

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE
EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN



PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Yeny Luzmila Quiroga Castillo

Karolin Vega Cardona

Docente: Henry Alberto Rodriguez Guzman.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Agosto de 2024

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE
EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

Yeny Luzmila Quiroga Castillo

Karolain Vega Cardona

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Docente: Henry Alberto Rodriguez Guzman.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

agosto de 2024

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Contenido

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Lista de tablas | 6 |
| Lista de figuras | 7 |
| Lista de anexos..... | 8 |
| Resumen | 9 |
| Abstract..... | 10 |
| Introducción..... | 11 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 12 |
| 1.1 Descripción del problema..... | 12 |
| 1.1.1 Antecedentes | 13 |
| 1.2 La pregunta de investigación..... | 14 |
| 1.3 Los objetivos de investigación | 14 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 14 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 14 |
| 1.4 Justificación de la investigación..... | 15 |
| 1.4.1 Justificación práctica | 15 |
| 1.4.2 Justificación teórica..... | 15 |
| 2. MARCO DE REFERENCIA..... | 17 |
| 2.1. Marco de Antecedentes..... | 18 |
| 2.2. Evolución de la Metrología y la Calibración | 18 |
| 2.3. Investigación y Estudios Previos | 19 |
| 2.4. Marco Teórico | 20 |
| 2.5. MICROPIPETA DE PISTON..... | 21 |
| 2.6. NORMAS..... | 22 |
| 2.7. PROCESO DE CALIBRACIÓN PARA INSTRUMENTOS VOLUMÉTRICOS COMO MICRIPIPETAS TIPO PISTÓN | 23 |
| Desarrollo de la prueba..... | 23 |
| 2.8.1 Marco normativo | 25 |

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

| | |
|--|----|
| 2.8.2 Normas ISO | 26 |
| 2.9 Marco Conceptual..... | 27 |
| 2.9.1 Marco Legal..... | 29 |
| 3. METODOLOGÍA | 30 |
| 3.1. ENFOQUE | 32 |
| 3.2. ALCANCE | 32 |
| 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA | 32 |
| 3.3.1. Definición de la población | 32 |
| 3.3.2. Cálculo y selección de la muestra..... | 34 |
| 3.4. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS..... | 36 |
| 3.4.1. Segmentación del mercado..... | 36 |
| 3.4.2. Ficha técnica | 36 |
| 3.4.3. Encuesta | 36 |
| 3.5. FORMULACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN | 39 |
| OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL USO DE LA INTELIGENCIA EMOCIONAL EN LA ORGANIZACIÓN | 42 |
| 3.6 RÚBRICA PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS VOLUMÉTRICOS MONOCANAL | 43 |
| 3.5.1. INGENIERIA DEL PROYECTO..... | 46 |
| 3.6. NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS | 51 |
| 3.6.1. Talento Humano operativo | 52 |
| 3.7. DISEÑO DE PLANTA..... | 53 |
| 3.7.1. Distribución del laboratorio..... | 53 |
| 3.8. ANALISIS ORGANIZACIONAL | 56 |
| 3.8.1. Misión | 56 |
| 3.8.2. Visión | 56 |
| 3.8.3. Políticas..... | 56 |
| 3.8.4. Política de calidad..... | 57 |
| 3.8.5. Organigrama | 57 |
| 3.9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES..... | 58 |
| 3.9.1. EVIDENCIA DOCUMENTADA..... | 60 |
| 3.9.2. Formato de recepción de equipos..... | 60 |

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE
EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

| | | |
|---------|---|----|
| 3.9.3. | Formato rótulos de equipos | 61 |
| 3.9.4. | Formato condiciones ambientales | 61 |
| 3.9.5. | Formato de inventario..... | 62 |
| 3.9.6. | Formato de inventario..... | 63 |
| 3.9.7. | Carta de trazabilidad | 64 |
| 3.9.8. | Diseño del certificado de calibración | 66 |
| 3.9.9. | Instrumentos para el desarrollo del proyecto..... | 68 |
| 3.9.10. | Balanza analítica | 68 |
| 3.9.11. | RECIPIENTES DE LÍQUIDO: | 68 |
| 3.9.12. | RECIPIENTE DE PESAJE:..... | 69 |
| 3.9.13. | DISPOSITIVO PARA MEDIR TIEMPO:..... | 69 |
| 3.9.14. | LÍQUIDO DE ENSAYO:..... | 69 |
| 4. | HOJA DE VIDA DE LOS INSTRUMENTOS..... | 70 |
| 4.1.1. | Balanza analítica. | 70 |
| 4.1.2. | Vaso precipitado..... | 71 |
| 4.1.3. | Cronómetro. | 72 |
| 4.1.4. | Termómetro. | 74 |
| 4.1.5. | Termohigrómetro. | 75 |
| 4.1.6. | Barómetro. | 76 |
| 5. | CONCLUSIONES..... | 77 |
| | Referencias..... | 78 |
| | Anexos..... | 81 |

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Errores máximos permitidos del rango de la micropipeta | 24 |
| Tabla 2 Ficha técnica de la encuesta..... | 34 |
| Tabla 3 Ficha técnica <i>Fuente: elaboración propia</i> | 36 |
| Tabla 4 Encuesta a empresas | 38 |
| Tabla 5 Análisis de encuestas..... | 41 |
| Tabla 6 Oportunidades de mejora en la organización | 43 |
| Tabla 7 Rubrica calidad en los procesos | 44 |
| Tabla 8 Diagrama de flujo del proceso de la empresa..... | 49 |
| Tabla 9 Requerimiento de equipos..... | 52 |
| Tabla 10 Diagrama de Gantt | 59 |
| Tabla 11 Requisitos mínimos para balanzas | 68 |

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE
EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 Instrumentos de medición calibrados según encuesta | 13 |
| Ilustración 2 Cuestionario | 40 |
| Ilustración 3 Mapa de Procesos | 46 |
| Ilustración 4 Plano del laboratorio..... | 54 |
| Ilustración 5 Área del laboratorio | 54 |
| Ilustración 6 Área Administrativa | 55 |
| Ilustración 7 Pirámide de generalidades..... | 57 |
| Ilustración 8 Organigrama..... | 58 |
| Ilustración 9 Formato de recepción de equipos | 60 |
| Ilustración 10 Formato de rotulación de instrumentos..... | 61 |
| Ilustración 11 Formato control de condiciones ambiental control de condiciones ambientales | 62 |
| Ilustración 12 Formato de inventarios..... | 62 |
| Ilustración 13 Formato control de patrones..... | 63 |
| Ilustración 14 Carta de trazabilidad del laboratorio | 64 |
| Ilustración 15 Certificado de calibración terminado..... | 67 |
| Ilustración 16 Hoja de vida balanza analítica..... | 70 |
| Ilustración 17 Hoja de vida recipiente contenedor..... | 71 |
| Ilustración 18 Hoja de vida cronómetro | 73 |
| Ilustración 19 Hoja de vida termómetro..... | 74 |
| Ilustración 20 Hoja de vida termohigrómetro | 75 |
| Ilustración 21 Hoja de vida barómetro | 76 |

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE
EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

Lista de anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1 Cronograma | 81 |
| Anexo 2 Estimación de Incertidumbres | 83 |
| Anexo 3 Clases de Incertidumbre | 83 |
| Anexo 4 Informe de mediciones | 84 |
| Anexo 5 Certificado de calibración | 85 |
| Anexo 6 Formato de instrumento en daño..... | 86 |

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Resumen

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar y proponer un sistema de gestión metrológico eficiente para la calibración de equipos volumétricos mono canal accionados mediante pistón, comúnmente utilizados en laboratorios de metrología, investigación y desarrollo, así como en la industria farmacéutica y biotecnológica.

La calibración precisa y periódica de equipos volumétricos es esencial para asegurar la exactitud y confiabilidad en la medición de volúmenes líquidos, lo cual impacta directamente en la calidad y seguridad de los productos y resultados obtenidos. Un sistema de gestión metrológico bien estructurado no solo garantiza la conformidad con las normativas internacionales, sino que también optimiza los procesos operativos y reduce los riesgos de errores en las mediciones.

La implementación de un sistema de gestión metrológico robusto para la calibración de equipos volumétricos mono canal accionados mediante pistón no solo contribuirá a la mejora de la calidad de las mediciones y productos, sino que también fortalecerá la reputación del laboratorio en el ámbito de la metrología industrial, posicionándolo como un referente en la precisión y confiabilidad de sus servicios.

Palabras claves:

- Gestión metrológica
- Calibración
- Equipo volumétrico
- Mono canal
- Pistón
- Exactitud

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Abstract

This project aims to develop and propose an efficient metrological management system for the calibration of single-channel volumetric equipment operated by a piston, commonly used in metrology laboratories, research and development, as well as in the pharmaceutical and biotechnology industries.

Precise and periodic calibration of volumetric equipment is essential to ensure the accuracy and reliability of liquid volume measurements, directly impacting the quality and safety of products and results obtained. A well-structured metrological management system not only ensures compliance with international standards but also optimizes operational processes and reduces the risk of measurement errors.

Implementing a robust metrological management system for the calibration of single-channel volumetric equipment operated by a piston will not only contribute to the improvement of measurement quality and products but also strengthen the laboratory's reputation in the field of industrial metrology, positioning it as a benchmark in the precision and reliability of its services.

Keywords:

- Metrological management
- Calibration
- Volumetric equipment
- Single-channel
- Piston
- Accuracy

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Introducción

La calibración precisa y regular de equipos volumétricos mono canal accionados mediante pistón es esencial para garantizar la exactitud y confiabilidad en la medición de volúmenes líquidos, impactando directamente en la calidad y seguridad de los productos y resultados obtenidos en laboratorios de metrología, investigación y desarrollo, así como en la industria farmacéutica y biotecnológica. Actualmente, en el municipio de Armenia, no existe un laboratorio de calibración para equipos de medición con magnitudes de temperatura, masa, volumen, presión, entre otros grupos, que haya sido acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) y que cumpla con la norma ISO 17025, la cual contiene los requisitos que deben cumplir los laboratorios de calibración y ensayo. Este proyecto se enfoca en abordar la necesidad de un sistema de gestión metrológico robusto y eficiente para asegurar estas mediciones críticas y determinar la factibilidad de la adecuación e instalación de un laboratorio de calibración en la Unidad Central del Quindío.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El presente proyecto expone el procedimiento de documentación planificado en un laboratorio de calibración ubicado en la ciudad de Armenia, Quindío. Este procedimiento está dirigido a un instrumento de volúmenes reducidos, específicamente la micropipeta accionada mediante pistón mono canal que abarcan un rango de 1 μ L a 10 μ L. La calibración se lleva a cabo mediante métodos gravimétricos, siguiendo las directrices establecidas en la "NTC/ISO 8655-6: 2014 (MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ERROR DE MEDICIÓN PARTE 6). Esta elección se motiva por la carencia de laboratorios acreditados en la ciudad que ofrezcan calibración para este tipo de instrumento, se evidencia un solo laboratorio que maneja intervalo de medición mayor de 5 L a 100L.

Es importante destacar que este instrumento desempeña un papel fundamental en entornos como laboratorios de microbiología, farmacéuticos, químicos, clínicas. Dado que en esta ciudad y sus alrededores existe una alta demanda por parte de estos centros, se busca satisfacer esta necesidad mediante la implementación del presente proyecto.

- Mantener y verificar el funcionamiento óptimo del equipo.
- Cumplir con los requisitos establecidos en los estándares de calidad.
- Garantizar la confiabilidad y trazabilidad de las mediciones.
- Satisfacer las demandas del mercado al que se sirve.
- Competir eficazmente con empresas similares en los mercados locales e internacionales.

Un aspecto crucial de la metrología en el entorno de laboratorio es el aseguramiento metrológico, el cual se evalúa a través de la existencia de un plan de aseguramiento. Según datos de las Naciones Unidas, el 69% de las empresas encuestadas afirmaron tener un plan de aseguramiento, de las cuales el 86.7% incluyó específicamente el aseguramiento de la medición de calibración. De manera destacada, el 77.8% de estas empresas también reportaron tener planes de sistemas de calidad relacionados, mientras que el 56% indicó contar con planes de formación metrológica.

El 87,2% de las empresas respondió positivamente a la pregunta de si sus instrumentos han sido calibrados (ver Figura 1). El 63,5% de los instrumentos han sido calibrados en un laboratorio acreditado o en una empresa.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

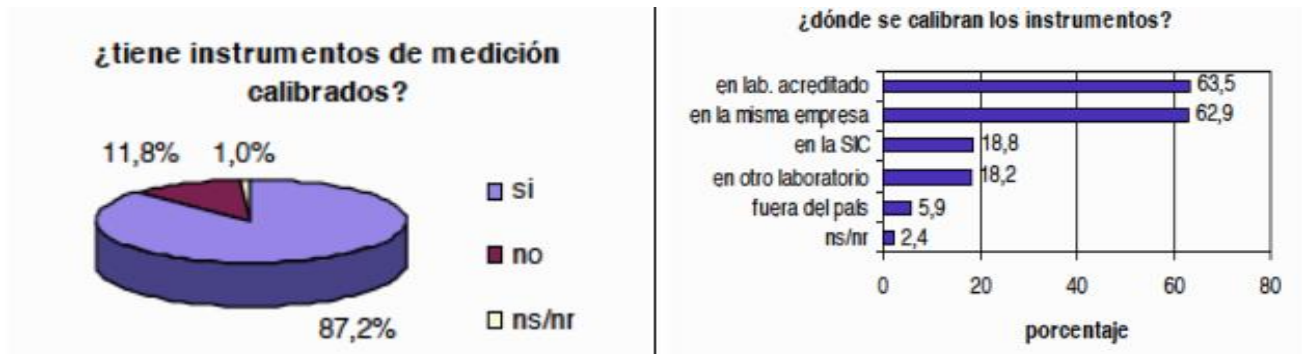


Ilustración 1 Instrumentos de medición calibrados según encuesta

Lo anterior demuestra como lo informa la Superintendencia de Industria y Comercio, la importancia de estos laboratorios para el sector industrial, porque permite el cumplimiento de los requisitos de calidad, favorece la protección del consumidor y es fundamental en los procesos de innovación y mejora, reduciendo la pérdida de materiales e insumos, garantizando las medidas adecuadas al momento de fabricar, cumpliendo los estrictos requisitos de calidad, facilitando así el acceso al mercado

Por lo descrito anteriormente, se hace pertinente realizar un estudio para la instalación de un laboratorio de calibración en la Unidad Central del Quindío, debido a que en el municipio donde se encuentra, ni la institución cuentan con un escenario de este tipo en la actualidad.

1.1.1 Antecedentes

En varias ciudades de Colombia, se evidencio que durante el año 2023 han surgido laboratorios de calibración que se centran en la magnitud de volumen. Específicamente, estos laboratorios se han especializado en la calibración de micropipetas tipo pistón mono canal con rangos que abarcan desde 1 μL hasta 10 μL .

Bogotá: 65% laboratorios acreditados

Medellín: 19 % laboratorios acreditados

Armenia: 1% laboratorios acreditados

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

En la actualidad, el Quindío alberga una cifra superior a 1000 centros hospitalarios y numerosas empresas en el ámbito farmacéutico, entre otros sectores. Esta situación se traduce en una considerable presencia del instrumento mencionado en la ciudad de Armenia.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cómo se puede diseñar e implementar un sistema de gestión metrológico eficiente para la calibración de equipos volumétricos mono canal accionados mediante pistón, que garantice la exactitud y confiabilidad de las mediciones, y determinar la factibilidad de instalar un laboratorio de calibración acreditado por el ONAC en Armenia?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta integral de calibración para establecer un sistema de aseguramiento metrológico conforme a la NTC-ISO 8655-6:2014, enfocada en la evaluación de la conformidad de equipos volumétricos mono canal accionados mediante pistón con un rango de 1 μ L a 10 μ L. Esta propuesta incluirá la determinación gravimétrica de los errores de medición y se orientará a proporcionar un servicio de alta calidad, garantizando la excelencia y el cumplimiento riguroso con los estándares y requisitos de la industria.

1.3.2 Objetivos específicos

- Proponer el sistema metrológico de un laboratorio bajo la NTC-ISO/IEC 17025:2017
- Exponer el método gravimétrico para la calibración de equipos volumétricos accionados mediante pistón con la NTC/ISO 8655-6:2014
- Identificar las fuentes de incertidumbre en las medidas realizadas con los equipos volumétricos accionados mediante pistón.
- Establecer un sistema documental para registrar y reportar con precisión todas las mediciones y resultados de calibración, incluyendo la emisión de informes de calibración certificados, con el fin de asegurar la trazabilidad y la conformidad con estándares requeridos (certificado de calibración).

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

- Desarrollar y ejecutar un plan para diseñar laboratorio innovador y funcional que cumplan con los estándares de seguridad, eficiencia y equipamiento.

1.4 Justificación de la investigación

Tal como se ha manifestado en los antecedentes, en la urbe de Armenia se carece de instalaciones de calibración reconocidas para las Micropipetas tipo pistón mono canal con capacidades de 1 μL a 10 μL . Adicionalmente, debido a la alta demanda en industrias donde este instrumento es esencial, surge la necesidad imperiosa de establecer un laboratorio con un sólido sistema de gestión que abastezca las exigencias metrológicas de la ciudad. Esto implica la responsabilidad del laboratorio de obtener reconocimiento por parte de entidades acreditadoras, con el propósito de evitar traslados de los instrumentos a otras localidades. Esta medida, a su vez, acarrearía una reducción en los costos presupuestarios de las compañías que requieren de tal servicio.

1.4.1 Justificación práctica

Actualmente, las industrias contratan servicios de calibración para sus máquinas, instrumentos y equipos de laboratorio, y las entidades certificadoras realizan inspecciones anuales para verificar el cumplimiento de normas y políticas aplicables. Es fundamental contar con una empresa certificadora que respalde las actividades técnicas del laboratorio, permitiendo demostrar su capacidad para generar resultados técnicos efectivos y confiables mediante la obtención de una acreditación formal.

Asegurando el cumplimiento de los requisitos técnicos y legales necesarios. Este estudio se basó en datos aproximados y estimaciones obtenidas en su mayoría de fuentes secundarias, con el objetivo de proporcionar el servicio y alinear las habilidades y talentos necesarios para garantizar su rentabilidad.

1.4.2 Justificación teórica

El estudio de factibilidad se fundamentó en los principios teóricos del análisis de mercado y abordó aspectos técnicos, administrativos, legales, ambientales y financieros. Este análisis integral

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

proporcionó la base para tomar decisiones informadas sobre la viabilidad de establecer la nueva empresa.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

2. MARCO DE REFERENCIA

DEFINICIÓN DEL MÉTODO GAVIMÉTRICO

El análisis gravimétrico o gravimetría consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse. La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica.

Determinar el valor de la masa del líquido que puede contener o entregar a una marca (de aforo o medida volumétrica) o punto de referencia específico de un recipiente volumétrico.

PRINCIPIOS DE LA MAGNITUD VOLUMEN

Ley de conservación de la masa: conocida como Ley de Conservación de la Materia, es un principio fundamental en la química y la física. Establece que, en un sistema cerrado, la masa total de las sustancias involucradas en una reacción química o un proceso físico permanece constante a lo largo del tiempo. En otras palabras, la masa no puede ser creada ni destruida, solo se puede transformar de una forma a otra. Esta ley fue propuesta por Antoine Lavoisier en el siglo XVIII y es una base esencial en el estudio de las transformaciones químicas y los balances de masa en reacciones químicas.

Ley de Boyle-Mariotte: conocida como la Ley de Boyle, describe la relación inversa entre la presión y el volumen de una cantidad fija de gas a una temperatura constante. Esta ley establece que, manteniendo la temperatura constante, el producto de la presión y el volumen de una cantidad de gas en un sistema cerrado es constante.

Conservación de Volumen: En sistemas cerrados, donde no hay entrada ni salida de sustancias, el volumen total permanece constante durante procesos físicos y químicos si no hay cambio en la cantidad de sustancia.

Principio de Arquímedes: Este principio establece que un objeto sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente (flotación) igual al peso del fluido desplazado por el objeto. Este principio se relaciona con el volumen del objeto y la densidad del fluido.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

2.1. Marco de Antecedentes

proporciona el contexto necesario para comprender la importancia y evolución del sistema de gestión metrológico propuesto para la calibración de equipos volumétricos monocanal accionados mediante pistón. A continuación, se presenta una estructura sugerida para esta sección, incluyendo una revisión de los desarrollos previos en el campo de la metrología, normativas relevantes, y casos de estudio que ilustran la importancia de un sistema robusto de gestión metrológica.

2.2. Evolución de la Metrología y la Calibración

Historia y Desarrollo de la Metrología:

La metrología, la ciencia de la medición, ha evolucionado significativamente desde sus inicios. Desde las primeras formas de medición basadas en estándares físicos hasta el desarrollo de sistemas avanzados de gestión metrológica, la disciplina ha avanzado para satisfacer las crecientes demandas de precisión y exactitud en diversas industrias.

Progreso en la Calibración de Equipos Volumétricos:

Los métodos de calibración han experimentado una evolución continua. Inicialmente basados en técnicas empíricas, los procesos de calibración se han estandarizado y formalizado a través de normativas internacionales. La calibración gravimétrica, en particular, ha ganado prominencia como un método clave para asegurar la precisión en la medición de volúmenes líquidos.

Normativas y Estándares Internacionales

Norma ISO 8655:

La ISO 8655 es fundamental para la calibración de equipos volumétricos. Esta norma proporciona directrices detalladas para la verificación de la exactitud y precisión de los equipos de medición. La ISO 8655-6:2014, en particular, aborda los equipos volumétricos accionados por pistón, especificando los requisitos para asegurar mediciones confiables.

Norma ISO 17025:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

La ISO 17025 establece los requisitos para los laboratorios de ensayo y calibración, asegurando la competencia técnica y la capacidad de generar resultados precisos. La certificación bajo esta norma es crucial para la validación de los procesos metrológicos en laboratorios.

2.3. Investigación y Estudios Previos

Estudios de Caso en Calibración de Equipos Volumétricos:

Numerosos estudios de caso han demostrado la importancia de sistemas de calibración efectivos en la industria. Estos estudios han ilustrado cómo la implementación de procedimientos estandarizados y la adherencia a normas internacionales mejoran la calidad y confiabilidad de las mediciones.

Investigaciones sobre Sistemas de Gestión Metrológica:

La literatura científica ha abordado diversos aspectos de los sistemas de gestión metrológica, incluyendo la integración de tecnologías avanzadas, la mejora continua y la capacitación del personal. Estos estudios proporcionan un marco para el desarrollo de un sistema de gestión metrológico robusto y eficiente.

Casos Relevantes y Aplicaciones Prácticas

Aplicaciones Industriales:

En industrias como la farmacéutica y la química, la calibración precisa de equipos volumétricos es crítica para garantizar la calidad de los productos. Casos de estudio en estas áreas destacan la importancia de un sistema de gestión metrológico bien estructurado para cumplir con los estándares de calidad y regulaciones.

Experiencias en la Implementación de Laboratorios de Calibración:

Experiencias previas en la creación y operación de laboratorios de calibración proporcionan información valiosa sobre los desafíos y mejores prácticas en la implementación de sistemas de gestión metrológica. Estos casos ofrecen una visión práctica sobre la adecuación e instalación de laboratorios acreditados.

Relevancia del Estudio Actual

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Importancia de la Investigación:

El estudio propuesto aborda una necesidad crítica en el campo de la metrología al desarrollar un sistema de gestión metrológico específico para la calibración de equipos volumétricos monocanal accionados por pistón. La investigación busca llenar un vacío en la aplicación de normativas internacionales y la implementación de prácticas de calibración avanzadas.

Contribución al Conocimiento:

Este proyecto contribuirá al conocimiento existente al proporcionar un enfoque detallado y actualizado sobre la calibración de equipos volumétricos y el aseguramiento metrológico, basándose en la revisión de literatura actual y estudios previos.

2.4.Marco Teórico

CONTEXTO Y FUNDAMENTOS TÉCNICOS

El proceso de calibración seguirá las pautas delineadas en la NTC/ISO 8655-6:2014. Esta normativa detalla los criterios y pasos para calibrar pipetas y micropipetas de émbolo, dispositivos utilizados en laboratorios para asegurar mediciones precisas de volúmenes líquidos. La norma incluye directrices para seleccionar equipos, confirmar condiciones ambientales, realizar la calibración en sí, evaluar la incertidumbre de las mediciones y analizar los resultados obtenidos.

De manera general, las micropipetas de tipo pistón demuestran ser herramientas sumamente precisas y confiables en la manipulación y dispensación de líquidos en entornos de laboratorio. Elegir la micropipeta idónea recae en la naturaleza de la tarea y las necesidades específicas de la muestra en cuestión. A la par, se debe considerar, instrumentos de control de temperatura, dispositivos de medición volumétrica y la balanza.

En el numeral 6 que habla **condiciones de ensayo** en el párrafo **6.2 RECINTO DE ENSAYO** explica (El ensayo debe llevarse a cabo en un recinto sin corrientes de aire con un ambiente estable. El recinto de ensayo debe tener una humedad relativa mayor del 50 % y una temperatura constante ($\pm 0,5$ °C) entre 15 °C y 30 °C. Antes del ensayo, el equipo a ensayar y el agua de ensayo deben

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

almacenarse durante un tiempo suficiente, al menos 2 h, para alcanzar el equilibrio con las condiciones del recinto.)

2.5. MICROPIPETA DE PISTON

Una micropipeta de pistón es una herramienta de laboratorio diseñada para medir y dispensar volúmenes precisos y pequeños de líquidos. Esta micropipeta se basa en un sistema de pistón y cilindro que permite aspirar y dispensar volúmenes muy precisos, generalmente en el rango de microlitros (μL) o incluso nanolitros (nL).

Las micropipetas de pistón suelen utilizarse en aplicaciones donde se requiere una alta exactitud y precisión en la manipulación de pequeñas cantidades de líquido, como en la biología molecular, la bioquímica y la investigación en general. Estas herramientas suelen ser ajustables para diferentes volúmenes y están disponibles en una variedad de rangos de capacidad.

Para usar una micropipeta de pistón, se ajusta el volumen deseado en el dispositivo, se coloca una punta en la boquilla, se sumerge la punta en el líquido y, al accionar el pistón, se aspira el volumen deseado. Luego, se transporta la punta a la ubicación de dispensación y al liberar el pistón, se dispensa el líquido con precisión. Las micropipetas de pistón son esenciales para garantizar mediciones precisas en experimentos y análisis científicos que involucran pequeños volúmenes líquidos.

TIPOLOGÍA DE INSTRUMENTOS UTILIZADA

Micropipetas de Volumen Fijo: Son micropipetas que están pre ajustadas para medir un volumen específico y no se pueden ajustar. Son ideales para tareas repetitivas que requieren el mismo volumen.

Micropipetas de Investigación: Diseñadas para la precisión requerida en investigación científica y aplicaciones avanzadas en laboratorios.

Micropipetas de Rutina: Para aplicaciones cotidianas en laboratorios clínicos y de diagnóstico, donde la precisión es esencial pero las demandas pueden ser diferentes.

Micropipetas de Alta Precisión: Utilizadas en campos que requieren mediciones extremadamente precisas, como la biología molecular y la manipulación de muestras valiosas.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

CAPACIDAD DE VOLUMEN

Pipetas de Microvolumen: Estas micropipetas suelen tener capacidades en el rango de 0.1 μL a 10 μL , y son ideales para medir volúmenes extremadamente pequeños en aplicaciones como biología molecular.

Micropipetas Estándar: Estas micropipetas generalmente tienen capacidades que varían desde 0.1 μL hasta 1000 μL (1 mL). Cubren un rango más amplio de aplicaciones y son comunes en laboratorios de investigación y análisis clínicos

PROCESO DE CALIBRACIÓN: ENFOQUE Y MÉTODOS UTILIZADOS

La calibración de instrumentos de magnitud volumétrica, como pipetas de tipo pistón monocanal con rangos de μl a 100 μl , se rige por las directrices establecidas en la norma 'NTC 8655-6: Equipos Volumétricos Accionados Mediante Pistón, Parte 6: Métodos Gravimétricos para Evaluar el Error de Medición'.

2.6. NORMAS

- NTC/ ISO 17025: 2017 Requisitos generales para las competencias de los laboratorios de ensayo y calibración.
- NTC/ISO 8655-6: 2014 Equipos volumétricos accionados mediante pistón. Parte 6: Métodos gravimétricos para la determinación del error de medición.
- EURAMET/cg-18 Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.
- DIN ISO 3696 Agua para uso en laboratorios analíticos.
- JCGM 100:2008 Evaluación de datos de medición. Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM).

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

**2.7. PROCESO DE CALIBRACIÓN PARA INSTRUMENTOS VOLUMÉTRICOS COMO
MICRIPETAS TIPO PISTÓN**

Preparación previa

- Seleccionar el volumen a calibrar en la pipeta.
- Llene la punta con agua y expulse el líquido en los desechos, repita el ciclo 5 veces.
- Coloque un Erlenmeyer con un poco de agua en el plato de la balanza. Si el volumen a pesar es menor o igual a 10 µL tape el Erlenmeyer con el vidrio reloj.
- Selección de la balanza
- Preparación del ambiente de trabajo
- Pesar el agua destilada
- Repetir el procedimiento: Repita los pasos (Pesar el agua destilada) y (Pesar el agua dispensada) al menos tres veces, utilizando la misma micropipeta y balanza. Asegúrese de que la pipeta se limpie y seque completamente entre cada medición.

Desarrollo de la prueba

- Colocar agua grado reactivo en un recipiente auxiliar para permitir que alcance la temperatura ambiente
- Tare la balanza a cero.
- Con el termómetro de vidrio mida la temperatura del agua a utilizar durante la verificación.
- Tome el volumen de agua con la pipeta y verifique que no tiene burbujas, en seguida coloque la punta sobre la superficie del Erlenmeyer con un ángulo de inclinación de aproximadamente 30° a 45°, y expulse suavemente el agua.
- Cuando aplique, saque dentro del Erlenmeyer la última gota de la punta de la pipeta bajando el embolo hasta el último tope.
- Mida nuevamente la temperatura del agua restante, halle el promedio con la temperatura inicial, y registre el resultado en el formato.
- Cuando sea necesario desechar parte del agua del Erlenmeyer, hágalo cuidadosamente (con guantes), de tal forma que no haya contaminación.
- Realice 10 medidas, registre las correspondientes masas el formato. Para la expresión final del resultado tenga en cuenta realizar o verificar que el cálculo se haga con la corrección por el factor Z

$$V (\mu L) = (m_i * 1000) * Z$$

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

- Donde Z es un factor que depende de la temperatura y presión atmosférica.
- Evaluar los resultados obtenidos, el promedio más o menos la desviación estándar obtenida de las 10 medidas debe estar dentro del rango del valor nominal más o menos el error máximo establecido para cada volumen (véase Tabla 2), si el instrumento no cumple con este requisito informar al Líder Técnico para tomar las acciones correctivas.

Tabla 1. Errores máximos permitidos de acuerdo con el rango de la micropipeta a calibrar.

| Rango | Valor de volumen a verificar | | Error máximo permitido, μL |
|----------------------|------------------------------|----|---------------------------------------|
| 1 - 10 μL | Límite inferior del rango | 5 | 0.12 |
| | Valor medio | 7 | |
| | Límite superior del rango | 10 | |

Tabla 1 Errores máximos permitidos del rango de la micropipeta

Cálculo de la desviación estándar: Calcule la desviación estándar de los pesos medidos en los tres ensayos. Cálculo del volumen dispensado: Utilice la densidad del agua a la temperatura ambiente para calcular el volumen dispensado por la pipeta en cada ensayo. Compare los valores obtenidos con el volumen nominal de la pipeta. Registro de resultados: Registre los resultados de la calibración en un informe que incluya el número de serie de la pipeta, la fecha y hora de la calibración, los valores de los pesos y volúmenes medidos, la desviación estándar calculada.

La determinación de la masa del volumen líquido se realiza mediante la lectura de una balanza, considerando el efecto del aire desplazado. Posteriormente, este valor se convierte en volumen aplicando la densidad del agua. La trazabilidad metrológica del volumen se logra utilizando la masa como patrón de referencia. La calibración completa implica la captura de 10 mediciones para cada volumen de prueba y canal de la pipeta. En cuanto al líquido de prueba, se requiere agua de calidad 3 según la norma NTC/ISO 3696.

El proceso de dispensación de volúmenes mediante micropipetas de pistón se fundamenta en la utilización de puntas de micropipeta, las cuales son insertadas sobre la micropipeta. Es esencial emplear exclusivamente puntas de pipeta aprobadas por el fabricante para asegurar la precisión y la integridad de las mediciones. Al igual que con las propias pipetas de pistón, las puntas de

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

pipeta deben ser almacenadas durante un mínimo de dos horas en la sala de medida antes de iniciar el proceso de calibración.

De acuerdo con la norma "NTC/ISO 8655-2:2014 - Equipos Volumétricos Accionados mediante Pistón. Parte 2: Pipetas Tipo Pistón", se recomienda cambiar la punta de la pipeta después de cada medición individual, aunque se pueden considerar excepciones a esta regla. Esto implica que, según esta directriz, es posible llevar a cabo la calibración de una pipeta con una sola punta por canal. Sin embargo, es necesario realizar una pre-humidificación de la cámara cinco veces al inicio de la calibración y también antes de cambiar el volumen (ajustar un nuevo volumen de prueba).

Una vez que se ha aspirado el agua y se ha observado el tiempo de espera requerido, la micropipeta debe ser retirada verticalmente del líquido de manera suave y gradual, evitando el contacto con las paredes del recipiente. Al regresar el pistón después de la descarga, la punta de la pipeta debe mantener una distancia adecuada del recipiente de pesaje o del contenedor de líquido para evitar la aspiración de residuos líquidos o aire húmedo de las paredes del recipiente de pesaje.

La calibración debe comenzar con el volumen más pequeño (aproximadamente el 10% del volumen nominal) y se deben respetar tanto las profundidades de inmersión como los tiempos de espera establecidos.

2.8.1 Marco normativo

Sistemas de gestión de la calidad en laboratorios

El sistema de gestión de la calidad es una forma para que las organizaciones realicen una gestión empresarial de la mano con la calidad. En términos generales, consta de una estructura organizativa y documentos, procesos y recursos utilizados para lograr los objetivos de calidad y satisfacer los requisitos del cliente teniendo en cuenta un enfoque hacia él. El sistema de gestión de la calidad debe evaluar cómo se realizó el trabajo y por qué se realizó, y atribuir estos logros a un proceso de mejora real y verificable.

La implementación del sistema de calidad tiene como objetivo:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

- Registre lo que ha hecho, documentar y ejecutar lo que está registrado.
- Asegurar que la calidad de los productos o servicios brindados sea la misma, independientemente de los factores involucrados en el proceso.
- Orientación o enfoque a los clientes: las organizaciones dependen de los clientes, por lo que deben comprender sus necesidades actuales y futuras, cumpliendo y satisfaciendo sus requisitos, considerando los posibles riesgos que puedan afectar la conformidad de los productos o servicios, afectando la satisfacción de los consumidores, por ello con el sistema implementado la organización se esfuerza por superar sus expectativas cada vez más.
- Demostrar la capacidad técnica del personal en el mismo y obtener acreditación, certificación o reconocimiento.
- Certificación de laboratorios de calibración: reconocer formalmente que los laboratorios de calibración son capaces de realizar calibraciones específicas y confiables

2.8.2 Normas ISO

ISO (Organización Internacional para la normalización) es el diseñador más grande del mundo en cuanto a normas. Aunque la actividad principal de ISO es el desarrollo de normas técnicas, las normas de ISO también tienen repercusión económica y social. ISO tiene representación en 163 países como organismos normalizadores, conformada por un miembro de cada país. Su sede está ubicada en Ginebra (Suiza). ISO es una organización no gubernamental. Por otro lado, ISO configura una serie de normas que regulan el aseguramiento y la gestión de la calidad. Las normas internacionales que ISO desarrolla son muy útiles a las organizaciones industriales y comerciales de todos los tipos, a los gobiernos y a otros cuerpos reguladores, a los profesionales de la valoración de conformidad, a los proveedores, a los clientes de productos y servicios y finalmente, a las personas en general en sus papeles como consumidores y usuarios finales. Las normas de ISO contribuyen a hacer el desarrollo, fabricación y suministro de productos y servicios de manera más eficaz, más segura y limpia.

Norma NTC/ISO IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

ISO 17025 es un estándar internacional desarrollado por ISO (Organización Internacional de Normalización), que establece los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración. Es una norma de calidad basada en la serie de estándares de calidad ISO 9000, aunque este estándar tiene mucho en común con la normalización ISO 9001, se diferencian en que tiene la certificación como objetivo principal por parte del ente regional correspondiente para probar y calibrar entidades.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Esta norma es aplicada por los laboratorios de ensayo y calibración con el objetivo de demostrar que son técnicamente competentes y de que están capacitados y cualificados para producir resultados técnicamente válidos, coherentes y confiables. La integración del mercado global ha provocado la necesidad de establecer mecanismos para mejorar la confianza entre clientes, fabricantes y proveedores internacionalmente.

Este es el concepto de certificación (para empresas y productos) y certificación (para laboratorios de ensayo y medición). Como resultado, en diferentes países del mundo, el desarrollo del sistema de calidad de la empresa y el establecimiento de una red de laboratorios acreditados se han convertido en una prioridad absoluta.

Los resultados de calibración generados por el laboratorio se utilizan como insumo para diferentes tareas del departamento de producción, que incluyen: diseño de producto, investigación y desarrollo, control de calidad en toda la cadena de producción, control durante el proceso de producción, control antes del envío y evaluación de si el contrato está en cumplimiento, lo cual es un método para cumplir con los requisitos de las regulaciones gubernamentales, para obtener la certificación y para proteger a los compradores y comparar productos.

Lo cierto es que algunas de las ventajas de un laboratorio acreditado según ISO IEC 17015 serán: nuevos mercados, gestión de costos, control de procesos, mayor eficiencia y eficacia, potencial reconocimiento y mejoramiento de la imagen, mejora de las relaciones interpersonales y empresariales, transferencia al campo académico de la calidad docente, etc. En cuanto a las deficiencias, están: el tiempo requerido para implementar la norma con sus estándares de laboratorio, la resistencia de los empleados, la implementación de documentos revisados o nuevos documentos.

2.9 Marco Conceptual

Con el fin de mostrar un horizonte más claro sobre el tema a tratar en el proyecto, es necesario exponer conceptos relacionados con los laboratorios de ensayo y calibración, algunos términos están sustentados en la norma NTC/EIC 17025.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Acreditación: Certificación y declaraciones de terceros de la capacidad técnica, e imparcialidad de las instituciones que evalúan si los productos y procesos cumplen con los estándares técnicos del mercado

o los requisitos técnicos exigidos por las leyes.

Calibración: La operación bajo ciertas condiciones determina la relación entre su valor y la incertidumbre de medición asociada obtenida del estándar de medición en la primera etapa, y utiliza esta información para establecer la relación en la segunda etapa para obtener el resultado de la medición a partir de la indicación.

Calidad: Se define como el conjunto de las características de un producto o servicio, que tiene la capacidad de satisfacer necesidades definidas o subyacentes.

Certificación: Se define como un procedimiento mediante el cual un tercero acepta por escrito que un producto, proceso o servicio cumple con requisitos específicos de una ley, norma u organismo regulador.

Control de la documentación: El laboratorio debe establecer procedimientos para controlar todos los documentos que forman parte del sistema de gestión de la calidad tanto en medio físico como magnético, tales como reglamentos, estándares, otros documentos normativos, métodos y especificaciones de calibración, procedimientos, instructivos y manuales.

Viabilidad: Es la probabilidad de éxito o fracaso de un proyecto con recursos limitados en tiempo y espacio. Laboratorio de ensayos: Laboratorio nacional o internacional que tiene las capacidades y aplicabilidad necesarias para determinar las características, capacidades u operaciones de materiales o productos de manera general.

Lista de verificación: Formato que recopila información de manera ordenada y sistemática para determinar si se cumplen los requisitos mínimos y para asegurarse de que no se pasen desapercibidas cuestiones importantes.

Metrología: Es una ciencia que tiene como objetivo estudiar características medibles, escalas de medición, sistemas de unidades, métodos y técnicas de medición, así como la evolución de las disciplinas antes mencionadas, la evaluación de la calidad de la medición y su mejora continua para promover el progreso científico, el progreso tecnológico, el desarrollo, bienestar social y calidad de vida.

Trazabilidad de la prueba: Se refiere a la generación de un registro histórico completo de la prueba, que puede incluir lo siguiente: materiales (muestras, reactivos, químicos), instrumentos, métodos, temporal (fecha y hora), personal (personas involucradas en el proceso).

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Trazabilidad metrológica: los atributos de los resultados de la medición, a través de la cadena de calibración interrumpida y registrada, los resultados pueden relacionarse con la referencia, y cada calibración dará lugar a incertidumbre en la medición.

Trazabilidad: Los resultados producidos dentro del alcance del trabajo del laboratorio se basan en un sistema de medición reconocido que se deriva de cantidades conocidas, reconocidas u otros estándares o cantidades inherentes reconocidos. La cadena de comparación de medición reconocida se interrumpirá para transferir las características de medición (incluidos los valores de incertidumbre) entre cantidades conocidas, estándares o cantidades intrínsecas y estándares de trabajo o instrumentos de medición que brinden resultados objetivos.

2.9.1 Marco Legal

En los últimos años, el país ha realizado esfuerzos significativos para mejorar las capacidades de medición de los laboratorios, fortaleciendo así el marco institucional que respalda su desarrollo. En este contexto, la Agencia Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) y el Instituto Nacional de Metrología (INM) son entidades clave, especializadas en certificación y metrología, respectivamente. Además, el Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL) y el Comité Interdepartamental de Calidad se han consolidado como ejemplos de cooperación interinstitucional entre entidades públicas y privadas.

La misión de ONAC es ofrecer servicios de acreditación a organismos de evaluación de la conformidad, los cuales son herramientas técnicas que impulsan el desarrollo de Colombia y el bienestar de sus ciudadanos. Estos servicios contribuyen a la construcción de empresas competitivas, promueven el comercio y protegen los intereses de los consumidores mediante el reconocimiento internacional y acuerdos de reconocimiento que garantizan la calidad y la seguridad.

Las actividades de acreditación de ONAC se realizan de acuerdo con la norma NTC ISO/IEC 17025, la cual es aplicable a los organismos de certificación y establece requisitos y estándares técnicos reconocidos a nivel mundial para cada método de evaluación.

Los laboratorios de ensayo y de calibración que cumplan con la Norma ISO 17025, cumplen también con la norma ISO 9001. Sin embargo, el caso contrario no es válido. La Norma cubre ensayos y calibraciones ejecutadas utilizando métodos normalizados, no normalizados y métodos desarrollados por el laboratorio, es aplicable a todos los laboratorios, no importa la cantidad de personal, el cubrimiento o la extensión del alcance de las actividades de ensayo y/o calibración.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

3. METODOLOGÍA

Enfoque y Alcance de la Investigación

La investigación se desarrollará con un enfoque cuantitativo, basado en la calibración de micropipetas utilizadas en procesos de medición de volúmenes en un laboratorio de metrología. Este enfoque permitirá evaluar la precisión y exactitud de las micropipetas mediante mediciones gravimétricas, aplicando normas internacionales como la ISO 8655. El alcance de la investigación incluye la calibración de micropipetas de diferentes volúmenes, desde 10 μL hasta 1000 μL , con el fin de garantizar la confiabilidad de las mediciones realizadas en el laboratorio.

Población y Muestra de la Investigación

La población de la investigación se compone de todas las micropipetas en uso en el laboratorio. Debido a la disponibilidad y diversidad de equipos, se seleccionará una muestra representativa que incluya micropipetas de distintos fabricantes y rangos de volumen. La muestra constará de un conjunto de 10 micropipetas, distribuidas de la siguiente manera:

Micropipetas de 10 μL : 3 unidades

Micropipetas de 100 μL : 4 unidades

Micropipetas de 1000 μL : 3 unidades

Esta muestra será suficiente para obtener una evaluación representativa del estado general de las micropipetas en uso y para identificar posibles tendencias o problemas recurrentes.

Instrumentos de Recolección de Información

Balanza Analítica: Utilizada para medir el peso del agua dispensada por las micropipetas, con una precisión mínima de 0.01 mg.

Termohigrómetro: Para registrar la temperatura y humedad relativa del entorno durante la calibración.

Termómetro: Para medir la temperatura del agua destilada utilizada en el proceso de calibración.

Software de Análisis Estadístico: Se empleará software como Excel o Minitab para analizar los datos recolectados y calcular los parámetros de precisión y exactitud.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Procedimientos Para Desarrollar

Preparación del Entorno de Trabajo:

Acondicionar el laboratorio para mantener una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $50\% \pm 10\%$, condiciones necesarias para una calibración precisa.

Verificar la calibración y nivelación de la balanza analítica antes de iniciar las mediciones.

Selección y Preparación de Micropipetas:

Las micropipetas seleccionadas serán limpiadas y preparadas siguiendo las recomendaciones del fabricante, asegurando su correcto funcionamiento antes de la calibración.

Se utilizará agua destilada a temperatura controlada (20°C) como fluido de calibración.

Calibración Gravimétrica:

Realizar 10 dispensaciones con cada micropipeta seleccionada para cada volumen especificado.

Registrar el peso de cada dispensación y corregirlo según la densidad del agua y las condiciones ambientales para obtener el volumen real dispensado.

Calcular la media, desviación estándar, coeficiente de variación (CV%), y el error porcentual respecto al volumen nominal.

Análisis de Datos:

Los datos obtenidos serán analizados estadísticamente para determinar la precisión y exactitud de las micropipetas, comparando los resultados con los límites de tolerancia establecidos en la normativa ISO 8655.

Identificar cualquier desviación significativa y su posible causa, lo que permitirá proponer acciones correctivas si es necesario.

Documentación y Reporte:

Todos los datos, procedimientos y resultados serán debidamente documentados en registros de calibración.

Se elaborará un informe final que incluirá un resumen de los resultados, conclusiones sobre el estado de las micropipetas, y recomendaciones para su uso o mantenimiento futuro.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

3.1. ENFOQUE

La investigación se llevará a cabo con un enfoque cuantitativo y experimental, centrado en la calibración de micropipetas utilizadas en un laboratorio de metrología. Este enfoque permitirá medir, analizar, y comparar datos precisos relacionados con la exactitud y precisión de las micropipetas, utilizando métodos gravimétricos reconocidos por normativas internacionales, como la ISO 8655. La recolección de datos numéricos y su análisis estadístico serán fundamentales para evaluar el desempeño de las micropipetas y proponer mejoras en los procedimientos de calibración.

3.2. ALCANCE

Propuesta de calibración de un instrumento volumétrico mono canal de 1 μ l hasta 10 μ l.

Dar cumplimiento bajo la NTC-ISO 17025/2017 con el aseguramiento metrológico desde la recepción del equipo hasta la emisión del certificado de calibración.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Definición de la población

La población objeto de estudio para este proyecto de calibración de micropipetas en Armenia, Quindío, incluye todas las entidades que utilizan micropipetas en el rango de 1 μ L a 10 μ L. Estas entidades abarcan hospitales, laboratorios clínicos, laboratorios de investigación académica, industrias farmacéuticas y químicas, y otros centros que requieren mediciones precisas de volúmenes pequeños.

Dado que en Armenia no existen laboratorios acreditados para la calibración de micropipetas, se identifican tanto la necesidad local como el potencial de expansión del servicio hacia instituciones en los alrededores de la ciudad, incluyendo hospitales e industrias en otros municipios del Quindío.

Características de la Población:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Tipo de Entidades: La población incluye hospitales, clínicas, laboratorios de análisis clínicos, universidades, centros de investigación, industrias farmacéuticas, y laboratorios de control de calidad en la industria alimentaria y química.

Localización Geográfica: La población se centra en la ciudad de Armenia, Quindío, con proyección hacia municipios cercanos dentro del departamento.

Instrumentos Considerados: Micropipetas monocanal accionadas mediante pistón, con un rango de volumen de 1 µL a 10 µL.

Estado Actual de Calibración: La mayoría de las micropipetas no han sido calibradas en el último año debido a la falta de servicios locales, lo que resalta la necesidad crítica de este proyecto.

Porcentajes Estimados:

Hospitales y Clínicas: Aproximadamente el 40% de la población objetivo se encuentra en hospitales y clínicas que realizan pruebas diagnósticas y tratamientos que requieren precisión en la medición de volúmenes pequeños.

Laboratorios Académicos y de Investigación: Constituyen el 30% de la población, abarcando universidades y centros de investigación donde la calibración precisa de micropipetas es crucial para la validez de los experimentos y resultados.

Industrias Farmacéuticas y Químicas: Representan el 20% de la población, donde la exactitud en la medición de volúmenes es fundamental para la producción y control de calidad.

Otros Laboratorios de Control de Calidad: El 10% restante corresponde a laboratorios en industrias alimentarias y de control de calidad que requieren calibración de micropipetas para asegurar la precisión en sus procesos.

| INGRESO DE PARAMETROS | | FORMULA |
|--------------------------------------|-------------------------|---|
| Tamaño de la Población (N) | 1064 | <p>Tamaño de Muestra</p> $n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N-1) + Z^2pq}$ |
| Tipo de muestreo | Aleatorio simple | |
| Nivel de confianza | 95% | |
| Tamaño de muestra= | 275 | |
| Error Muestral (E) entre 1 y 12% | 0,05 | |
| Proporción de Éxito (P) | 0,5 | |
| Proporción de Fracaso (Q) | 0,5 | |
| Valor (Z) para el nivel de confianza | 1,96 | |

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Tabla 2 Ficha técnica de la encuesta

3.3.2. Cálculo y selección de la muestra

Tipo de Muestreo

Para este proyecto, se utilizará un muestreo no probabilístico por conveniencia. Este tipo de muestreo se selecciona debido a la naturaleza específica de la población objetivo y la accesibilidad limitada de las micropipetas dentro del área de Armenia, Quindío, y sus alrededores. Dado que no existe un censo exacto de todas las micropipetas en uso, el muestreo por conveniencia permitirá seleccionar una muestra representativa basada en la disponibilidad y disposición de los laboratorios a participar en el estudio.

Cálculo del Tamaño de la Muestra

Aunque se está utilizando un muestreo no probabilístico, se puede realizar un cálculo aproximado del tamaño de la muestra para asegurar un nivel de precisión adecuado en los resultados obtenidos.

Asumiendo una población infinita o desconocida, y para obtener una estimación conservadora, se utiliza la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra en un contexto probabilístico:

Donde:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2}$$

n es el tamaño de la muestra.

Z es el valor de la distribución normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado (por ejemplo, 1.96 para un 95% de confianza).

p es la proporción estimada de la población que presenta la característica de interés. Si no se conoce, se asume $p = 0.5$ para maximizar el tamaño de la muestra.

E es el margen de error tolerable (por ejemplo, 0.05 para un 5% de margen de error).

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Sustituyendo los valores:

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(0.05)^2} = \frac{3.8416 \cdot 0.25}{0.0025} = \frac{0.9604}{0.0025} = 384.16$$

En este caso, el cálculo sugiere que se necesitaría una muestra de aproximadamente 384 micropipetas para obtener resultados con un 95% de confianza y un 5% de margen de error. Sin embargo, dado que el muestreo es no probabilístico y basado en conveniencia, se seleccionará una muestra más manejable y representativa de aproximadamente 30 micropipetas, que permitirá un análisis confiable en el contexto del proyecto.

Criterios de Inclusión

Tipo de Instrumento: Micropipetas monocanal accionadas mediante pistón, dentro del rango de 1 µL a 10 µL.

Localización: Micropipetas en uso en laboratorios de Armenia, Quindío, y municipios cercanos.

Estado Operativo: Micropipetas que se encuentran en uso activo y requieren calibración dentro del último año.

Accesibilidad: Instrumentos que estén disponibles para ser sometidos al proceso de calibración durante el periodo del proyecto.

Criterios de Exclusión

Instrumentos Fuera del Rango Especificado: Micropipetas con rangos de volumen mayores a 10 µL o menores a 1 µL.

Micropipetas Dañadas: Instrumentos que presenten fallos mecánicos o electrónicos que impidan su calibración.

No Disponibilidad: Micropipetas que no se puedan acceder o que no estén disponibles durante el periodo de calibración del proyecto.

Micropipetas con Calibración Reciente: Aquellas que hayan sido calibradas dentro de los últimos 6 meses y no requieran una recalibración inmediata.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

3.4. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

3.4.1. Segmentación del mercado

Criterios geográficos: Empresas del sector manufacturero, ciudad de Armenia y alrededores.

Actividad y servicios prestados: Calibración.

3.4.2. Ficha técnica

La muestra se realizó con el método estadístico de muestreo aleatorio simple.

| INGRESO DE PARAMETROS | | FORMULA |
|--------------------------------------|------------------|---|
| Tamaño de la Población (N) | 1000 | Tamaño de Muestra $n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N-1) + Z^2pq}$ |
| Tipo de muestreo | Aleatorio simple | |
| Aleatorio simple Nivel de confianza | 95% | |
| Tamaño de muestra= | 100 | |
| 275 Error Muestral (E) entre 1 y 12% | 0,05 | |
| Proporción de Éxito (P) | 0.5 | |
| 0,5 Proporción de Fracaso (Q) 0,5 | 0.5 | |
| Valor (Z) para el nivel de confianza | 1,96 | |

Tabla 3 Ficha técnica Fuente: elaboración propia

3.4.3. Encuesta

Se diseñó una encuesta con el objetivo de identificar las necesidades y preferencias de las empresas en relación con la calibración de equipos. La encuesta consta de 5 preguntas

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

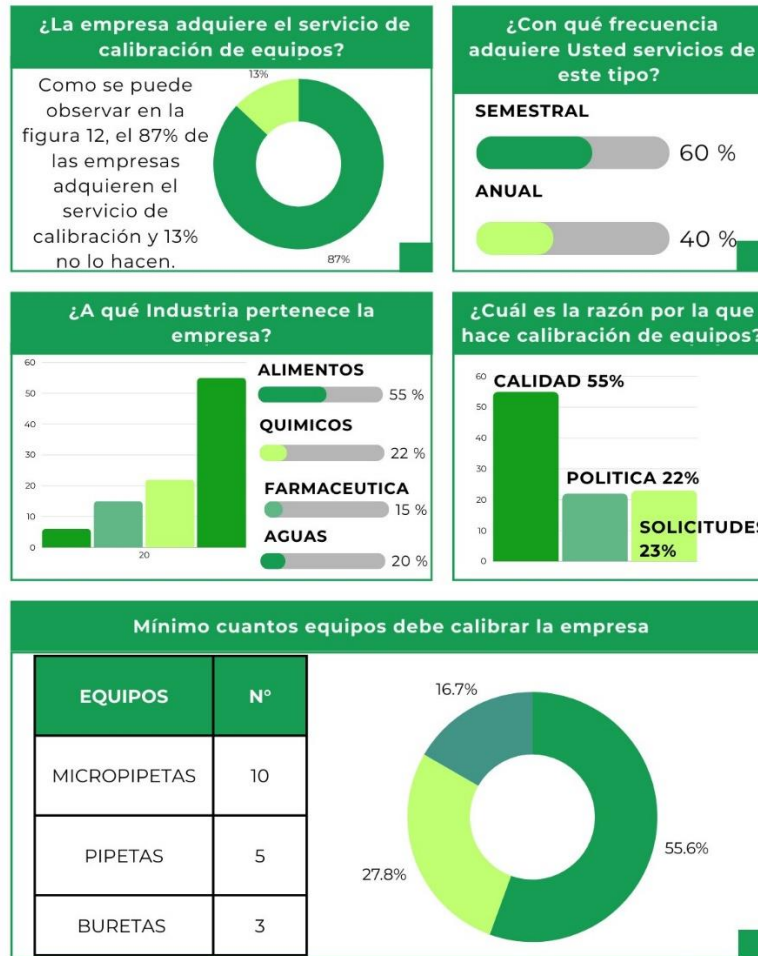
descriptivas que abordan temas como las necesidades específicas de las empresas, su comportamiento de compra en cuanto a servicio, precio, calidad, y tiempo de entrega (ver Formato en Anexo A).

La encuesta fue aplicada a una muestra de 275 empresas del sector manufacturero en el municipio de Armenia y sus alrededores. Las empresas fueron seleccionadas de manera aleatoria utilizando una base de datos proporcionada por la Cámara de Comercio de Tuluá y directorios electrónicos. La recolección de datos se realizó a través de llamadas telefónicas y correos electrónicos.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

ANÁLISIS Y TABULACIÓN

ENCUESTA



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4 Encuesta a empresas

Conclusión: Los resultados de la encuesta aplicada a las 275 empresas del municipio de Tuluá y alrededores son los siguientes:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

- 87% de las empresas del municipio necesitan el servicio de calibración.
- El 55% de las empresas que adquieren el servicio de calibración de equipos son de industria de elaboración de productos alimenticios, 22% fabricación de sustancias y productos químicos.
- Las razones por la que adquieren el servicio de calibración son: 55% por cumplimiento del sistema de calidad.
- Con respecto a los equipos que deben calibrar las empresas son: 20% micropipetas, 14% pipetas principalmente.
- En promedio por empresa necesitan calibrar 2 equipos.

3.5. FORMULACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Formular un instrumento de evaluación que mida cómo el alto gobierno de la organización está ejerciendo su estilo de liderazgo, se desarrolla un cuestionario que incluya diversos indicadores clave.

A continuación, se presenta un ejemplo de un cuestionario diseñado para evaluar el liderazgo transformacional en la organización:

Estas respuestas ilustran cómo podría variar la percepción del liderazgo en la organización.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

| Indicador | Ítems | Empleado 1 | Empleado 2 | Empleado 3 | Promedio General |
|----------------------------------|--------|------------|------------|------------|------------------|
| Visión y Propósito | 1-- 3 | 4.67 | 3.67 | 3 | 3.78 |
| Inspiración y Motivación | 4--3 | 4.33 | 3.33 | 3 | 3.56 |
| Desarrollo y Crecimiento | 7--9 | 4.67 | 4 | 3 | 3.89 |
| Innovación y Cambio | 10--12 | 3.67 | 4 | 3 | 3.56 |
| Relaciones y Comunicación | 13-15 | 4.67 | 3.67 | 3 | 3.78 |

Tabla 5 Análisis de encuestas

- Análisis de Resultados**

Visión y Propósito: El promedio general de 3.78 indica una percepción mayormente positiva, aunque con espacio para mejora.

Inspiración y Motivación: El promedio de 3.56 sugiere que los empleados se sienten motivados, pero se pueden implementar más estrategias de motivación.

Desarrollo y Crecimiento: El promedio de 3.89 muestra que hay un enfoque sólido en el desarrollo profesional, pero algunos empleados sienten que podría mejorarse.

Innovación y Cambio: El promedio de 3.56 refleja una apertura hacia la innovación, aunque es necesario fomentar aún más un ambiente creativo.

Relaciones y Comunicación: El promedio de 3.78 indica buenas relaciones y comunicación, pero existen áreas donde se puede mejorar.

Recomendaciones

Comunicación de la Visión: Reforzar la comunicación de la visión y objetivos estratégicos para asegurar que todos los empleados estén alineados y motivados.

Programas de Motivación: Implementar programas adicionales de reconocimiento y recompensas para aumentar la motivación y el compromiso.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

Oportunidades de Desarrollo: Ampliar las oportunidades de formación y desarrollo, y asegurar que todos los empleados reciban retroalimentación constructiva regularmente.

Fomentar la Innovación: Crear más espacios y tiempos dedicados a la innovación, incentivando a los empleados a proponer nuevas ideas.

Mejorar la Comunicación: Continuar desarrollando estrategias de comunicación abiertas y transparentes, asegurando que todos los empleados se sientan valorados y escuchados.

Esta tabla y el análisis proporcionan una visión clara de las percepciones de los empleados sobre el liderazgo en la organización, permitiendo identificar áreas de fortaleza y oportunidades de mejora.

**OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL USO DE LA INTELIGENCIA
EMOCIONAL EN LA ORGANIZACIÓN**

| Oportunidad de Mejora | Descripción | Acciones |
|---------------------------|---|--|
| Mejorar la Autoconciencia | Los empleados deben ser más conscientes de sus propias emociones y cómo estas afectan su desempeño y sus interacciones con los demás. | Implementar talleres y programas de formación sobre inteligencia emocional, enfocándose en el autoconocimiento y la gestión de emociones personales. |

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

| | | |
|---|---|---|
| Fomentar la Autorregulación | Los empleados deben aprender a controlar y canalizar sus emociones de manera constructiva, especialmente en situaciones de estrés. | Ofrecer sesiones de coaching y mentoring que enseñen técnicas de autorregulación, como la meditación, la respiración consciente y el manejo del estrés. |
| Desarrollar la Empatía | Es crucial que los empleados puedan entender y compartir los sentimientos de sus compañeros, creando un ambiente de trabajo más comprensivo y colaborativo. | Organizar actividades de team-building que promuevan la empatía, como juegos de roles y dinámicas de grupo. Incorporar el entrenamiento en empatía en los programas de desarrollo de liderazgo. |
| Mejorar las Habilidades Sociales | Las habilidades sociales son esenciales para la comunicación efectiva, la resolución de conflictos y la colaboración en equipo. | Implementar programas de desarrollo de habilidades sociales que incluyan técnicas de comunicación efectiva, resolución de conflictos y trabajo en equipo. |
| Fomentar la Motivación Intrínseca | La motivación intrínseca, impulsada por la satisfacción personal y el sentido de logro, debe ser promovida entre los empleados. | Reconocer y recompensar el esfuerzo y los logros individuales y de equipo. Proporcionar oportunidades de desarrollo profesional y personal alineadas con los intereses y pasiones de los empleados. |
| Crear una Cultura de Feedback Constructivo | Un ambiente donde se practique el feedback constructivo puede mejorar significativamente el desarrollo personal y profesional. | Capacitar a los líderes para que ofrezcan retroalimentación de manera efectiva y constructiva. |
| Promover el Liderazgo Transformacional | Los líderes deben inspirar y motivar a sus equipos, fomentando un ambiente de confianza y desarrollo continuo. | Capacitar a los líderes en habilidades de inteligencia emocional, asegurando que actúen como modelos a seguir en términos de autoconciencia, autorregulación, empatía y habilidades sociales. |

Tabla 6 Oportunidades de mejora en la organización

3.6 RÚBRICA PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS VOLUMÉTRICOS MONOCANAL

- Evaluar la precisión, exactitud, y el cumplimiento de normativas en el proceso de calibración de equipos volumétricos monocanal accionados mediante pistón en un laboratorio de metrología.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

- La rúbrica se compone de varios criterios específicos relacionados con la calibración, cada uno con niveles de desempeño que van de Insatisfactorio a Excelente. Se incluye una escala de 1 a 5 para cada criterio.

| Criterio | Insatisfactorio (1) | Satisfactorio (2-3) | Excelente (4-5) |
|---------------------------------------|--|---|---|
| 1. Precisión de la Calibración | Desviación estándar mayor al 5% del volumen nominal. | Desviación estándar entre 2-5% del volumen nominal. | Desviación estándar menor al 2% del volumen nominal. |
| 2. Exactitud de la Medición | Error sistemático mayor al 5% del volumen nominal. | Error sistemático entre 2-5% del volumen nominal. | Error sistemático menor al 2% del volumen nominal. |
| 3. Cumplimiento de Normativas | No se siguen las normativas ISO/ASTM para la calibración. | Se siguen parcialmente las normativas ISO/ASTM. | Cumplimiento total de las normativas ISO/ASTM en todo el proceso. |
| 4. Documentación de Resultados | Resultados de la calibración no documentados o con errores. | Documentación incompleta o con errores menores. | Documentación completa y precisa de todos los resultados. |
| 5. Uso de Equipos Adecuados | Equipos inadecuados o no calibrados utilizados durante el proceso. | Equipos adecuados, pero con calibraciones no recientes. | Equipos adecuados y correctamente calibrados utilizados. |
| 6. Capacitación del Personal | Personal sin la capacitación adecuada para realizar calibraciones. | Personal con capacitación básica, pero insuficiente. | Personal con capacitación avanzada y suficiente. |

Tabla 7 Rúbrica calidad en los procesos

CATEGORÍAS EVALUADAS

- Precisión de la Calibración: Medición de la desviación estándar respecto al volumen nominal.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

- Exactitud de la Medición: Evaluación del error sistemático presente en las mediciones.
- Cumplimiento de Normativas: Verificación del alineamiento con normativas internacionales (ISO/ASTM).
- Documentación de Resultados: Calidad y precisión en la documentación de los resultados obtenidos durante la calibración.
- Uso de Equipos Adecuados: Revisión de la idoneidad y estado de calibración de los equipos utilizados en el proceso.
- Capacitación del Personal: Evaluación del nivel de formación y habilidades del personal encargado de las calibraciones.

VARIABLES

- Desviación Estándar (%)
- Error Sistemático (%)
- Cumplimiento Normativo (%)
- Calidad de Documentación (calidad y precisión)
- Estado de Equipos (adecuación y calibración)
- Nivel de Capacitación (bajo, medio, alto)

APLICACIÓN

Precisión de la Calibración: Si durante una revisión, la desviación estándar de un equipo calibrado es del 1.5%, se le otorgaría un puntaje de 5, categorizado como "Excelente".

Documentación de Resultados: Si la documentación contiene todos los datos requeridos, pero se detecta un error menor en la transcripción de un valor, se le podría asignar un 3, categorizado como "Satisfactorio".

Puntaje Total

Cada criterio se puntúa de 1 a 5, con un puntaje máximo de 30. Se puede establecer un umbral mínimo para aprobar la evaluación, por ejemplo, 20 puntos.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

3.5.1. INGENIERIA DEL PROYECTO

La empresa para poder brindar sus servicios tiene establecidos unos procesos con los cuales asegurará que el laboratorio desarrolle de forma eficiente y efectivas sus actividades y servicios, en el mapa de procesos se ve la división de los mismos en visionales, misionales (cadena de valor) y apoyo, estos procesos están encaminados en el cumplimiento servicios de Calibración (Ver Tabla 7 y 8).

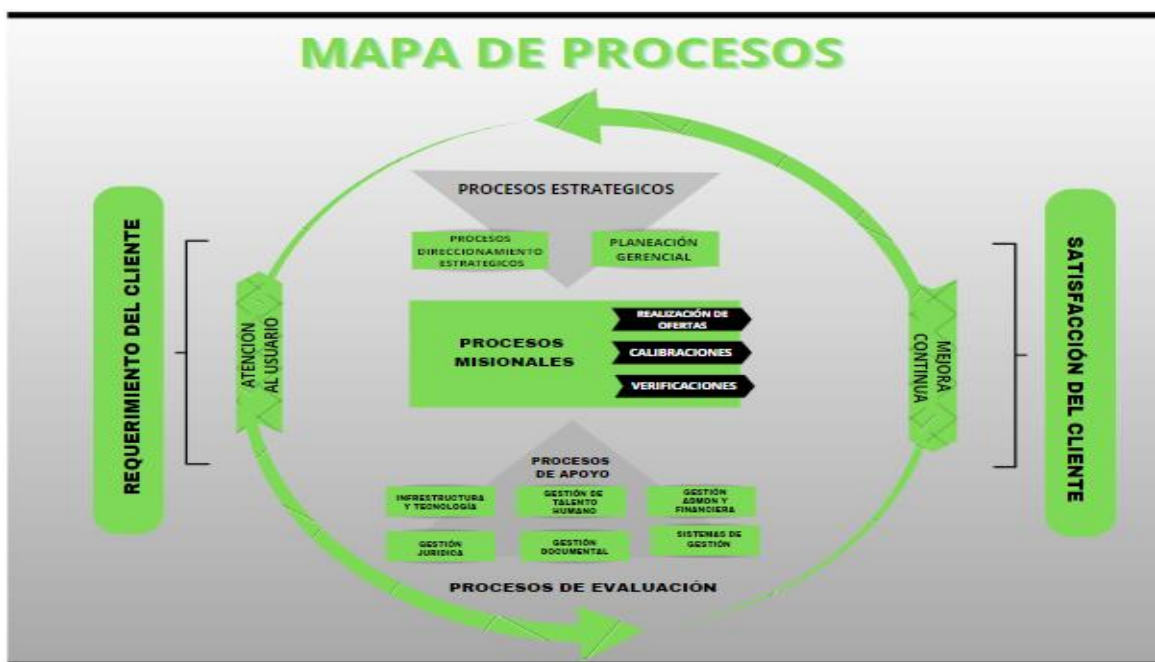


Ilustración 3 Mapa de Procesos

Fuente elaboración propia

Procesos Misionales

Los procesos misionales son el núcleo de la operación empresarial, ya que son fundamentales para cumplir con los compromisos hacia los clientes. A partir de estos procesos se deriva la satisfacción del cliente y el éxito comercial de la empresa. Por ello, el diagrama de proceso se establece inmediatamente después de que una oferta comercial ha sido aceptada por el cliente y se ha generado una orden de trabajo. Este diagrama guía las actividades clave para garantizar que los productos y servicios entregados cumplan con los estándares de calidad acordados.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

- **Procesos Estratégicos**

Para el funcionamiento eficiente de la empresa, es crucial contar con procesos estratégicos sólidos, específicamente en las áreas de direccionamiento estratégico y planeación gerencial. Estos procesos estratégicos son esenciales para establecer y verificar las condiciones necesarias para el adecuado funcionamiento del laboratorio, incluyendo la planificación presupuestaria, la definición de metas por área, la evaluación de las capacidades y características del personal, y la identificación de nuevas metas en función del entorno empresarial y las tendencias del mercado. Estos procesos aseguran que la empresa esté alineada con sus objetivos a largo plazo y que pueda adaptarse de manera proactiva a las dinámicas del mercado.

- **Procesos Misionales - Cadena de Valor**

Dentro de los procesos misionales o la cadena de valor de la empresa, se han establecido dos procesos clave. El primero es la realización de ofertas, que se encarga de gestionar el mercado para la adquisición de nuevos proyectos. Este proceso es vital, ya que su correcta ejecución permite el inicio del siguiente proceso en la cadena de valor. Una vez que el proceso de ofertas ha logrado captar clientes, se procede a la facturación y cobro, lo que, tras el pago, da lugar a la generación de una orden de trabajo. Esta orden de trabajo marca el inicio de las actividades en el área operativa, específicamente en la calibración de equipos, un proceso que debe cumplir estrictamente con los parámetros establecidos por la empresa, conforme a la norma NTC-ISO/IEC 17025, tal como se detalla en el diagrama de proceso.

- **Procesos de Apoyo**

Los procesos de apoyo son esenciales para proporcionar el soporte necesario a los procesos misionales y estratégicos, asegurando que todas las actividades puedan llevarse a cabo de manera efectiva. En el contexto del laboratorio, estos procesos incluyen la gestión de recursos, gestión jurídica, gestión del talento humano, y gestión documental. Cada uno de estos procesos cumple funciones específicas: la gestión de recursos, en colaboración con la gerencia, valida la disponibilidad y adecuación de los recursos humanos, financieros y tecnológicos; la infraestructura y tecnología aseguran que los equipos de calibración en el área operativa funcionen de manera óptima; y los sistemas de gestión se encargan de estandarizar y organizar todos los procesos de la empresa, desde los misionales hasta los de apoyo, para garantizar y mantener la acreditación del laboratorio.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

| Diagrama de flujo | Descripción | Tiempo (Estimado) | Responsable | Documento de Referencia |
|-------------------|--|-------------------|-----------------------------|---|
| | 1. Genera la orden de Servicio para el Laboratorio. | 1 h | Recepcionista de la empresa | Orden de Servicio para el Laboratorio |
| | 2. Diligencia la Base de Datos del Cliente. | 1 h | Recepcionista de la empresa | Base de Datos de Clientes |
| | 3. Asigna el Código del Cliente. | 1 h | Recepcionista de la empresa | Instructivo para la Codificación de Instrumentos y Equipos de Laboratorio |
| | 4. Recepciona Instrumentos y/o Equipos en el Laboratorio. | 8 h | Director del Laboratorio | Recepción de Equipos e Instrumentos al Laboratorio |
| | 5. Desarrolla el Programa de Calibración de Equipo. | 48 h | Metrólogo | Programa de Calibración de Equipos |
| | 6. Aplica el Instructivo para la Manipulación Segura de los Ítems de Calibración. | 1 h | | Instructivo para la Manipulación Segura de los Ítems de Calibración |
| | 7. Genera el informe o certificado de calibración. | 1 h | | Programa de Calibración de Equipos |
| | 8. Diligencia e instala el sticker de calibración. | 1 h | | Instructivo para la Manipulación Segura de los Ítems de Calibración |
| | 9. Revisa el Certificado de calibración y verifica los procedimientos cumplidos. | 8 h | Director del Laboratorio | Programa de Calibración de Equipos |
| | 10. Comunica cualquier no conformidad o requisitos no cumplidos para que se hagan las respectivas correcciones. | 1 h | Director del Laboratorio | Instructivo para la Manipulación Segura de los Ítems de Calibración |

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Tabla 8 Diagrama de flujo del proceso de la empresa

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explican cada una de las actividades diagramadas

- Registrar equipo y generación de orden de servicio

En esta actividad, el "receptor" tiene la responsabilidad inicial de verificar si el cliente ya existe en el sistema. Si el cliente está registrado, el receptor procederá a registrar el dispositivo asociado con dicho cliente. En caso de que el cliente no esté registrado en la plataforma, el receptor tendrá la capacidad de crear un nuevo registro para el cliente, lo que permitirá asociar el dispositivo posteriormente. Durante este proceso, la información tanto del cliente como del equipo debe ser consultada y registrada en la base de datos del laboratorio. Como resultado de esta actividad, se generará una orden de servicio con la fecha correspondiente, la cual servirá como base para las siguientes etapas del proceso.

- Diagnóstico y plan de calibración

El "metrólogo" es el responsable de llevar a cabo esta actividad, que comienza con el diagnóstico del dispositivo que ha sido ingresado al laboratorio. La entrada para esta actividad es la orden de servicio, la cual contiene todas las especificaciones necesarias. A partir de esta información, el metrólogo recupera los datos del dispositivo y del cliente. Si el diagnóstico indica que el dispositivo es apto para la calibración, se procede a formular un plan de calibración. En caso contrario, se emitirá un certificado indicando la no conformidad, y el equipo será liberado sin realizar la calibración. Una vez que se cumplen los requisitos para la calibración, se ejecutará el subproceso de "Ejecutar plan de calibración". Este proceso incluye una verificación visual y técnica para asegurar que el equipo cumple con los requisitos antes de continuar.

- Ejecutar plan de calibración

Este subproceso es llevado a cabo por el "operador de calibración" o el metrólogo, quien es el responsable de realizar las pruebas de calibración conforme al plan establecido. La orden de servicio sirve como entrada para esta actividad, permitiendo recuperar los datos del dispositivo y consultar la información registrada en etapas previas. Durante este subproceso, se ingresan los

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

valores obtenidos en cada prueba realizada según el plan de calibración. Este plan incluye pasos detallados, como la verificación del intervalo de calibración del instrumento bajo prueba (UUT), el análisis de la incertidumbre, y la definición de los puntos de medida. Por ejemplo, se puede dividir el intervalo de calibración en al menos cinco puntos de medición para cubrir la mayor parte del rango. Una vez estabilizada la fuente de temperatura, se toman lecturas tanto del termómetro de referencia como de los termómetros a calibrar. Se recomienda realizar varias lecturas y calcular el promedio, así como la incertidumbre de cada punto de medición. Finalmente, se determina si el instrumento calibrado cumple con las especificaciones del fabricante o el rango estándar, y los resultados se registran en el informe de calibración.

- Gestión de calidad

Esta actividad es realizada por un "analista de calidad" cuyo objetivo es verificar que los registros obtenidos durante la ejecución del plan de calibración cumplan con los estándares de referencia. Si se detecta alguna desviación o no conformidad, el proceso se retrocede a la fase de ejecución del plan de calibración para realizar los ajustes necesarios. En caso de que los resultados sean satisfactorios, se procede con la actividad de gestión del certificado.

- Gestionar certificado

En esta etapa, el "Analista de Calidad" toma la orden de servicio y revisa los datos del equipo, así como los registros generados durante la ejecución del plan de calibración. De acuerdo con los resultados obtenidos, se verifica si el equipo cumple con los requisitos de calibración. Si todo es conforme, se emite un certificado de calibración. Este certificado puede ser físico o digital, y una copia debe ser almacenada en el repositorio de documentos correspondiente, ya sea en formato físico o electrónico.

- Registrar salida del equipo

Finalmente, el "receptor" es responsable de registrar la salida del equipo una vez emitido el certificado. Esta actividad incluye la actualización del estado de la orden de servicio en el sistema, así como la inclusión de cualquier observación pertinente. Se consulta la orden de servicio para recuperar la información del cliente y del equipo, asegurando que todos los datos estén correctos antes de enviar el equipo al cliente. Este proceso requiere una interfaz de usuario diseñada para capturar y procesar la información necesaria para la operación del sistema de información del laboratorio.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

3.6. NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS

Equipos Requeridos: Este apartado abarca tanto los equipos utilizados por el personal administrativo como aquellos empleados por el personal técnico del laboratorio. A continuación, se presenta una tabla que detalla los valores totales correspondientes a los equipos de oficina y la maquinaria necesaria para el proceso productivo de la empresa.

| Descripción del Equipo | Valor (\$) |
|-----------------------------------|-------------------|
| Escritorios | 1,608,000 |
| Sillas ergonómicas espaldar alto | 1,610,000 |
| Sillas ergonómicas espaldar medio | 570,000 |
| Mueble biblioteca | 1,900,000 |
| Archivador | 560,000 |
| Tablero | 180,000 |
| Computadores | 10,040,000 |
| Teléfono e impresoras | 2,580,000 |
| Mesa de calibración | 39,378,832 |
| Equipo de calibración portátil | 3,281,569 |
| Destiladora | 789,000 |
| Equipos de calibración | 34,193,404 |
| Televisor | 1,000,000 |
| Microsoft | 160,000 |
| Software de calibración | 15,000,000 |

laboratorio de calibración debe estar dotado con equipos y materiales que permitan un correcto desempeño de las actividades que conlleven a un servicio de calidad que logren emitir resultados de alta confiabilidad; entre los recursos necesarios están:

- Instrumentos de medición
- Software
- Patrones de medición
- Materiales de referencia
- Datos de referencia
- Aparatos auxiliares

Para la adquisición de los recursos, es importante tener en cuenta que los productores de materiales de referencia sean calificados como PMR, de acuerdo la Norma ISO 17034 quien los califica como competentes.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Basados en los lineamientos de la NTC-ISO/IEC 17025, norma que evalúa a los laboratorios de calibración, la cual determina la idoneidad y competencias técnicas para la prestación de servicios de calidad.

Los servicios que se ofrecerán inicialmente son:

Calibración de instrumentos de volumen: Calibración de material volumétrico

| EQUIPOS REQUERIDOS PARA EL LABORATORIO DE VOLUMEN |
|--|
| Erlenmeyer |
| Balanza Analítica |
| Paños |
| Agua desionizada |
| |
| El laboratorio de volumen realiza servicios de calibración de: |
| Calibración de material volumétrico de vidrio |
| Calibración de micropipetas |
| Calibración de dispensadores de pistón |

Tabla 9 Requerimiento de equipos

3.6.1. Talento Humano operativo

Para el laboratorio de calibración, es necesario contar con personal calificado para desempeñar cada uno de los cargos que se establecerán para el correcto funcionamiento de la empresa.

El estimado de personal para la empresa es de 4 personas de los cuales, dos (2) ocuparan cargos operativos, estos cargos corresponden a metrólogo (1), un director general y un asistente. Ya determinado el número de empleados operativos con los que contará el laboratorio para su funcionamiento, se procede a mencionar el perfil de cargo y las funciones que deberá desempeñar el personal asignado.

Los perfiles de cargos y funciones del personal administrativo se encuentran en el capítulo 8 (estudio organizacional).

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

3.7.DISEÑO DE PLANTA

El diseño de la planta se llevó a cabo con el objetivo de proporcionar comodidad y seguridad. Para la correcta adecuación física del laboratorio de calibración, es fundamental considerar las condiciones ambientales, especialmente la temperatura y la humedad, ya que estos factores son cruciales para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.7.1. Distribución del laboratorio

- **DIMENSIONES**

Las dimensiones para el diseño del laboratorio de calibración propuesta son de 63 metros cuadrados, en el que se realizara una delimitación de áreas de acuerdo con los ciclos del servicio.

- Área administrativa (Zona de oficina de coordinador y asistente)
- Área de almacenaje temporal
- Área operativa (Ubicación de equipos para calibración)
- Zona de almacenamiento de masas patrón
- Baño uso interno

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**



Ilustración 4 Plano del laboratorio



Ilustración 5 Área del laboratorio

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**



Ilustración 6 Área Administrativa



PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

3.8. ANALISIS ORGANIZACIONAL

Con este capítulo se ha alcanzado el segundo objetivo específico del proyecto: definir las estructuras técnicas, administrativas y legales necesarias para evaluar la viabilidad de los servicios ofrecidos. Esto incluye la determinación de la cantidad y calidad de los servicios, los costos requeridos, y la identificación de los tipos de proveedores necesarios para procesos productivos, materias primas, equipos, tecnología y otros recursos.

En el análisis organizacional se detallan las características organizacionales y administrativas que deben ser consideradas para la implementación del proyecto. Se describirá la composición del laboratorio, sus principales funciones y responsabilidades, así como sus políticas comerciales y salariales, tareas y visión.

3.8.1. Misión

Ser la opción preferida en el servicio de calibración, ofreciendo la más alta calidad al atender las necesidades de nuestros clientes y cumpliendo con las normativas nacionales e internacionales. Nuestro objetivo es promover una cultura metrológica en nuestros clientes, centrada en la calidad y la eficiencia.

3.8.2. Visión

Para el año 2025, aspiramos a ser el laboratorio de metrología líder y reconocido en la región en las áreas de masa, volumen, temperatura y humedad. Contaremos con personal altamente calificado y respetado en su campo, contribuyendo al desarrollo de la comunidad y la sociedad en general.

3.8.3. Políticas

Independencia: Asegura la transparencia en todas las actividades de la empresa.

Imparcialidad: Garantiza la objetividad en los procesos para cumplir con los requisitos legales y de los clientes.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Integridad: Se basa en honestidad, seriedad, transparencia y juicios objetivos para proporcionar un servicio seguro y eficiente.

Confidencialidad: Respeto la privacidad de los clientes y asegura la protección de la información emitida y recibida.

Cumplimiento: Comprometidos con ofrecer el mejor servicio y garantizar la entrega oportuna en todo el territorio nacional.

3.8.4. Política de calidad

El laboratorio de calibración se compromete a satisfacer plenamente las necesidades de los clientes en todos los sectores productivos, proporcionando servicios oportunos y de alta calidad a precios competitivos y rentables. La consecución de estos objetivos se logra mediante una comunidad corporativa dinámica, el apoyo entre socios y proveedores, el trabajo en equipo, y un personal capacitado y motivado. Se utilizarán recursos y tecnología de manera efectiva, promoviendo la innovación y la mejora continua.

El laboratorio mantendrá relaciones positivas con la comunidad, cumpliendo rigurosamente con la ley y esforzándose por proteger el medio ambiente.

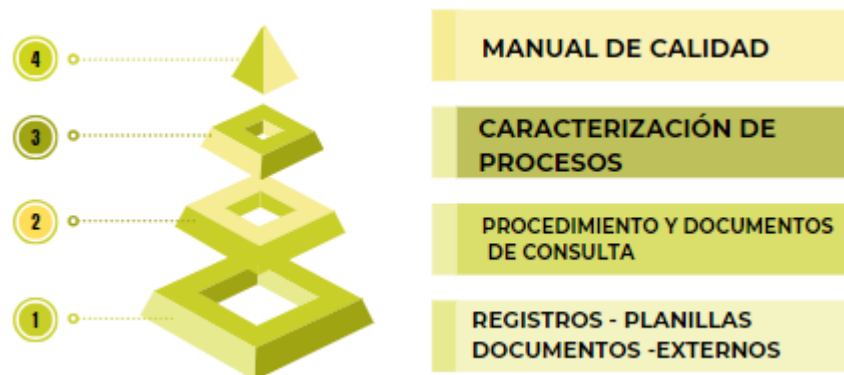


Ilustración 7 Pirámide de generalidades

3.8.5. Organigrama

A continuación, se muestra la gráfica de cómo están organizadas las diferentes departamentos, cargos y jerarquías dentro de nuestro laboratorio.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

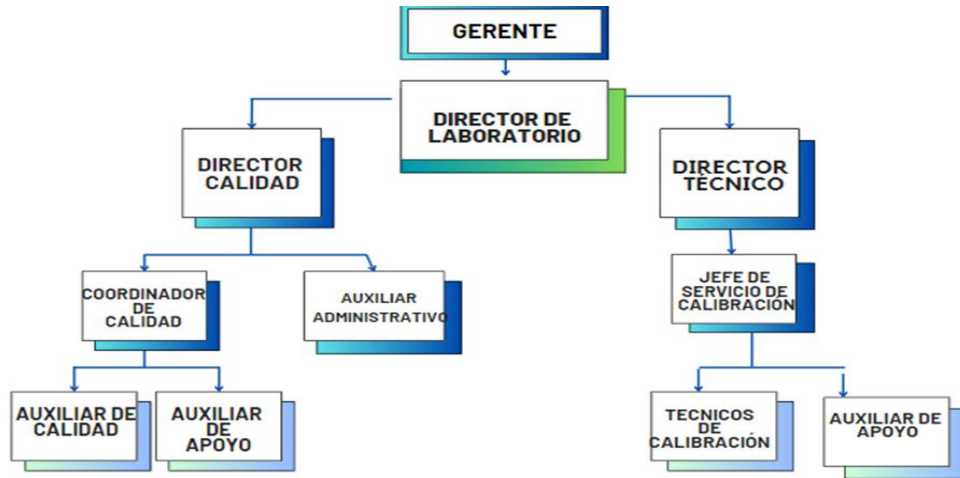


Ilustración 8 Organigrama

3.9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se muestran las actividades que estructurarán el proyecto para la propuesta de la implementación de un laboratorio en la magnitud volumétrica, se realiza mediante la herramienta diagrama de Gantt, cuyo propósito es dar a conocer los tiempos de ejecución en

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

3.9.1. EVIDENCIA DOCUMENTADA

La documentación del proceso de calibración se realizó de manera que se dé cumplimiento a la normativa exigida, definiendo los equipos y materiales utilizados en el proceso para la magnitud volumen específicamente pipetas tipo pistón monocanal de 10 µL a 100 µL. Se estableció un registro y seguimiento del procedimiento de calibración, con la documentación pertinente como formatos, proponiendo algunos de los que podemos tener en cuenta para establecer el sistema de gestión.

3.9.2. Formato de recepción de equipos

| ORDEN DE RECEPCION N° | | | | |
|--|-------------------|------------------|-------------------------------|-------------|
| NOMBRE DE LA EMPRESA | | FECHA DE ENTRADA | | |
| DIRECCIÓN | | RECIBIDO POR | | |
| TELÉFONO | | FECHA DE SALIDA | | |
| EMAIL | | ENTREGADO POR | | |
| Informe todos daños (incluyendo el daño de las cajas, estuches y/o embalajes del instrumento) y la escasez en todas las copias de la factura de entrega del flete de la compañía y solicite que la persona que hace la entrega firme con su nombre y escribas las fechas en todas las copias de las facturas del flete. Envíe la factura del flete al departamento de compras con el informe de recepción (incluya el informe de gastos para cobrar los pagos. | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD RECIBIDA | N°DES ERE | MARCA | CONDICIONES |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| COMENTARIOS (EXPLICAR DAÑOS , ESCASEZ, SUSTITUCIONES,ETC.) | | | | |
| ACTIVIDADES A REALIZAR | | | | |
| ENTREGA DE EQUIPO (EMPRESA) | | | RECEPCIÓN DE EQUIPO (EMPRESA) | |
| NOMBRE | | | NOMBRE | |
| FIRMA | | | FIRMA | |
| FECHA | | | FECHA | |

Ilustración 9 Formato de recepción de equipos


**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

3.9.3. Formato rótulos de equipos

| No. INVENTARIO ASIGNADO | MARCA | MODELO Y CLASE | SERIAL |
|-------------------------|-------|------------------------|--------|
| | | | |
| UBICACIÓN | | RESPONSABLE DEL EQUIPO | |
| | | | |

Ilustración 10 Formato de rotulación de instrumentos

3.9.4. Formato condiciones ambientales

|  | REGISTRO DE CONDICIONES AMBIENTALES | | | | | | | | | | <small>CODIGO</small> <small>FECHA</small> <small>VERSIÓN</small> |
|---|--|------|------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|---|
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| PÁGINA | | | | | | | | | | | |
| LUNES | HORA | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 |
| | TEMPERATURA | | | | | | | | | | |
| | HUMEDAD RELATIVA | | | | | | | | | | |
| MARTES | HORA | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 |
| | TEMPERATURA | | | | | | | | | | |
| | HUMEDAD RELATIVA | | | | | | | | | | |
| MIÉRCOLES | HORA | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 |
| | TEMPERATURA | | | | | | | | | | |
| | HUMEDAD RELATIVA | | | | | | | | | | |
| JUEVES | HORA | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 |
| | TEMPERATURA | | | | | | | | | | |
| | HUMEDAD RELATIVA | | | | | | | | | | |
| VIERNES | HORA | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 |
| | TEMPERATURA | | | | | | | | | | |
| | HUMEDAD RELATIVA | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| VISADO POR: | | | | | | | FIRMA O SELLO | | | | |

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

Ilustración 11 Formato control de condiciones ambiental control de condiciones ambientales

3.9.5. Formato de inventario

| FORMATO DE INVENTARIO | | | | | | CODIGO: | |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------|------------|--------|----------------|-----------|---------------|
| | | | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | | | FECHA: | |
| CODIGO INTERNO | DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO | FECHA DE RECEPCIÓN | FABRICANTE | SERIAL | CODIGO EXTERNO | UBICACIÓN | OBSERVACIONES |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Ilustración 12 Formato de inventarios

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

3.9.7. Carta de trazabilidad

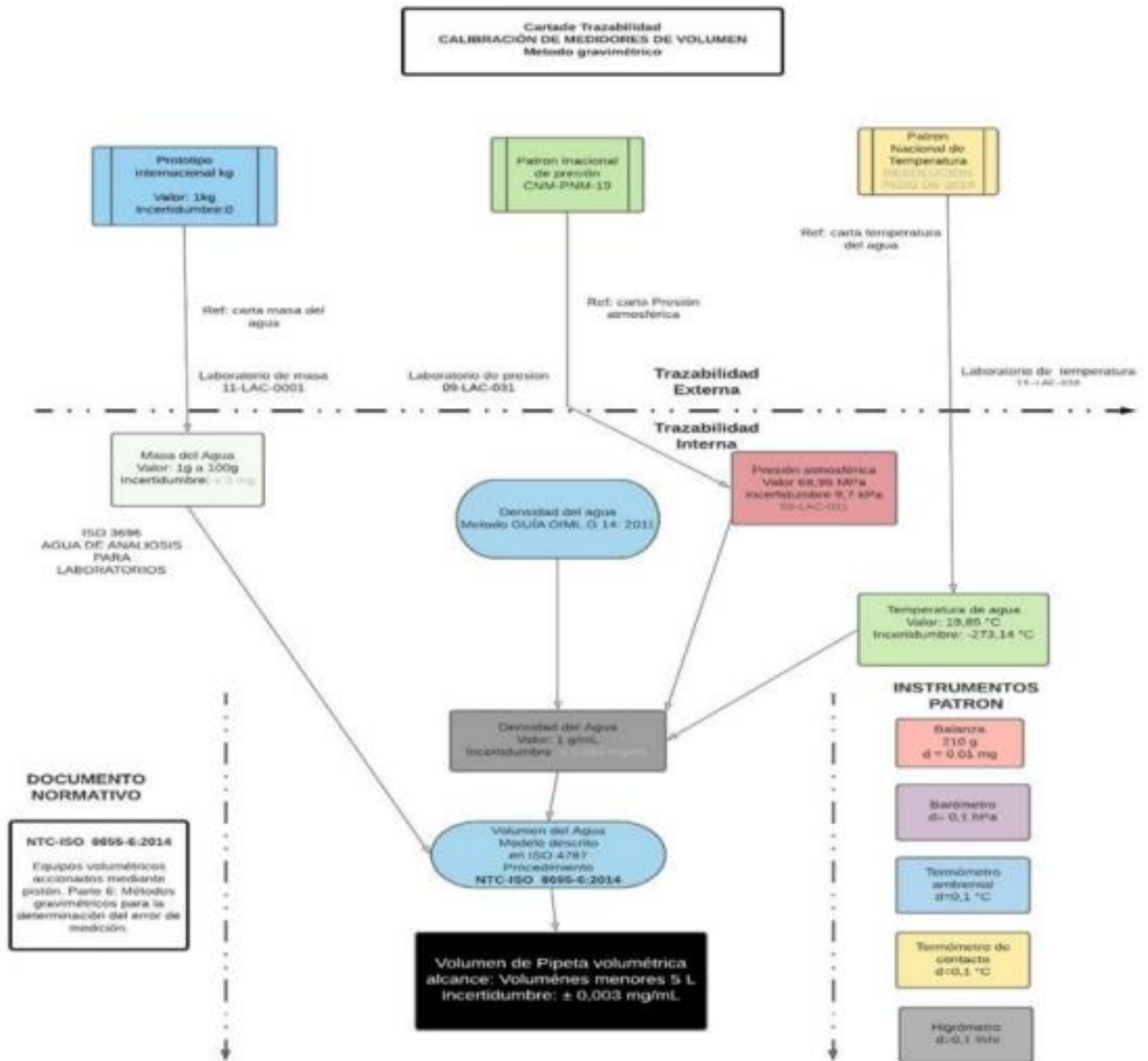


Ilustración 14 Carta de trazabilidad del laboratorio

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

3.9.8. Diseño del certificado de calibración

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

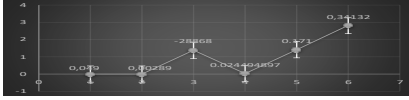
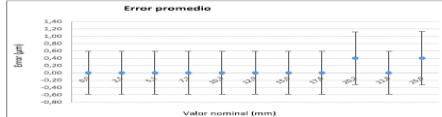
| MICROPPITTE LABORATORY | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--|----------------------|-------------|--|------------------|-------------|------------------------|-------------|
| INICIO DEL CERTIFICADO | | | | | ISO/IEC 17025:2017 | | | Pág. 1 de 2 | |
| CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN RELOJ COMPARADOR -654-2022 | | | | | | | | | |
| Cliente: | | CMLAB SAS | | | Instrumento | | | Comparador de caratula | |
| Dirección | | Avenida Carrera 30 #15-53 | | | Modelo | | | Mitutoyo | |
| Ciudad | | BOGOTÁ | | | Número de Serie | | | 5874-2452-4 | |
| Nombre de Contacto | | PAOLA CONTRERAS | | | Div. de escala | | | 0,01 mm | |
| Contacto | | | | | Intervalo de medición | | | (0 - 20) mm | |
| Fecha de Recepción | | 2024-07-14 | | | Código Int. Cliente | | | COMP/CARAT 0250 | |
| Fecha de Calibración | | 2024-07-20 | | | | | | | |
| Fecha de Emisión | | 2024-07-21 | | | | | | | |
| MÉTODO DE CALIBRACIÓN | | | | | | | | | |
| La calibración del comparador de caratula se realizó por comparación directa contra bloques patrón longitudinales. Usando como referencia la norma JIS B 7502:2016 Micrómetros. (No. 5.2.2.2.b apartados 1, 2, 4, 5.3.2.1, 5.3.2.2). | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| PATRÓN | | L1 | L2 | L3 | L4 | PROMEDIO | | ERROR (mm) | |
| 1,6 | | 1,61 | 1,61 | 1,61 | 1,61 | 1,61 | | 0,01 | |
| 4 | | 3,95 | 4,01 | 4,01 | 4,01 | 4 | | -0,005 | |
| 6 | | 6,01 | 6,01 | 6,01 | 6,01 | 6 | | -0,005 | |
| 10 | | 9,94 | 10,01 | 10,01 | 10,01 | 9,99 | | -0,0075 | |
| 12 | | 11,95 | 12,01 | 12,01 | 12,01 | 12 | | -0,005 | |
| 15 | | 14,95 | 15,02 | 15,01 | 15,01 | 15 | | -0,0025 | |
| 16 | | 15,95 | 16,01 | 16,01 | 16,01 | 16 | | -0,005 | |
| ERRORES | | | | | | | | | |
| ERROR MAXIMO PERMITIDO 0.028 mm | | | | | | | | | |
| ERROR MAXIMO 0.00 mm | | | | | | | | | |
| INCERTUDUMBRE | | | | | | | | | |
| LIMITE | | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| DERIVA | | 0,141094345 | 0,141094346 | 0,141094343 | 0,141094347 | 0,141094344 | 0,141094349 | 0,141094346 | 0,141094344 |
| LIMITE NF | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | | | | | | | | | |
| Firmas Autorizadas | | | | | | | | | |
| Autorizado Por: | | | Elaborado Por: | | | Revisado Por: | | | |
| ANA MARIA TORRES | | | PAOLA CONTRERAS | | | JUAN DAVID LOPEZ | | | |
| Director Laboratorio | | | Técnico Especialista | | | Técnico Senior | | | |
| RESULTADOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| CONDICIONES AMBIENTALES | | Mínima | | Máxima | | Platicidad | | Paralelismo | |
| Temperatura °C | | | | | | Tope | | No aplica | |
| Humedad Relativa %HR | | | | | | Husillo | | No aplica | |
| LUGAR DE CALIBRACIÓN | | | | | | | | | |
| SENA Centro de Gestión Industrial Avenida Carrera 30 #15-53 | | | | | | | | | |
| PATRONES UTILIZADOS | | | | | | | | | |
| Pág. 2 de 2 | | | | | | | | | |
| EQUIPO | | JUEGO DE BLOQUES PATRÓN | | | TERMO-HIGROMETRO | | | | |
| MARCA | | Mitutoyo | | | CONTROL COMPANY | | | | |
| MODELO | | Rectangular para comparador de caratula | | | 4093 | | | | |
| SERIAL | | 516-106-60 | | | 101432453 | | | | |
| BLOQUES INCLUIDOS EN EL JUEGO | | De acero 2,5, 5,1, 7,7, 10,3, 12,9, 15, 17,6, 20,3, 22,8, 25mm. Paralelo Óptico (esp 1,2mm) | | | (10 a 50) °C | | | | |
| CERTIFICADO No. | | LML-0251-19 | | | CMK-TH-22048 | | | | |
| ORGANISMO DE CALIBRACIÓN | | EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES | | | COLMETRIK | | | | |
| VIGENCIA CERTIFICADO | | 2023-11-26 | | | 2023-12-01 | | | | |
| INTERVALO DE MEDICIÓN | | | | | Insertar grafico | | | | |
| Valor nominal (mm) | Error Promedio (µm) | k | U* (µm) | |  | | | | |
| 0,0 | 0,00 | 2,0 | 0,59 | | | | | | |
| 2,5 | 0,00 | 2,0 | 0,59 | | | | | | |
| 7,7 | 0,00 | 2,0 | 0,59 | | | | | | |
| 10,3 | 0,00 | 2,0 | 0,59 | | | | | | |
| 12,9 | 0,00 | 2,0 | 0,59 | | | | | | |
| 15,0 | 0,00 | 2,0 | 0,59 | | | | | | |
| 17,6 | 0,00 | 2,0 | 0,59 | | | | | | |
| 20,2 | 0,00 | 2,9 | 0,72 | | | | | | |
| 22,8 | 0,00 | 2,0 | 0,59 | | | | | | |
| 25,0 | 0,00 | 2,9 | 0,72 | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | |
| a. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. | | | | | | | | | |
| b. No es posible realizar la medición de paralelismo y planicidad por construcción del instrumento. | | | | | | | | | |
| c. El certificado de calibración sin firmas no tienen validez. Cuando va con firma digital al imprimirlo pierde validez. | | | | | | | | | |
| d. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición en intervalos apropiados de acuerdo con el programa establecido. | | | | | | | | | |
| e. Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. | | | | | | | | | |
| f. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos. | | | | | | | | | |
| g. En algunos casos con equipos analógicos la resolución se estima por la apreciación por parte del metrológico en el proceso de calibración. | | | | | | | | | |
| h. Este documento no atribuye al equipo otras características que las mostradas por los datos aquí contenidos, los resultados se refieren solamente al instrumento relacionado y al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. | | | | | | | | | |
| i. No se permite la reproducción de este certificado. | | | | | | | | | |
| TRAZABILIDAD | | | | | | | | | |
| El laboratorio garantiza que mantiene la trazabilidad metrológica mediante una cadena ininterrumpida documentada de calibraciones que conducen a las referencias a patrones nacionales o internacionales. La incertidumbre de medición se evalúa para cada caso de la cadena de trazabilidad con métodos apropiados se cumple con los requisitos de equipamiento establecido en la norma NTC ISO/IEC 17025. Para el detalle del equipamiento empleado en la calibración. | | | | | | | | | |
| **FIN DEL CERTIFICADO** | | | | | | | | | |

Ilustración 15 Certificado de calibración terminado

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

3.9.9. Instrumentos para el desarrollo del proyecto

El método utilizado para la calibración de pipetas tipo pistón monocanal de 10 µl a 100 µl NTC/ISO 8655-6 EQUIPOS VOLUMÉTRICOS ACCIONADOS MEDIANTE PISTÓN, PARTE 6: MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ERROR DE MEDICIÓN, requiere de los siguientes instrumentos:

3.9.10. Balanza analítica

(o dispositivo de pesaje equivalente)

Con una resolución apropiada al volumen seleccionado del equipo sometido a ensayo (véase la Tabla).

| Volumen seleccionado ^a del equipo ensayado V | Resolución mg | Repetibilidad y linealidad mg | Incertidumbre estándar de medición mg |
|---|---------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 µl ≤ V ≤ 10 µl | 0,001 | 0,002 | 0,002 |
| 10 µl < V ≤ 100 µl | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| 100 µl < V ≤ 1 000 µl | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| 1 ml < V ≤ 10 ml | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| 10 ml < V ≤ 200 ml | 1 | 2 | 2 |

^a Para fines prácticos, puede utilizarse el volumen nominal para elegir la balanza.

Tabla 11 Requisitos mínimos para balanzas

Si se conoce la incertidumbre estándar de medición de la balanza (por ejemplo, por el certificado de calibración de la balanza), ésta puede utilizarse en lugar de la repetibilidad y linealidad.

La incertidumbre estándar de medición no debe ser mayor de dos o tres veces la resolución.

3.9.11. RECIPIENTES DE LÍQUIDO:

Deben contar con capacidad suficiente para todos los líquidos de ensayo más probables necesarios para la serie completa de ensayos.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

3.9.12. RECIPIENTE DE PESAJE:

Debe tenerse cuidado al considerar la pérdida de agua por evaporación durante los procesos de dispensación y pesaje. Se recomienda que, especialmente para los equipos de ensayos para volúmenes más bajos, la relación altura-diámetro del recipiente de pesaje sea, al menos, 3:1 o que se utilice un recipiente de pesaje con tapa.

3.9.13. DISPOSITIVO PARA MEDIR TIEMPO:

Con una incertidumbre estándar ≤ 1 s (véase el numeral 5.9.).

TERMÓMETRO: Con una incertidumbre estándar $\leq 0,2$ °C (véase el numeral 5.9.).

HIGRÓMETRO: Con una incertidumbre estándar ≤ 10 % (véase el numeral 5.9.).

BARÓMETRO: Con una incertidumbre estándar $\leq 0,5$ kPa (véase el numeral 5.9.).

3.9.14. LÍQUIDO DE ENSAYO:

El líquido agua de ensayo debe contar con las siguientes especificaciones: destilada o desionizada clase 3 (se especifica en ISO 3696), desgasificada o libre de aire disuelto y las condiciones de almacenamiento debe ser durante un tiempo suficiente de 2h para alcanzar el equilibrio con las condiciones del recinto (tener en cuenta las condiciones de ensayo). Es importante tener en cuenta que el equipo y los instrumentos específicos requeridos para el proyecto de un laboratorio de calibración de pipetas tipo pistón con el método gravimétrico pueden variar según las necesidades y especificaciones.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

4. HOJA DE VIDA DE LOS INSTRUMENTOS

4.1.1. Balanza analítica.

| HOJA DE VIDA DEL EQUIPO | | | | CÓDIGO | HJ-INS-046 | |
|--|--|--|-----------------------|--------------------|----------------|---------|
| | | | | VERSIÓN | 1 | |
| | | | | FECHA | 06-03-2023 | |
| Dependencia: | | Laboratorio | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | |
| Nombre: | BALANZA ANALITICA | Estado Actual: | Bueno | | | |
|  | Código interno: | BLA-LAB-001 | | | | |
| | Analogico / Digital: | Digital | | | | |
| | Marcas: | Compact Bench | | | | |
| | Modelo: | 30429649 | | | | |
| | Serie: | 549T24 | | | | |
| | Ubicación: | Laboratorio | | | | |
| | Responsable: | Sara Hernandez | | | | |
| | Accesorios: | Fuente de poder 1A 120v | | | | |
| | Software: | N/A | | | | |
| | Proveedón: | GRMINGER | | | | |
| Fecha de Puesta en Servicio: | 2023-01-12 | | | | | |
| Recomendaciones: | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | | | |
| CONDICIONES DE TRABAJO | | | | | | |
| Temperatura: | 15°C- 30°C | Humedad: | 20% +/- 90% | Tensión eléctrica: | 100 to 240V AC | |
| SOFTWARE | N/A | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | | |
| DATOS TÉCNICOS | | | | | | |
| Magnitud: | Volumen | INTERVALO: | 0 - 320 g | Resolución: | 0.001 g | |
| CALIBRACIONES | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | Nº. DE CERTIFICADO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA | |
| 2023-01-30 | Juanes Andres Cepeda | 15-LAC-026 | Rogelio Andrés Castro | | 2024-03-16 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| VERIFICACIONES | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME DE VERIFICACIÓN | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA | |
| 2023-01-30 | Aurelio Jaramillo | MAN-VER-3453 | Celi Goku Gonzalez | | 2022-05-08 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| MANTENIMIENTOS | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME N° | MANTENIMIENTO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMO |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| FECHA | CRITERIO | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Ilustración 16 Hoja de vida balanza analítica

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

4.1.2. Vaso precipitado

| HOJA DE VIDA DEL EQUIPO | | | | CÓDIGO | HJ-INS-046 |
|--|--|--|-----------------------|--------------------|------------|
| | | | | VERSIÓN | 1 |
| | | | | FECHA | 06-03-2023 |
| Dependencia: Laboratorio | | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | |
| Nombre: | VASO PRECIPITADO | Estado Actual: | Bueno | | |
|  | Código Interno: | PDR-LAB-003 | | | |
| | Analogico / Digital: | Analogico | | | |
| | Marcas: | Glasco | | | |
| | Modelo: | Glasco Boro 3,3 | | | |
| | Serie: | 229 432 88 | | | |
| | Ubicación: | Laboratorio | | | |
| | Responsable: | Catalina Cardozo | | | |
| | Accesorios: | N/A | | | |
| | Software: | N/A | | | |
| Proveedor: | OneLab | | | | |
| Fecha de Puesta en Servicio: | 2023-05-17 | | | | |
| Recomendaciones: | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | | |
| CONDICIONES DE TRABAJO | | | | | |
| Temperatura: | 20°C | Humedad: | 40% +/- 10% | Tensión eléctrica: | N/A |
| SOFTWARE: | N/A | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | |
| DATOS TÉCNICOS | | | | | |
| Magnitud: | Volumen | INTERVALO: | 0-1 ml | Resolución: | 1 ml |
| CALIBRACIONES | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | Nº. DE CERTIFICADO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA |
| 2023-05-30 | Azanes Andres Cepeda | 11-LAC-036 | Rogelio Andres Castro | | 2023-05-30 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| VERIFICACIONES | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME DE VERIFICACIÓN | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA |
| 2023-11-30 | Aurelio Iramillo | MAN-VER-3451 | Celi Goku Gonzalez | | 2023-05-08 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| MANTENIMIENTOS | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME N° | MANTENIMIENTO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN |
| | | | | | |
| | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| FECHA | CRITERIO | OBSERVACIONES | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Ilustración 17 Hoja de vida recipiente contenedor

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

4.1.3. Cronómetro.

| HOJA DE VIDA DEL EQUIPO | | | | CÓDIGO | HJ-INS-046 |
|--|----------------------|--|------------------------------|-----------------------|--------------|
| | | | | VERSIÓN | 1 |
| | | | | FECHA | 06-03-2023 |
| Dependencia: | | Laboratorio | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | |
|  | Nombre: | CRONOMETRO | | Estado Actual: | Buena |
| | | | | Código Interno: | PCR-LAB-002 |
| | | | | Análogo / Digital: | Digital |
| | | | | Marca: | Casio |
| | | | | Modelo: | H-13 |
| | | | | Serie: | α2218 |
| | | | | Ubicación: | Laboratorio |
| | | | | Responsable: | Carlos Perez |
| | | | | Accesorios: | N/A |
| | | | | Software: | N/A |
| | | | Proveedor: | NORQUIMCOS | |
| | | | Fecha de Puesta en Servicio: | 2023-01-12 | |
| Recomendaciones: | | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | |
| CONDICIONES DE TRABAJO | | | | | |
| Temperatura: | 20°C | Humedad: | 45% +/- 10% | Tensión eléctrica: | 3v |
| SOFTWARE: | N/A | Instrucciones del fabricante: No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | |
| DATOS TÉCNICOS | | | | | |
| Magnitud: | Tiempo | INTERVALO: | 1 - 100s | Resolución: | 1s |
| CALIBRACIONES | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | No. DE CERTIFICADO | | REVISADO POR | ACEPTACIÓN |
| 2022-05-30 | Juanes Andres Cepeda | 13-LAC-036 | | Rogelio Andres Castro | 2023-05-10 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| VERIFICACIONES | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME DE VERIFICACIÓN | | REVISADO POR | ACEPTACIÓN |
| 2023-11-30 | Aurelio Jaramillo | MAN-VER-3451 | | Celli Golu Gonzalez | 2023-05-08 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| MANTENIMIENTOS | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME N° | MANTENIMIENTO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| FECHA | CRITERIO | | OBSERVACIONES | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

Ilustración 18 Hoja de vida cronómetro

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

4.1.4. Termómetro.

| HOJA DE VIDA DEL EQUIPO | | | | CÓDIGO | HJ-INS-046 | |
|---|----------------------|--|-----------------------|--------------------|---------------|---------|
| | | | | VERSIÓN | 1 | |
| | | | | FECHA | 06-03-2023 | |
| Dependencia: | | Laboratorio | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | |
| Nombre: | TERMOMETRO CON SONDA | Estado Actual: | Bueno | | | |
|  | Código Interno: | PDR-LAB-004 | | | | |
| | Análogo / Digital: | Digital | | | | |
| | Marca: | Labscient | | | | |
| | Modelo: | 10404.1 | | | | |
| | Serie: | LR 44 | | | | |
| | Ubicación: | Laboratorio | | | | |
| | Responsable: | Sandra Villa Lobos | | | | |
| | Accesorios: | N/A | | | | |
| | Software: | N/A | | | | |
| | Proveedor: | OrnLab | | | | |
| Fecha de Puesta en Servicio: | 2022-11-12 | | | | | |
| Recomendaciones: | | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | | |
| CONDICIONES DE TRABAJO | | | | | | |
| Temperatura: | 20 °C | Humedad: | IP67 | Tensión eléctrica: | 1.5 V 120 mAh | |
| SOFTWARE: | N/A | Instrucciones del Fabricante: No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | | |
| DATOS TÉCNICOS | | | | | | |
| Magnitud: | Temperatura | INTERVALO: | -50 °C - 250 °C | Resolución: | 0.1 °C | |
| CALIBRACIONES | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | No. DE CERTIFICADO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA | |
| 2022-05-10 | Juanes Andres Cepeda | 11-LAC-036 | Rogelio Andres Castro | | 2023-05-10 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| VERIFICACIONES | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME DE VERIFICACIÓN | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA | |
| 2022-11-10 | Aurelio Jaramillo | MAN-VER-3455 | Ceñi Goka Gonzales | | 2022-05-08 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| MANTENIMIENTOS | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME N° | MANTENIMIENTO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMO |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| FECHA | CRITERIO | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Ilustración 19 Hoja de vida termómetro

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

4.1.5. Termohigrómetro.

| HOJA DE VIDA DEL EQUIPO | | | | CÓDIGO | HJ-INS-046 |
|---|------------------------------|--|-----------------------|--|------------|
| | | | | VERSIÓN | 1 |
| | | | | FECHA | 06-03-2023 |
| Dependencia: | | Laboratorio | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | |
| Nombre: | TERMohIGROMETRO | Estado Actual: | Bueno | | |
|  | | Código Interno: | PDR-LAB-001 | | |
| | | Análogo / Digital: | Digital | | |
| | | Marca: | ThermoPro | | |
| | | Modelo: | Tp-30 | | |
| | | Serie: | 3320 | | |
| | | Ubicación: | Laboratorio | | |
| | | Responsable: | Andrea Pulido | | |
| | | Accesorios: | N/A | | |
| | | Software: | N/A | | |
| | | Proveedor: | OnLab | | |
| | Fecha de Puesta en Servicio: | 2022-12-12 | | | |
| Recomendaciones: | | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | |
| CONDICIONES DE TRABAJO | | | | | |
| Temperatura: | 20°C | Humedad: | <30% +/- >60% | Tensión eléctrica: | 1.5 v |
| SOFTWARE | N/A | Instrucciones del Fabricante: | | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | |
| DATOS TÉCNICOS | | | | | |
| Magnitud: | Humedad relativa | INTERVALO: | <30% >60% | Resolución: | 1% |
| CALIBRACIONES | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | No. DE CERTIFICADO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA |
| 2022-05-10 | Juanes Andres Cepeda | 11-LAC-035 | Rogelio Andres Castro | | 2023-05-10 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| VERIFICACIONES | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME DE VERIFICACIÓN | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA |
| 2022-11-10 | Aurelio Jacanillo | MAN-VER-3853 | Celi Goka Gonzales | | 2022-05-08 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| MANTENIMIENTOS | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME N° | MANTENIMIENTO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN |
| | | | | | |
| | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| FECHA | CRITERIO | OBSERVACIONES | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Ilustración 20 Hoja de vida termohigrómetro

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

4.1.6. Barómetro.

| HOJA DE VIDA DEL EQUIPO | | CÓDIGO | HJ-INS-046 | | | |
|--|----------------------|--|-----------------------|-----------------|------------|---------|
| | | VERSIÓN | 1 | | | |
| | | FECHA | 06-03-2023 | | | |
| Dependencia: | | Laboratorio | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | |
|  | Nombre: | BAROMETRO | Estado Actual: | Bueno | | |
| | | | Código Interno: | POR-LAB-001 | | |
| | | | Análogo / Digital: | Digital | | |
| | | | Marca: | PCE Instruments | | |
| | | | Modelo: | PCE-PDA A100L | | |
| | | | Serie: | PCE-910 / 917 | | |
| | | | Ubicación: | Laboratorio | | |
| | | | Responsable: | Jose Cardenas | | |
| | | | Accesorios: | N/A | | |
| | | | Software: | N/A | | |
| | | Proveedor: | PCE Instruments | | | |
| | | Fecha de Puesta en Servicio: | 2023-02-12 | | | |
| Recomendaciones: | | No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | | |
| CONDICIONES DE TRABAJO | | | | | | |
| Temperatura: | 50 °C | Humedad: | 40% +/- 10% | | | |
| | | Tensión eléctrica: | 5 v / 500 Ma | | | |
| SOFTWARE | N/A | Instrucciones del fabricante | | | | |
| No dejar caer, no golpear, no ejercer fuerza excesiva, no exponer el instrumento a temperaturas excesivas. | | | | | | |
| DATOS TÉCNICOS | | | | | | |
| Magnitud: | Presión | INTERVALO: | 0 - 200 kPa | | | |
| | | Resolución: | 0,01 kPa | | | |
| CALIBRACIONES | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | No. DE CERTIFICADO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA | |
| 2022-05-08 | Juanes Andres Cepeda | 11-LAC-036 | Rogelio Andres Castro | | 2023-05-10 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| VERIFICACIONES | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME DE VERIFICACIÓN | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMA | |
| 2023-11-08 | Aurelio Izambillo | MAN-VER-1451 | Celi Goka Gonzalez | | 2023-05-08 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| MANTENIMIENTOS | | | | | | |
| FECHA | REALIZADO POR | INFORME N° | MANTENIMIENTO | REVISADO POR | ACEPTACIÓN | PRÓXIMO |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| FECHA | CRITERIO | OBSERVACIONES | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Ilustración 21 Hoja de vida barómetro

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

5. CONCLUSIONES

Según la información obtenida a lo largo de la investigación del proyecto, y con el soporte de la norma NTC/ISO-IEC 17025:2017, se desarrolló un sistema de gestión para un laboratorio de calibración en la magnitud volumen. Obteniendo resultados satisfactorios en pro de la competencia necesaria para un laboratorio de esta magnitud.

Se estructuró satisfactoriamente, cuáles son las condiciones necesarias y la infra estructura, para que el laboratorio pueda prestar los servicios de calibración en la magnitud caudal.

Se definieron indicadores bajo un criterio de aseguramiento metrológico para controlar y mejorar el sistema de gestión, manteniendo la competencia del laboratorio.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Referencias

CAMARA DE COMERCIO DE ARMENIA. Informe demográfico, económico y social.
Disponible <https://camaraarmenia.org.c/>

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/220120InfoDane-Armenia-Quindio.pdf>

BACA URBINA Gabriel. Evaluación de proyectos

POAI- Plan operativo anual de inversiones de la Unidad Central del Quindío
<https://quindio.gov.co/plan-de-desarrollo-departamental/plan-operativo-anual-de-inversion>

ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN - <https://onac.org.co/>

DIRECTORIO NACIONAL DE ACREDITADO <https://onac.org.co/directorio-de-acreditados/>

ISO/IEC 17025:2017 <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-3:v2:es>

Plataforma de búsqueda en línea de ISO: disponible en <http://www.iso.org/obp>

Electropedia de IEC: disponible en <http://www.electropedia.org/>

International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) <http://ilac.org/>

International vocabulary of terms in legal metrology (VIML), OIML V1:2013

<https://www.icontec.org/>

NORMAS SUPRANACIONALES <https://inm.gov.co/web/>

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA <https://inm.gov.co/web/>

GUIAS DE CALIBRACIÓN <https://m.gov.co/web/rcm/guias-de-calibracion/>

<https://sgc-lab.com/guia-para-estimar-la-incertidumbre-de-la-medicion-hecha-para-personas-normales/#:~:text=Y%20%3D%20X1X2,del%20volumen%20u> (SGCLAB.

Guía para estimar incertidumbre, 2022-09-12)

ASTM International. (2014). ASTM E542-01(2014): Standard practice for

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

calibration of laboratory volumetric apparatus. West Conshohocken, PA: ASTM International.

DIN ISO 3696 Agua para uso en laboratorios analíticos

EURAMET/cg-18 Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático

EURAMET/cg-19 Guía para la determinación de la incertidumbre de medida en la calibración gravimétrica de volúmenes

García, R. (2015). Estudio de la precisión y exactitud de las pipetas tipo pistón en un laboratorio de calibración. *Revista de Ciencias Experimentales*, 3(2), 45-53.

González, E. (2019). Evaluación de la exactitud y precisión de la calibración de pipetas volumétricas de pistón (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Córdoba.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) (2015). Guía para la calibración de pipetas volumétricas de pistón (INTI-MN 113:2015). Editorial INTI.

JCGM 100:2008 Evaluación de datos de medición. Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM)

Martínez, A. (2020). Evaluación de la incertidumbre de medición en la calibración de pipetas tipo pistón en un laboratorio de metrología. *Revista Internacional de Calidad y Metrología*, 8(1), 65-76.

<https://www.revistacalidadymetrologia.com/articulo/evaluacion-de-laincertidumbre-de-medicion-en-la-calibracion-de-pipetas-tipo-piston-en-unlaboratorio-de-metrologia>

NTC/ISO 17025: 2017 Requisitos generales para las competencias de laboratorios de ensayo y calibración.

NTC/ISO 8655-6: 2014 Equipos volumétricos accionados mediante pistón. Parte 6: Métodos gravimétricos para la determinación del error de medición.

Organización Internacional de Metrología Legal (2009). Directrices para la calibración de pipetas de volumen variable. Editorial OIML.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN**

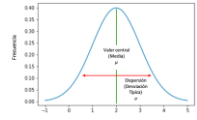
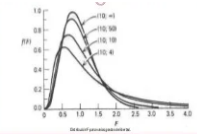
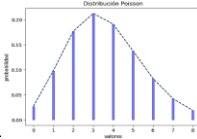
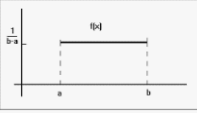
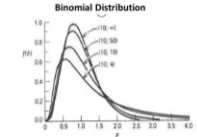
Smith, J. (2010). Calibración de pipetas de volumen variable. En R. García (Ed.), Métodos de calibración en laboratorios (pp. 153-167). Ediciones S.A.

Smith, J. (2018). Evaluación de la incertidumbre de medición en la calibración de pipetas tipo pistón. Revista Internacional de Metrología, 6(2),25-34.
<https://doi.org/10.5555/1234567890>

United States Pharmacopeia Convention. (2018). USP 41-NF 36: Chapter 31, volumetric apparatus. Rockville, MD: USP.


PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

Anexo 2 Estimación de Incertidumbres

| CLASES DE DISTRIBUCIONES | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|---|---|--|---------------------|
| ITEM | CLASE | GRAFICO | EJEMPLO | DEFINICIÓN | FUENTE |
| 1 | Distribución normal |  | $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$ <p>para $-\infty < X < +\infty$</p> | Distribución de probabilidades de una variable aleatoria continua X. es una distribución de variable continua. La función de la distribución correspondiente a esta dada por: | NC-ISO 3534-1: 1999 |
| 2 | Distribución F |  | $f(F; v_1, v_2) = \frac{\Gamma\left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right) \Gamma(v_1)^{-1} \Gamma(v_2)^{-1}}{\Gamma(v_1/2) \Gamma(v_2/2)} \left(\frac{v_1 F}{v_2 + v_1 F}\right)^{v_1/2} \left(\frac{v_2}{v_2 + v_1 F}\right)^{v_2/2} \frac{F^{v_1/2 - 1}}{(v_1 F + v_2)^{(v_1 + v_2)/2}}$ <p>donde F ≥ 0 con parámetros v₁, v₂ = 1, 2, ...;</p> | Distribución de probabilidades de una variable aleatoria continua, que puede tomar cualquier valor desde 0 hasta +∞ y cuya función de densidad de probabilidades es | NC-ISO 3534-1: 1999 |
| 3 | Distribución de Poisson |  | $P_i[X = x] = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$ <p>con x = 0, 1, 2, ..., y parámetro m > 0.</p> | Distribución de probabilidades de una variable aleatoria discreta X | NC-ISO 3534-1: 1999 |
| 4 | Distribución uniforme (rectangular) |  | $P_i(X = x_i) = \frac{1}{n}$ <p>para i = 1, 2, ..., n</p> | La distribución de probabilidades de una variable aleatoria continua, cuya función de densidad de probabilidades es constante dentro de un intervalo finito (a,b) y cero fuera de este intervalo. La distribución de probabilidades de una variable aleatoria discreta | NC-ISO 3534-1: 1999 |
| 5 | Distribución binomial |  | $f(F; v_1, v_2) = \frac{\Gamma\left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right) \Gamma(v_1)^{-1} \Gamma(v_2)^{-1}}{\Gamma(v_1/2) \Gamma(v_2/2)} \left(\frac{v_1 F}{v_2 + v_1 F}\right)^{v_1/2} \left(\frac{v_2}{v_2 + v_1 F}\right)^{v_2/2} \frac{F^{v_1/2 - 1}}{(v_1 F + v_2)^{(v_1 + v_2)/2}}$ <p>donde F ≥ 0 con parámetros v₁, v₂ = 1, 2, ...;</p> <p>x = 0, 1, 2, ..., n; y parámetros n = 1, 2, ...; y 0 < p < 1</p> | Distribución de probabilidades de una variable aleatoria discreta X que puede tomar cualquier valor entero desde 0 hasta n. | NC-ISO 3534-1: 1999 |

Anexo 3 Clases de Incertidumbre

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|----|----|---------------------|------------------------------|--------------|--------------|-------|----------|----------|
|  | INFORME DE MEDICIONES | FM- LAB - 001 2.2 2022-17-03 1 de 1 | | | | | | | | | | |
| DISPOSITIVO DE MEDICIÓN | | | | | | | | | | | | |
| INSTRUMENTO - NOMBRE: | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | | IMAGEN | | | | | | | | | | |
| CODIGO: | No. SERIE: | | | | | | | | | | | |
| TIPO: | INTERVALO | | | | | | | | | | | |
| MARCA: | RESOL | | | | | | | | | | | |
| MODELO: | CLASE | | | | | | | | | | | |
| INSTRUMENTO CALIBRADO DESDE: | | | HASTA | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MENSURANDO | | | | | | | | | | | | |
| MAGNITUD | Medir el variación del soporte circular en cinco puntos diferentes, tres veces cada uno | | | | | | | | | | | |
| UNIDAD DE MEDIDA | | | | | | | | | | | | |
| VALOR DE REFERENCIA | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONES AMBIENTALES DE MEDICIÓN | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA: | | OTRAS: | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD: | | | | | | | | | | | | |
| LECTURAS OBTENIDAS | | | | | | ANÁLISIS DE ERRORES | | | | | | |
| COTA | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | | SUMA | VALOR MÁXIMO | VALOR MÍNIMO | RANGO | PROMEDIO | DESV STD |
| Area 1 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 2 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 3 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 4 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 5 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 6 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 7 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 8 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 9 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| Area 10 | | | | | | | 0.00 | | | | #iDIV/0! | #iDIV/0! |
| RANGO PROMEDIO | | #iDIV/0! | PROMEDIO DE PROMEDIOS | | | #iDIV/0! | PROMEDIO DESVIACIÓN ESTANDAR | | | | #iDIV/0! | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | |
| La desviación estandar no es alta comparandola con la media que es 7,32, es deir que la mayor parte de los datos de esta muestra fienden a estar agrupados cerca de su media La dispersion de los datos es de 0,11 La mayor dispersion, media y desviacion estandar se da en el area 1 La menor dispersion, media y desviacion se da en el area 2 | | | | | | | | | | | | |
| | ELABORADO POR | | | | | | APROBADO POR | | | | | |
| FIRMA | <i>Jenny Quiroga</i> | | | | | | KAROLIN VEGA | | | | | |
| NOMBRE | JENNY QUIROGA | | | | | | KAROLIN VEGA | | | | | |
| FECHA | 2024-17-06 | | | | | | 2024-17-06 | | | | | |

Anexo 4 Informe de mediciones

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

| MICROPPITTE LABORATORY | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------|-------------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------|---------------|
| INICIO DEL CERTIFICADO | | | ISO/IEC 17025:2017 | | | | Pág. 1 de 2 | | |
| CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN RELOJ COMPARADOR -654-2022 | | | | | | | | | |
| Cliente: | | CMLAB SAS | | | Instrumento | | Comparador de caratula | | |
| Dirección | | Avenida Carrera 30 #15-53 | | | Modelo | | Mitutoyo | | |
| Ciudad | | BOGOTÁ | | | Número de serie | | 5874-2452-4 | | |
| Nombre de Contacto | | PAOLA CONTRERAS | | | Div. de escala | | 0,01 mm | | |
| Contacto | | | | | Intervalo de medición | | (0 - 20) mm | | |
| Fecha de Recepción | | 2024-07-14 | | | Código Int. Cliente | | COMP/CARAT 0250 | | |
| Fecha de Calibración | | 2024-07-20 | | | | | | | |
| Fecha de Emisión | | 2024-07-21 | | | | | | | |
| MÉTODO DE CALIBRACIÓN | | | | | | | | | |
| La calibración del comparador de caratula se realizó por comparación directa contra bloques patrón longitudinales. Usando como referencia la norma JIS B 7502:2016 Micrómetros. (No. 5.2.2.2.b apartados 1, 2, 4, 5.3.2.1, 5.3.2.2). | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| PATRON | L1 | L2 | L3 | L4 | PROMEDIO | ERROR (mm) | | | |
| 1.6 | 1.61 | 1.61 | 1.61 | 1.61 | 1.61 | 0.001 | | | |
| 4 | 3.95 | 4.01 | 4.01 | 4.01 | 4 | -0.005 | | | |
| 6 | 5.95 | 6.01 | 6.01 | 6.01 | 6 | -0.005 | | | |
| 10 | 9.94 | 10.01 | 10.01 | 10.01 | 9.99 | -0.0075 | | | |
| 12 | 11.95 | 12.01 | 12.01 | 12.01 | 12 | -0.005 | | | |
| 15 | 14.95 | 15.02 | 15.01 | 15.01 | 15 | -0.0025 | | | |
| 16 | 15.95 | 16.01 | 16.01 | 16.01 | 16 | -0.005 | | | |
| ERRORES | | | | | | | | | |
| ERROR MAXIMO PERMITIDO 0.028 mm | ERROR MAXIMO 0.00 mm | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| INCERTIDUMBRE | | | | | | | | | |
| 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| 0.141094346 | 0.141094346 | 0.141094347 | 0.141094344 | 0.141094349 | 0.141094346 | 0.141094344 | 0.141094343 | 0.141094342 | 0.14109441094 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | |
| Tabla 2.7 Patrones de Caratulas patrón de longitudinales (Caratulas de caratulas) | | | | | | | | | |
| Grados de libertad | 98.27 | 99 | 95 | 95.45 | 99 | 99.73 | | | |
| 1 | 1.64 | 0.21 | 12.71 | 13.87 | 03.66 | 206.80 | | | |
| 2 | 1.32 | 2.92 | 4.30 | 4.33 | 9.92 | 18.21 | | | |
| 3 | 1.20 | 2.26 | 3.18 | 3.21 | 9.84 | 9.22 | | | |
| 4 | 1.14 | 2.13 | 2.79 | 2.82 | 4.60 | 6.62 | | | |
| 5 | 1.11 | 2.02 | 2.67 | 2.66 | 4.03 | 5.61 | | | |
| 6 | 1.09 | 1.94 | 2.45 | 2.52 | 3.71 | 4.90 | | | |
| 7 | 1.08 | 1.88 | 2.36 | 2.43 | 3.60 | 4.39 | | | |
| 8 | 1.07 | 1.86 | 2.31 | 2.37 | 3.38 | 4.29 | | | |
| 9 | 1.06 | 1.82 | 2.28 | 2.32 | 3.25 | 4.09 | | | |
| 10 | 1.06 | 1.81 | 2.23 | 2.29 | 3.17 | 3.86 | | | |
| 11 | 1.06 | 1.80 | 2.20 | 2.26 | 3.11 | 3.65 | | | |
| 12 | 1.04 | 1.79 | 2.18 | 2.23 | 3.06 | 3.76 | | | |
| 13 | 1.04 | 1.77 | 2.16 | 2.21 | 3.01 | 3.64 | | | |
| 14 | 1.04 | 1.76 | 2.14 | 2.20 | 2.98 | 3.64 | | | |
| 15 | 1.03 | 1.76 | 2.13 | 2.18 | 2.96 | 3.68 | | | |
| 16 | 1.03 | 1.75 | 2.12 | 2.17 | 2.92 | 3.54 | | | |
| 17 | 1.03 | 1.74 | 2.11 | 2.16 | 2.90 | 3.51 | | | |
| 18 | 1.03 | 1.73 | 2.10 | 2.15 | 2.88 | 3.48 | | | |
| 19 | 1.03 | 1.73 | 2.09 | 2.14 | 2.86 | 3.45 | | | |
| 20 | 1.03 | 1.72 | 2.09 | 2.13 | 2.85 | 3.42 | | | |
| 25 | 1.02 | 1.71 | 2.06 | 2.11 | 2.79 | 3.23 | | | |
| 30 | 1.02 | 1.70 | 2.04 | 2.09 | 2.75 | 3.27 | | | |
| 35 | 1.01 | 1.70 | 2.03 | 2.07 | 2.72 | 3.23 | | | |
| 40 | 1.01 | 1.68 | 2.02 | 2.06 | 2.70 | 3.20 | | | |
| 45 | 1.01 | 1.68 | 2.01 | 2.06 | 2.68 | 3.18 | | | |
| 50 | 1.01 | 1.68 | 2.01 | 2.06 | 2.68 | 3.16 | | | |
| 100 | 1.006 | 1.660 | 1.984 | 2.026 | 2.626 | 3.077 | | | |
| ∞ | 1.000 | 1.646 | 1.960 | 2.000 | 2.576 | 3.000 | | | |
| Firmas Autorizadas | | | | | | | | | |
| Autorizado Por: | Elaborado Por: | Revisado Por: | | | | | | | |
| ANA MARIA TORRES | PAOLA CONTRERAS | JUAN DAVID LOPEZ | | | | | | | |
| Director Laboratorio | Técnico Especialista | Técnico Senior | | | | | | | |
| RESULTADOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| CONDICIONES AMBIENTALES | Mínima | Máxima | Platicidad | | | | | | |
| Temperatura °C | | | Topo | | | | | | |
| Humedad Relativa %HR | | | Husillo | | | | | | |
| LUGAR DE CALIBRACIÓN | | | Paralelismo | | | | | | |
| SENA Centro de Gestión Industrial Avenida Carrera 30 #15-53 | | | No aplica | | | | | | |
| PATRONES UTILIZADOS | | | | | | | | | |
| EQUIPO | JUEGO DE BLOQUES PATRÓN | TERMO-HIGROMETRO | | | | | | | |
| MARCA | Mitutoyo | CONTROL COMPANY | | | | | | | |
| MODELO | Rectangular para comparador de caratula | 4093 | | | | | | | |
| SERIAL | 516-106-60 | 101432453 | | | | | | | |
| BLOQUES INCLUIDOS EN EL JUEGO | De acero 2,5, 5, 7, 10, 3, 12, 9, 15, 17, 6, 20, 2, 22, 8, 25mm. Paralelo Óptica (esp = 12mm) | (10 a 50) °C | | | | | | | |
| CERTIFICADO No. | LML-0251-19 | CMK-TH-22048 | | | | | | | |
| ORGANISMO DE CALIBRACIÓN | EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES | COLMETRIK | | | | | | | |
| VIGENCIA CERTIFICADO | 2023-11-26 | 2023-12-01 | | | | | | | |
| INTERVALO DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| Valor nominal (mm) | Error Promedio (µm) | k | U [*] (µm) | | | | | | |
| 0.0 | 0.00 | 2.0 | 0.59 | | | | | | |
| 2.5 | 0.00 | 2.0 | 0.59 | | | | | | |
| 2.7 | 0.00 | 2.0 | 0.59 | | | | | | |
| 10.3 | 0.00 | 2.0 | 0.59 | | | | | | |
| 12.9 | 0.00 | 2.0 | 0.59 | | | | | | |
| 15.0 | 0.00 | 2.0 | 0.59 | | | | | | |
| 17.6 | 0.00 | 2.0 | 0.59 | | | | | | |
| 20.2 | 0.40 | 2.0 | 0.72 | | | | | | |
| 22.8 | 0.00 | 2.0 | 0.59 | | | | | | |
| 25.0 | 0.40 | 2.0 | 0.73 | | | | | | |
| Insertar grafico | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | |
| TRAZABILIDAD | | | | | | | | | |
| **FIN DEL CERTIFICADO** | | | | | | | | | |

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICO PARA LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO
VOLUMÉTRICO MONOCANAL ACCIONADO MEDIANTE PISTÓN

| | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | DATOS DEL INSTRUMENTO | |
| | NOMBRE: | |
| | MARCA: | |
| | SERIE: | |
| | MODELO: | |
| | MAGNITUD: | |
| | UBICACIÓN: | |
| | ANALÓGICO: <input type="checkbox"/> | DIGITAL: <input type="checkbox"/> |
| CLASE DE DAÑO DEL INSTRUMENTO | | |
| DANO | | |
| SI | NO | |
| Produce resultados de medición incorrectos. | | |
| Sobrecargado. | | |
| Ser manipulado incorrectamente. | | |
| Tiene su sello o salvaguarda roto o dañado. | | |
| Daños físicos. | | |
| Otro: | | |
| Observaciones: | | |

Anexo 6 Formato de instrumento en daño