



**Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos**

Valentina Bedoya Lopera

Informe de práctica presentado para optar al título de Bioingeniero

Asesor

Javier Hernando García Ramos, Magíster (MSc) en Ingeniería

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Bioingeniería  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2024

---

Cita	Bedoya Lopera [1]
<b>Referencia</b> Estilo IEEE (2020)	[1] V. Bedoya Lopera, “Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos”, Trabajo de grado profesional, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2024.

---



Centro de documentación de ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

### **Dedicatoria**

A mi madre, cuyo inquebrantable amor y apoyo han sido mi mayor fuente de inspiración y fortaleza a lo largo de este viaje académico. Tu sacrificio, dedicación y fe en mí han sido la base sobre la cual he construido este trabajo. Sin tu amor incondicional y tu constante aliento, este logro no habría sido posible.

A mi pareja, por ser mi compañera constante en este viaje, brindándome amor y motivación en cada etapa. Tu comprensión y aliento han sido una fuente de fortaleza invaluable.

A ambas, les dedico este trabajo con todo mi cariño y gratitud. Su amor y apoyo han sido fundamentales para alcanzar este logro.

### **Agradecimientos**

Agradezco a mis amigos y familiares, por su apoyo constante, comprensión y ánimo durante todo este proceso. Cada palabra de aliento y cada gesto de apoyo han sido cruciales para mantener mi motivación y concentración. Su confianza en mí ha sido una fuente de fuerza invaluable.

A la Universidad de Antioquia, por ofrecerme la oportunidad de crecer académicamente y por brindarme los recursos y el entorno necesarios para realizar esta carrera. Agradezco profundamente el conocimiento adquirido y la formación que he recibido a lo largo de mi carrera.

A mis asesores Javier y Elizabeth, por su orientación experta, paciencia y dedicación. Sus valiosos consejos y sugerencias han enriquecido significativamente este trabajo y han sido cruciales para su desarrollo. Su compromiso con mi aprendizaje y crecimiento profesional ha sido un pilar en este proyecto.

A la IPS Neuromédica, por permitirme realizar mis prácticas académicas y brindarme el acceso a la información y los recursos necesarios. Su colaboración ha sido fundamental para llevar a cabo este proyecto y para aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno real de trabajo.

---

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
A. Antecedentes .....	13
III. JUSTIFICACIÓN.....	14
IV. OBJETIVOS .....	15
Objetivo general .....	15
Objetivos específicos.....	15
V. MARCO TEÓRICO .....	16
VI. METODOLOGÍA .....	18
VII. RESULTADOS .....	20
VIII. DISCUSIÓN.....	29
IX. CONCLUSIONES .....	30
X. RECOMENDACIONES .....	31
XI. REFERENCIAS.....	32

**Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos** 5

---

LISTA DE TABLAS

TABLA I ESTADO DE CONFORMIDAD .....23

---

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de la metodología .....	19
Figura 2. Equipos que requieren calibración.....	20
Figura 3. Equipos que requieren control metrológico.....	21
Figura 4. Criterios de aceptación de los equipos que se calibran.....	21
Figura 5. Criterios de aceptación de los equipos que se le hacen control metrológico.....	22
Figura 6. Calendario de calibraciones de cada sede.....	22
Figura 7. Dashboard de calibración y control metrológico.....	23
Figura 8. Tabla del cronograma total .....	24
Figura 9. Tabla de datos históricos.....	24
Figura 10. Dashboard de proveedores.....	25
Figura 11. Formulario evaluación de proveedores.....	25
Figura 12. Formulario de puntualidad.....	26
Figura 13. Formulario de eficiencia operativa .....	26
Figura 14. Formulario de calidad del servicio.....	27
Figura 15. Formularios de satisfacción del cliente.....	27
Figura 16. Calificación del proveedor Ciency. ....	28
Figura 17. Calificación del proveedor EBM .....	28

---

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>EMP</b>	Error máximo permitido
<b>IPS.</b>	Institución Prestadora de Salud
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>mL/s</b>	Mililitros sobre segundos
<b>mmHg</b>	Milímetros de mercurio
<b>NTC.</b>	Norma Técnica Colombiana

**Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos**

8

---

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto fue mejorar el control metrológico de los equipos biomédicos en la IPS Neuromédica, garantizando precisión y seguridad para los pacientes. Para lograr esto, se implementó un sistema de seguimiento de control metrológico y evaluación de proveedores, asegurando la fiabilidad de los dispositivos. Se identificaron y registraron más de mil equipos biomédicos, abarcando 47 tipos diferentes de dispositivos médicos. Se realizó una actualización del cronograma de calibración y se proporcionaron indicaciones detalladas al personal biomédico para la correcta implementación de las nuevas pautas. Se espera que la implementación del sistema contribuya a la reducción de costos operativos en el futuro y a la prevención de riesgos durante el uso de los dispositivos, evitando posibles demandas y fallas que podrían generar gastos adicionales. Estos esfuerzos están orientados a lograr una mayor eficiencia operativa, mayor satisfacción del personal y mejora en la calidad de los productos y servicios ofrecidos por la IPS Neuromédica. Durante la ejecución del proyecto, se realizó un inventario exhaustivo de los equipos, documentando características y estado de cada dispositivo. Se actualizaron los cronogramas de calibración y se proporcionaron directrices para la evaluación y monitoreo de los proveedores, garantizando cumplimiento con estándares de calidad. El éxito del proyecto se medirá en términos de la reducción del tiempo necesario para identificar fallas en los certificados y determinar si un equipo está fuera de rango, demostrando así que el sistema es una herramienta efectiva para agilizar la revisión y el control metrológico.

***Palabras clave* — Control metrológico, Equipos biomédicos, Calibración, Proveedores, Normatividad.**



**Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos**

9

---

ABSTRACT

The main objective of this project was to improve the metrological control of biomedical equipment at IPS Neuromédica, ensuring precision and safety for the patient. To achieve this, a metrological control tracking system and a supplier evaluation system were implemented, ensuring the reliability of the devices. More than a thousand biomedical devices were identified and registered, covering 47 different types of medical equipment. The calibration schedule was updated, and detailed instructions were provided to biomedical staff for the proper implementation of the new guidelines. It is expected that the implementation of this system will contribute to future reductions in operational costs and prevent risks associated with device use, avoiding potential claims and failures that could incur additional expenses. These efforts aim to achieve greater operational efficiency, increased staff satisfaction, and improved quality of the products and services offered by IPS Neuromédica. During the project execution, a thorough inventory of the equipment was conducted, documenting the characteristics and condition of each device. Calibration schedules were updated, and guidelines were provided for the evaluation and monitoring of suppliers, ensuring compliance with quality standards. The success of the project will be measured by the reduction in the time required to identify failures in certificates and determine if a device is out of range, thus demonstrating that the system is an effective tool for speeding up the review and metrological control process.

***Keywords* — Metrological control, Biomedical equipment, Calibration, Suppliers, Regulations.**

---

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la prestación de servicios de salud, la precisión y fiabilidad de los equipos biomédicos son elementos cruciales para asegurar una atención médica de alta calidad y seguridad para los pacientes. La Institución Prestadora de Servicios de Salud (IPS) Neuromédica, que gestiona un extenso y variado inventario de equipos biomédicos, ha reconocido la necesidad de mejorar sus prácticas de control metrológico y evaluación de proveedores, en línea con su compromiso con la excelencia y la mejora continua en la atención.

Con un inventario que supera los 1000 equipos biomédicos, distribuidos en 47 tipos diferentes de dispositivos médicos, la IPS Neuromédica enfrenta el desafío de garantizar una gestión precisa y confiable de estos dispositivos. Esta gestión es especialmente crítica para los equipos sujetos a calibración bajo la normativa de la Ley 1595 de 2015, que regula los instrumentos de medición como básculas, termómetros, termohigrómetros y dinamómetros. Estos dispositivos deben cumplir con estrictos estándares para asegurar mediciones exactas y, por ende, una atención segura y efectiva. No obstante, la institución también enfrenta la necesidad de calibrar otros equipos no incluidos en la ley, pero igualmente esenciales para la seguridad del paciente, como aspiradores, monitores y máquinas de anestesia. Estos equipos, aunque no regulados por la Ley 1595, son críticos para el funcionamiento óptimo y la seguridad en los procedimientos médicos.

En este contexto, el presente trabajo se enfoca en la implementación de un sistema integral de seguimiento y control metrológico con el propósito de mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos utilizados en la IPS Neuromédica. La implementación de este sistema tiene como objetivo principal garantizar que todos los equipos biomédicos mantengan un alto nivel de exactitud en sus mediciones y operen de manera óptima, lo que contribuye a una atención médica segura y de alta calidad.

Para lograr estos objetivos, el proyecto propone la creación de un sistema de seguimiento exhaustivo y la evaluación sistemática de los proveedores de calibración. Este sistema incluirá la actualización del cronograma de calibración existente y la provisión de indicaciones detalladas al personal biomédico para la correcta implementación de las nuevas pautas. La metodología del proyecto abarca una revisión exhaustiva de la literatura y de las normativas relevantes, el diseño e implementación del sistema de seguimiento, y el ajuste continuo del sistema basado en la retroalimentación y los resultados obtenidos.

El principal resultado obtenido ha sido la efectiva reducción del tiempo necesario para identificar fallas en los certificados y determinar si un equipo está fuera de rango, lo que optimiza el proceso de revisión y control metrológico. En conclusión, el sistema de seguimiento y control metrológico ha demostrado ser una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia en la gestión de equipos biomédicos en la IPS Neuromédica, contribuyendo a una atención médica más segura y de

**Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos**

11

---

mayor calidad al agilizar la identificación de problemas y asegurar el cumplimiento de los estándares de precisión.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el sector de la salud, la precisión y fiabilidad de los equipos biomédicos son fundamentales para asegurar una atención médica efectiva y segura. La IPS Neuromédica, con una gran cantidad de equipos biomédicos y dispositivos médicos, enfrenta un desafío significativo en la gestión adecuada de estos equipos. La correcta calibración y el mantenimiento adecuado de estos dispositivos son esenciales no solo para el diagnóstico y tratamiento preciso de los pacientes, sino también para cumplir con los estándares de calidad y seguridad establecidos.

A pesar de contar con una infraestructura considerable, la IPS Neuromédica ha identificado deficiencias en su sistema de control metrológico. La Ley 1595 de 2015 establece normativas para la calibración de ciertos instrumentos de medición, como básculas, termómetros y dinamómetros, que son cruciales para asegurar mediciones exactas. No obstante, la ley no cubre todos los equipos biomédicos críticos utilizados en la IPS, como aspiradores, monitores y máquinas de anestesia, que también requieren una calibración precisa para garantizar su correcto funcionamiento y la seguridad del paciente.

La falta de un sistema integral de seguimiento y control metrológico ha llevado a varios problemas. Entre estos problemas se encuentran el incumplimiento de los límites de calibración de equipos debido a la falta de seguimiento adecuado, riesgos potenciales para la seguridad de los pacientes, y costos operativos elevados. La falta de un proceso sistemático para la evaluación y monitoreo de los proveedores de calibración agravan la situación, resultando en una gestión ineficiente y en una posible disminución en la calidad de los servicios ofrecidos.

Además, el impacto de estas deficiencias se extiende más allá de la seguridad y precisión de los equipos. La falta de un control metrológico riguroso puede traducirse en un aumento en el número de incidentes relacionados con el mal funcionamiento de los equipos, lo que a su vez puede provocar retrasos en los tratamientos, una disminución en la confianza del personal y la insatisfacción de los pacientes. También puede llevar a demandas y gastos imprevistos asociados con fallos en los equipos, lo que afecta negativamente el presupuesto operativo de la institución.

Por lo tanto, surge la necesidad urgente de desarrollar e implementar un sistema de seguimiento y control metrológico que aborde estas deficiencias. Este sistema se compondrá de dos dashboards: uno para la calibración y control metrológico, y otro para la evaluación de proveedores. El primer dashboard permitirá una revisión periódica del estado de los equipos y verificará su conformidad con las calibraciones realizadas. El segundo dashboard facilitará el monitoreo y evaluación de los proveedores, asegurando su desempeño en relación con los estándares establecidos.

El desarrollo de estos dashboards contribuirá a mejorar significativamente la calidad de la atención médica en la IPS Neuromédica. Al optimizar la gestión de los equipos y asegurar la eficacia de la calibración y los proveedores, se promoverá una atención más segura, se reducirán los costos operativos asociados con fallos de equipos, y se fortalecerá la confianza del personal y la satisfacción de los pacientes. Este enfoque permitirá a la IPS Neuromédica consolidarse como una institución líder en la prestación de servicios de salud de alta calidad y seguridad.

---

*A. Antecedentes*

La gestión y el control metrológico de equipos biomédicos es un tema ampliamente investigado debido a su impacto en la calidad y seguridad de la atención médica. Diversos estudios han abordado la necesidad de sistemas rigurosos para la calibración y mantenimiento de estos equipos.

En un estudio se examina la implementación de sistemas de gestión de calidad en hospitales para asegurar la precisión y fiabilidad de los equipos médicos [1]. Los autores destacan que la integración de sistemas avanzados de control metrológico no solo mejora la exactitud de las mediciones, sino que también reduce significativamente los costos operativos asociados a fallos en los equipos. Este estudio resalta la importancia de adoptar enfoques sistemáticos y estandarizados para la gestión de equipos biomédicos.

Un análisis similar realizado por García y Brown [2] se centra en los protocolos de calibración para equipos biomédicos en el entorno hospitalario. El estudio concluye que los protocolos bien definidos y la capacitación continua del personal son fundamentales para mantener los equipos en condiciones óptimas y garantizar la seguridad del paciente. Los autores proponen un modelo de gestión basado en la evaluación continua y la revisión periódica de los procedimientos de calibración.

Otro trabajo relevante es el de Patel y Thompson [3], que explora la evaluación y monitoreo de proveedores de servicios de calibración para equipos biomédicos. Este estudio muestra que la selección rigurosa y el monitoreo continuo de proveedores son cruciales para asegurar que los equipos cumplan con los estándares internacionales. Los autores argumentan que un sistema de evaluación eficaz puede prevenir problemas relacionados con la calidad y mejorar la confianza en los servicios de calibración.

Finalmente, Lee y Wang [4] investiga el impacto de la tecnología de monitoreo en tiempo real para la gestión de equipos biomédicos. El estudio revela que la implementación de tecnologías de monitoreo continuo permite una identificación temprana de fallos y una gestión más eficiente de los equipos. Los autores sugieren que estas tecnologías, combinadas con protocolos de calibración detallados, pueden mejorar significativamente la precisión y la fiabilidad de los dispositivos médicos.

Estos estudios proporcionan un marco de referencia valioso para la implementación de un sistema integral de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica. La integración de las mejores prácticas y tecnologías identificadas en estos antecedentes puede contribuir a una gestión más efectiva y a una mejora general en la calidad de la atención médica.

---

### III. JUSTIFICACIÓN

La gestión de equipos biomédicos implica mucho más que su adquisición y uso; requiere un enfoque metódico que asegure su rendimiento continuo y el cumplimiento de estándares de calidad. Con la creciente sofisticación de los equipos médicos y su amplia gama de aplicaciones, se vuelve crucial implementar un sistema que no solo cumpla con las normativas vigentes, sino que también permita una gestión proactiva y flexible.

La principal utilidad de este sistema radica en ofrecer un marco claro para evaluar y garantizar la precisión de las mediciones realizadas por los equipos biomédicos. Esto es vital para detectar desviaciones o anomalías que puedan señalar fallos en los dispositivos, los cuales pueden comprometer la seguridad del paciente. Un sistema de control metrológico riguroso permitirá realizar calibraciones precisas, reduciendo así la posibilidad de errores en los diagnósticos y tratamientos.

Para asegurar la calidad y precisión, es esencial establecer medidas detalladas para el seguimiento de la calibración y realizar una evaluación exhaustiva de los proveedores de servicios. Esto garantizará que las calibraciones se efectúen bajo los más altos estándares, optimizando recursos y reduciendo los costos operativos asociados a fallos de equipos. Asimismo, la capacitación del personal técnico y administrativo en el manejo y mantenimiento de los equipos es crucial para prolongar su vida útil y asegurar su funcionamiento adecuado.

Este enfoque no solo mejorará la seguridad y eficacia de la atención médica, sino que también elevará la satisfacción del personal y de los pacientes. La reducción de incidentes relacionados con fallos de equipos incrementará la confianza en los dispositivos médicos y mejorará la percepción de la calidad del servicio.

Además, la implementación del sistema facilitará la documentación y el monitoreo continuo del estado de los equipos, permitiendo una gestión más eficiente y una pronta identificación de problemas. La creación de un inventario detallado y el desarrollo de programas de capacitación específicos aseguran que el personal esté bien preparado para el manejo y mantenimiento de los equipos, minimizando el riesgo de errores.

Estos esfuerzos contribuirán a establecer una institución que se distingue por la calidad y seguridad en la prestación de servicios de salud, optimizando la gestión de equipos biomédicos y ofreciendo una atención médica de alta excelencia.

#### IV. OBJETIVOS

##### *Objetivo general*

Mejorar el control metrológico de los equipos biomédicos en la IPS Neuromédica, distribuidos en diferentes tipos de dispositivos médicos, a través de la implementación de un sistema de seguimiento y la evaluación sistemática de proveedores.

##### *Objetivos específicos*

- Establecer valores de tolerancia y requisitos para el seguimiento de la calibración y evaluación de proveedores para equipos biomédicos en la IPS Neuromédica mediante una búsqueda bibliográfica, garantizando la precisión de los resultados y facilitando la evaluación de proveedores.
- Diseñar e implementar un sistema de seguimiento y retroalimentación para registrar y analizar los resultados de las calibraciones realizadas por terceros, así como establecer criterios para la evaluación de proveedores.
- Diseñar e implementar un proceso de evaluación de proveedores, que incluya el acompañamiento durante sus actividades y la asignación de una calificación basada en los criterios previamente establecidos.
- Ajustar los criterios de aceptación de calibración y el sistema de seguimiento y retroalimentación según los hallazgos de la evaluación de proveedores, asegurando así su constante mejora y adecuación a las necesidades del sistema.

---

## V. MARCO TEÓRICO

En Colombia, el control metrológico de equipos biomédicos se fundamenta en un marco normativo establecido para garantizar la precisión y confiabilidad en la atención médica. Este control es regulado por diversas leyes y decretos que aseguran que los equipos utilizados en el sector de la salud cumplan con estándares estrictos de medición y calibración. El decreto 1595 de 2015 regula los instrumentos de medición, pesaje o conteo, y su calibración, con el objetivo de mantener la precisión y la confiabilidad de estos dispositivos. Este decreto es particularmente relevante para los equipos que realizan mediciones críticas en el entorno médico, asegurando que todos los instrumentos empleados en diagnósticos y tratamientos cumplan con los estándares establecidos [5].

La Norma Técnica Colombiana (NTC) 10012 también juega un papel importante en el control metrológico, ya que establece los requisitos para la gestión de la medición y la calibración de equipos de medición. Esta norma proporciona directrices detalladas para la calibración de equipos, asegurando que las prácticas de medición y control cumplan con los requisitos técnicos necesarios para garantizar resultados precisos y confiables [6]. La implementación de esta norma es esencial para asegurar que los equipos biomédicos operen dentro de los parámetros establecidos y proporcionen mediciones exactas, que son fundamentales para la calidad de la atención médica.

En el contexto de las Normas Técnicas Colombianas (NTC), la NTC-ISO/IEC 17025 es una norma clave que establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Esta norma es aplicable a laboratorios clínicos y de calibración de equipos biomédicos, asegurando que estos laboratorios cumplan con los estándares internacionales de competencia técnica y calidad [7]. La NTC-ISO 15189 también es relevante, ya que establece los requisitos específicos para la competencia técnica y la calidad en los laboratorios clínicos, abarcando el control metrológico de equipos utilizados en el diagnóstico y tratamiento médico [8]. La implementación de estas normas contribuye a la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos en el ámbito clínico, mejorando así la calidad de la atención médica ofrecida.

Además, la NTC 1420 de 2001 es fundamental en el ámbito de la metrología, especialmente para los manómetros tipo Bourdon. Esta norma especifica las dimensiones, requisitos y ensayos necesarios para garantizar el desempeño adecuado y la precisión de estos instrumentos. Los manómetros tipo Bourdon son cruciales para la medición precisa de la presión en diversos equipos biomédicos, y la NTC 1420 asegura que estos dispositivos cumplan con estándares rigurosos para mantener la exactitud y fiabilidad en sus mediciones [9].

La evaluación de proveedores en el sector de la salud en Colombia se basa en la Resolución 1478 de 2006 del Ministerio de la Protección Social, que establece los criterios para la evaluación y selección de proveedores de tecnologías en salud. Esta resolución define los criterios para evaluar la calidad, seguridad y eficacia de los productos y servicios ofrecidos por los proveedores, así como su capacidad técnica y financiera [10]. La norma ISO 9001:2015 también proporciona directrices para la evaluación y selección de proveedores dentro del contexto de un sistema de gestión de la calidad, lo cual es aplicable para asegurar la calidad de los productos y servicios médicos adquiridos [11]. La integración de estos criterios y directrices en la evaluación de proveedores



**Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos**

17

---

contribuye a garantizar que los equipos y servicios médicos cumplan con los estándares necesarios para una atención médica segura y eficaz.

Finalmente, la implementación de sistemas de seguimiento y retroalimentación es esencial para el control metrológico y la evaluación de proveedores. Estos sistemas permiten registrar y analizar los resultados de las calibraciones realizadas por proveedores externos y realizar un seguimiento continuo del desempeño de estos proveedores en términos de calidad y cumplimiento con las normativas establecidas. La implementación de sistemas efectivos de seguimiento y retroalimentación fortalece la precisión y fiabilidad de los equipos biomédicos, contribuyendo a una atención médica de alta calidad y asegurando que los equipos operen dentro de los parámetros necesarios para ofrecer un diagnóstico y tratamiento precisos.

## VI. METODOLOGÍA

La metodología se desarrolló en varias fases clave, comenzando con una exhaustiva revisión de la literatura científica y las normativas pertinentes relacionadas con el control metrológico de equipos biomédicos y la evaluación de proveedores en el ámbito de la salud. Este análisis permitió identificar los estándares internacionales, regulaciones locales y mejores prácticas en el campo de la metrología y la gestión de proveedores en el sector de la salud.

A continuación, se procedió a la identificación de los equipos biomédicos críticos para las operaciones de la IPS Neuromédica. Se revisaron más de mil dispositivos médicos, distribuidos en 47 tipos diferentes, para determinar cuáles eran esenciales para el funcionamiento y seguridad de las operaciones. Sobre la base de esta identificación, se establecieron criterios de aceptación específicos para la calibración de cada tipo de equipo. Estos criterios fueron formulados a partir de la literatura revisada, estándares internacionales y requisitos regulatorios locales, como la Ley 1595 de 2015, que regula los instrumentos de medición y calibración.

Con los criterios de aceptación establecidos, se desarrollaron requisitos detallados para la calibración de cada tipo de equipo. Estos requisitos incluyeron procedimientos específicos a seguir, frecuencias de calibración y los criterios de conformidad a verificar, con el objetivo de asegurar tanto la seguridad del paciente como el correcto funcionamiento de los dispositivos.

Simultáneamente, se seleccionó una plataforma adecuada para implementar un sistema de seguimiento de calibraciones. Esta herramienta fue diseñada y configurada para permitir el registro y análisis de los resultados de las calibraciones realizadas por los proveedores de servicios seleccionados, Ciency y EBM y las validaciones por el proveedor FEMTO. La implementación de esta plataforma facilitó la monitorización continua y el análisis de las calibraciones y validaciones realizadas, asegurando la adherencia a los requisitos establecidos.

Una vez implementados los requisitos de calibración y el sistema de seguimiento, se definieron los criterios de evaluación para los proveedores. Estos criterios incluyeron la calidad de las calibraciones realizadas, la puntualidad en la respuesta y el cumplimiento de los procedimientos establecidos. Se estableció un proceso para llevar a cabo evaluaciones periódicas de los proveedores, aplicando los criterios definidos para medir su desempeño.

Durante el proceso de evaluación, se realizaron ajustes periódicos en los criterios de aceptación, el sistema de seguimiento y los procesos de evaluación, basándose en los hallazgos obtenidos y la retroalimentación recibida. Estos ajustes permitieron mejorar continuamente los requisitos y procedimientos para adaptarse a las necesidades cambiantes y optimizar la gestión de proveedores.

Finalmente, se implementó un sistema de monitoreo continuo para evaluar el desempeño del control metrológico y la gestión de proveedores. Se llevaron a cabo revisiones periódicas del sistema, realizando ajustes según fuera necesario para mejorar la eficacia y eficiencia del proyecto. Este monitoreo continuo permitió realizar mejoras basadas en los resultados obtenidos durante la implementación y operación del sistema de seguimiento y evaluación de proveedores,

**Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos** 19

---

contribuyendo así a una gestión más efectiva y segura de los equipos biomédicos en la IPS Neuromédica.

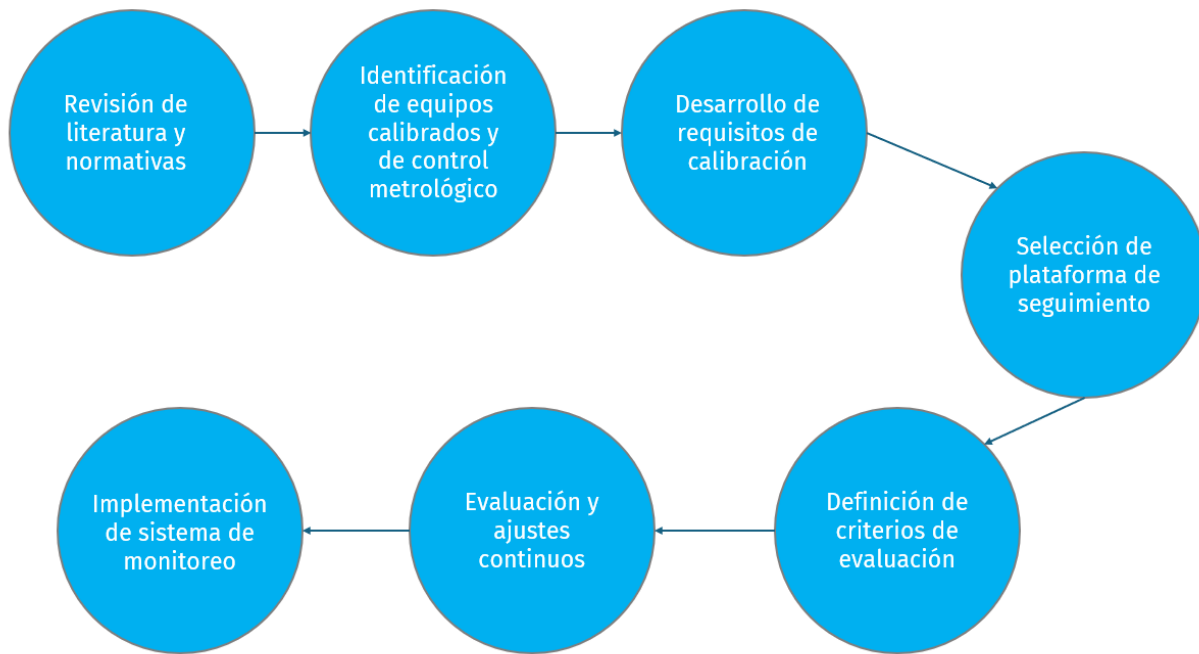


Figura 1. Flujograma de la metodología

## VII. RESULTADOS

En la revisión de literatura, se examinaron las normativas y estándares clave para el control metrológico de equipos biomédicos y la evaluación de proveedores, incluyendo el Decreto 1595 de 2015, la NTC 10012 y la NTC 1420. Este análisis permitió identificar directrices fundamentales para la gestión y calibración de equipos, así como para la evaluación de proveedores. La integración de estos documentos estableció una base sólida para definir procedimientos precisos de calibración, establecer frecuencias adecuadas y definir criterios de evaluación de proveedores. Así, se aseguraron las mejores prácticas en el control metrológico y en la calidad de los equipos médicos, guiando el desarrollo del proyecto para cumplir con estándares rigurosos y garantizar una gestión eficiente y segura de los dispositivos biomédicos en la IPS Neuromédica.

En el proceso de identificación de equipos biomédicos se determinó cuáles equipos requerían calibración de acuerdo con el Decreto 1595 de 2015 y cuáles solo necesitaban control metrológico. La identificación resultó en una categorización clara: ciertos equipos se someten a procedimientos de calibración detallados, mientras que otros solo requieren control metrológico periódico. Los equipos que se calibran se muestran en la Figura 2, la cual ilustra los tipos de dispositivos que cumplen con los requisitos de calibración establecidos por la normativa y estándares internacionales. Los equipos que solo se someten a control metrológico se muestran en la Figura 3.

PLACA	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	PROVEEDOR
BASRIO01	BASCULA	GMD	GMD BD 1522	2018041601252	CONSULTORIO 1	EBM
BASMAY21	BASCULA INDUSTRIAL	TEK	300 KG	911218	CUARTO DE RESIDUOS	EBM
BASBEI18	BASCULA ANALOGA	DETECTO	D350	DK00000170515791	CONSULTORIO 7	EBM
BASBBEI04	BALANZA PEDIATRICA	CHARDER	MS 3500	C22006880	CONSULTORIO 14	EBM
N/A	MANOMETRO DE REDES DE GASES	AMERLIFE	N/A	N/A	CUARTO DE GASES	EBM
TALMAY01	TALLIMETRO	SECA	N/A	N/A	CONSULTORIO 1	CIENCY
TENBOG01	TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	7670 01	200811102975	CONSULTORIO 9	EBM
THRIO01	TERMOHIGROMETRO	BIOELECTRONICA	TH 02	JH3835	RESIDUOS 5	CIENCY
						CIENCY
						CIENCY
TRMRIO03	TERMOMETRO DE PUNZON	HEALTHEN	KT 300	180614777	PRIORITARIA	CIENCY
TDARM01	TERMOMETRO DIGITAL	GMD	GMD RD 101	N/A	SALA DE PROCEDIMIENTOS	CIENCY
TMARM6	TERMOMETRO	BIO TEMP	N/A	N/A	STOCK EQUIPOS	CIENCY
TERBEI01	TERMOMETRO LASER	RoHS	DT8550D	210973431	VACUNACIÓN	CIENCY

Figura 2. Equipos que requieren calibración

# Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos

PLACA	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACION	PROVEEDOR
ASPRIO01	ASPIRADOR	CA MI	NEW ASKIR 30	79210	CIRUGIA CARRO DE PAROS	CIENCY
AUTRIO01	AUTOCLAVE	CASTLE	SMART 5 330lt	TR 330 CM07 211015 01	ESTERILIZACION	FEMTO
BALOF01	BALON DE HONAN	KATENA	K9 8410	210303060	FARMACIA PISO 7	EBM
BNRIO01	BOMBA DE INFILTRACION	MD RESOURCE	K PUMP	KP 190723 10	STOCK DE EQUIPOS	CIENCY
BOMRIO01	BOMBA DE INFUSION	SNO MDT	SN S1	0231201107A00028	PRIORITARIA	CIENCY
BOMIRMAY01	BOMBA DE IRRIGACION	CONMED	10K	20190199	CIRUGIA Cirugia piso 14	CIENCY
BVCRIO01	BOMBA DE VACIO	BIOINNOVA	LC.80	17385368/173661	CUARTO DE GASES	CIENCY
CAPMAY02	CAPNOGRAFO	DRAEGER	SCIO FOUR PLUS	ASRC 8098	CIRUGIA PISO 7	CIENCY
COMRIO01	COMPRESOR DE AIRE	EVANS MEDICAIR/LIBRE DE ACEITE	CL 100 C	17111369	CUARTO DE GASES	CIENCY
DESMAY01	DESFIBRILADOR	MINDRAY	BENEHEART D3	EZ 03038219	CARRO DE PAROS	CIENCY
DINMM02	DINAMOMETRO	SCALE	N/A	N/A	RESIDUOS	CIENCY
ECOMAY02	ECOGRAFO	TOSHIBA	XARIO 100	WBB2032175	RECUPERACION	CIENCY
ECOBEO1	ECOTONE	EDAN	SONOTRAX II PRO	580054 M22314580143	CONSULTORIO 2	EBM
ELERIO01	ELECTROBITURI	WEM	SS 501SX	CAC0002856	QUIROFANO 1	EBM
ECGRIO01	ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN	SE 601	M19201830004	PRIORITARIA	CIENCY
ELERIO07	ELECTROCAUTERIO	SURTRON	SURTRON 80	3620266331	DERMATOLOGIA	EBM
EB 0098	EQUIPO DE ORGANOS	WELCH ALLYN/HILROM	92871 BLK	N/A	CONSULTORIO	EBM
FLUNEU04	FLUJOMETRO	GENTEC	FM197A 15L CH	61K20120230/453	RECUPERACION	CIENCY
INFBE01	INFANTOMETRO	SECA	0	1E-13	CONSULTORIO 14	CIENCY
INFMAY01	INFUSOR	GOTHA PLAST	N/A	N/A	CARRO DE PAROS	EBM
LASOFT01	LASER AMARILLO	QUANTEL MEDICAL	EASYRET	0721	SALA DE PROCEDIMIENTOS	EBM
MAQBOG01	VENTILADOR DE MAQUINA DE ANESTESIA	DRAEGER	FABIUS PLUS XL	ASPJ 0013	QUIROFANO	CIENCY
MONRIO01	MONITOR DE SIGNOS VITALES	NIHON KOHDEN	PVM 2701	0123507	RECUPERACION	CIENCY
NEUBOG01	NEUROESTIMULADOR	VYGON	7501 31	1921PC019	QUIROFANO	CIENCY
PCFBOG01	PRECALENTADOR DE FLUIDOS	BIDIN	CM 105	CH105080421023	LAJURELES 33 SOTANO	CIENCY
EB 0008	PULSOXIMETRO	0	CONCORD PINK	161638700312	CIRUGIA	CIENCY
REGRIO02	REGULADOR DE OXIGENO	ESSEX	18150J	18080C111	FARMACIA	CIENCY
REVRIO02	REGULADOR DE VACIO	GENTEC	882/R 760 CH C	61K 180803580 068	PREPARACION	CIENCY
SENSOR	SENSOR	3SENSE	ST NTC/SHT01	SM 13221/ SM 18900	VACUNACION	CIENCY
STAOFT01	STATIM	SCICAN	5000 G4	510821H00006	CIRUGIA	FEMTO
STERRAD 1	STERRAD	ASP	NX	33130540	ESTERILIZACION	FEMTO
TENARM01	TENS	INTENSITY	10 DIGITAL	SZ5210404022	FISIOTERAPIA	CIENCY
TOGRIO01	TORNQUETE ELECTRICO	STRYKER	SMART PUMP	1824216993	STOCK DE EQUIPOS	EBM
UNCRIO01	UNIDAD DE CALENTAMIENTO	3M	775	136540	CIRUGIA	CIENCY
LENOFT01	LENSOMETRO COMPUTARIZADO	TOPCON	CL 300	2838065	CONSULTORIO 5	CIENCY
TERIN02	TERMOMETRO INFRARROJO	BERRCOM	JXB 178	M35200508524	STOCK DE EQUIPOS	CIENCY

Figura 3. Equipos que requieren control metrológico

Los criterios de aceptación para la calibración, conocidos como el error máximo permitido, se extrajeron de los manuales de los equipos y de los estándares específicos. En particular, para los manómetros tipo Bourdon, se utilizaron los criterios establecidos en la NTC 1420. La aplicación de estos criterios asegura que los equipos operen dentro de los parámetros de precisión necesarios para la seguridad del paciente y la eficacia del diagnóstico y tratamiento.

PLACA	EQUIPO	EMP	UNIDADES	REFERENCIA
BASRIO01	BASCULA	0,5	kg	MANUAL
BASMAY21	BASCULA INDUSTRIAL	0,5	kg	MANUAL
BASBEI18	BASCULA ANALOGA	2	kg	MANUAL
BASBEO4	BALANZA PEDIATRICA	0,15	kg	MANUAL
N/A	MANOMETRO DE REDES DE GASES	8	psi	NTC 1420
TALMAY01	TALLIMETRO	1	cm	MANUAL
TENBOG01	TENSIOMETRO	3	mmHg	MANUAL
THRIO01	TERMOHIGROMETRO	1	°C	MANUAL
TRMRIO03	TERMOMETRO DE PUNZON	0,5	°C	MANUAL
TDARM01	TERMOMETRO DIGITAL	0,5	°C	MANUAL
TMARM6	TERMOMETRO	1	°C	MANUAL
TERBEI01	TERMOMETRO LASER	0,5	°C	MANUAL

Figura 4. Criterios de aceptación de los equipos que se calibran

## Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos

EQUIPO	EMP	UNIDAD	REFERENCIA
ASPIRADOR	25	mmHg	NTC 1420
AUTOCLAVE	2	°C	MANUAL
	3	Bar	MANUAL
BALON DE HONAN	4	%	NTC 1420
BOMBA DE INFILTRACION	1	mL/s	MANUAL
BOMBA DE INFUSION	1,5	mL/s	MANUAL
BOMBA DE IRRIGACION	5	mL/s	MANUAL
BOMBA DE VACIO	2	kpa	MANUAL
CAPNOGRAFO	2	mmHg	MANUAL
COMPRESOR DE AIRE	3	psi	NTC 1420
	2	BPM	MANUAL
DESFIBRILADOR	5	J	MANUAL
DINAMOMETRO	3	kg	MANUAL
ECOGRAFO	1	mm	MANUAL
ECOTONE	1	BPM	MANUAL
ELECTROBISTURI	10	W	MANUAL
ELECTROCARDIOGRAFO	2	BPM	MANUAL
ELECTROCAUTERIO	1	W	MANUAL

FLUJOMETRO	2	LPM	MANUAL
INFANTOMETRO	0,5	cm	MANUAL
INFUSOR	5	mmHg	MANUAL
	1,5	cmH2O	MANUAL
VENTILADOR DE MAQUINA DE ANESTESIA	3	cmH2O	MANUAL
	3	RPM	MANUAL
	50	mL	MANUAL
	4	mmHg	MANUAL
MONITOR DE SIGNOS VITALES	2	%SpO2	MANUAL
	2	BPM	MANUAL
NEUROESTIMULADOR	0,5	Hz	MANUAL
PRECALENTADOR DE FLUIDOS	1	°C	MANUAL
REGULADOR DE OXIGENO	4	LPM	NTC 1420
REGULADOR DE VACIO	10	mmHg	NTC 1420
SENSOR	1	°C	MANUAL
	1	°C	MANUAL
STATIM	20	kpa	MANUAL
STERRAD	5	°C	MANUAL
TENS	5	Hz	MANUAL
	5	µs	MANUAL
TORNIQUETE ELECTRICO	4	mmHg	MANUAL
UNIDAD DE CALENTAMIENTO	2,5	°C	MANUAL
TERMOMETRO INFRARROJO	0,3	°C	MANUAL

Figura 5. Criterios de aceptación de los equipos que se le hacen control metrológico

Para implementar los requisitos de calibración establecidos, se inició con la actualización del calendario de calibración existente. Esta actualización permitió una programación precisa de las calibraciones futuras y facilitó un control riguroso de las fechas y procedimientos relacionados. El calendario actualizado, que se muestra en la Figura 6, destaca los meses en los que se realizan las calibraciones para cada sede, asegurando así una planificación eficiente. Además, para llevar un registro detallado del estado de conformidad de cada equipo, se creó una tabla que permite verificar si cada equipo cumple con el error máximo permitido. La TABLA I muestra un pequeño ejemplo de los resultados del registro de calibración, comparando los errores medidos desde 2021 hasta la fecha con el error máximo permitido (EMP) y este último año determinara si es conforme o no conforme.

**Calibración:**

- Febrero Bogotá, Almacentro y City Plaza
- Marzo Pereira y Armenia
- Abril Rionegro
- Mayo San Diego, Farmacias
- Junio Mayorca
- Agosto Bello
- Septiembre San Nicolas
- Noviembre Arrayanes, Floresta

Figura 6. Calendario de calibraciones de cada sede

# Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos

TABLA I  
ESTADO DE CONFORMIDAD

Equipos	Placa	2021	2022	2023	2024	EMP	Unidad	Conformidad
Aspirador	ASPMAY03	-20,25	-5,25	-7,5	-6,5	25	mmHg	CONFORME
Bascula	BASRIO01	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	0,5	kg	CONFORME
Bomba infusión	BOMRIO01	1,98	-6,34	-5,35	-7,35	12,5	mL/s	CONFORME
Dinamómetro	DINMCA01	-0,06	-0,01	-0,02	-0,05	3	kg	CONFORME

Se seleccionó y configuró una plataforma adecuada para el seguimiento y registro de calibraciones, utilizando Excel debido a su facilidad de manejo y compatibilidad con todos los equipos informáticos disponibles en la IPS Neuromédica. Esta plataforma permite registrar y analizar los resultados de las calibraciones, facilitando la monitorización continua y asegurando la adherencia a los requisitos establecidos.

El sistema de seguimiento implementado incluyó dos dashboards clave: uno para el control metrológico y otro para la evaluación de proveedores. El Dashboard de Calibración y Control Metrológico (Figura 7) integra varias secciones cruciales, cada una con un propósito específico que contribuye a la gestión eficiente del control metrológico, incluyendo el error máximo permitido, la conformidad, la fecha de calibración, el estado de calibración, los datos históricos de calibración y el cumplimiento del cronograma.

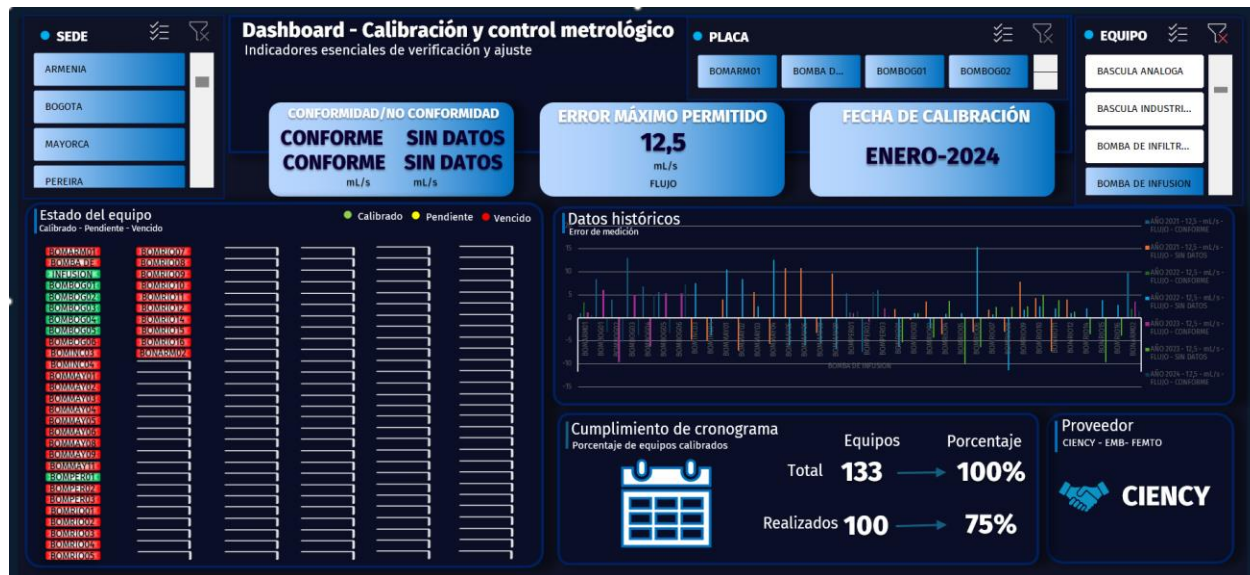


Figura 7. Dashboard de calibración y control metrológico

# Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos

Para este dashboard, se utiliza una tabla de cronograma que, debido a la cantidad de equipos (más de mil), solo muestra una pequeña parte del total. Esta tabla proporciona la mayoría de la información necesaria para el dashboard, como la fecha de calibración, el estado del equipo, el proveedor y el porcentaje de cumplimiento del cronograma. La tabla se alimenta con datos ingresados por el equipo biomédico, quienes deben completar las 10 primeras columnas. El resto de las columnas se calcula utilizando fórmulas básicas, como sumar un año a la última fecha de calibración. La información extraída de esta tabla está representada en la Figura 8. La segunda tabla es la de datos históricos, que se alimenta con los reportes de calibración de cada equipo. Esta tabla permite el seguimiento y análisis de la evolución de las calibraciones a lo largo del tiempo (Figura 9).

PLACA	EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	SEDE	PISO	UBICACIÓN	PROVEEDOR	FECHA ÚLTIMA CALIBRACIÓN	TEXTO FECH	MES DE CALIBRACIÓN	NUMERO ME	MES CAL - AÑO ACTUA	COMPARACIÓN	TOTAL	CALIBRADO	PORCENTAJ	FECHA CALIBRACIÓN	ESTADO
ASPMAY03	ASPIRADOR	FULMO-MED	7A-23B	00078	RIONEGRO	PISO 5	CRUJGA	CIENCY	01/03/2023	03-2023	ABRIL	4	04-2024	FALSO	230	2	0,87%	1/04/2024	VENCIDO
ASPRIO01	ASPIRADOR	CA-MI	NEW ASKR 30	79210	RIONEGRO	PISO 5	CRUJGA CARRI	CIENCY	01/04/2023	04-2023	ABRIL	4	04-2024	FALSO	230	2	0,87%	1/04/2024	VENCIDO
ASPRIO02	ASPIRADOR	FULMO-MED	7A-23B	00002	RIONEGRO	PISO 5	STOCK DE EQL	CIENCY	01/04/2023	04-2023	ABRIL	4	04-2024	FALSO	230	2	0,87%	1/04/2024	VENCIDO
ASPRIO03	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L4.22.092	RIONEGRO	PISO 5	CONSULTORIO	EBM	01/04/2023	04-2023	ABRIL	4	04-2024	FALSO	230	2	0,87%	1/04/2024	VENCIDO
ASPRIO04	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L8.20.198	SAN NICOLAS	N/A	CONSULTORIO	CIENCY	01/04/2023	04-2023	SEPTIEMBRE	9	09-2024	FALSO	44	0	0,00%	1/09/2024	PENDIENTE
ASPRIO05	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L11.21.274	RIONEGRO	PISO 6	CARRO DE PAR	CIENCY	01/04/2023	04-2023	ABRIL	4	04-2024	FALSO	230	2	0,87%	1/04/2024	VENCIDO
ASPRIO06	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L4.22.058	RIONEGRO	PISO 5	CONSULTORIO	EBM	01/04/2023	04-2023	ABRIL	4	04-2024	FALSO	230	2	0,87%	1/04/2024	VENCIDO
SM33SP3	ASPIRADOR	THOMAS	1630	61300008948	RIONEGRO	PISO 5	SALA PROCEDI	CIENCY	01/04/2023	04-2023	ABRIL	4	04-2024	FALSO	230	2	0,87%	1/04/2024	VENCIDO
ASPMAY02	ASPIRADOR	THOMAS	1615	4150007684	MAYORCA	PISO 8	CARRO DE PAR	CIENCY	01/06/2022	06-2022	JUNIO	6	06-2024	FALSO	254	0	0,00%	1/06/2024	VENCIDO
ASPMAY01	ASPIRADOR	CA-MI	NEW ASPRET	11779	MAYORCA	PISO 14	CARRO DE PAR	CIENCY	01/06/2022	06-2022	JUNIO	6	06-2024	FALSO	254	0	0,00%	1/06/2024	VENCIDO
ASPRIO03	ASPIRADOR	FULMO-MED	7A-23B	00027	MAYORCA	PISO 14	CRUJGA- CRUI	CIENCY	01/06/2022	06-2022	JUNIO	6	06-2024	FALSO	254	0	0,00%	1/06/2024	VENCIDO
ASARM02	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L13.21.167	MAYORCA	PISO 7	CARRO DE PAR	CIENCY	01/06/2022	06-2022	JUNIO	6	06-2024	FALSO	254	0	0,00%	1/06/2024	VENCIDO
ASPOFT01	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L8.21.147	MAYORCA	PISO 7	CARRO DE PAR	CIENCY	01/06/2022	06-2022	JUNIO	6	06-2024	FALSO	254	0	0,00%	1/06/2024	VENCIDO
ASBBOG01	ASPIRADOR	CA-MI	NEW ASPRET	140665	BOGOTA	N/A	CARRO DE PAR	CIENCY	01/02/2024	02-2024	FEBRERO	2	02-2024	VERDADERO	154	47	30,52%	1/02/2024	CALIBRADO
ASBBOG02	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L13.21.116	BOGOTA	N/A	CARRO DE PAR	CIENCY	01/02/2024	02-2024	FEBRERO	2	02-2024	VERDADERO	154	47	30,52%	1/02/2024	CALIBRADO
ASBBOG03	ASPIRADOR	CA-MI	NEW HOSPIVAL	18135	BOGOTA	N/A	QUIROFANO	CIENCY	01/02/2024	02-2024	FEBRERO	2	02-2024	VERDADERO	154	47	30,52%	1/02/2024	CALIBRADO
ASPPER01	ASPIRADOR	THOMAS	1615	51700009080	SAN NICOLAS	N/A	CONSULTORIO	CIENCY	01/04/2023	04-2023	SEPTIEMBRE	9	09-2024	FALSO	44	0	0,00%	1/09/2024	PENDIENTE
ASPPER02	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L12.1.171	PEREIRA	213	CARRO DE PAR	CIENCY	01/01/2023	01-2023	MARZO	3	03-2024	FALSO	133	0	0,00%	1/03/2024	VENCIDO
ASARM01	ASPIRADOR	CA-MI	NEW ASPRET	117975	ARMENIA	N/A	CARRO DE PAR	CIENCY	01/01/2023	01-2023	MARZO	3	03-2024	FALSO	133	0	0,00%	1/03/2024	VENCIDO
EB-0093	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L12.23.298	SAN NICOLAS	N/A	CONSULTORIO	CIENCY	01/04/2023	04-2023	SEPTIEMBRE	9	09-2024	FALSO	44	0	0,00%	1/09/2024	PENDIENTE
ASPPBO01	ASPIRADOR	SMAF	SXT-5A	L4.22.054	SAN DIEGO	PISO 4	CONSULTORIO	CIENCY	01/05/2023	05-2023	MAYO	5	05-2024	FALSO	87	2	2,30%	1/05/2024	VENCIDO
EB-0131	ASPIRADOR	SMAFT	SXT-5A	L12.23.268	MAYORCA	PISO 8	CONSULTORIO	CIENCY	01/05/2024	05-2024	JUNIO	6	06-2024	FALSO	254	0	0,00%	1/06/2024	VENCIDO
EB-0132	ASPIRADOR	SMAFT	SXT-5A	L12.23.368	MAYORCA	PISO 8	CONSULTORIO	CIENCY	01/05/2024	05-2024	JUNIO	6	06-2024	FALSO	254	0	0,00%	1/06/2024	VENCIDO
EB-0133	ASPIRADOR	SMAFT	SXT-5A	L12.23.372	ARRAYANES	N/A	OTORRINO	CIENCY	01/01/2024	01-2024	NOVIEMBRE	11	11-2024	FALSO	101	0	0,00%	1/11/2024	PENDIENTE
EB-0134	ASPIRADOR	SMAFT	SXT-5A	L12.23.370	CITY PLAZA	N/A	OTORRINO	CIENCY	02/01/2024	01-2024	FEBRERO	2	02-2024	FALSO	154	47	30,52%	1/02/2024	VENCIDO

Figura 8. Tabla del cronograma total

EQUIPOS	PLACA	2021	2022	2023	2024	EMP	UNIDAD	MAGNITUD	CONFORMIDAD
ASPIRADOR	ASPMAY03	-20,25	5,25	-7,5		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPRIO01	11,1	6,6	19,1		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPRIO02	22,5	4,5	-14,25		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPRIO03	41,25	0	-16		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPRIO04	11	20,25	-1,7		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPRIO05	-6	10,5	-3		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPRIO06			-12		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	SM33SP3	7,9	23,1			25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPMAY02	-20,9	-10,8			25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPMAY01	3	-9,4			25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPRIO03	41,25	0	-16		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASARM02			-9	7,35	25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPOFT01	-13	3,7			25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASBBOG01	4	-7,2	5,32	-4,4	25	mmHg	PRESIÓN	CONFORME
ASPIRADOR	ASBBOG02		9	13,18		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASBBOG03		-30	-19,43	1,4	25	mmHg	PRESIÓN	CONFORME
ASPIRADOR	ASPPER01	7	-7,1	-22,5		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPPER02		-8	11,5		25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASARM01	9,7	8	4,85	10	25	mmHg	PRESIÓN	CONFORME
ASPIRADOR	EB-0093					25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	ASPPBO01		-10		-9	25	mmHg	PRESIÓN	CONFORME
ASPIRADOR	EB-0131					25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	EB-0132					25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	EB-0133					25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS
ASPIRADOR	EB-0134					25	mmHg	PRESIÓN	SIN DATOS

Figura 9. Tabla de datos históricos

El proyecto de mejora del control metrológico en la IPS Neuromédica no solo se enfocó en la precisión de los equipos biomédicos, sino también en la gestión y evaluación de los proveedores



**Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos** 25

de servicios de calibración. Uno de los componentes clave de este enfoque fue la implementación de un dashboard (Figura 10) específico para la evaluación de proveedores. Este dashboard proporciona una visión integral y detallada del desempeño de los proveedores, permitiendo una gestión más efectiva y eficiente.



Figura 10. Dashboard de proveedores

En este dashboard, se evalúan varios ítems, como la puntualidad, la eficiencia operativa, la calidad del servicio y la satisfacción del cliente, que en este caso es el personal biomédico que interactúa directamente con los proveedores.

The form contains the following elements:

- Proveedor:** Dropdown menu showing 'CIENCY' and a 'Buscar' button.
- Actividad:** Dropdown menu showing 'PUNTUALIDAD' with a list of options: PUNTUALIDAD, EFICIENCIA OPERATIVA, CALIDAD DE SERVICIO, and SATISFACCIÓN.
- Buttons:** 'Cerrar' button.

Figura 11. Formulario evaluación de proveedores

La puntualidad se calcula considerando el total de servicios, el número de servicios entregados a tiempo (EAT), los servicios con retrasos moderados (RM) y los servicios con retrasos graves (RG), utilizando la fórmula:

$$Puntualidad = EAT + (1 - EAT) * \left(1 - \frac{RM*0.5+RG*1}{EAT+RM+RG}\right) \quad (1)$$

Figura 12. Formulario de puntualidad

La eficiencia operativa se determina a partir del total de solicitudes, el tiempo total de respuesta (TR) y el tiempo total de resolución (TS), calculándose con la fórmula:

$$Eficiencia\ operativa = (TR * 0.4) * (TS * 0.6) \quad (2)$$

Figura 13. Formulario de eficiencia operativa

La calidad del servicio se mide considerando el total de equipos mantenidos, el número de equipos con problemas post-mantenimiento (IPM), el total de servicios realizados y el número de servicios repetidos (RS), calculándose con la fórmula:

$$Calidad\ del\ servicio = (IPM * 0.5) * (RS * 0.5) \quad (3)$$

# Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos

Calidad Del Servicio

Proveedor: CIENCY

Nº Total de equipos mantenidos:

Nº de equipos con problemas post-mantenimiento:

Nº total de servicios realizados:

Nº de servicios repetidos:

Guardar Cerrar

Figura 14. Formulario de calidad del servicio

Finalmente, en la satisfacción del cliente se evalúan varios ítems, como la calidad del servicio, tiempo y puntualidad, comunicación y atención al cliente, y resolución de problemas y seguimiento, representados en la Figura 15. La calificación de cada pregunta de satisfacción se promedia para obtener la calificación final de cada proveedor.

Satisfaccion Calidad Del Servicio

Proveedor: CIENCY

CALIDAD DEL SERVICIO

De 1 a 5, siendo 5 el más alto ¿Cómo calificaría la calidad general del mantenimiento/calibración realizado?

¿El servicio cumplió con los estándares y especificaciones técnicas requeridos? Digite 1 para SI, 2 para NO y 3 para Parcialmente

De 1 a 5, siendo 5 el más alto ¿Cómo calificaría la precisión de la calibración realizada?

Siguiente

FRM\_SatisfaccionTiempoyPuntualidad

Proveedor: CIENCY

TIEMPO Y PUNTUALIDAD

De 1 a 5, siendo 5 el más ¿Cómo calificaría la puntualidad del proveedor en la llegada y finalización del servicio?

¿El servicio se completó dentro del plazo acordado? Digite 1 para SI, 2 para NO y 3 para Parcialmente

Siguiente

FRM\_SatisfaccionComunicaciónyAtenciónAlCliente

Proveedor: CIENCY

COMUNICACIÓN Y ATENCIÓN AL CLIENTE

De 1 a 5, siendo 5 el más alto ¿Cómo calificaría la comunicación del proveedor durante el proceso del servicio?

¿El proveedor fue receptivo y atendió todas sus consultas o inquietudes de manera efectiva? Digite 1 para SI, 2 para NO y 3 para Parcialmente

De 1 a 5, siendo 5 el más alto ¿Cómo calificaría el nivel de profesionalismo y cortésia del personal del proveedor?

Siguiente

FRM\_SatisfaccionResoluciónDeProblemas

Proveedor: CIENCY

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

De 1 a 5, siendo 5 el más ¿Cómo calificaría el seguimiento post-servicio realizado por el proveedor?

¿El proveedor manejó de manera efectiva cualquier problema o incidencia que surgió durante el servicio? Digite 1 para SI, 2 para NO y 3 para Parcialmente

Guardar Cerrar

Figura 15. Formularios de satisfacción del cliente

# Mejora de la gestión de calidad en componentes de control metrológico y evaluación de proveedores en la IPS Neuromédica mediante un sistema de seguimiento para mejorar la precisión y fiabilidad de los equipos

La evaluación de los proveedores se estipula cada 3 meses, aunque el equipo biomédico puede ajustar este periodo según sea necesario. Aún no se puede determinar con precisión el mejor o peor proveedor, ya que no todos han sido evaluados y algunos datos fueron simulados; sin embargo, los proveedores evaluados como Ciency y EBM obtuvieron calificaciones por encima de 4 como se muestran en la Figura 16 y la Figura 17.

Estas herramientas no solo han permitido una mejor planificación y control, sino que también han fortalecido la confianza en la operatividad de los equipos, asegurando un entorno de trabajo más seguro y eficiente. La implementación exitosa de estas medidas reafirma el compromiso de la IPS Neuromédica con la excelencia en el mantenimiento de equipos biomédicos y la gestión de proveedores, garantizando así una atención médica de alta calidad para los pacientes.



Figura 16. Calificación del proveedor Ciency.



Figura 17. Calificación del proveedor EBM

## VIII. DISCUSIÓN

De acuerdo con la necesidad identificada en la IPS y al comparar nuestros procesos con los de otras instituciones de salud, se ha percibido que se carece de ciertos sistemas que podrían ser cruciales para optimizar la calibración y el control metrológico de equipos biomédicos. La revisión de prácticas en instituciones similares reveló que la implementación de herramientas más avanzadas y sistemáticas podría mejorar significativamente la gestión del mantenimiento y la precisión de los equipos médicos.

El desarrollo de este proyecto marca el inicio de la creación de un sistema de control de la calibración, que será fundamental para establecer un estándar más riguroso en la gestión del mantenimiento de equipos biomédicos. Al actualizar el calendario de calibración existente, se ha logrado una programación precisa y rigurosa de las calibraciones futuras, lo que ha permitido un control más efectivo sobre las fechas y procedimientos. Este enfoque sistemático ha sido clave para asegurar que los equipos sean calibrados de manera oportuna, minimizando el riesgo de fallos y errores en las mediciones.

El uso de dashboards para el control metrológico y la evaluación de proveedores ha demostrado ser una herramienta efectiva para la gestión de estos procesos. El dashboard o panel de control de calibración y control metrológico, con su capacidad para mostrar el error máximo permitido, la conformidad de los equipos, y los datos históricos de calibración, ha proporcionado una visión integral que facilita la identificación de problemas y la planificación de mantenimientos. Esta visibilidad ha permitido una gestión más proactiva y eficiente, lo que resulta en una mejora en la precisión de los equipos biomédicos y una reducción en los tiempos de inactividad.

Asimismo, el dashboard de evaluación de proveedores ha permitido una evaluación detallada del desempeño de los proveedores de servicios de calibración. La capacidad para analizar la calificación promedio general, la puntualidad, la eficiencia operativa, y la calidad del servicio ha proporcionado una base sólida para la toma de decisiones sobre la selección y gestión de proveedores. Este enfoque basado en datos ha permitido una mejor gestión de las relaciones con los proveedores, garantizando que los servicios de calibración cumplan con los estándares de calidad necesarios para mantener la operatividad de los equipos.

A pesar de estos avances, es esencial reconocer que la implementación de estos sistemas representa solo el comienzo de un proceso continuo de mejora. Los resultados obtenidos hasta ahora son alentadores, pero la efectividad del sistema de control de calibración y de la evaluación de proveedores debe ser monitoreada de manera continua para asegurar que se mantenga su relevancia y eficacia. La retroalimentación del personal y la adaptación a posibles cambios en las necesidades y requisitos serán fundamentales para la evolución y perfeccionamiento del sistema.

## IX. CONCLUSIONES

El proyecto ha logrado una mejora significativa en el control metrológico y en la gestión de proveedores de calibración. La implementación de herramientas de seguimiento y evaluación, como los dashboards, ha fortalecido la capacidad de la IPS Neuromédica para mantener equipos biomédicos precisos y confiables, al mismo tiempo que optimiza la calidad de los servicios de calibración. Estos logros reflejan un compromiso firme con la excelencia en el mantenimiento de equipos biomédicos y la gestión de proveedores, garantizando una atención médica de alta calidad para los pacientes.

Además, el uso sistemático de los dashboards ha permitido una visualización clara y detallada de todos los aspectos relacionados con la calibración y el rendimiento de los proveedores, facilitando la toma de decisiones y la identificación de áreas de mejora. La capacidad de realizar un seguimiento exhaustivo del estado de cada equipo y del desempeño de los proveedores ha contribuido a una planificación más efectiva y a la reducción de errores o retrasos en los procesos de calibración.

El éxito del proyecto también se manifiesta en la mayor satisfacción del personal y en la mejora continua de los procesos internos, lo que ha resultado en una mayor eficiencia operativa y una reducción de posibles fallos en los equipos. La integración de estas herramientas y metodologías ha establecido un nuevo estándar en la gestión de calibración y control metrológico, promoviendo un entorno de trabajo más seguro y eficiente y reafirmando el compromiso de la IPS Neuromédica con la calidad y la precisión en la atención médica.

## X. RECOMENDACIONES

En futuras investigaciones y desarrollos relacionados con el control metrológico en la IPS Neuromédica, se recomienda seguir varias líneas de acción que podrían resolver problemas y mejorar aún más los resultados alcanzados. Primero, se sugiere la optimización continua de los dashboards implementados, asegurando que se revisen y actualicen periódicamente para incorporar nuevas funcionalidades y mejoras basadas en la retroalimentación del usuario. Esta adaptación constante permitirá que los dashboards se mantengan relevantes y eficaces en el seguimiento y control metrológico.

Además, es crucial ampliar el análisis de los datos históricos de calibración para identificar patrones y tendencias a largo plazo. Este enfoque permitirá anticipar problemas recurrentes y ajustar las estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo de manera más precisa. Complementariamente, se recomienda desarrollar algoritmos predictivos que utilicen datos históricos para prever posibles fallos en los equipos, facilitando así una planificación más eficaz de las calibraciones y reparaciones, y reduciendo los tiempos de inactividad.

Otro aspecto importante es la evaluación y certificación rigurosa de los proveedores de calibración. Implementar un sistema de evaluación más estricto, que incluya auditorías regulares y criterios de certificación más elevados, asegurará que se mantenga una alta calidad en los servicios de calibración y se seleccionen proveedores que cumplan consistentemente con los estándares establecidos.

Es aconsejable también investigar y evaluar nuevas tecnologías y métodos de calibración que puedan ofrecer ventajas adicionales en precisión y eficiencia. La incorporación de tecnologías emergentes puede proporcionar beneficios significativos en el control metrológico y la gestión de proveedores.

Finalmente, se sugiere explorar la integración del sistema de control metrológico con otros sistemas de gestión de calidad en la IPS Neuromédica. Esta integración permitirá una visión más integral y coordinada de todos los aspectos relacionados con la calidad y el mantenimiento de los equipos biomédicos. Además, realizar estudios adicionales sobre la eficiencia de los procesos internos relacionados con la calibración y el mantenimiento de equipos ayudará a identificar y eliminar posibles ineficiencias, optimizando el flujo de trabajo y mejorando los resultados generales. Estas recomendaciones están diseñadas para promover un entorno de trabajo más eficiente y efectivo, asegurando así la continuidad del éxito del proyecto y la mejora continua en la gestión metrológica y de proveedores.

XI. REFERENCIAS

- [1] J. Smith, A. Johnson, "Quality Management Systems for Medical Equipment in Hospitals," *Journal of Healthcare Engineering*, vol. 15, no. 2, pp. 45-56, Mar. 2020.
- [2] L. Garcia, M. Brown, "Calibration Protocols for Medical Equipment: An Overview," *Biomedical Engineering Review*, vol. 28, no. 1, pp. 23-34, Jan. 2019.
- [3] R. Patel, S. Thompson, "Evaluation and Monitoring of Calibration Service Providers for Medical Equipment," *International Journal of Medical Devices*, vol. 12, no. 4, pp. 67-78, Apr. 2021.
- [4] D. Lee, H. Wang, "Real-Time Monitoring Technology for Medical Equipment Management," *Journal of Medical Technology*, vol. 10, no. 3, pp. 89-101, Jul. 2022.
- [5] Congreso de la República de Colombia, "Ley 1595 de 2015," Diario Oficial No. 49654, 6 de julio de 2015.
- [6] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), "NTC 10012: Gestión de la Medición y Calibración de Equipos de Medición," 2015.
- [7] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), "NTC-ISO/IEC 17025: Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración," 2017.
- [8] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), "NTC-ISO 15189: Requisitos para la Competencia Técnica y la Calidad en los Laboratorios Clínicos," 2019.
- [9] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), "NTC 1420: Manómetros. Parte 1. Manómetros tipo Bourdon. Dimensiones, requisitos y ensayos," 2001.
- [10] Ministerio de la Protección Social, "Resolución 1478 de 2006," 15 de mayo de 2006.
- [11] International Organization for Standardization (ISO), "ISO 9001:2015: Sistemas de Gestión de la Calidad," 2015.