivos e hicieron una comparativa en el mismo periodo del año 2007, al analizar las estadísticas observaron que en el año 2007 los mantenimientos preventivos eran muy bajos, por lo tanto los mantenimientos correctivos representaban un aumento significativo, lo anterior era a causas de no detectar fallas a tiempo por la poca planificación de mantenimientos preventivos.

Otros autores afirman lo siguiente

La calidad de las imágenes radiológicas está directamente relacionada con el estado de conservación de los equipos. Así, el mantenimiento preventivo no solo asegura la continuidad operativa de los dispositivos, sino que también optimiza los resultados diagnósticos, permitiendo a los radiólogos obtener imágenes más nítidas y precisas, lo que contribuye significativamente a una mejor atención médica. (Díaz et al., 2012, p 95)

López et al (2020) sugiere que “cuando los sistemas de imágenes están correctamente ajustados y en buen estado, son capaces de detectar cualquier sobre exposición, lo que permite obtener imágenes claras, con un mínimo de ruido, y de alta calidad para el diagnóstico (p. 215)

Morel (2014) afirma que “La falta de programas de mantenimiento preventivo, no solo se refleja en los altos costos de reparación, consumibles y refacciones, sino en el peligro de perder vidas humanas por el mal funcionamiento de los equipos” (p. 22)

En un estudio realizado por Torres et al (2022) sobre la causa de tasa de repeticiones en un hospital pediátrico, encontraron que el 71% de los tecnólogos manifiestan que desde que se empleó un programa de mantenimiento preventivo no se han reportado fallas en los equipos durante los últimos 6 meses (p.17), además Torres et al (2022) en el estudio plantea que, a nivel nacional, se encuentran muy pocos registros de documentos que propongan los modelos de protocolos de inspección y mantenimiento preventivo para adelantar programas de Mantenimiento Planificado, sin embargo, los investigadores consultaron diversos documentos internacionales donde se menciona que es necesario que el técnico del área de equipos médicos tenga en cuenta los intervalos IPM (Inspección, Pruebas y Mantenimiento) en la medida que el plan anual lo requiera (p.15)

Castro (2011) indica que “muchas veces surgen errores como consecuencia de errores cometidos en los mantenimientos correctivos, de los circuitos auxiliares, o la ausencia de un

control periódico de los mismos se ocasionan costosas averías” (p. 25), Si los equipos no son revisados regularmente, "las pequeñas fallas pueden acumularse y convertirse en problemas mayores, afectando la disponibilidad del equipo" (Fernández& Díaz, 2023, p.50).

La baja inversión en mantenimiento ha derivado en equipos descalibrados y en la visualización de imágenes de baja calidad y el aumento de diagnósticos erróneos, Alelys (2012) planteo en el desarrollo de un manual de mantenimiento correctivo a dispositivos médicos, las causas más comunes para que un equipo requiera mantenimiento correctivo, en el análisis encontró que las principales causas son es por polvo, mugre, corto circuito entre pines, pistas mal soldadas, dispositivos quedamos y deteriorados, cambios en la corriente eléctrica, sobre voltaje, tarjetas mal soldadas (p. 30), La falta de mantenimiento periódico es una de las principales causas de fallas en los equipos de radiología "un mantenimiento preventivo basado en datos históricos puede reducir la incidencia de fallos inesperados (García & Torres, 2023)

También se relaciona que "Los equipos de radiología están sometidos a un uso constante en hospitales y clínicas, lo que genera un desgaste progresivo de sus componentes mecánicos y electrónicos" (Martínez et al., 2024, p.20), "El tubo de rayos X, las placas detectoras y los circuitos eléctricos tienen una vida útil limitada, el uso frecuente y la exposición a altas temperaturas pueden acelerar su deterioro (Ramírez, 2023, p.30), "Las fluctuaciones de voltaje y cortes eléctricos pueden generar daños graves en los equipos de radiología, afectando su funcionamiento y provocando fallos en los circuitos internos (García & Torres, 2023, p.51), "Los componentes móviles, como los colimadores y los brazos articulados, pueden sufrir fallas debido a la fricción constante y la falta de lubricación adecuada (Pérez, 2023, p.58)

El mantenimiento adecuado de los equipos de radiología es fundamental para garantizar la seguridad del paciente y la calidad de las imágenes obtenidas. Diversos estudios han

identificado las fallas más comunes que afectan a estos equipos, las cuales pueden clasificarse en fallas eléctricas, mecánicas, de software y de calibración (García & Torres, 2023). Las condiciones del entorno donde operan los equipos también influyen en su rendimiento y durabilidad, "factores como la temperatura, la humedad y la acumulación de polvo pueden ocasionar fallas en el sistema (Fernández & Díaz, 2023, p.51)

Diferentes autores han propuesto análisis, desde diferentes perspectivas, sobre la calidad de imagen relacionada con el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de radiología en áreas de ayudas diagnósticas para mejorar sus servicios, es ineludible robustecer las estrategias de mantenimiento de los equipos en el seno de las IPS.

Metodología

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y descriptivo, orientado al análisis de la relación entre el mantenimiento técnico preventivo y correctivo de los equipos de imagen diagnóstica y la calidad del servicio prestado en instituciones de salud. Su objetivo es comprender, desde una perspectiva normativa y práctica, cómo estas acciones influyen en la obtención de imágenes diagnósticas precisas y seguras.

Este enfoque cualitativo se justifica en la necesidad de interpretar el fenómeno desde una mirada crítica y contextual, recurriendo al análisis documental y a la percepción de los profesionales del área. Se fundamenta en una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el estado actual del mantenimiento en radiología en Colombia, incluyendo estudios científicos, lineamientos normativos como la Resolución 3100 de 2019 y literatura académica de alcance nacional e internacional.

Como complemento empírico a esta revisión, se aplicó una encuesta estructurada a tecnólogos en radiología de la Clínica IMBANACO, con el propósito de contrastar los hallazgos teóricos con la realidad operativa. Esta estrategia metodológica permite generar una visión integral del problema, combinando datos cualitativos y cuantitativos para reforzar la validez de los resultados.

El proceso de análisis consistió en la lectura crítica de fuentes académicas, la clasificación temática de los contenidos y la interpretación de los hallazgos desde el marco normativo y técnico. Se consultaron bases de datos como Scielo, Scopus, PubMed, así como documentos institucionales y guías técnicas del sector salud. Posteriormente, se realizó una validación práctica mediante el análisis estadístico de las respuestas obtenidas en la encuesta,

enfocándose en variables como la frecuencia de mantenimiento, la formación del personal, y la percepción de la calidad de imagen diagnóstica.

Enfoque de la Investigación

El enfoque aplicado en este estudio de investigación es cualitativo y descriptivo, basado en la revisión bibliográfica sobre el estado actual del mantenimiento en radiología en Colombia y describe el impacto del mismo sobre la calidad de imagen, teniendo en cuenta el objetivo de estudio Analizar, a partir de fuentes bibliográficas y normativas, la relación entre el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de imagen diagnóstica y la calidad del servicio dentro de las instituciones prestadoras de proceso médico.

Justificación del Enfoque

La revisión bibliográfica permite comprender el panorama internacional y nacional sobre el mantenimiento de equipos biomédicos y su importancia, para ello se realiza una encuesta como soporte de la información empírica complementaria que refuerza los hallazgos teóricos.

Tipo de Investigación

La investigación se clasifica como descriptiva y cualitativa. La parte descriptiva permite explorar las características y el uso de los equipos de diagnóstico en la práctica clínica. El enfoque cualitativo se centra en las experiencias y percepciones de los profesionales, utilizando entrevistas y observaciones para analizar el mantenimiento correctivo y preventivo. Aunque no se busca desarrollar un producto tangible, el objetivo es generar conocimiento práctico que mejore el uso de estos equipos.

Proceso de Análisis

Mediante el análisis de la lectura crítica en la recolección de fuentes académicas como normas y técnicas, se seleccionó la información que se requiere para este estudio de

investigación, se clasificó la temática de los contenidos y se identificaron los hallazgos en contexto con el mantenimiento preventivo y sin mantenimiento de los equipos, para ello se consultaron varias bases de datos como Scielo, Scopus, revistas de medicina y equipos tecnológicos en la salud, bases de datos institucionales y organizaciones de salud y tecnología, entre otros, por último se validó empíricamente con una encuesta realizada en la clínica IMBANACO como información complementaria.

Este estudio se basa en una revisión documental sistemática que incluye artículos científicos, investigaciones y normativas relevantes. Entre las referencias clave, se destaca la Resolución 3100 de 2019 del Ministerio de Salud de Colombia.

Como complemento de la investigación se realiza un cuestionario estructurado aplicado a tecnólogos en radiología de la Clínica IMBANACO, y por último se tabula y se analizan los resultados utilizando estadística descriptiva (media, moda, desviación estándar)

Instrumento de Recolección de Información

Figura 1



Tabulación Datos Estadísticos de la Encuesta

ITEM	No. CC	NOMBRE Y APELLIDO	FECHA DE NACIMIENTO	EDAD	SEGMENTO	GENERO	1. ¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento preventivo de los equipos de imagen en su institución?	2. ¿Se encuentra capacitado en el manejo y operación de los equipos de radiología de su institución?	3. ¿Cree que el mantenimiento preventivo mejora la calidad de las imágenes diagnósticas?	4. ¿Ha recibido formación en normativas nacionales como la Resolución 3100 de 2019?	5. ¿Considera que los equipos que opera están bien calibrados?	6. ¿Con qué frecuencia se presentan fallas técnicas en los equipos?	7. ¿Qué tipo de mantenimiento es más común en su institución?	8. ¿Ha detectado que una mala calidad de imagen ha llevado a errores en el diagnóstico?	9. ¿Cuál es el principal obstáculo para el mantenimiento adecuado de los equipos?	10. ¿Está de acuerdo con la implementación de inteligencia artificial para apoyar el
1	52329785	JOVINO FLOREZ DEL AGUILA	30/05/1994	30	Adulto	M	Mensualmente	Si	Si	Si	Siempre	Ocasionalmente	Correctivo	No se	Falta de presupuesto	Si
2	41058700	SANDRA IGLAYCHAVEZ CHAS	15/05/1986	38	Adulto	F	Anualmente	Parcialmente	Si	No	A veces	Frecuentemente	Correctivo	No se	Falta de presupuesto	Si
3	1121221735	RIGOBERTO FLOREZ CHAVEZ	16/07/2002	22	Adulto	M	Mensualmente	Si	Si	Si	Si	Rara vez	Correctivo	Si	Falta de presupuesto	Si
4	1006732302	NELCY FLOREZ CHAVEZ	06/09/2004	20	Adulto	F	Mensualmente	Si	Si	Si	Si	Ocasionalmente	Preventivo	No se	Falta de personal capacitado	Si
5	1131534342	NATALY FLOREZ CHAVEZ	27/10/2006	18	Adulto	F	No se realiza	No	Si	No	Siempre	Ocasionalmente	Correctivo	Si	Desconocimiento normativo	Si
6	1121201515	DANIEL FLOREZ CHAVEZ	29/10/2003	21	Adulto	M	No se realiza	No	Si	No	A veces	Frecuentemente	Preventivo	No	Falta de presupuesto	Si
7	1121447900	SANTIAGO CARDENAS VILLAMIZAR	29/10/2003	21	Adulto	M	Anualmente	No	Si	No	A veces	Frecuentemente	No se	No	Falta de presupuesto	Si
8	1121448601	DANIELYS LEANDRO FLOREZ CHAVE	15/11/1994	30	Adulto	M	Mensualmente	Si	Si	Si	Si	Frecuentemente	Correctivo	No se	Desconocimiento normativo	Si
9	1121212735	ANDRI SADIEL ACUÑA SOTO	07/11/1999	25	Adulto	F	Anualmente	Si	Si	Si	Si	Ocasionalmente	Preventivo	Si	Falta de personal capacitado	No
10	15878652	ALEXANDRA ACOSTA	26/07/2004	20	Adulto	F	Anualmente	Parcialmente	Si	No	A veces	Rara vez	No se	No se	Falta de presupuesto	Si

4. ¿Ha recibido formación en normativas nacionales como la Resolución 3100 de 2019?	5. ¿Considera que los equipos que opera están bien calibrados?	6. ¿Con qué frecuencia se presentan fallas técnicas en los equipos?	7. ¿Qué tipo de mantenimiento es más común en su institución?	8. ¿Ha detectado que una mala calidad de imagen ha llevado a errores en el diagnóstico?	9. ¿Cuál es el principal obstáculo para el mantenimiento adecuado de los equipos?	10. ¿Está de acuerdo con la implementación de inteligencia artificial para apoyar el
Si	Siempre	Ocasionalmente	Correctivo	No se	Falta de presupuesto	Si
No	A veces	Frecuentemente	Correctivo	No se	Falta de presupuesto	Si
Si	Si	Rara vez	Correctivo	Si	Falta de presupuesto	Si
Si	Si	Ocasionalmente	Preventivo	No se	Falta de personal capacitado	Si
No	Siempre	Ocasionalmente	Correctivo	Si	Desconocimiento normativo	Si
No	A veces	Frecuentemente	Preventivo	No	Falta de presupuesto	Si
No	A veces	Frecuentemente	No se	No	Falta de presupuesto	Si
Si	Si	Frecuentemente	Correctivo	No se	Desconocimiento normativo	Si
Si	Si	Ocasionalmente	Preventivo	Si	Falta de personal capacitado	No
No	A veces	Rara vez	No se	No se	Falta de presupuesto	Si

Nota. Resultado de la información recopilada de la encuesta. Autor Juan Manuel Barrera Rosales

Figura 2*Tabulación de la Encuesta. Recopilación de la Información*

  PREGUNTAS	Fem = 1 Mas=2	1. ¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento preventivo de los equipos de	2. ¿Se encuentra capacitado en el manejo y operación de los equipos de radiología de su	3. ¿Cree que el mantenimiento preventivo mejora la calidad de las imágenes diagnósticas?	4. ¿Ha recibido formación en normativas nacionales como la Resolución 3100 de 2019?	5. ¿Considera que los equipos que opera están bien calibrados?	6. ¿Con qué frecuencia se presentan fallas técnicas en los equipos?	7. ¿Qué tipo de mantenimiento es más común en su institución?	8. ¿Ha detectado que una mala calidad de imagen ha llevado a errores en el diagnóstico?	9. ¿Cuál es el principal obstáculo para el mantenimiento adecuado de los equipos?	10. ¿Está de acuerdo con la implementación de inteligencia artificial para apoyar el diagnóstico por imagen?
	Género	Rta No. 1	Rta No. 2	Rta No. 3	Rta No. 4	Rta No. 5	Rta No. 6	Rta No. 7	Rta No. 8	Rta No. 9	Rta No. 10
1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1
3	2	1	1	1	1	3	3	1	2	1	1
4	1	1	1	1	1	3	1	2	1	2	1
5	1	3	3	1	2	1	1	1	2	3	1
6	1	3	3	1	2	2	2	2	3	1	1
7	1	2	3	1	2	2	2	3	3	1	1
8	2	1	1	1	1	3	2	1	1	3	1
9	1	2	1	1	1	3	1	2	2	2	2
10	1	2	2	1	2	2	3	3	1	1	1

Nota. Resultado de la información recopilada de la encuesta. Autor Juan Manuel Barrera Rosales

Análisis de Datos Complementarios

Cuestionario

Relación entre el mantenimiento técnico y la calidad de las imágenes diagnósticas en servicios de radiología en la Clínica IMBANACO

Sección 1: Información Demográfica

Población n = Tecnólogos de radiología, personal de la Clínica IMBANACO

Edad: 20 - 38 años

Género:

Masculino: 5

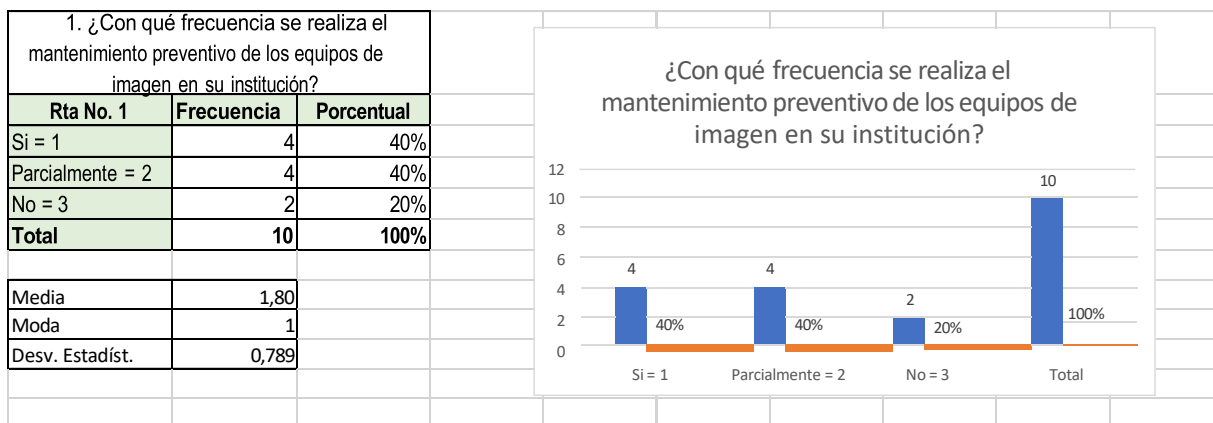
Femenino: 5

Segmento: Adultos

Análisis

Figura 3

Respuesta Pregunta 1.



Nota. Resultado de la tabulación de la información.

El gráfico muestra que solo el 40% de los tecnólogos afirma que se realiza mantenimiento preventivo de forma adecuada, mientras que el 60% lo percibe como parcial o inexistente. Esta situación evidencia una debilidad en la gestión técnica de los equipos, lo cual

puede comprometer la calidad diagnóstica. Estos resultados refuerzan la importancia de implementar protocolos de mantenimiento preventivo regulares y formación técnica continua, en línea con lo establecido por la Resolución 3100 de 2019 y otros estudios que advierten sobre el impacto negativo de equipos mal calibrados en el diagnóstico médico, eso también lo muestra los indicadores estadísticos apoyan esta interpretación:

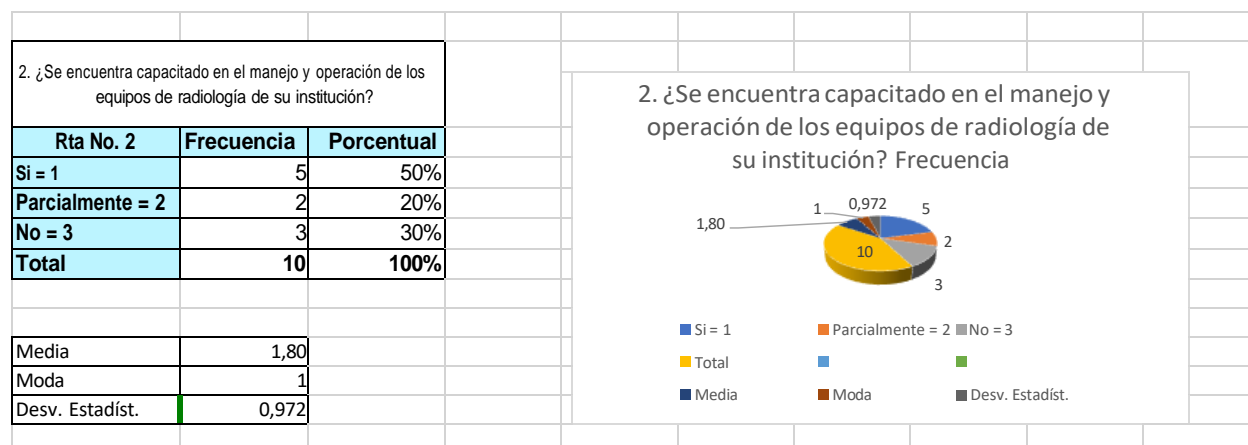
Media: 1,80 → Muestra una tendencia hacia respuestas positivas (cercasas al “sí”).

Moda: 1 → La respuesta más frecuente fue “Sí”.

Desviación estándar: 0,789 → Existe cierta dispersión en las respuestas, lo que indica diferencias entre las experiencias de los tecnólogos encuestados.

Figura 4

Respuesta pregunta No. 2



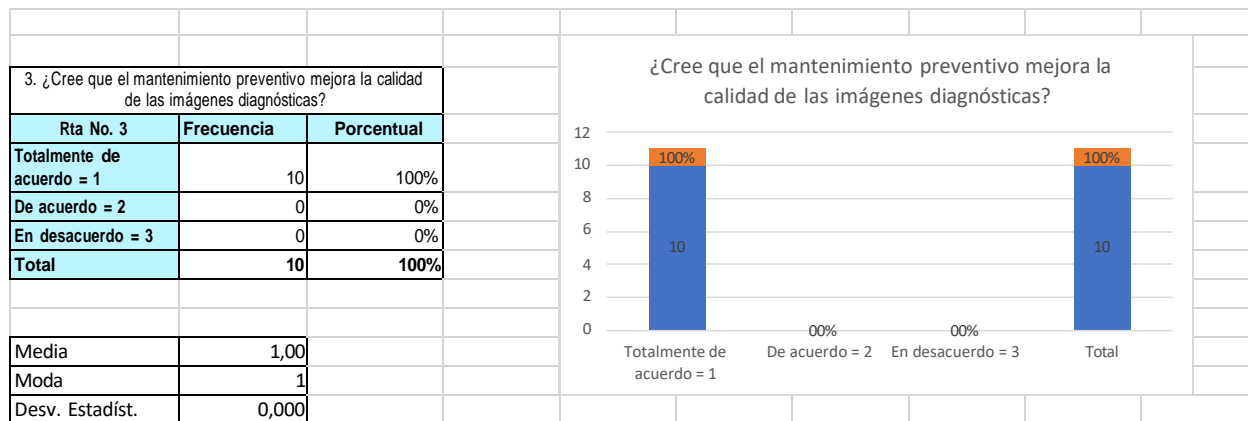
Nota. Resultado de la tabulación de la información.

El 50% de los tecnólogos encuestados manifestó estar capacitado en el manejo de los equipos de radiología, mientras que el 30% afirmó no estarlo y un 20% indicó tener una capacitación parcial. Aunque la moda indica que la mayoría respondió afirmativamente, la media (1,80) y la desviación estándar (0,972) revelan una dispersión considerable, lo que sugiere diferencias en los niveles de formación entre los participantes. Esta variabilidad en la

capacitación técnica puede repercutir directamente en la calidad de las imágenes diagnósticas y evidencia la necesidad de fortalecer programas de formación continua, especialmente en el cumplimiento de normativas técnicas y manejo adecuado de los equipos.

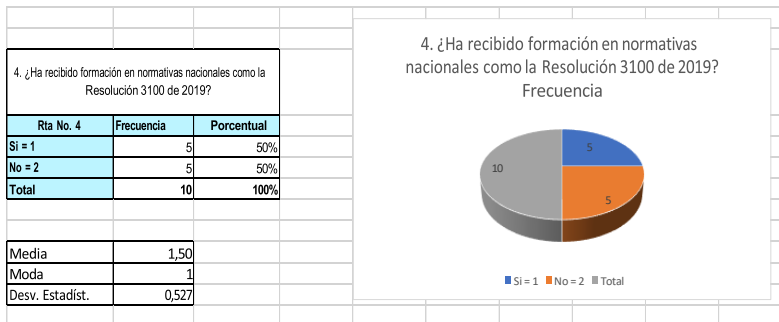
Figura 5

Análisis respuesta No. 3



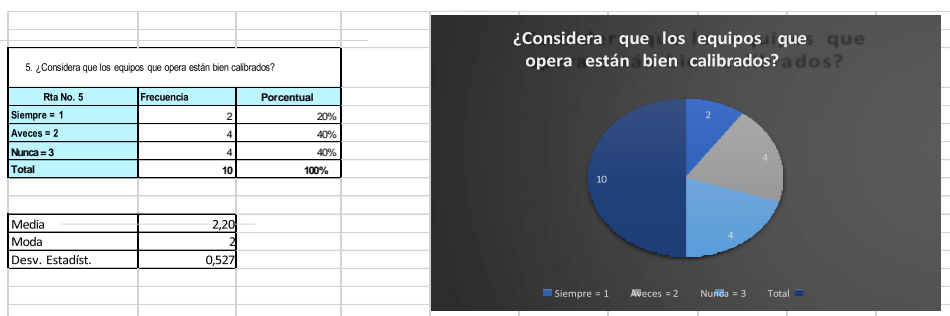
Nota. Resultado de la tabulación de la información.

El 100% de los tecnólogos encuestados manifestó estar totalmente de acuerdo en que el mantenimiento preventivo mejora la calidad de las imágenes diagnósticas. Esta unanimidad se refleja en los valores estadísticos: la media es 1,00, la moda también es 1, y la desviación estándar es 0,000, lo que indica ausencia total de dispersión en las respuestas. Este consenso evidencia una comprensión clara por parte del personal sobre la relación directa entre el mantenimiento técnico y la calidad diagnóstica, respaldando los fundamentos teóricos de la investigación y subrayando la necesidad de que este proceso se implemente de forma sistemática en todas las instituciones de salud.

Figura 32.*Análisis respuesta No. 4*

Nota. Resultado de la tabulación de la información.

Los resultados muestran una división exacta en cuanto a la formación en normativas como la Resolución 3100 de 2019: el 50% de los tecnólogos ha recibido capacitación, mientras que el otro 50% no. La media de 1,50 y la desviación estándar de 0,527 reflejan una dispersión moderada, evidenciando una falta de homogeneidad en el acceso a la formación normativa. Esta situación es preocupante, ya que el desconocimiento de las regulaciones puede repercutir directamente en la calidad de los servicios prestados. Se hace necesario fortalecer los procesos de actualización y formación en normativas técnicas como parte del aseguramiento de la calidad en los servicios de radiología.

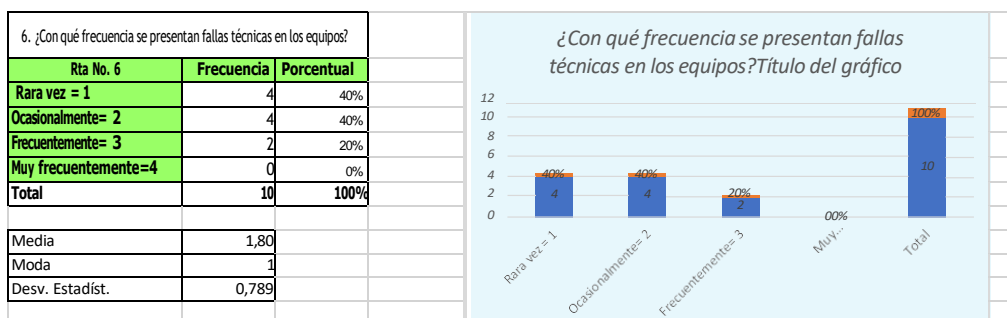
Figura 59*Análisis respuesta No. 5*

Nota: Resultado de la tabulación de la información.

Ante la pregunta No 8, sobre si los equipos están bien calibrados, solo el 20% de los tecnólogos respondió siempre, mientras que el 40% dijo a veces y otro 40% nunca, estos resultados reflejan una percepción preocupante sobre el estado técnico de los equipos por ejemplo la media (2,20) y la moda (2) indican una tendencia hacia respuestas negativas, mientras que la desviación estándar (0,748) muestra una dispersión considerable. Esta situación sugiere que la falta de calibración frecuente podría estar afectando la calidad de las imágenes diagnósticas, validando así uno de los supuestos clave de esta investigación. Se requiere una intervención institucional que garantice revisiones técnicas periódicas y un control riguroso del estado de los equipos.

Figura 86

Análisis respuesta No. 6



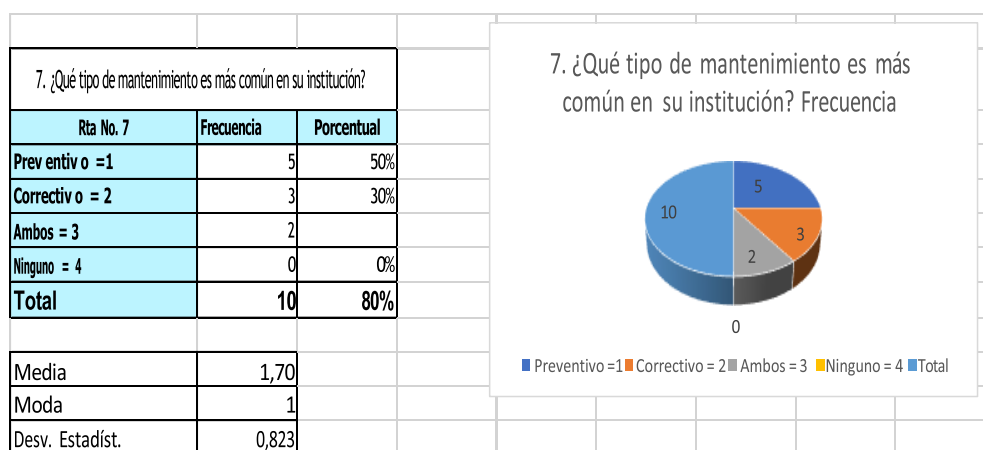
Nota. Resultado de la tabulación de la información.

En la gráfica No. 6, se puede analizar que el 80% de los tecnólogos indicó que las fallas técnicas en los equipos ocurren rara vez u ocasionalmente, mientras que el 20% afirmó que se presentan frecuentemente, en cuanto la media de 1,80 y la moda de 1 reflejan una tendencia hacia eventos poco frecuentes, aunque la desviación estándar de 0,789 sugiere cierta variabilidad

en las experiencias reportadas. Aunque la mayoría no reporta una alta frecuencia de fallas, la existencia de casos recurrentes resalta la necesidad de mejorar los controles técnicos y fortalecer el mantenimiento preventivo, ya que incluso fallas esporádicas pueden comprometer la calidad de las imágenes y retrasar diagnósticos importantes, por tanto, puede afectar la seguridad del paciente.

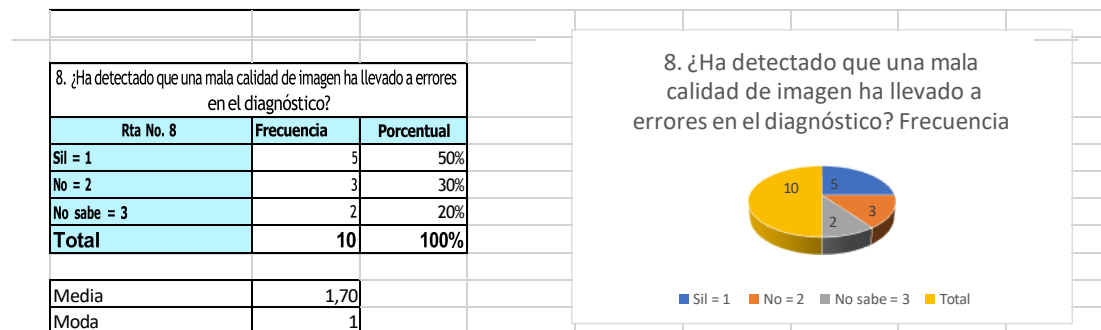
Figura 113

Análisis respuesta No. 7



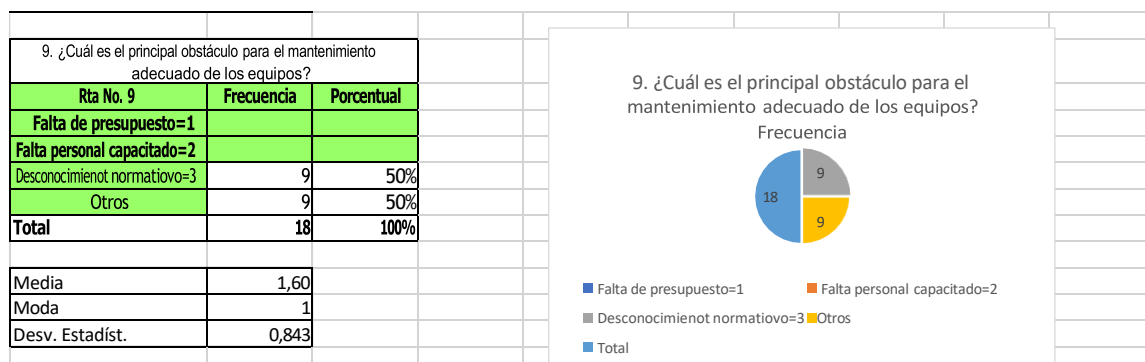
Nota. Resultado de la tabulación de la información.

En cuanto a la ilustración 10, se identifica que el 50% de los encuestados indica que el mantenimiento común en la institución es el preventivo, mientras que el 30% señaló el correctivo y el 20% reportó que se realizan ambos tipos. La media (1,70) y la moda (1) apuntan a una tendencia favorable hacia el mantenimiento preventivo, pero la desviación estándar de 0,823 refleja cierta dispersión en las prácticas institucionales. Aunque la mitad reconoce la presencia de mantenimiento preventivo, la combinación con correctivo y la ausencia de consenso indican que no todas las instituciones aplican un enfoque sistemático, lo cual podría comprometer la sostenibilidad del buen funcionamiento de los equipos de imagen a largo plazo.

Figura 140*Análisis respuesta No. 8*

Nota. Resultado de la tabulación de la información.

El 50% de los tecnólogos afirmó haber detectado errores diagnósticos derivados de una mala calidad de imagen, mientras que el 30% no lo ha observado y un 20% no está seguro. La media (1,70) y la moda (1) indican una inclinación hacia la percepción de que la calidad deficiente de las imágenes sí tiene consecuencias clínicas, mientras que la división de opiniones muestra que no todos los tecnólogos tienen claridad o experiencia directa con este tipo de situaciones. Este resultado respalda la hipótesis central del proyecto: la calidad técnica influye directamente en la precisión del diagnóstico, y por tanto, resalta la urgencia de garantizar protocolos de mantenimiento y calibración efectivos en los servicios de radiología.

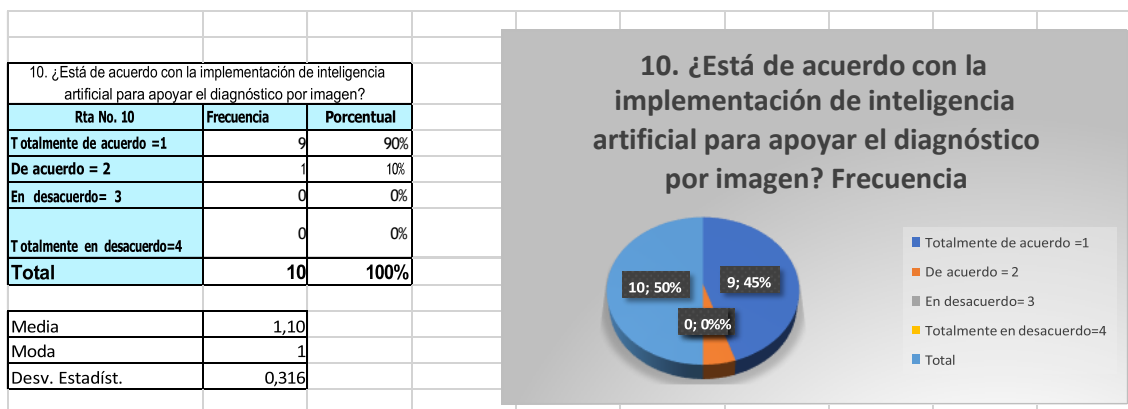
Figura 166*Análisis respuesta No. 9*

Nota. Resultado de la tabulación de la información.

Los resultados muestran que los principales obstáculos para un mantenimiento adecuado son el desconocimiento normativo (50%) y otros factores no especificados (50%). Aunque opciones como la falta de presupuesto o personal capacitado no fueron seleccionadas en esta muestra, su inclusión en la lista revela que son percibidas como factores que generan barreras, en cuanto a la media de 1,60 y la desviación estándar de 0,843 reflejan una dispersión moderada, con una moda de 1 que sugiere que el desconocimiento normativo es una de las causas más citadas. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de mayor difusión y capacitación sobre normativas como la Resolución 3100 de 2019, así como de diagnósticos institucionales que identifiquen obstáculos específicos en cada entorno.

Figura 186

Análisis respuesta No. 10



Nota. Resultado de la tabulación de la información.

La mayoría de los encuestados (90%) está *totalmente de acuerdo* con la implementación de inteligencia artificial para apoyar el diagnóstico por imagen, mientras que un 10% restante está simplemente *de acuerdo*. No hubo respuestas en desacuerdo o totalmente en desacuerdo.

La media de las respuestas es 1.10, lo que indica una inclinación fuerte hacia la opción más favorable (1 = totalmente de acuerdo). La moda, que es la respuesta más frecuente, también es 1 (totalmente de acuerdo), reforzando esta conclusión. La desviación estándar es baja (0.316), lo que refleja poca dispersión en las respuestas; es decir, los encuestados tienen una opinión muy positiva respecto a esta implementación.

Diagnóstico: El resultado del cuestionario dirigido a tecnólogos en radiología, se pudo identificar el alto grado de mantenimiento preventivo y correctivo, el nivel de formación técnica del personal y las condiciones operativas reales de los equipos existentes en este caso se realizó la encuesta en la Clínica IMBANACO, donde se pudo observar que los resultados muestran una brecha entre los lineamientos normativos y la práctica diaria, especialmente en las instituciones públicas del país y más aún en las zonas con limitada infraestructura tecnológica.

Observaciones: Es importante que las entidades e instituciones que ofrecen servicios de diagnóstico por imágenes reconozcan que invertir en equipos de última generación y en la capacitación constante de su personal, garantiza la calidad del servicio, minimiza la posibilidad de errores diagnósticos y previene futuros problemas para los pacientes, además, la implementación de tecnología de punta, como la inteligencia artificial (IA), no solo optimizará la precisión diagnóstica, sino que también aumentará la capacidad de atención a pacientes y permitiendo disminuir el tiempos de respuesta.

El tema de invertir en equipos tecnológicos en la salud es crítico en especial en un país como Colombia, donde el servicio de salud es precaria, implementar este sistema de salud haría que el que servicio en atención en el diagnóstico por imágenes sea eficiente y vital, ya que muchos profesionales actualmente no tienen el suficiente conocimiento tecnológico necesario para el mantenimiento adecuado de estos equipos, por ello, es crucial establecer un plan de

trabajo y mantenimiento integral que asegure el funcionamiento óptimo de la infraestructura tecnológica estas acciones permitirá mejorar la precisión diagnóstica y la atención al paciente, sino que también prolonga la vida útil de los equipos y optimiza los recursos de la institución a largo plazo.

Propuesta de solución: Como parte de componente aplicado, se propone a desarrollar e implementar un software inteligente con aplicación (IA) que permita integrar todos los procesos de diagnóstico del tecnólogo, radiólogo e ingeniero, con el fin de apoyar la toma de decisiones mediante la inteligencia artificial, esta implementación permitirá establecer protocolos de contingencia y mantenimiento preventivo a los equipo y herramientas que se utilizan para el diagnóstico de imágenes.

Resultados

La revisión bibliográfica sistemática, detallada en la metodología, permite la identificación y análisis de la ilustración No. 13, donde se compara los factores que puede ocasionar cuando un equipo imágenes diagnósticas no tiene el mantenimiento adecuado y cuando tiene una revisión optima

Tabla 1

Resumen del diseño metodológico

Componente	Descripción
Enfoque de la investigación	Cualitativo y descriptivo. Basado en revisión bibliográfica normativa y científica, complementado con un instrumento de encuesta.
Justificación del enfoque	Permite comprender el contexto nacional e internacional del mantenimiento técnico en equipos biomédicos y contrastarlo con la práctica real.
Tipo de investigación	Descriptiva y cualitativa. Explora características del uso de los equipos y recoge percepciones del personal técnico mediante encuestas.
Técnica de recolección	Revisión documental sistemática y encuesta estructurada aplicada a tecnólogos en radiología de la Clínica IMBANACO.
Proceso de análisis	Lectura crítica, clasificación temática de documentos, análisis de bases de datos (SciELO, Scopus, PubMed) y análisis estadístico descriptivo.
Complemento empírico	Encuesta sobre mantenimiento técnico, capacitación, calidad de imagen y cumplimiento normativo aplicada a una muestra intencionada.

Nota. Esta tabla resume la estructura metodológica aplicada para analizar la relación entre el mantenimiento técnico de equipos de imagen diagnóstica y la calidad del servicio prestado en instituciones de salud, la combinación de fuentes teóricas y datos empíricos permitió validar hallazgos y generar recomendaciones aplicadas.

Esta comparación directa entre la ausencia o deficiencia de los mantenimientos preventivos y correctivos en equipos de radiología, por tanto, dando cumplimiento a los resultados de cada objetivo podemos determinar:

Conclusiones objetivo 1: Revisar literatura Científica sobre Mantenimiento Técnico en Radiología

Al analizar las referencias bibliográficas o documentos se puede evidenciar que la falta de un adecuado mantenimiento preventivo en los equipos es una causa primordial del aumento de las acciones correctivas en equipos de imagen diagnóstica, impactando directamente la calidad del servicio y la seguridad del paciente, esto lo justifica Martínez (2020), o el Instituto Nacional de Salud, 2022, justifica que estas causales en su mayoría se presentan por la ausencia de crear un programa de mantenimiento, la falta de presupuesto o falta de personal capacitado conlleva a un incremento en el tiempo de inactividad de los equipos y a la interrupción de los servicios diagnósticos.

Conclusiones objetivo 2: Identificar Normativas Vigentes Que Regulan la Calidad del Mantenimiento

La revisión subraya que la adhesión a la normativa y la colaboración efectiva entre los profesionales son cruciales para garantizar la calidad del servicio de imagen diagnóstica, para ello se toma en cuenta la Resolución 3100 de 2019 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia es un referente normativo fundamental porque establece los requisitos de habilitación de servicios de salud, incluyendo la obligatoriedad de programas de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos biomédicos, el cumplimiento es indispensable para asegurar la operatividad legal y segura de los equipos y, por ende, la calidad del servicio y más se implementa un trabajo en equipo con el tecnólogo en radiología, el médico radiólogo y el ingeniero de sistemas, incorporado y apoyado por una IA, como herramientas tecnológicas sistemas PACS, estos elementos garantizarían eficacia y certeza en el proceso diagnóstico.

Conclusiones objetivo 3: Contrastar los Efectos Observados en Contextos con y sin Mantenimiento Preventivo

Se considera que invertir en mantenimiento preventivo es una inversión eficiente y una estrategia porque genera seguridad, genera menos costo si los equipos están omitidos y se puede prevenir inutilidad de los equipos, al prolongar la vida útil de estos, con un valor agregado en generar reputación y confianza en el servicio de radiología.

Conclusiones

El estudio de investigación realizada confirma que el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de imagen diagnóstica, es un factor determinante para garantizar la calidad técnica de los estudios, la precisión de los diagnósticos y, en consecuencia, la seguridad del paciente. La revisión bibliográfica demuestra que las instituciones que implementan programas sistemáticos de mantenimiento logran reducir significativamente los errores diagnósticos, mejorar la eficiencia operativa y cumplir con las normativas vigentes, como la Resolución 3100 de 2019.

A través del análisis documental y la evidencia empírica recolectada mediante encuestas, se identificaron brechas significativas entre las prácticas ideales descritas en la literatura y la realidad operativa de muchas instituciones de salud en Colombia. Este hallazgo refuerza la necesidad de fortalecer la capacitación técnica, la supervisión normativa y la inversión en tecnología.

Adicionalmente, la propuesta de incorporar herramientas basadas en inteligencia artificial y plataformas integradas de apoyo técnico (como soporte en tiempo real y visualización remota de imágenes) ofrece una solución innovadora para mitigar los efectos de fallas tecnológicas y mejorar la continuidad del servicio.

Referencias Bibliográficas

- Alely, S. M. X. (2012). *Mantenimiento correctivo a dispositivos biomédicos y propuesta de un prototipo de articulación eléctrica a una cama censable*. (Tesis de doctorado no publicada). Instituto Politécnico Nacional.
- Blanco, A. S., Cruz, N. C., Fernández, A. M., & García, A. A. (2009, marzo). El sistema de ciencia e innovación tecnológica en salud y su universalización a todo el sistema nacional de salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, 35(1). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412009000100009
- Buscà, J., Vigil, A., & Medina, R. (2010). Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico. Parámetros dosimétricos. *Imagen Diagnóstica*, 1(2), 70-72.
- Castro Calvo, E. J., & Sobalvarro Ocampo, G. I. (2011). *Diseño de un Sistema de Mantenimiento para los equipos de rayos X, en el Centro de Alta Tecnología del Hospital Antonio Lenin Fonseca*. (Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Ingeniería).
- Centro de Médico. (2022, 6 de diciembre). *La importancia de la radiología para la salud: Según datos de la OMS, el 80% de las decisiones médicas se toman en base a pruebas radiológicas. Las claves de su uso*. CADIME. <https://cadime.com.ar/la-importancia-de-la-radiologia-para-la-salud-segun-datos-de-la-oms-el-80-de-las-decisiones-medicas-se-toman-en-base-a-pruebas-radiologicas-las-claves-de-su-uso/>
- Córdoba Lemus, J. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de gestión integral aplicado al mantenimiento, seguimiento y control de los equipos de rayos x*. [Tipo de trabajo de grado, Universidad si estuviera disponible].
- CORNEJO, S. A. (2008). *Mantenimiento preventivo para equipos de radiología (rayos X móviles y arco en C)*. (Tesis de doctorado, Instituto Politécnico Nacional).

- Del Castillo, A. S., & Sardi, N. (2012). Las normas ISO y el concepto de calidad aplicado a los servicios médicos en anestesiología. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 40(1), 14-16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195124162005>
- Díaz, L., Gómez, P., & Torres, R. (2012). Impacto de la calidad de las imágenes radiológicas en la toma de decisiones clínicas. *Journal of Medical Imaging*, 45(1), 89-101.
- Díaz, M., Peris, A., Cabrera, R., & Giménez, A. (2012). Control de calidad en diagnóstico por imagen. En SERAM, SEFM & SEPR, *Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico* (1.^a ed., pp. 19-24). SERAM. https://seram.es/wp-content/uploads/2021/09/protocolo_2011.pdf
- Fernández, J., Gómez, L., & Ramírez, P. (2023). Estrategias de mantenimiento en equipos de radiología: Impacto en la calidad diagnóstica. *Revista de Ingeniería Biomédica*, 15(2), 78-95.
- Fernández, O., & Díaz, R. (2023). Evaluación del software en sistemas de radiología digital. *Revista de Tecnología Médica*, 8(2), 45-59.
- García, L., & Torres, F. (2023). Implementación de mantenimiento predictivo en equipos médicos. *Revista de Ingeniería Biomédica*, 15(2), 45-60.
- González, R., Pérez, M., & López, C. (2022). Optimización del mantenimiento industrial mediante herramientas digitales. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 12(4), 45-60.
- Gutiérrez, P., & Pacheco, D. (2020). *Mantenimiento de equipos médicos en instituciones hospitalarias*. Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Nacional de Salud. (2022). *Estado del mantenimiento de equipos de imágenes diagnósticas en hospitales colombianos*. Bogotá, Colombia.

- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introducción to its methodology* (4.^a ed.). SAGE Publications.
- López, C., Ramírez, J., & Pérez, A. (2023). Factores de falla en tubos de rayos X: estudio de caso. *Ingeniería Biomédica Aplicada*, 14(1), 35-50.
- López, C., Ramírez, M., & Pérez, F. (2020). Calidad de imagen en sistemas de radiología digital: Un enfoque técnico y clínico. *Radiología Avanzada*, 27(2), 210-226.
- Martínez, A., Herrera, D., & Ríos, E. (2020). Factores que influyen en el incumplimiento del mantenimiento preventivo en instituciones de salud. *Revista Colombiana de Salud Pública*, 18(3), 112-130.
- Martínez, C., Sánchez, D., & Paredes, A. (2024). Beneficios económicos del mantenimiento predictivo en hospitales. *Gestión Hospitalaria*, 10(1), 12-25.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2019, 26 de noviembre). *Resolución 3100 de 2019*. Secretaria Jurídica Distrital de Bogotá.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=88006>
- Morel, T. (2014). *Evaluación de tecnologías en salud y análisis del mantenimiento preventivo para los equipos médicos de la Utip en la Umae H. Pediatría Cmn S. Xx*. [Tesis de doctorado no publicada]. Instituto Politécnico Nacional Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2011). *Manual de mantenimiento de equipos médicos en hospitales*. OMS.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2012). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*. Recuperado de Chrome

- extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44830/978924350136_spa.pdf?sequence=1
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2019). *Directrices para el mantenimiento de equipos médicos en entornos hospitalarios*. Organización Mundial de la Salud.
- Pérez, A., González, M., & Herrera, L. (2024). Algoritmos de predicción de fallas en equipos de diagnósticos por imágenes. *Ingeniería Clínica*, 12(1), 56-70.
- Pérez, F., &. (2021). Transición digital en la radiología: Impacto en la calidad de las imágenes. *International Journal of Digital Radiology*, 1. [Páginas si estuvieran disponibles].
- Ramírez, J., & Gómez, P. (2022). Aplicaciones de inteligencia artificial en mantenimiento predictivo. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Biomédica*, 8(3), 23–40.
- radiológicos, I. e. (2024). *Amgomezari*. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/am/10596/64268/3/amgomezari%20.pdf>
- Torres Pérez, M. L., & Yunda Perlaza, L. E. (2022). *La implementación de la telemedicina en Colombia: Parámetros para su abordaje integral*. Sello Editorial UNAD.
<https://doi.org/10.22490/9789586518833>
- Torres, C. F. N., & Polo, G. M. M. (2022). Resultados en la caracterización de la tasa de repetición de imágenes radiográficas convencionales en un hospital pediátrico. *REDIIS/Revista de Investigación e Innovación en Salud*, 6. [Número de páginas si estuviera disponible].
- Villalobos, J., Fernández, O., & Díaz, R. (2023). Estrategias de mantenimiento en equipos médicos. *Ingeniería Hospitalaria*, 9(2), 19-35.
- Visual Medica. Tecnología en imagen médica. (2023, septiembre). *Qué es un sistema PACS y cómo funciona*. <https://visualmedica.com/que-es-pacs-y-como-funciona/>

Apéndices

Apéndice A

Consentimiento Informado para Aplicación de Encuesta

Fecha: _____

Yo, _____ (Nombre del encuestado), he sido informado sobre el estudio **Relación entre el mantenimiento técnico y la calidad de las imágenes diagnósticas en servicios de radiología en la Clínica IMBANACO**

Entiendo que participar en este estudio implica:

- a. **Participación Libre:** Mi participación es completamente voluntaria y puedo retirarme en cualquier momento sin repercusiones.
- b. **Objetivo del estudio:** A través de una encuesta se recopilará información sobre la experiencia y satisfacción del servicio de radiología dentro de la Clínica.
- c. **Todo se queda entre nosotros:** Lo que diga aquí no va a salir de aquí, solo lo van a usar para el estudio.
- d. **Confidencialidad:** La información proporcionada será tratada con la máxima confidencialidad teniendo en cuenta la ley 1581 de 2012, la cual se dictan disposiciones generales para la Protección de Datos Personales y se utilizará exclusivamente para fines de investigación.
- e. **Consulta:** Se brinda la oportunidad de hacer preguntas respecto al estudio, y mis inquietudes han sido atendidas.

Firma del Participante:

Apéndice B*Modelo de encuesta aplicado***Relación entre el mantenimiento técnico y la calidad de las imágenes diagnósticas en servicios de radiología en la Clínica IMBANACO****Respuestas tipo opción múltiple o escala de frecuencia**

¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento preventivo de los equipos de imagen en su institución?

Mensualmente

Trimestralmente

Anualmente

No se realiza

¿Se encuentra capacitado en el manejo y operación de los equipos de radiología de su institución?

Sí

Parcialmente

No

¿Cree que el mantenimiento preventivo mejora la calidad de las imágenes diagnósticas?

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

¿Ha recibido formación en normativas nacionales como la Resolución 3100 de 2019?

Sí

No

¿Considera que los equipos que opera están bien calibrados?

Siempre

A veces

Nunca

¿Con qué frecuencia se presentan fallas técnicas en los equipos?

Rara vez

Ocasionalmente

Frecuentemente

Muy frecuentemente

¿Qué tipo de mantenimiento es más común en su institución?

Preventivo

Correctivo

Ambos

No sabe

¿Ha detectado que una mala calidad de imagen ha llevado a errores en el diagnóstico?

Sí

No

No sabe / No responde

¿Cuál es el principal obstáculo para el mantenimiento adecuado de los equipos?

Falta de presupuesto

Falta de personal capacitado

Desconocimiento normativo

Otros (especifique)

¿Está de acuerdo con la implementación de inteligencia artificial para apoyar el diagnóstico por imagen?

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo