

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica



**DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LAS MEDICIONES
SEGÚN LA NORMA ISO 10012:2007 EN UNA EMPRESA
DEDICADA A LA CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y
REPARACIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE MEDICIÓN,
AREQUIPA 2020.**

Tesis presentada por el bachiller:

Rodríguez Portilla Carlos Ernesto

Para optar al Título Profesional de:

**Ingeniero Electrónico con
especialidad en Automatización y
Control**

Asesor:

**Mg. Malaga Chavez Cesar
Eduardo**

Arequipa - Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA ELECTRONICA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 18 de Agosto del 2021

Dictamen: 002207-C-EPIE-2021

Visto el borrador del expediente 002207, presentado por:

2013203821 - RODRIGUEZ PORTILLA CARLOS ERNESTO

Titulado:

DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LAS MEDICIONES SEGÚN LA NORMA ISO 10012:2007 EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE MEDICIÓN, AREQUIPA 2020.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1531 - RIVERA CHAVEZ VICTOR HUGO
DICTAMINADOR**



**1691 - QUISPE YAUYO JUAN MEDARDO
DICTAMINADOR**



**2465 - ZEGARRA GAGO HENRY CHRISTIAN
DICTAMINADOR**





DEDICATORIA

A Dios, por guiarme por el buen camino y poniendo buenas personas para seguir adelante.

A mis padres y hermano, por estar siempre apoyándome incondicionalmente, para lograr mis metas, sueños con fuerza y dedicación.

A toda mi familia y amigos, por sus consejos y apoyo para crecer cada día más.

A los docentes que supieron guiarme con paciencia y rectitud para ser una gran persona y un buen profesional.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por guiarme y ponerme en el camino a grandes personas como mi familia y amigos, para poder darme fuerzas y aliento en los momentos difíciles.

Muchas gracias a mis padres y hermano, por su apoyo apropiado, con valores y educación apropiada, para enfrentar el camino de la vida y cumplir mis metas y sueños.

Gracias amigos, por su apoyo que me brindaron, fue sumamente importante, siempre dándome muy buenos consejos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo diseñar un Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 en una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos de medición, Arequipa 2020.

La investigación es de tipo aplicada con un nivel descriptiva. En el estudio se utilizó la lista chequeo para la revisión de los requisitos de la norma INTE ISO 10012: 2007, para realizar el diagnóstico de la empresa.

Luego de analizados los resultados del diagnóstico y de los requisitos necesarios para la implementación y basándose en la definición de requisitos, los elementos técnicos que componen al SGM, la elaboración documentos necesarios en el SGM, la capacitación del personal, el seguimiento al sistema de gestión de las mediciones mediante auditoria y autoinspección y revisión por la dirección y el mejoramiento del sistema de gestión de las mediciones se presentó un diseño de Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 en una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos de medición.

Palabras claves: Sistema de Gestión de las Mediciones, NORMA ISO 10012:2007, Calibración.

ABSTRACT

The present research work aims to design a Measurement Management System according to the ISO 10012: 2007 STANDARD in a company dedicated to the calibration, maintenance and repair of electronic measurement equipment, Arequipa 2020.

The research is of an applied type with a descriptive level. In the study, the checklist was used to review the requirements of the INTE ISO 10012: 2007 standard, to carry out the diagnosis of the company.

After analyzing the results of the diagnosis and the necessary requirements for implementation and based on the definition of requirements, the technical elements that make up the SGM, the preparation of necessary documents in the SGM, staff training, monitoring of the management system of the measurements by means of audit and self-inspection and review by the management and the improvement of the measurement management system, a Measurement Management System design was presented according to the ISO 10012: 2007 STANDARD in a company dedicated to calibration, maintenance and repair of electronic measuring equipment.

Keywords: Measurement Management System, ISO 10012: 2007, Calibration.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como Título: “Diseño del Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 en una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos de medición, Arequipa 2020”.

Con este trabajo, se desea obtener los conocimientos necesarios para lograr el diseño de un sistema de gestión de mediciones de acuerdo a lo estipulado en la normativa NORMA ISO 10012:2007, así como los requisitos, políticas, objetivos, instrumentos o indicadores que deben ser establecidos con tal finalidad. Todo esto para diseñar correctamente un sistema eficiente de gestión de las mediciones asegurando que los equipos y procesos de medición sean acordes a su utilización y señalando la importancia para lograr obtener los objetivos de calidad del equipo.

La tesis se encuentra estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I: se presenta el Planteamiento del Problema, la Justificación de la realización del estudio, los objetivos a alcanzar, la hipótesis, variables, tipo y nivel de investigación. El capítulo II: comprende el Marco Teórico, en el cual se presenta una descripción general de la norma ISO y de un sistema de gestión de mediciones.

Capítulo III: se desarrolla la definición y pasos de la calibración de instrumentos.

Capítulo IV: comprende los resultados de la investigación, mediante las generalidades de la organización, el diagnóstico y los requisitos necesarios para la implementación del SGM. Y, por último, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexos de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
CAPITULO I. 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Título	1
1.2. Descripción del problema	1
1.3. Formulación del problema	2
1.3.1. Problema principal	2
1.3.2. Problemas específicos	2
1.4. Justificación	3
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo principal	4
1.5.2. Objetivos específicos	4
1.6. Hipótesis	4
1.7. Variables	5
1.7.1. Variable independiente	5
1.7.2. Variable dependiente	5
1.7.3. Operacionalización de variables	5
1.8. Diseño de investigación	5
1.8.1. Tipo de investigación	6
1.8.2. Técnicas de Investigación	7
1.9. Nivel de investigación	7
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Norma ISO	9
2.2. Sistema de Gestión de las Mediciones	16
CAPITULO III. CALIBRACIÓN	22
3.1. Definición	22
3.2. Pasos para realizar la calibración de un instrumento	26

CAPITULO IV. RESULTADOS	29
4.1. Generalidades.....	29
4.2.1. Misión.....	30
4.2.2. Visión	30
4.2.3. Valores.....	31
4.2.4. Organigrama.....	31
4.2.5. Política de Calidad.....	31
4.2.6. Objetivos de calidad	32
4.2.7. Servicios que ofrece	33
4.2. Diagnostico	33
4.2.1. Capítulos de la norma	34
4.3. Requisitos para la implementación	37
4.3.1. Etapa I: Definición de los requisitos, alcance y responsabilidades.....	39
4.3.2. Etapa II: Diseño de los elementos técnicos del SGM.....	41
4.3.3. Etapa III: Implantación.....	45
4.3.4. Etapa IV: Seguimiento y Mejora.....	49
4.3.5. Rediseño.....	50
4.4. Análisis financiero	50
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES	58
REFERENCIA.....	59
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipo patrón utilizado.....	23
Tabla 2. Servicios que ofrece la empresa.....	33
Tabla 3. Resumen de lista de chequeo ISO 10012:2007.....	33
Tabla 4. Responsabilidades del personal involucrado en el diseño sistema de gestión de las mediciones.	41
Tabla 5. Capacitaciones.....	47
Tabla 6. Flujo de caja neto.....	50
Tabla 7. Cálculo de los costos, beneficios y flujo de caja actualizado.....	51
Tabla 8. Cálculo de VAN, TIR y B/C.....	52
Tabla 9. Tiempo de retorno de capital.....	54
Tabla 10. Flujo de caja años (2018, 2019 y 2020).....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de Sistema de Gestión para las mediciones.	11
Figura 2. Jerarquía de documentos del Sistema de Gestión para las mediciones.	12
Figura 3. Proceso de confirmación metrológica del equipo de medición.	14
Figura 4. Composición del sistema de medición.	16
Figura 5. Trazabilidad y jerarquía de los patrones.....	25
Figura 6. Proceso de calibración de un instrumento.....	27
Figura 7. Organigrama	31
Figura 8. Resumen de lista de chequeo ISO 10012:2007	34
Figura 9. Etapas del procedimiento para el diseño del sistema de gestión de las mediciones.....	38
Figura 10. Selección de los requisitos y normas para el diseño del SGM.....	39
Figura 11. Política, objetivos e indicadores del SGM.....	42
Figura 12. Diagrama de flujo – Proceso de medición	43
Figura 13. Documentos necesarios en el SGM	46

CAPITULO I.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Título

“Diseño del Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 en una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos de medición, Arequipa 2020.”

1.2. Descripción del problema

SERVITECC E.I.R.L. es una compañía de origen familiar fundada en el año 2006. El objetivo de la organización es ofrecer servicios de venta, mantenimiento y calibración de instrumentos, equipos y/o medios de medición electrónicos, brindando una alta atención en toda la zona ubicada al sur del Perú como: Madre de Dios, Apurímac y Cusco.

SERVITECC E.I.R.L. está dirigido a un sector industrial haciendo uso de método directo, siempre buscando la satisfacción de los usuarios y pensando en las necesidades de ellos, brindando sugerencias para asegurar el factor metrológico garantizando una calidad superior en el manteniendo y calibración de balanzas, termómetros industriales, equipos de medición, estufas, incubadoras, etc.

Como medida estratégica tomada por la empresa es con el fin de lograr mayor confianza en los clientes; la organización decide que para mejorar los

procesos de calibración, medición y reparación necesita a través del diseño de Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007.

Para lo con este proyecto se pretende Diseñar un Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 en una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos de medición, Arequipa 2020.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿Cuál será el diseño del Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 en una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos de medición, Arequipa 2020?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo es la situación de la empresa mediante la utilización de la lista de verificación de la norma ISO 10012:2007?
- ¿Cuáles son los requisitos generales para el establecimiento del sistema de aseguramiento metrológico en conforme a la norma ISO 10012:2007?
- ¿Cuáles son procedimientos técnicos para la calibración de equipos electrónicos de medición?
- ¿Cuál es el procedimiento para el diseño del sistema de gestión de las mediciones para la empresa?

1.4. Justificación

El proceso de medición requiere de ciertos requisitos cuando se pretende que este cumpla con ciertos parámetros establecido a nivel internacional e internacional. Además, se rigüe bajo unas normas propias las cuales fueron diseñadas con la finalidad de ofrecer confianza dentro del proceso de medición.

Como parte del proceso de reconocimiento internacional de las capacidades de calibración, mantenimiento y reparación de equipos de medición electrónica de una empresa dedicada que está interesada y ve como una necesidad establecer un sistema de aseguramiento metrológico a través del cual se logre garantizar y tomar el control de las diferentes etapas que se lleven a cabo en todo el proceso de medición, además de poder contar con una confirmación metrológica en los equipos que se empleen para realizar las mediciones electrónicas, cumpliendo de esta manera con todos los requisitos exigidos por la norma ISO 10012:2007.

Por otro lado, este trabajo pretende crear una metodología que permita alcanzar los objetivos de la calidad del producto ofrecido por la empresas y de esta forma minimizar las no conformidades en el sistema de medición, logrando de esta manera ofrecer un servicio de calidad.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo principal

Diseñar un Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 en una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos de medición, Arequipa 2020.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación de la empresa mediante la utilización de la lista de verificación de la norma ISO 10012:2007.
- Determinar los requisitos generales para el establecimiento del sistema de aseguramiento metrológico en conforme a la norma ISO 10012:2007.
- Elaborar procedimientos técnicos para la calibración de equipos electrónicos de medición.
- Proponer el procedimiento para el diseño del sistema de gestión de las mediciones para la empresa.

1.6. Hipótesis

Dado que según la NORMA ISO 10012:2007 estandariza los procesos.

Es probable que el diseño del Sistema de Gestión de medición mejore los procesos de calibración, medición y reparación de equipos de medición electrónica.

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

NORMA ISO 10012:2007

1.7.2. Variable dependiente

Gestión de las Mediciones

1.7.3. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Variable independiente: Norma ISO 10012: 2007	4.- Requisitos Generales.	4.1 Generalidades	Lista de verificación	Check List
	5.- Responsabilidad de la dirección	5.2 enfoque al cliente		
		5.3 objetivos de la calidad		
		5.4 revisión por la dirección		
	6.- Gestión de los recursos	6.1 recursos humanos		
		6.2 recursos de información		
		6.3 recursos materiales		
		6.4 proveedores externos		
	7.- Medición	7.1 confirmación metrológica		
		7.2 proceso de medición		
7.3 incertidumbre de la medición				
8. Análisis y mejora del sistema de gestión de las mediciones	8.1 Mejoras			
Variable dependiente: Gestión de las mediciones	Equipos de medición	Masa	Observación	Ficha de recolección
		Equipos de Temperatura		
		Equipos de Longitud		
		Equipos de Fuerza y Presión		
		Electricidad		

Fuente: Elaboración propia

1.8. Diseño de investigación

En 2014, Hernández, Fernández y Baptista [14], “el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para aprobar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”. De igual forma los autores afirman que el “enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación”.

Tomando como base lo indicado por los autores, la presente investigación posee un enfoque mixto, debido a que utilizarán ambos enfoques para analizar las en estudio.

La presente investigación posee un diseño no experimental debido a que el investigador observará los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo. [11]

1.8.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicado ya que se buscarán soluciones a problemas planteadas, basándose en Gestión de las mediciones según la Norma ISO 10012: 2007

Según Arias (2012), “la observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la

sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. [12]

La investigación tipo aplicada es aquella que se encuentra enmarcada en la búsqueda de un mejoramiento de la situación actual, usando los resultados descubiertos y la teoría estudiada para realizar un planteamiento de soluciones a la problemática estudiada con el fin de obtener un bienestar social. [16]

1.8.2. Técnicas de Investigación

Según Arias (2012), “la observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. [13]

De igual manera se utilizó la revisión documental o bibliográfica para obtener toda la información relevante para la realización de la investigación.

1.9. Nivel de investigación

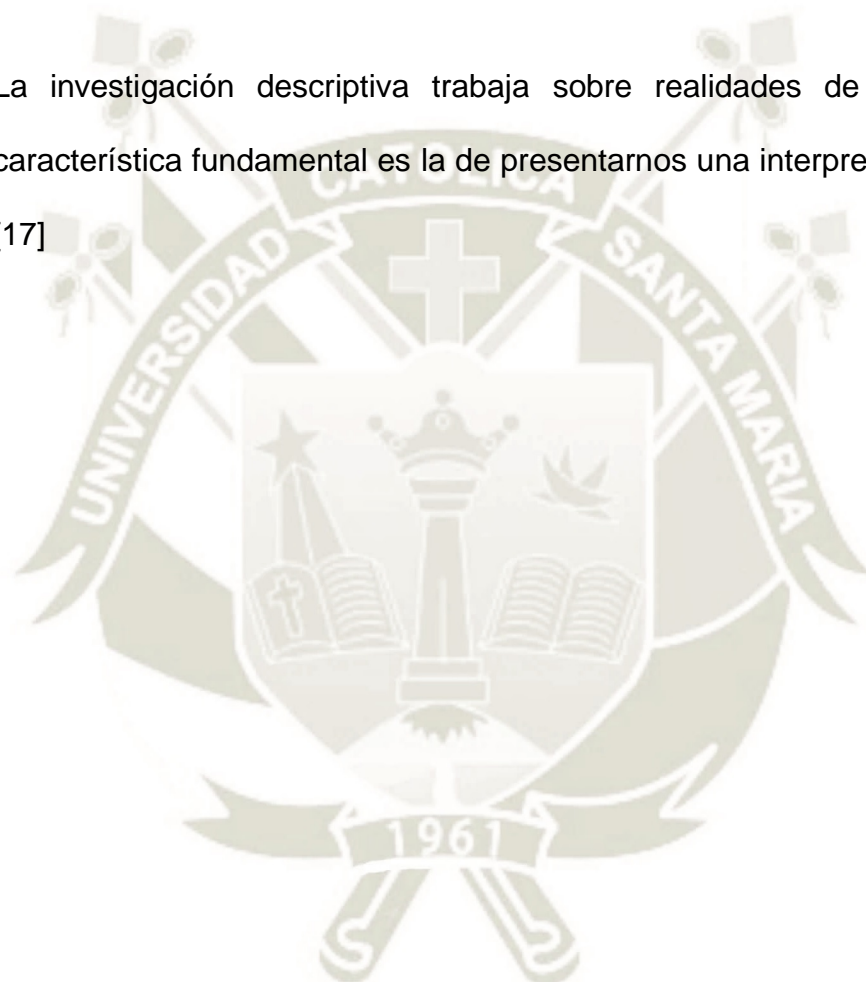
La investigación es de tipo descriptivo ya que se caracterizará el contenido a investigar, hallándose las características en cada proceso de la empresa, basándose en Gestión de las mediciones según la Norma ISO 10012: 2007.

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio de cuenta a la profundidad de los conocimientos se refiere.

[10]

La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.

[17]



CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Norma ISO

Las normas ISO son un acumulado de normas que se orientan a establecer la gestión de una empresa en sus diversos espacios. El alto nivel competitivo internacionalmente acentuado por el proceso globalizador de la economía, el mercado, el poder e importancia que ha tomado la figura y la opinión de los consumidores o clientes, ha favorecido que dichas normas, a pesar de su carácter voluntario, han ganado un gran reconocimiento y aprobación internacional. Las normas ISO son determinadas por el Organismo Internacional de Estandarización (ISO), y están compuestas de estándares y guías concernientes con sistemas y herramientas definidas de gestión aplicables a cualquier organización. [1]

2.2.1. Ventajas de las normas ISO para las empresas

- Suministran elementos útiles para que una organización alcance y logre mantener óptimos niveles de calidad en el producto o servicio.
- Ayudan a satisfacer los requerimientos de un cliente exigente.
- Permite la reducción de costos en las empresas, consiguiendo una mejor rentabilidad y aumentando la productividad.
- Constituye uno de los instrumentos más eficaces para lograr obtener una ventaja competitiva.

- Disminuir el rechazo o incidencias en la fabricación de productos o al momento de prestar servicios.
- Realizar la mejora continua de los procesos.
- Adquirir un mejor y mayor acceso a los grandes clientes y a mercados internacionales. [1]

2.2.2. NORMA INTE/ISO 10012:2007

La norma ISO 10012 aplica para cualquier tipo de organización que contemple en su operación procesos de medición. Es una herramienta que conduce al usuario en el proceso de implantación del sistema de gestión de mediciones ISO 10012 con mínima capacitación, de manera simple, ordenada, confiable, esbelta y en el menor tiempo posible.

Esta norma contiene requisitos para implantar un sistema de gestión de las mediciones, basado en el ciclo de mejora continua y con un claro enfoque a procesos, lo que favorece su integración en el sistema de gestión global de las organizaciones. [2]

2.2.3. Contenido de la NORMA INTE/ISO 10012:2007

Esta norma establece 4 requisitos fundamentales, los cuales son los ejes primordiales para el diseño e implementación de un sistema de gestión de las mediciones. [3]

Los capítulos son los siguientes:

- **Capítulo 5:** En este capítulo se establecen las responsabilidades de la dirección, requisitos de los clientes, revisiones por la dirección y objetivos de calidad.
- **Capítulo 6:** En este se establecen los lineamientos que deben seguirse para realizar una buena gestión de recursos, procedimientos, software a utilizar, proveedores, equipos de medición, entre otros.
- **Capítulo 7:** Se exponen los lineamientos asociados a la calibración de equipos, incertidumbre y trazabilidad, registros de diseños, entre otros.
- **Capítulo 8:** Se establecen las políticas de auditorías, control de equipos de no conformidades y mejora continua.



Figura 1. Modelo de Sistema de Gestión para las mediciones.

Fuente: [4]

2.2.4. Documentación según la NORMA INTE/ISO 10012:2007

La jerarquía de documentos que requiere norma es la siguiente:

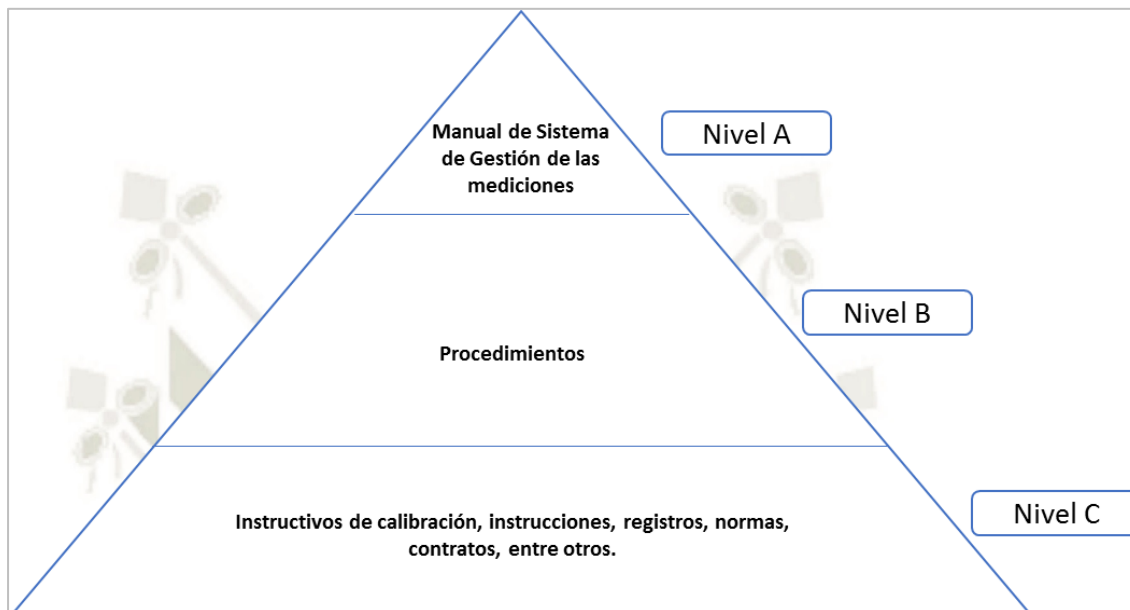


Figura 2. Jerarquía de documentos del Sistema de Gestión para las mediciones.

Fuente: [4]

2.2.5. Requisitos técnicos para la aplicación de la NORMA INTE/ISO 10012:2007

Los requisitos generales para aplicación de la norma son los siguientes:

- **Selección de instrumentos de medición:**

Los instrumentos a ser seleccionados se deben tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

- Exactitud e incertidumbre requerida por el instrumento
- Magnitud física a medir.
- Numero de mediciones que realizará

- Valor nominal del instrumento
- Condiciones de funcionamiento
- Tiempo para cada medición.

Es decir, se debe especificar una lista detallada de los instrumentos a realizar la calibración, mantenimiento y/o reparación.

- **Confirmación metrológica de los instrumentos de medición:**

Se refiere al conjunto de operaciones que se realizan para asegurar que el instrumento de medición cumple con los requisitos para su uso. Tiene como objetivo asegurar que los instrumentos a utilizar tengan el uso adecuado y se cumplan con la documentación necesaria para su utilización. [4]

Los resultados del proceso de verificación deben ser recopilados en un documento, los cuales podrán ser verificados en cualquier momento. El diagnóstico del equipo debe ser informado o notificado en una etiqueta que indique el estado en el que se encuentre y las reparaciones que necesite.

Es decir, se debe cumplir con el siguiente flujo para que se cumpla este requisito:

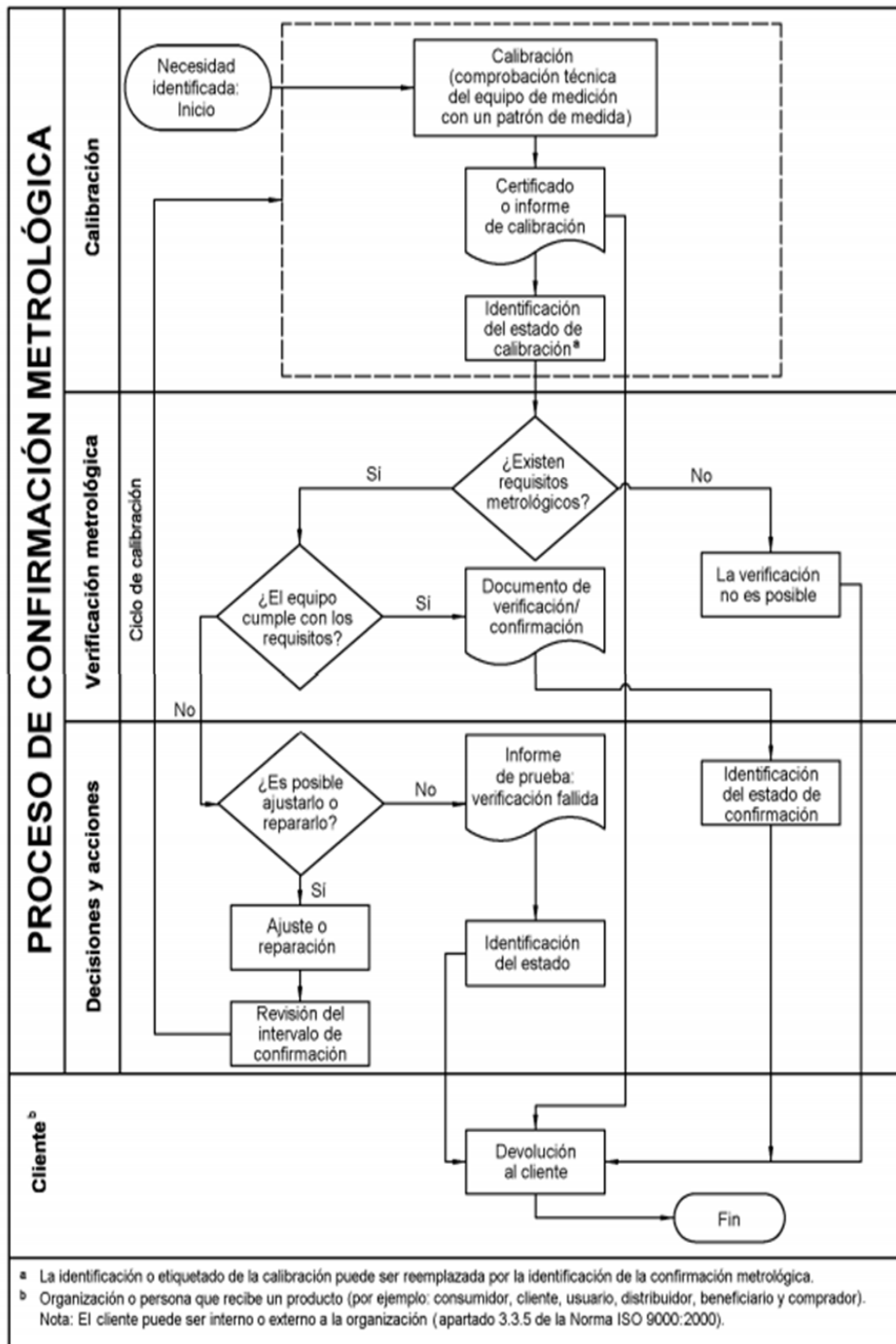


Figura 3. Proceso de confirmación metrológica del equipo de medición.

Fuente: [4]

- **Requisitos metrológicos específicos:**

Son las necesidades en específico que debe tener un instrumento y debe cumplirse a cabalidad, basándose específicamente en las necesidades que tenga el cliente y los requisitos legales que deba cumplirse según sea el instrumento a calibrar.

- **Realización del proceso de medición**

En esta etapa se deben documentar y validar las actividades que se realicen, ya que la validación que se realice dará soporte a la calibración que se realice, basándose en que debe ser realizado con calidad y eficiencia.

- **Incertidumbre de la medición:**

Este indicador proporciona una magnitud física que indica la calidad del resultado. Permite comparar los resultados con valores referenciales. Esta información debe estar disponible y de fácil entendimiento para los usuarios.

- **Trazabilidad:**

Es el resultado de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, contribuyendo directamente con la incertidumbre de la medida.

2.2.6. Materiales de referencia

Es un material de referencia certificado el cual ayuda a garantizar la trazabilidad del equipo.

2.2. Sistema de Gestión de las Mediciones

Un sistema eficaz de gestión de las mediciones asegura que el equipo y los procesos de medición son adecuados para su uso previsto y es importante para alcanzar los objetivos de la calidad del producto y manejar el riesgo de obtener resultados de medición incorrectos. [2]

El objetivo de un sistema de gestión de las mediciones es el manejo del riesgo de que los equipos y procesos de medición pudieran producir resultados incorrectos que afecten a la calidad del producto de una organización. Los métodos utilizados para el sistema de gestión de las mediciones van desde la verificación del equipo básico hasta la aplicación de técnicas estadísticas en el control del proceso del proceso de medición. [2]

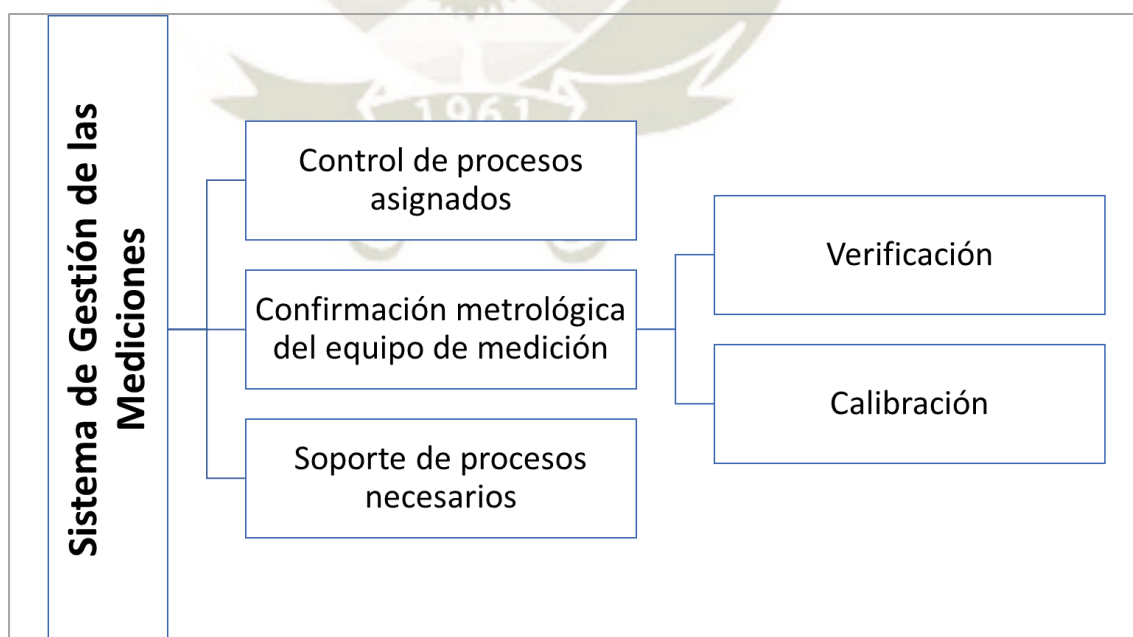


Figura 4. Composición del sistema de medición.

Fuente: [5]

2.2.1. Medición

El concepto de medición se define como "el resultado de una comparación cuantitativa, entre un patrón predefinido y una magnitud desconocida", si el resultado va a ser significativo, dos condiciones deben reunirse en el acto de medir y éstos son:

- Que el patrón usado para la comparación sea conocido y aceptado comúnmente.
- El procedimiento y los aparatos empleados para obtener la comparación, deben ser comprobables.

Entre el concepto de medición anteriormente citado y otros que existen, se tienen en común la acción de comparar, por lo que con frecuencia se dice que "medir significa comparar correctamente".

[5]

Es el conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar un valor de una magnitud, las mismas que pueden realizarse en forma automática. En cualquier proceso de medición, mientras más mediciones se realicen más calidad y rigor metrológico tendrá el proceso de medición ofreciendo un resultado más confiable que facilitará tomar decisiones más certeras. Desde el punto de vista técnico, un número mayor de mediciones aumentará los grados de libertad del proceso de medición y permitirá tener más información

sobre el comportamiento del mensurando (error de indicación, corrección, valor convencionalmente verdadero, etc.), la influencia de efectos aleatorios y sistemáticos y la incidencia de magnitudes influyentes. [15]

2.2.2. Metrología

La metrología es probablemente la ciencia más antigua del mundo y el conocimiento sobre su aplicación es una necesidad fundamental en la práctica de todas las profesiones con sustrato científico ya que la medición permite conocer de forma cuantitativa, conocer las propiedades físicas y químicas de los objetos. En su generalidad, trata del estudio y aplicación de todos los medios propios para la medida de magnitudes, tales como: longitudes, ángulos, masas, tiempos, velocidades, potencias, intensidades de corriente, temperaturas y presión para nuestro caso. El progreso en la ciencia siempre ha estado íntimamente ligado a los avances en la capacidad de medición. [2]

2.2.3. Importancia de la Metrología

La importancia reside en que diversas de las actividades realizadas por los seres humanos demandan realizar mediciones, una muestra de ello, evaluar el lapso de tiempo a través de un reloj, evaluar el peso de un objeto usando una balanza, evaluar la temperatura de un ambiente determinado con el uso del termómetro, etc. Estas medidas se deben de realizar de forma

correcta y poseer una confiabilidad verdaderamente apta ya que de no ser de esta manera la diversidad de decisiones que se puedan tomar a raíz de dichas mediciones pueden ser erradas y tener graves consecuencias al considerar que diariamente se realizan miles y miles de mediciones en los diferentes campos de desarrollo llevados por la cotidianidad humana, tales como la industria, la comercialización ya sea nacional o internacional, la tecnología, la ciencia, la medicina, etc. [6]

2.2.4. Tipos de Metrología

- **Metrología Científica:** es la rama de la Metrología que diseña, conceptualiza, mantiene y genera los estándares del más alto grado para las unidades de medida.
- **Metrología Industrial:** es la aquella parte de la metrología que se encuentra en la búsqueda de la mejora de forma constante de los sistemas para realizar mediciones relacionadas con la fabricación y calidad presente en los productos que se ofrecen al cliente o consumidor.
- **Metrología Legal:** es la parte de la metrología cuya finalidad es construir una estructura legal y reglamentaria con respecto a todas las unidades de medida utilizadas, los equipos de medición, la metodología y formas de proceder para realizar la medición. Todo esto para lograr la correcta medición en todas las áreas necesarias para la población.

2.2.5. La Metrología Industrial

La metrología industrial es aquella cuyo fin primordial es asegurar el correcto funcionamiento de los equipos de medida utilizados en la industria, en sus procesos productivos y verificación para certificar la calidad de existencia de los habitantes y para el estudio académico. Garantiza el correcto funcionamiento de los equipos de medición usados en la industria, tanto para los procesos productivos como de ensayo. Los laboratorios de medición industrial proporcionan a los usuarios un recurso para el uso teórico y práctico de la metrología, a fin de garantizar la coherencia y la calidad. [6]

2.2.6. Calibración

Es el proceso donde un acumulado de procedimientos que establecen, bajo entornos determinadas los valores correctos en el instrumento, equipo o sistema de medidas y los valores representados por una medida o patrón de referencia, y de esta manera se asegura la trazabilidad de las medidas correspondientes. [6]

2.2.7. Importancia de la Calibración

Los procesos que conforman la calibración son fundamentales, ya que factores como la temperatura y el uso de los equipos, poco a poco van deteriorando las funciones de los mismos. Cuando esto ocurre, las medidas empiezan a perder confianza y como consecuencia pierde calidad el producto elaborado. Todo esto ocurre realmente y no debe ser ignorado, pero si puede ser detectada y limitada, a través de la calibración. [6]



CAPITULO III.

CALIBRACIÓN

3.1. Definición

Según Vicente, (2013), establece que la calibración es la relación que existe entre el equipo que será calibrado y el equipo patrón, respetando las especificaciones de los equipos, tomando en cuenta el error, la linealidad, entre otros. [2]

Consiste en comprobar patrones de trazabilidad tanto a nivel internacional como nacional. Los resultados obtenidos se deben ratificar a través de un certificado de certificación o un certificado que indique que el instrumento se encuentra certificado.

Para realizar una buena calibración se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

3.1.1. Patrón

Un patrón es una muestra física de magnitud constante acreditada y certificada que se utiliza para calibrar instrumentos de medición, según la clase de precisión a la cual pertenece. [7]

Los equipos que se emplean como patrones varían de acuerdo a la medida del equipo, En la empresa SERVITECC E.I.R.L. se llevan a cabo certificaciones de equipos de masa, temperatura,

longitud, fuerza y presión y electricidad, en vista de esto se deben utilizar patrones especiales. Entre los patrones universales que se utilizan se encuentran: [8]

Tabla 1. Equipo patrón utilizado

Equipo patrón	Características
Tacómetro	
	<p>Dispositivo que mide frecuencia de rotación de un elemento bajo operación dinámica o velocidades de superficies y extensión lineales. Se usa para calibrar agitadores y centrífuga. [8]</p>
Balanza Sartorius 220 CA	
	<p>Balanzas analíticas con una legibilidad de 0,1 mg o 0,01 mg hasta 520 g máximo. Proporciona el máximo rendimiento en el pesaje, fiabilidad y conectividad. Equipada con pantalla táctil. [18]</p>
Masas patrón	
	<p>Son los patrones de media que materializan la masa, regulada de acuerdo a sus características físicas y metrológicas: forma, dimensiones materiales, calidad superficial, valor nominal y error máximo permitido. [19]</p>
Termómetro LUTRÓN	
	<p>Es un termómetro patrón de alta definición que apoya el proceso de calibración de varios equipos.</p>
Multímetro	

	<p>Realiza las funciones que esperarías encontrar en un multímetro digital multifuncional, entre otras, medidas de tensión, resistencia e intensidad. La precisión básica de VCC de hasta un 0,0024%, el intervalo de corriente de 10 A y un amplio intervalo de medida de resistencia le ofrecen una inmejorable capacidad de medida. [20]</p>
<p>Analizador de seguridad eléctrica</p>	
	<p>Permite realizar pruebas automáticas rápidas y sencillas con el que los profesionales pueden realizar las pruebas de seguridad eléctrica en los equipos, tanto in situ como en las instalaciones. [20]</p>

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Trazabilidad

Paredes (2014) la define como la propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida (A. Paredes, 2014). [7]

En Perú se sigue la siguiente jerarquía de patrones

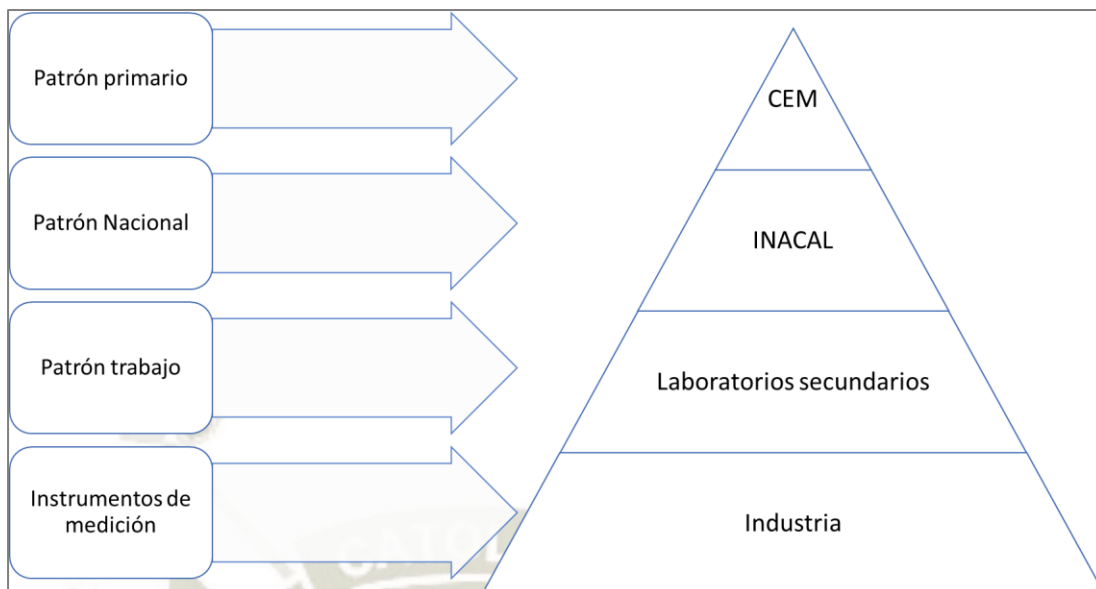


Figura 5. Trazabilidad y jerarquía de los patrones

Fuente: [9]

3.1.3. Calibrar

Es un proceso que consiste en procesar, registrar y contrastar la información de salida de un medio que informa de la calidad, en varios puntos a lo largo de su escala, con el valor de confianza de un patrón (o combinación de patrones) que tiene la trazabilidad certificada, con el fin de evaluar su incertidumbre. [7]

3.1.4. Medir

Es comparar una magnitud con un patrón de medida, cuyo patrón no es más que la magnitud cuyo valor es conocido y que tiene un grado de precisión definido. El instrumento con el cual se realiza la medición debe estar calibrado con respecto a un patrón conocido nacional e internacionalmente. [5]

3.1.5. Incertidumbre

Banda estrecha, con posición simétrica respecto al valor de salida, dentro de la cual la probabilidad de encontrar un valor verdadero de la magnitud medida, es superior al valor límite, que corresponde a la clase de cobertura propuesta. [6]

3.1.6. Resultado de la calibración

Representación gráfica de la relación matemática existente entre los valores indicados por el instrumento o el sistema sometido a la calibración y el valor certificado del patrón de referencia. [2]

3.1.7. Ajuste de un instrumento

Acción de mejora que consiste en modificar mediante componentes físicos mediante programas el resultado de salida de un instrumento, con el fin de compensar la curva de calibración. Así se eliminan los errores sistemáticos. [2]

3.2. Pasos para realizar la calibración de un instrumento

A continuación, se presentan los pasos o etapas realizadas para realizar la calibración de un equipo:

Identificación, en esta fase se identifica el equipo a ser calibrado con una etiqueta.

Evaluación, en esta etapa se examina el equipo con el fin de determinar el tipo de operación requerida por el mismo.

Procedimiento, se efectúa la identificación del procedimiento de control y calibración del equipo o instrumento, puede ser: operación, calibración, verificación, ajuste y mantenimiento del equipo.

Ejecución, en esta actividad del proceso se realiza o se lleva a cabo el procedimiento en el equipo o instrumento.

Verificación, aquí se evalúa o verifica que el equipo o instrumento se encuentre conforme de acuerdo a los requisitos metroológicos establecidos para el equipo.

Registro, esta operación es para realizar el registro de la conformidad del equipo o instrumento.

Almacenar, en esta actividad se realiza el almacenamiento del equipo o instrumento para posteriormente ser entregado al cliente.

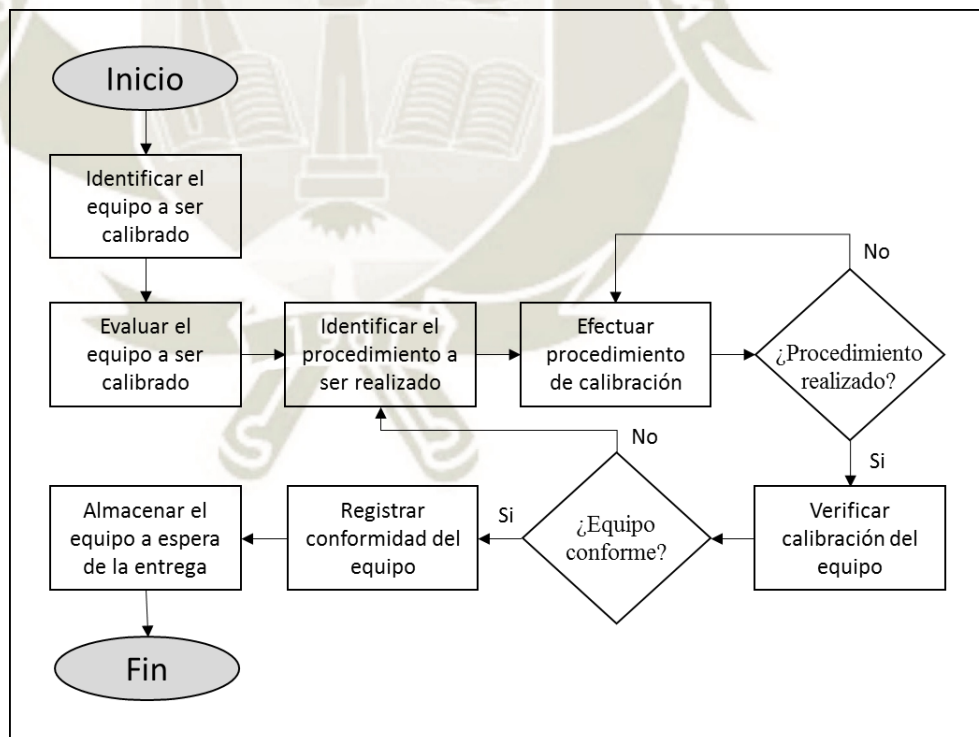


Figura 6. Proceso de calibración de un instrumento

Fuente: Elaboración propia



CAPITULO IV.

RESULTADOS

4.1. Generalidades

SERVITECC E.I.R.L. es una compañía de origen familiar fundada en el año 2006. El objetivo de la organización es ofrecer servicios de venta, mantenimiento y calibración de instrumentos, equipos y/o medios de medición, brindando una alta atención en toda la zona ubicada al sur del Perú como: Madre de Dios, Apurímac y Cusco.

SERVITECC E.I.R.L. está dirigido a un sector industrial haciendo uso de método directo, siempre buscando la satisfacción de los usuarios y pensando en las necesidades de ellos, brindando sugerencias para asegurar el factor metrológico garantizando una calidad superior en el manteniendo y calibración de balanzas, termómetros industriales, equipos de medición, estufas, incubadoras, etc.

Como medida estratégica tomada por la empresa es con el fin de lograr mayor confianza en nuestros clientes; la organización decidió a principios de año 2017 implementar un sistema de gestión de calidad fundamentado en las normas ISO 9001:2015 y así garantizar la mejora continua y aumentar el nivel de complacencia de los clientes; logrando una implementación satisfactoria el 23 de noviembre del 2017 y empezando a poner en práctica la implementación en la empresa SERVITECC E.I.R.L. en el mes de marzo del año 2018. (Ver anexo 1)

4.2.1. Misión

SERVITECC E.I.R.L., se compromete en ofrecer servicios de calidad, en la calibración de instrumentos de medición y equipos para el sector comercial e industrial; para satisfacer los requerimientos de los clientes, logrando cumplir con los requerimientos exigidos por la legislación existente. Para esto se cuenta con un personal calificado y comprometido con la mejora continua.

4.2.2. Visión

Cumplir con los estándares de calidad establecidos en la norma ISO 9001:2015.

Mantener un estándar de calidad en nuestros servicios, contando con equipos e instrumentos adecuados para nuestros servicios, trazables a los patrones nacionales e internacionales, contando con el personal capacitado para dichas tareas.

Brindar nuestros servicios a nivel nacional, contribuyendo al desarrollo económico del país, trabajando para lograr la satisfacción de las necesidades y perspectivas de nuestros clientes.

4.2.3. Valores

- Integridad
- Compromiso y entrega
- Relaciones a largo plazo
- Innovación y apertura

4.2.4. Organigrama

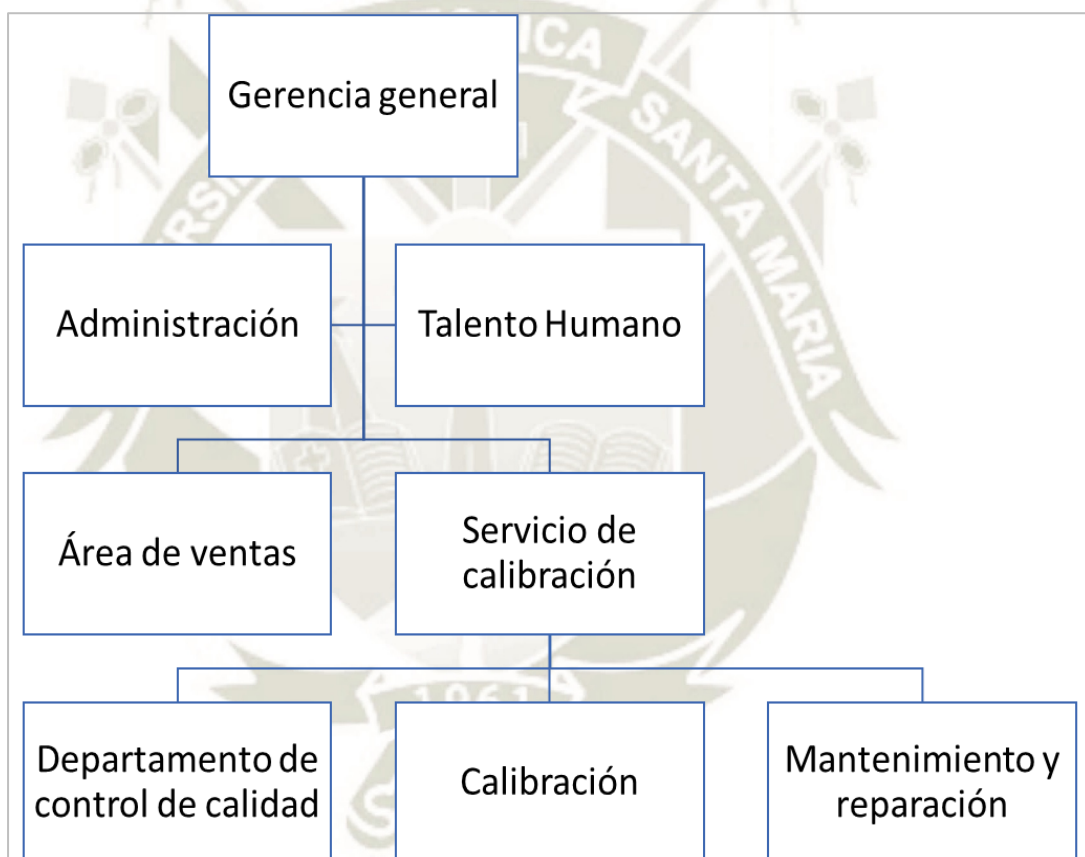


Figura 7. Organigrama

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Política de Calidad

Ofrecer un servicio de calibración, reparación y mantenimiento de equipos de medición que cumpla con el más alto estándar de

calidad, políticas adecuadas y restricciones legales actuales; para satisfacer los requerimientos y confianza de nuestros clientes en lo referente a calibración, reparación y mantenimiento de instrumentos. Con personal preparado y comprometido, aparatos y estándares apropiados, y el mejoramiento continuo de los procesos usados. (Ver anexo 3)

4.2.6. Objetivos de calidad

- Actualizar las capacitaciones del personal a fin de mantener al personal al día en lo que se refiere al mantenimiento, calibración y reparación de equipos de medición.
- Aumentar la satisfacción de los clientes en los servicios que ofrece la empresa, mediante la realización de encuestas de satisfacción que indiquen la realidad del servicio que presta la empresa.
- Optimizar la utilización de recursos y el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica.
- Mantener la gestión del área de calibración a manera de reducir logrando el menor número de servicios no conformes y quejas del servicio y cumpliendo con los planes de mejoramiento de los mismos a través del análisis de su gestión.

4.2.7. Servicios que ofrece

Ofreciendo servicios de calibración, reparación y mantenimiento de equipos de medición de masa, temperatura, longitud, fuerza y precisión y electricidad. Entre los que se encuentran:

Tabla 2. Servicios que ofrece la empresa

Equipos de Masa: Balanzas Electrónicas, Mecánicas, Analíticas y de Laboratorio, Comerciales e Industriales, Pesas desde 1 g hasta 20 kg, clase E1; E2; F1; F2; M1; M2; M3.
Equipos de Temperatura: Termómetros: (Digitales, bimetálicos, Analógicos, de Líquido en Vidrio, Infrarrojos, pirómetros de Temperatura, termocuplas) estufas, Incubadoras y equipos de Frio. Estudio de Mapeo Térmico a cámaras de frío y almacenes de conservación.
Equipos de Longitud, Verniers, micrómetros, Reglas, Flexómetros (winchas), profundímetros, medidores de soldadura, medidor de espesores y por Ultrasonido.
Equipos de Fuerza y Presión: Manómetros, Vacuómetros, Torquímetros, dinamómetros, prensas CBR, Marshall, (equipos de Laboratorio de Suelos), Tacómetros, Cronómetros.
Electricidad: Multímetros, Pinzas Amperimétricas Teluómetros, Megohómetros, Luxómetros, Sonómetros.

Fuente: Elaboración propia

4.2. Diagnostico

Para realizar el diagnóstico de la situación se empleó la lista Chequeo para la revisión de los requisitos de la norma INTE ISO 10012: 2007. (Ver anexo 4).

El resumen de resultados se observa en la siguiente tabla:

Tabla 3. Resumen de lista de chequeo ISO 10012:2007

Capitulo	N° de ítems	Cumple	No cumple	% cumplimiento	% incumplimiento
Cap. 4	2	0	2	0.00%	2.67%

Cap. 5	10	4	6	5.33%	8.00%
Cap. 6	23	8	15	10.67%	20.00%
Cap. 7	19	12	7	16.00%	9.33%
Cap. 8	21	5	16	6.67%	21.33%
Total	75	29	46	38.67%	61.33%

Fuente: Elaboración propia

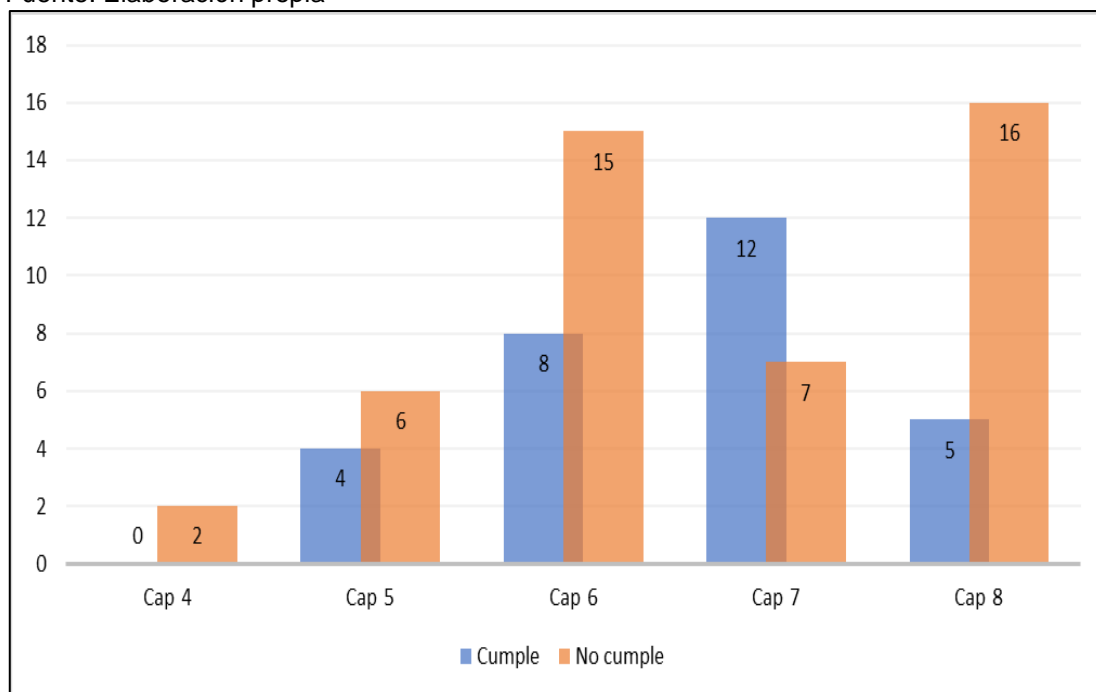


Figura 8. Resumen de lista de chequeo ISO 10012:2007

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que de los 75 ítems que conforman la lista de chequeo, se han cumplido 29 que representa el 38.67% y mientras que 46 no se han cumplido representando el 61.33%. Por lo que se debe implementar la norma.

4.2.1. Capítulos de la norma

Capítulo 4. Requerimientos generales

En este capítulo se refieren a los requerimientos metrológicos especificados se derivan de los requisitos para el producto. Estos son necesarios tanto para el equipo de medición como para los procesos de medición. Los mismos pueden encontrarse expresados como un error máximo permitido, incertidumbre permitida, límites de medición, estabilidad, resolución, condiciones ambientales o habilidades del operador.

Capítulo 5. Responsabilidad de la dirección

En este capítulo se definen las funciones metrológicas, el enfoque hacia los clientes de la empresa, los objetivos de calidad y las normativas relacionadas a la supervisión que debe desarrollar la dirección de la empresa. Se debe hacer mención que la función metrológica puede ser concentrada en solamente un departamento o ser distribuida en toda la organización.

Capítulo 6. Gestión de los recursos

Aquí la norma establece todos los requerimientos que debe plantear la organización hacia el uso adecuado de sus recursos humanos, de información, de materiales y los proveedores. Este capítulo de la norma establece las responsabilidades que debe desarrollar los integrantes de la organización y su capacitación para lograr una mejora en la competencia. De igual manera señala los requerimientos necesarios para una gestión eficiente de la información mediante sus procedimientos técnicos, software, los

registros, e identificación apropiada y oportuna de la información. También hace referencia de la gestión de los materiales necesarios, así como de las condiciones ambientales acordes para una buena gestión de los recursos.

Capítulo 7. Confirmación metrológica y realización de los procesos de medición

En este capítulo se explica lo referente al proceso de calibración, en el que se describirán los requisitos y los procesos donde será necesario que se realice el desarrollo de las verificaciones que se realizarán a los instrumentos o equipos. Los procesos de medición deben cumplir con los requisitos de validación, planificación, implementación, documentación y control.

Todos los registros del proceso de confirmación metrológica deben mantenerse y estar disponibles el tiempo que sea necesario. Cada organización establecerá el tiempo mínimo de retención de dichos registros.

Capítulo 8. Análisis y mejora del sistema de gestión de las mediciones

Se debe asegurar de realizar una planificación de forma adecuada donde se realicen seguimientos, programas de análisis y de mejora de forma que se asegure la conformidad del sistema de gestión de la medición, lo que al mismo tiempo ayudara la mejora continua del sistema. [7]

Además, la auditoria y el seguimiento permitirá la efectiva adecuación en forma eficaz del sistema. Se debe tomar en cuenta varios factores para que el proceso de medición funcione en forma efectiva, como son las acciones correctivas y preventivas de manera que se identifiquen los posibles problemas potenciales que se puedan presentar.

4.3. Requisitos para la implementación

Para la implementación de la Norma INTE/ISO 10012:2007 en la empresa SERVITECC E.I.R.L. se hace necesario seguir las siguientes etapas:



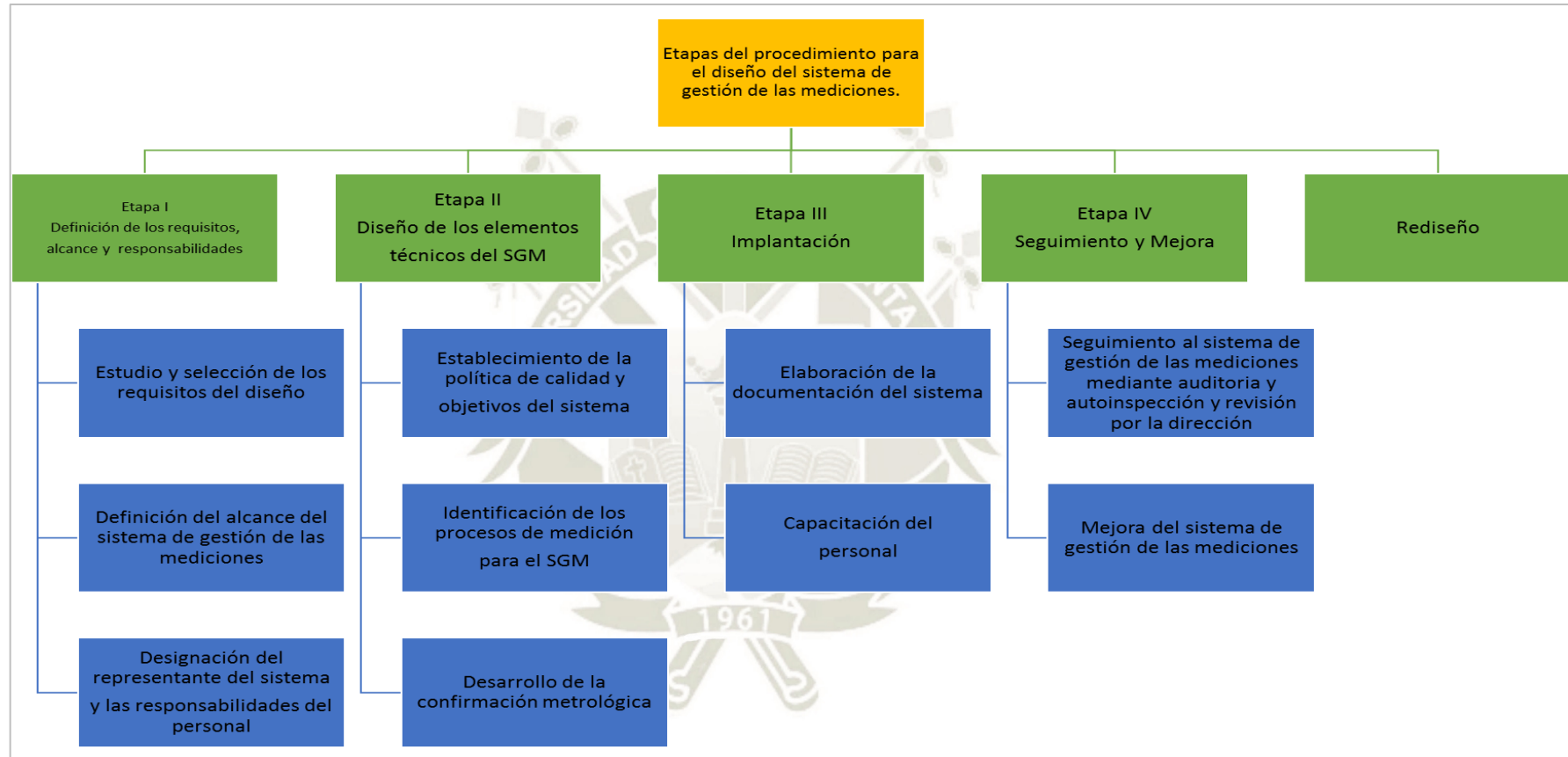


Figura 9. Etapas del procedimiento para el diseño del sistema de gestión de las mediciones.

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Etapa I: Definición de los requisitos, alcance y responsabilidades

Esta etapa está formada por 3 actividades:

- **Estudio y selección de los requisitos del diseño:** Consiste en definir los requisitos técnicos de los cuales se basará en el aseguramiento de la calidad en los servicios prestados por la empresa, en este caso se analizarán los requisitos de la norma ISTE/ISO 10012:2007.

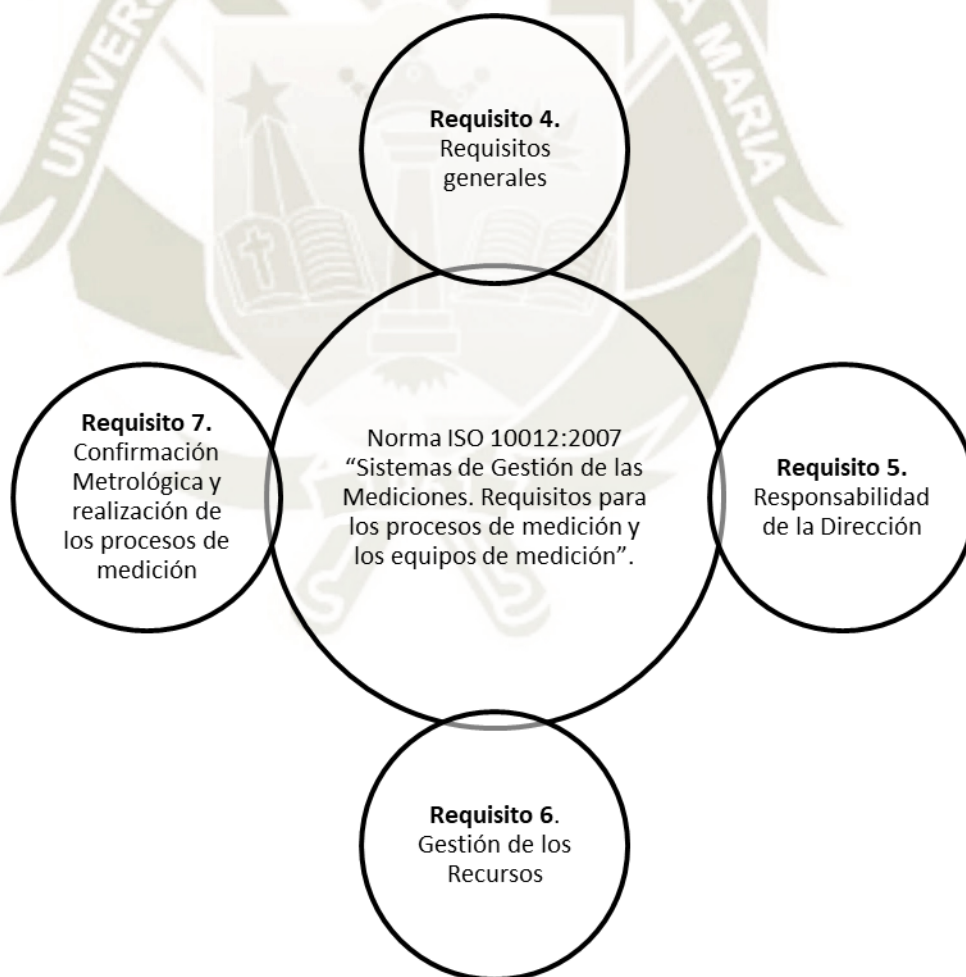


Figura 10. Selección de los requisitos y normas para el diseño del SGM

Fuente: Elaboración propia

- **Definición del alcance del sistema de gestión de las mediciones:** Este alcance debe ser fijado por la parte interesada de la empresa, que se logrará con la implementación de la norma, entre los alcances que se fijaron se encuentran:
 - Almacenamiento de materiales y equipos de repuestos y nuevos
 - Mantenimiento de equipos
 - Reparación de equipos
 - Venta de equipos
 - Control de procesos
 - Control de calidad
 - Aseguramiento de la calidad
 - Comercialización
 - Mejora continua

- **Designación del representante del sistema y las responsabilidades del personal:** La empresa al tener la certificación ISO 9001:2015, tiene dentro de su estructura un departamento de control de calidad, en el caso de la norma ISO 10012:2007, no existe personal que se encargue de este subdepartamento, por lo tanto, se requerirá que el personal se involucre en la implementación de la norma. Entre el personal que se requiere se encuentra:

Tabla 4. Responsabilidades del personal involucrado en el diseño sistema de gestión de las mediciones.

Personal	Responsabilidades
Gerente	• Establecer y mantener la estructura organizativa para llevar a cabo la gestión de las mediciones.
	• Designar la persona que cumplirá la función metroológica.
	• Asegurar el sistema de gestión de las mediciones y verificar mediante revisiones, el cumplimiento y la eficacia del sistema a fin de establecer las acciones de mejora que se requieran para su buen funcionamiento
	• Exigir que se adopten las acciones correctivas y/o preventivas que posibiliten la solución de las no conformidades.
Jefe del departamento de control de calidad	• Proporcionar los recursos financieros, materiales y personal necesarios para el buen desempeño del sistema de gestión de las mediciones.
	• Garantizar el funcionamiento sistema de gestión de las mediciones en su proceso o área y establecer las acciones de mejora que se requieran para su buen funcionamiento.
	• Aplicar las acciones correctivas y/o preventivas que posibiliten la solución de las no conformidades.
	• Verificar que se cumplan las reglas para el transporte, manipulación y almacenamiento de los instrumentos y repuestos de los equipos de medición.
Encargado de metrología	• Hacer cumplir los requisitos de medición establecidos en cada parte del proceso.
	• Asegurar que su personal participe en los cursos con respecto al tema de las mediciones.
	• Definir y establecer la política de gestión de las mediciones y los objetivos para el SGM.
	• Informar y asesorar a la dirección y a todo el personal sobre el funcionamiento del sistema de gestión de las mediciones.
	• Asegurar el cumplimiento del programa de auditorías.
	• Atender lo relacionado con la documentación, implementación y mantenimiento del sistema de gestión de las mediciones.
	• Programar y ejecutar conjuntamente con la dirección las revisiones y evaluaciones del sistema de gestión.
	• Identificar y registrar cualquier no conformidad detectada, controlando el cumplimiento de las acciones de mejora, acciones correctivas y acciones preventivas.
	• Asegurar la ejecución de las calibraciones y verificaciones de los instrumentos de medición de solicitadas y requeridas por los clientes
	• Programar curso a todo el personal involucrado en los procesos de medición.
	• Evaluar el cumplimiento de los objetivos de la calidad apoyado en el análisis de los datos y mediante la elaboración de los informes de desempeño.
	• Determinar las mediciones importantes para la calidad.
	• Seleccionar junto con el personal responsable de cada proceso, los instrumentos de medición que se utilizarán en el proceso.
Personal del área de servicios de calibración	• Determinar los requisitos necesarios para las mediciones en cada parte del proceso.
	• Verificar que se realice la confirmación metroológica de los instrumentos de medición y mantener actualizados los registros asociados a ella.
	• Entregar al departamento de talento humano los requisitos a cumplir por el personal en los puestos de trabajo donde se realizan mediciones.
	• Definir las reglas para el almacenamiento y manipulación de los instrumentos de medición.
	• Participar en los cursos sobre mediciones.
	• Cumplir con lo establecido sobre el uso, cuidado y mantenimiento de los instrumentos de medición.
Talento humano	• Identificar, registrar e informar inmediatamente a su jefe cualquier no conformidad detectada durante el proceso de medición.
	• Realizar las mediciones de acuerdo a los procedimientos y períodos de tiempo establecidos.
	• Cumplir con lo establecido en la documentación del sistema de gestión para los equipos.
	• Actualizar los registros de datos sobre resultados de mediciones inmediatamente después de realizarlas.
Administración	• Tramitar la capacitación y selección del personal.
	• Elaborar y mantener un expediente con las evidencias que avalen el desempeño e idoneidad del personal en el puesto de trabajo, con relación a la gestión de las mediciones.
	• Garantizar la capacitación del personal para el puesto de trabajo.
	• Exigir al responsable de metrología los requisitos de los puestos de trabajo donde se realizan mediciones.
	• Adquirir los instrumentos y repuestos de los equipos de medición de acuerdo con las características metroológicas solicitadas.

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Etapa II: Diseño de los elementos técnicos del SGM

Esta etapa está formada por 3 actividades:

- **Establecimiento de la política de calidad y objetivos del sistema:** En esta etapa se establecen la política de calidad y

objetivos sugeridos a la empresa y los indicadores que deben cumplirse.



Figura 11. Política, objetivos e indicadores del SGM.

Fuente: Elaboración propia

- **Identificación de los procesos de medición:** En esta etapa desarrollará un diagrama de flujo que debe seguirse de manera general al momento de recibir un equipo que necesite calibración.

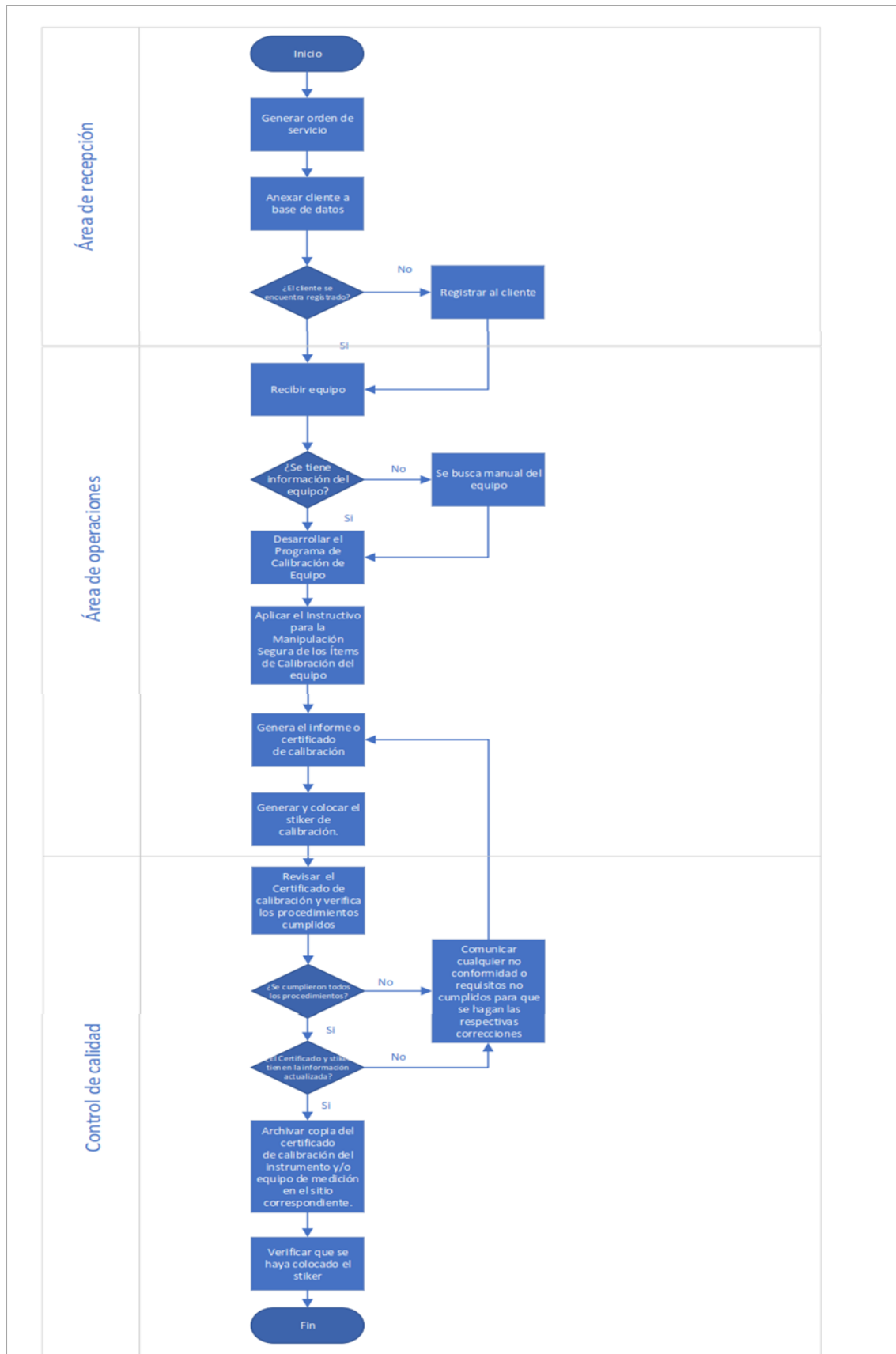


Figura 12. Diagrama de flujo – Proceso de medición

Fuente: Elaboración propia

Descripción del proceso

- 1.- Genera la orden de Servicio: Inicia con la llegada del cliente a solicitar el servicio de calibración.
- 2.- Buscar en la base de datos los datos del Cliente, en caso de no estar registrado se procede a asigna el Código del Cliente.
- 3.- Recibir los instrumentos y/o equipos y en el área de operaciones.
- 4.- Verificar si existe información sobre el equipo a calibrar, en caso de no tener se deben buscar los manuales de manera que se tengan las especificaciones técnicas del equipo.
- 5.- Aplicar los instructivos para la calibración de los equipos.
- 6.- Generar el informe o certificado de calibración una vez que este calibrado el equipo.
- 7.- Generar y colocar el sticker de calibración
- 8.- El equipo es llevado al área de control de calidad
- 9.- El encargado de realizar el CC debe verificar que se hayan cumplido con los instructivos y procedimientos de calibración
- 10.- En caso de que se cumplan los instructivos y procedimientos se procede a verificar el certificado y el sticker
- 11.- En caso de no cumplirse el equipo es enviado nuevamente al área de operaciones.
- 12.- Una vez verificado el equipo y revisado el certificado y sticker se procede a archivar en el sitio correspondiente

- **Desarrollo de la confirmación metrológica:** Esta etapa consiste en verificar las características importantes que se deben tomar en cuenta al momento de realizar una calibración, la cual dependerá del tipo de equipo y la magnitud que mide. En el anexo 5 se da el detalle por magnitud de medidas que es empleado por INACAL y son las especificaciones técnicas que se deben seguir en el Perú.

4.3.3. Etapa III: Implantación

- **Elaboración de la documentación del sistema:** La estructura de la documentación a realizar debe ser la siguiente:
 - Manual de gestión de medición
 - Procedimientos de trabajo
 - Reglamentos
 - Resoluciones

Para poder obtener éxito en el logro de los resultados planificados en el diseño del SGM, es primordial realizar la documentación del sistema, así como elaborar y establecer algunos procedimientos asociados a la calibración, los cuales deben estar basados en los siguientes documentos:

Manuales	Procedimientos
<ul style="list-style-type: none"> Manual del Sistema de Gestión de Medición 	<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento Normalizado de Operación. Gestión para la confirmación metrológica Procedimiento Normalizado de Operación. Cálculo de la incertidumbre de las mediciones analíticas Procedimiento Normalizado de Operación. Determinación de los intervalos de confirmación metrológica. Procedimiento Normalizado de Operación. Identificación, documentación y validación del software de medición Procedimientos Normalizados de Operación. Herramientas estadísticas para el control de los procesos de medición

Figura 13. Documentos necesarios en el SGM

Fuente: Elaboración propia

- Capacitación del personal:** La capacitación sugerida corresponde a las que el personal del área de operaciones necesita para poder trabajar en función de la certificación.

Tabla 5. Capacitaciones.

Nº	TEMA O CONTENIDO DE CAPACITACIÓN	LOGRO DE LA CAPACITACIÓN / NIVEL DE RENDIMIENTO QUE SE EXIGE	ENTIDAD / ÁREA	NIVEL	TIPO DE CAPACITACIÓN	ÁREA	Nº DE HORAS
1	Programa de Especialización en Metrología - PEM	Formar profesionales y técnicos en metrología de manera integral, con posibilidad de especializarse en los tópicos de masa, temperatura, longitud y ángulo, electricidad, presión, volumen y metrología química; además de, Aseguramiento Metroológico, SI, Trazabilidad, VIM	INACAL	Primer Módulo - Módulo Básico	Necesidades técnicas	Departamento de operaciones	92
					Capacitación externa		
2	Programa de Especialización en Metrología - PEM	Formar profesionales y técnicos en metrología de manera integral, con posibilidad de especializarse en los tópicos de masa, temperatura, longitud y ángulo, electricidad, presión, volumen y metrología química; además de, Aseguramiento Metroológico, SI, Trazabilidad, VIM	INACAL	Módulo Masa	Necesidades técnicas	Departamento de operaciones	100
					Capacitación externa		
3	Programa de Especialización en Metrología - PEM	Formar profesionales y técnicos en metrología de manera integral, con posibilidad de especializarse en los tópicos de masa, temperatura, longitud y ángulo, electricidad, presión, volumen y metrología química; además de, Aseguramiento Metroológico, SI, Trazabilidad, VIM	INACAL	Módulo Temperatura	Necesidades técnicas	Departamento de operaciones	80
					Capacitación externa		
4	Programa de Especialización en Metrología - PEM	Formar profesionales y técnicos en metrología de manera integral, con posibilidad de especializarse en los tópicos de masa, temperatura, longitud y ángulo, electricidad, presión, volumen y metrología química; además de, Aseguramiento Metroológico, SI, Trazabilidad, VIM	INACAL	Módulo de Longitud y Ángulo	Necesidades técnicas	Departamento de operaciones	80
					Capacitación externa		
5	Programa de Especialización en Metrología - PEM	Formar profesionales y técnicos en metrología de manera integral, con posibilidad de especializarse en los tópicos de masa, temperatura, longitud y ángulo, electricidad, presión, volumen y metrología química; además de, Aseguramiento Metroológico, SI, Trazabilidad, VIM	INACAL	Módulo Electricidad	Necesidades técnicas	Departamento de operaciones	80
					Capacitación externa		
6	Programa de Especialización en Metrología - PEM	Formar profesionales y técnicos en metrología de manera integral, con posibilidad de especializarse en los tópicos de masa, temperatura, longitud y ángulo, electricidad, presión, volumen y metrología química; además de, Aseguramiento Metroológico, SI, Trazabilidad, VIM	INACAL	Módulo Volumen	Necesidades técnicas	Departamento de operaciones	80
					Capacitación externa		
7	Programa de Especialización en Metrología - PEM	Calibración de instrumentos de medición de presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0,05 % F.S	INACAL	Calibración	Necesidades técnicas	Departamento de operaciones	20
					Capacitación externa		
8	Negociación y Solución de Conflictos Laborales	Cómo detectar las fuentes de conflicto en su empresa antes de que el problema afecte el clima laboral y el rendimiento de los trabajadores.	Centro de capacitación empresarial	Desarrollo personal	Necesidades formativas	Todo el personal	16
					Capacitación externa		

Fuente: Elaboración propia



4.3.4. Etapa IV: Seguimiento y Mejora

- **Seguimiento al sistema de gestión de las mediciones mediante auditoria y autoinspección y revisión por la dirección:** Este seguimiento debe realizarse al menos una vez al año por parte de los involucrados en el sistema, donde se debe verificar la política y los objetivos que fueron trazados de manera que el sistema se mantenga actualizado. Esta verificación debe incluir los siguientes resultados:
 - Auditorías al sistema e internas.
 - Indicadores de desempeño del sistema.
 - Acciones preventivas y correctivas.
 - Factores que puedan afectar al sistema.
 - Necesidades u oportunidades de mejoramiento.
 - Actividades de seguimiento y control de todas las fases.

Las revisiones deben realizarse de acuerdo a las necesidades de la empresa.

- **Mejora del sistema de gestión de las mediciones:** Para que exista un seguimiento adecuado de la política y los objetivos trazados del sistema de gestión de las mediciones antes mencionado, así como para la identificación de las necesidades de mejora, es preciso que la máxima dirección realice una revisión como mínimo una vez al año, en la cual incluya todas las fuentes de información del sistema.

4.3.5. Rediseño

El rediseño debe realizarse de acuerdo a las nuevas regulaciones o condiciones que se generen a partir de las nuevas regulaciones y normas vigentes, debiéndose identificar los elementos claves y realizar los cambios según lo establecido.

4.4. Análisis financiero

Tabla 6. Flujo de caja neto.

Año de operación	Ingresos totales	Egresos totales	Inversiones para el proyecto			Recuperación de capital de trabajo.	Flujo Neto de Efectivo
			Fija	Diferida	Capital de trabajo		
0							0.00
1	275439.2	93691.71	400000	100000	100000		-418252.51
2	364626.16	153550.42					211075.74
3	472982.47	241012.26					231970.21
4	566851.59	327206.41					239645.18
5	671984.17	425428.76				100000	346555.41

Fuente: Elaboración propia

La inversión es impulsada por la misma empresa, por lo tanto, se dispone una tasa de descuento de 20% (según el costo de oportunidad estimado por la empresa) para la evaluación del valor actual neto, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7. Cálculo de los costos, beneficios y flujo de caja actualizado.

Año de operación	Costos totales (S)	Beneficios totales (S)	Factor de actualización 20.0%	Costos actualizados (S)	Beneficios actualizados (S)	Flujo neto de Efectivo act. (S)
0	0	0	1.000	0.00	0.00	0.00
1	693,692	275,439	0.833	578,076.43	229,532.67	-348,543.76
2	153,550	364,626	0.694	106,632.24	253,212.61	146,580.38
3	241,012	472,982	0.579	139,474.69	273,716.71	134,242.02
4	327,206	566,852	0.482	157,796.30	273,365.93	115,569.63
5	425,429	771,984	0.402	170,970.28	310,243.12	139,272.85
Total	1,415,461	2,451,884		1,152,949.93	1,340,071.04	187,121.11

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculados los flujos netos se usaron tres métodos para determinar la viabilidad del proyecto: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), y Beneficio – Costo (B/C). En la tabla siguiente se indican los resultados obtenidos de los cálculos.

Tabla 8. Cálculo de VAN, TIR y B/C.

VAN=	187,121.11
TIR =	44.16%
B/C =	1.16

Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar y observar los resultados obtenidos del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio - Costo, tenemos que:

- Para una tasa de descuento del 20%, arroja un VAN = S/. 187,221.11, siendo mayor a 0 lo que nos indica que la implementación del sistema de calidad es rentable.
- Para un VAN = 0, obtenemos un TIR= 44.16%, siendo mayor a la tasa de descuento (20%), señalando rentabilidad de igualmente.
- Para el cálculo de la relación beneficio – costo actualizamos los flujos netos del flujo de caja y lo dividimos con la inversión para la instalación de sistema de calidad obteniendo una relación de 1.16 lo que hace rentable dicha implementación.

Por lo cual los resultados de los indicadores económicos obtenidos, determinan la viabilidad de la implementación del sistema de gestión de calidad de la empresa, ya que se asegura el mejoramiento de todos los procesos y su vez asegura mejores ganancias para la empresa.

Tiempo de retorno del capital (TR)

Se refiere al tiempo que se requerirá para recuperar la inversión del proyecto y este se calcula de la siguiente manera:

A partir de los flujos de caja por año calculado para el proyecto, y la inversión inicial.

$$146,580.38 + 134,242.02 + 115,569.63 + (-348,543.76) = S/. 74,848.27$$

Se resta la inversión menos el flujo del primer año, y luego para el siguiente año obtendremos la relación de lo que falta respecto al flujo del año tres.

Luego se divide el costo no recuperado (47,848.27) entre el FNE del año siguiente (4) = $47,848.27/139,272.85 = 0.34$

Ahora obtenemos el tiempo de retorno que será de:

$$2 + 0.34 = \text{total hace de 2.34 periodos}$$

Luego se convierte los 0.34 en meses y días correspondientes:

Tabla 9. Tiempo de retorno de capital.

Años	Meses	días
2	12 x 0.34	
2	4.08	
2	0.08	30 x 0.08
2		2.4

Fuente: Elaboración propia

Entonces se encuentra que el tiempo de retorno sea en: dos años con cuatro meses y dos días.

Tabla 10. Flujo de caja años (2018, 2019 y 2020).

FLUJO DE CAJA	2018		2019		2020
	I Semestre	II Semestre	I Semestre	II Semestre	I Semestre
Ingresos (+)	100,610.89	104,717.46	134,965.21	140,473.99	182,313.08
Ingresos por Ventas	20,122.18	20,943.49	26,993.04	28,094.80	36,462.62
Ingresos por Calibración	32,195.49	33,509.59	43,188.87	44,951.68	59,798.69
Ingresos por Mantenimiento	28,171.05	29,320.89	37,790.26	39,332.72	51,047.66
Ingresos por Reparación	20,122.18	20,943.49	26,993.04	28,094.80	35,004.11
Egresos (-)	24,030.44	19,661.27	56,215.03	37,476.68	76,775.21
Costos de Capacitación	8,410.65	6,881.44	19,675.25	13,116.84	26,871.32
Mantenimiento de Maquinas Industriales	15,619.79	12,779.83	36,539.77	24,359.85	49,903.89
Inversión (-)	0.00	0.00	300,000.00	200,000.00	0.00
Inversión para la Implantación del Sistema de Calidad	0.00	0.00	150,000.00	100,000.00	0.00
Adquisición de Maquinas Industriales	0.00	0.00	75,000.00	50,000.00	0.00
Modernización Tecnológica de Equipos	0.00	0.00	75,000.00	50,000.00	0.00
Capital de Trabajo (-)	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	0.00
Flujo Neto de Caja Semestral	26,580.45	35,056.19	-271,249.82	-147,002.69	105,537.87
Flujo Neto de Caja Anual	61,636.64		-418,252.51		105,537.87

Fuente: Elaboración propia

Se logra determinar en la tabla 12, con respecto al flujo de caja para los años 2018, 2019 y 2020, como ha sido la relación de los ingresos y egresos de la empresa antes de la implementación del sistema de calidad (2018) donde el flujo de caja neto de S/. 61,636.64, durante el 2019 fue negativo por ser el año de la implementación y de la inversión para dicho programa y en el primer semestre del 2020 hay flujo de caja neto S/. 105,537.87 superior ya al de todo el año 2018. Esto refleja que implementación del sistema de gestión de la calidad ya presenté una mejoría en los ingresos de la empresa mejorando de buena manera su productividad y efectividad desde el punto de vista económico.

CONCLUSIONES

- Primera** Se logró diseñar el mejoramiento del Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 en una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de equipos electrónicos de medición, obteniendo los resultados del análisis del diagnóstico y de los requisitos necesarios para la implementación y basándose en la definición de requisitos, los elementos técnicos que componen al SGM, la elaboración de documentos necesarios en el SGM, la capacitación del personal y el seguimiento al sistema de gestión de las mediciones mediante auditorias y autoinspecciones y revisiones.
- Segunda** Después de realizar el diagnóstico, la situación de la empresa mediante la utilización de la lista de verificación de la norma ISO 10012:2007, se puede observar que del total de 75 ítems que se encuentran en la lista de chequeo, en la empresa solamente se cumplen 29, lo cual representa un 38.67% y las otras 46 no se han cumplido presentando un 61.33%. Por lo tanto, se concluye que la organización solo da cumplimiento de un 38.67% de la norma ISO 10012:2007.
- Tercera** Se estableció los requisitos que aseguran la medición de los instrumentos, cumpliendo la norma y especificaciones establecidas por el sistema de aseguramiento metrológico para

dar conformidad a la norma ISO 10012:2007, pasando por un estudio y selección de los requisitos del diseño, definiendo el alcance del sistema de gestión de las mediciones y la designación del representante del sistema y las responsabilidades del personal.

Cuarta Posteriormente al diagnóstico y definición de los requisitos, se presentaron los procedimientos técnicos para la calibración de equipos electrónicos de medición. Partiendo de establecer la política de calidad, los objetivos y los indicadores que deben cumplirse. Se desarrollo el diagrama de flujo que debe seguirse de manera general al momento de recibir un equipo que necesite calibración y por supuesto la verificación de las características importantes que se deben tomar en cuenta al momento de realizar una calibración, la cual depended era del tipo de equipo y la magnitud que mide.

Quinta Por último, se estableció una propuesta para llevar a cabo el procedimiento para diseñar el sistema de gestión de las mediciones para la empresa, basándose en las etapas para la correcta implementación del SGM.

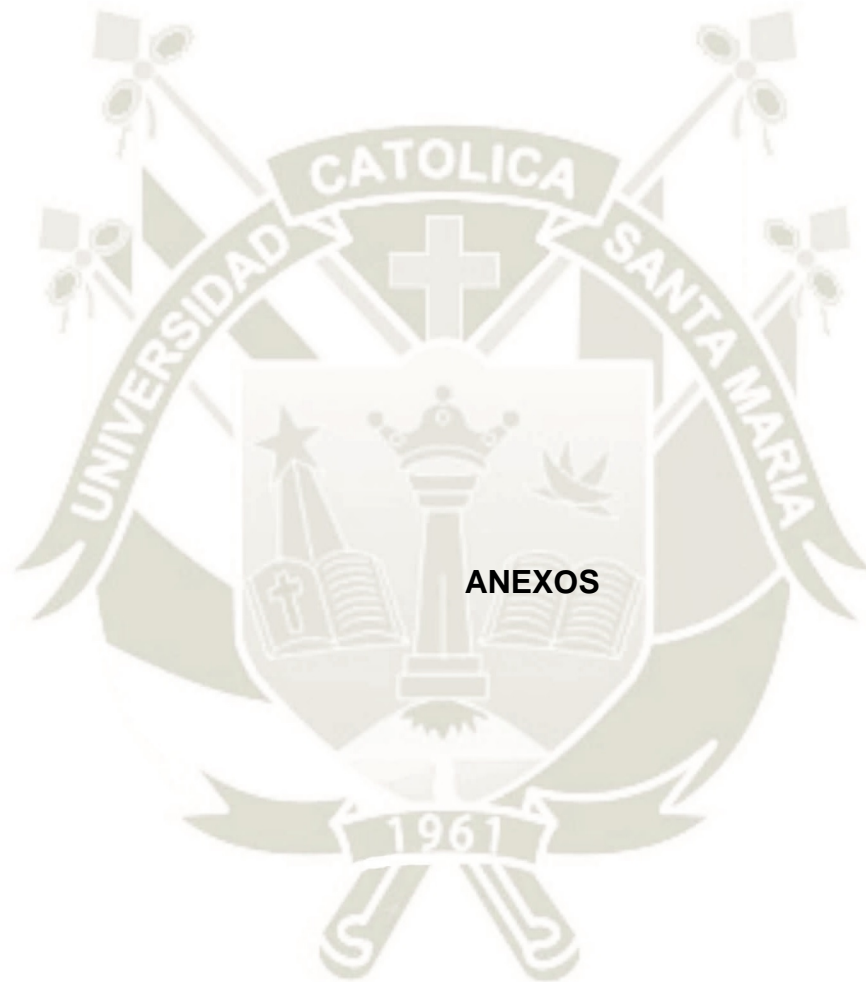
RECOMENDACIONES

- Primera** Implementar el Sistema de Gestión de las Mediciones según la NORMA ISO 10012:2007 propuesto a la empresa realizando el seguimiento y verificación de su correcta implementación.
- Segunda** Desarrollar periódicamente el diagnóstico del SGM mediante la utilización de la lista de verificación de la norma ISO 10012:2007, con la finalidad de obtener bases para el rediseño y la mejora continua.

REFERENCIA

- [1] H. Villacis, «IsoTools,» Que son las normas ISO y cuál es su finalidad, 19 marzo 2015. [En línea]. Available: <https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>.
- [2] S. Vicente, «Establecimiento de un sistema de aseguramiento metrológico conforme a la norma NTE, ISO 10012:2007 para el laboratorio de calibración de instrumentos de longitud INEN,» Río Bamba, Ecuador, 2013.
- [3] G. Orozco, Elaboración de un SGM conforme a la norma ISO 10012:2003 para el muestreo, analisis y calculo del contenido de gases disueltos en fluidos dielectricos realizados en un laboratorio de ensayo, San José de Costa Rica - Costa Rica: Universidad de Costa RicA (Tesis grado ingenieria), 2017.
- [4] INTE – ISO 10012:2003, Sistemas de gestión de las mediciones. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición., <http://cmap.upb.edu.co/rid=1SR8GJ7P0-214ZDSW-128/DOE-002%20INTE-ISO%2010012-2003.pdf>, 2003.
- [5] H. Chaparro, «Procedimientos para el uso, cuidado y control de los instrumentos de medición en la planta de producción de centro de mecanizados del Cauca S.A.,» Cali, Colombia, 2014.
- [6] D. Cuellar, «Evaluación del impacto en la productividad y efectividad de una empresa dedicada a la calibración, mantenimiento y reparación de instrumentos de medición, por la implementación de un sistema de calidad según la norma ISO 9001:2015 en Arequipa, caso SERVIT,» Arequipa, Perú, 2019.
- [7] A. Paredes, Estudio de un sistema de metrología normalizado aplicable en la empresa Ecuamatrix Cía. LTDA Para garantizar la confiabilidad del control de calidad, Ambato - Ecuador: Universidad de Ambato, 2014.
- [8] Metas y Metrólogos Asociados. , Tacómetros: Medición de frecuencia rotacional., disponible: <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-05-09-tacometros.pdf>, Septiembre 2005, [online].
- [9] INACAL, Instituto Nacional de Calidad, 2015.
- [10] F. Arias, El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica, 6ta edición ed., Caracas: Editorial Episteme, 2012.
- [11] D. Behar, Metodología de la Investigación, 1era ed., Bogota: Editorial Shalom, 2008.

- [12] C. Bernal, Metodología de la Investigación, 3a ed., Bogotá. Colombia: Editorial Pearson, 2010.
- [13] S. Carrasco, Metodologia de la Investigacion Cientifica, 1era ed., Lima. Perú: San Marcos, 2005.
- [14] R. Hernandez, C. Fernandez y M. Baptista, Metodologia de la Investigación, 6ta ed., Mexico: Editorial Mcgraw-Hill, 2014.
- [15] C. Zarzar, Métodos y Pensamientos Crítico, México: Grupo Editorial Patria, 2015.
- [16] S. Valderrama, Pasos para elaborar proyectos de investigación científica, Lima. Perú: San Marcos, 2013.
- [17] M. Tamayo, El proceso de la Investigación Científica, 4ta ed., México: LIMUSA, 2005.
- [18] Sartorius., Balanzas analítica,
<http://www.sartorius.es/es/productos/laboratorio/balanzas-de-laboratorio/balanzas->,
2015.
- [19] Femto Instruments. , Masas Patron., [Online] disponible: <http://www.femto.es/masas-patron-cms-1-50->: Fecha de acceso 4 de marzo de 2021, 2016.
- [20] FlukeCalibration, Multímetros de presición, 2015.



Anexo 1. Ficha técnica de la norma ISO 10012:2007

Norma: NA-ISO 10012:2007		Proyecto: 34-ISO 10012
CT 34: Metrología		
Secretaría Técnica: INEN - Ecuador		
Título en español: SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA MEDICIÓN. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición		
Título en Inglés: Measurement Management Systems. Requirements for measurement processes and measuring equipment		
Resumen de objeto:		
<p>Esta norma específica requisitos genéricos y proporciona consejos para la gestión de los procesos de medición y para la confirmación metrológica del equipo de medición utilizado para apoyar y demostrar el cumplimiento de requisitos metrológicos. Especifica los requisitos de gestión de la calidad de un sistema de gestión de las mediciones que puede ser utilizado por una organización que lleva a cabo mediciones como parte de su sistema de gestión global, y para asegurar que se cumplen los requisitos metrológicos.</p> <p>Esta norma no está prevista para ser utilizada como requisito para demostrar conformidad con las normas ISO 9000, ISO 14001 o cualquier otra norma. Las partes interesadas pueden acordar la utilización de esta norma internacional como actividad para cumplir los requisitos del sistema de gestión de las mediciones en actividades de certificación. Esta norma no está prevista para ser un sustituto o una adición de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025.</p>		
Estado: Vigente		
Antecedentes:		
Esta norma es una adopción equivalente de la ISO 10012:2003		
ICS: 03.120.10, 17.020	Total de páginas: 20	Fecha: 2007-10-11
PNA aprobado:		
Bolivia Colombia Ecuador Perú		

Anexo 2. Certificación ISO 9001:20015



Anexo 3. Política de calidad

POLÍTICA DE CALIDAD

La Gerencia General de SERVITECC EIRL ha decidido emprender el desarrollo de un Sistema de Gestión de Calidad para garantizar el profesionalismo en cada etapa de los servicios que ofrece, en materia de calibración de equipos de medición y control, en ese sentido declara su Política de Calidad mostrando el compromiso hacia el cumplimiento y respeto de los siguientes objetivos estratégicos de la organización:

1. Ejecutar calibraciones que mantengan un nivel de calidad constante, para la total satisfacción de las necesidades y expectativas de nuestros clientes. y otras partes interesadas.
2. Realizar nuestras operaciones de calibración con total cumplimiento de las exigencias técnicas establecidas en las normas metroológicas nacionales vigentes, legales vigentes y otras aplicables.
3. Garantizar un alto nivel de confiabilidad en los resultados a través de nuestros controles y una adecuada Trazabilidad a los patrones nacionales utilizados en nuestros servicios.
4. Trabajar garantizando a nuestros clientes una completa confidencialidad e imparcialidad técnica y administrativa en todo el proceso de nuestros servicios.
5. Atender con prioridad cualquier reclamo y/o queja que derive de nuestros clientes en relación a nuestros servicios.
6. Asegurar la competencia técnica en los servicios de Metrología, de nuestros colaboradores en base a las exigencias del sector.
7. Promover la mejora continua de todos nuestros procesos tomando las medidas necesarias para mejorar el desempeño de nuestro Sistema de Gestión de Calidad (SGC).

Arequipa, 05 Marzo del 2017.
REV 00



MARISOL TACÓ VERA
GERENTE GENERAL

Anexo 4. Lista de chequeo ISO 10012:2007

Lista de chequeo Norma ISO 10012:2007

N°	Requisito	Cumple	No cumple	Observaciones
4. Requisitos Generales.				
4.1	¿Tiene la organización definidos el alcance y extensión del sistema de gestión de las mediciones teniendo en cuenta los riesgos y las consecuencias de incumplir con los requisitos Metrológicos?		X	
4.2	¿Tiene la organización definidos los procesos y los equipos de medición sujetos a confirmación metrológica?		X	La empresa tiene un certificación ISO 9001:2015, en el proceso de calibración, medición, verificación y reparación de instrumentos, más no se encuentran definidos el proceso de metrología como tal.
5 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION				
5.1.1	¿Está definida la función metrológica?	X		Si está de finida la función metrológica, y está esta definida en las funciones del encargado del departamento de Calidad
5.1.2	¿La alta dirección dispone de los recursos (humanos, financieros etc) necesarios para establecer y mantener la función metrológica?	X		
5.2 ENFOQUE AL CLIENTE				
5.2.1	¿Asegura la dirección de la función metrológica que los requisitos de medición del cliente están determinados y convertidos en requisitos metrológicos?	x		
5.2.2	¿Asegura la dirección de la función metrológica que el sistema de gestión cumple con los requisitos metrológicos de los clientes?		X	
5.2.3	¿Puede la dirección de la función metrológica demostrar el cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente? ¿Puede la dirección de la función metrológica demostrar el cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente?	X		
5.3 OBJETIVOS DE LA CALIDAD				
5.3.1	¿La dirección de la función metrológica tiene definidos y establecidos objetivos de la calidad referidos al SGM?		X	
5.4 REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN				
5.4.1	¿La alta dirección de la organización revisa sistemáticamente el SGM a intervalos planificados?		X	No existe un SGM
5.4.1.1	¿Se dispone de los recursos necesarios para estas revisiones?		X	
5.4.1.2	¿Se utilizan los resultados de las revisiones por la dirección para modificar y/o mejorar el SGM?		X	
5.4.1.3	¿Se registran las revisiones y las acciones tomadas?		X	
6.1 RECURSOS HUMANOS				
6.1.1	¿Están definidas y documentadas las responsabilidades de todo el personal involucrado en el SGM?		x	
6.1.2	¿Existen las evidencias documentadas de que el personal es apto para las tareas que desempeña en el SGM?		x	
6.1.3	¿Están identificadas y registradas las necesidades de formación de personal?		x	
6.1.4	¿Existen registros que evidencien las actividades de formación del personal?	x		
6.1.5	¿El personal en formación es supervisado? ¿ha y evidencias de ello?	x		
6.2 RECURSOS DE INFORMACIÓN				
6.2.1	¿Existen los procedimientos para el SGM, incluyendo los procedimientos técnicos?		x	
6.2.1.1	¿Está definida la autorización para aprobar los procedimientos nuevos o los cambios en los procedimientos? ¿Están controlados?	x		
6.2.1.2	¿Están vigentes y disponibles los procedimientos?	x		
6.2.2	¿Los software utilizados en los procesos de medición están documentados, validados y controlados?		x	
6.2.3	¿Están asegurada la identificación, el almacenamiento, la protección, recuperación, tiempo de retención y disposición de los registros del SGM?		x	
6.2.4	¿Existe una identificación del estado de confirmación del ESC?	x		
6.2.5	¿Están identificados para su distinción los ESC?	x		



6.3 RECURSOS MATERIALES				
6.3.1	¿ Están todos los ESC calibrados antes de la confirmación?	x		
6.3.1.1	¿Se utilizan los ESC en un ambiente controlado que aseguren resultados válidos?	x		
6.3.1.2	¿Están incluidos los equipos de seguimiento de las magnitudes de influencia en el SGM?		x	
6.3.1.3	¿Existe un procedimiento documentado para recibir, manipular, transportar, almacenar y distribuir los ESC?		x	
6.3.1.4	¿Existe un procedimiento para incorporar y/o retirar un equipo del SGM?		x	
6.3.2	¿Están documentadas las condiciones ambientales requeridas para el funcionamiento eficiente de los procesos cubiertos por el SGM?		x	
6.3.2.1	¿Se da seguimiento y se registran las condiciones ambientales que afectan las mediciones?		x	
6.3.2.2	¿Se aplican las correcciones a los resultados de las mediciones debido a las magnitudes de influencia?		x	
6.4 PROVEEDORES EXTERNOS				
6.4.1	¿Están definidos y documentados los requisitos para los productos y servicios externos ?		x	
6.4.2	¿Se seleccionan y evalúan los proveedores externos en base a los requisitos anteriores ?		x	
6.4.3	¿Existen registros del seguimiento y la evaluación de los proveedores externos?		x	
7.1 CONFIRMACIÓN METROLÓGICA				
7.1.1	¿Son apropiadas las características metrológicas del ESC para el uso previsto ?	x		
7.1.2	¿Está documentado el método para determinar o modificar los intervalos de confirmación metrológica?		x	
7.1.2.1	¿Se revisa y ajustan los intervalos cuando es necesario?	x		
7.1.2.2	¿Se revisa el intervalo del ESC reparado, ajustado o modificado?		x	
7.1.3	¿Se sellan los medios y dispositivos de ajuste del equipo confirmado para prevenir y detectar violaciones ?	x		
7.1.3.1	¿Están documentadas las acciones a tomar ante daños, rotura o pérdida de los sellos contra ajustes?		x	
7.1.4	¿Se dispone de los registros del proceso de confirmación, fechados y aprobados por la persona autorizada?	x		
7.1.4.1	¿Se informa en los registros del proceso de confirmación si el ESC cumple con los requisitos metrológicos específicos?	x		
7.1.4.2	<p>¿Incluyen los registros la siguiente información?:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación única del ESC (Nº serie, tipo, marca etc) • Fecha de la confirmación • Resultado de la confirmación • Intervalo asignado • El error máximo permitido designado • Las condiciones ambientales y las correcciones • Las incertidumbres aplicadas en la calibración • Mantenimientos, ajustes, reparaciones o modificaciones • Limitaciones de uso • Identificación de la(s) que confirmó o confirmaron • Identificación de las personas responsables • Identificación de los certificados de calibración • Evidencia de la trazabilidad de los resultados <p>Requisitos metrológicos para el uso previsto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de calibración obtenidos antes y después de ajuste, reparación o modificación 	x		

7.2 PROCESO DE MEDICIÓN				
7.2.1	¿Están los requisitos metodológicos determinados en base a: <ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos de los clientes • Los requisitos de la organización • Requisitos legales y reglamentarios 	x		
7.2.1.1	¿Para cada proceso de medición están identificados los elementos que pueden poner en riesgo el cumplimiento de los requisitos y los límites de control tales como: <ul style="list-style-type: none"> • Los efectos de los operadores • Los equipos • Las condiciones ambientales • Las magnitudes de influencia • Los métodos 		x	
7.2.1.2	¿Están identificadas y cuantificadas las Características de desempeño requeridas para el uso previsto del proceso de medición? <ul style="list-style-type: none"> • Incertidumbre de la medición • Estabilidad • Error máximo permitido • Repetibilidad • Reproducibilidad • Otras 		x	
7.2.2	¿Para cada proceso de medición se controla: <ul style="list-style-type: none"> • El uso de equipo certificado • La aplicación de procedimientos validados • La disponibilidad de los recursos de información • El mantenimiento de las condiciones ambientales • El uso de personal competente • La transmisión correcta de los resultados 		x	
7.2.3	¿Existen los registros para: <ul style="list-style-type: none"> • Los datos obtenidos de los controles de los procesos de medición, incluyendo la incertidumbre de la medición • Las acciones tomadas a partir de los datos del control • Las fechas en las que se llevaron a cabo los controles • La identificación de los documentos de verificación • La identificación de la persona responsable de brindar la información para los registros 	x		
7.3 INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN				
7.3.1	¿Ha sido estimada la incertidumbre en cada proceso de medición antes de la confirmación y de la validación del proceso?	x		
7.3.1.1	¿Existen los registros de estas estimaciones?	x		
7.3.1.2	¿Están documentados todos los factores conocidos de variabilidad de la medición?	x		
7.3.2	¿Son trazables al SI todos los resultados de las mediciones?	x		
7.3.2.1	¿Están definidos los plazos de vencimiento de los registros que evidencian la trazabilidad?		x	

8. ANÁLISIS Y MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LAS MEDICIONES				
8.2.1	¿Están Planificados las auditorías al SGM?		x	
8.2.2	¿Están especificados los métodos para obtener y utilizar la información relacionada con la satisfacción del cliente		x	
8.2.3	¿Se comunican los resultados de las auditorías a las partes interesadas?		x	
8.2.3.1	¿Se registran los resultados de las auditorías y los cambios en el SGM?		x	
8.2.4	¿Existe un procedimiento para la realización del seguimiento al SGM?		x	
8.2.4.1	¿Incluye dicho procedimiento los métodos, técnicas estadísticas y la extensión de su uso?		x	
8.2.4.2	¿Están documentados los resultados de los seguimientos?		x	
8.3.2	¿Se identifican adecuadamente los procesos de medición que se conocen o se sospecha que aportan resultados de medición incorrectos?		x	
8.3.2.1	¿Está documentado el proceso a seguir por el usuario de un proceso identificado como no conforme?		x	
8.3.2.2	¿Son de nuevo validados los procesos de medición modificados debido a una no conformidad?		x	
8.3.3	¿Se identifica el equipo de medición que se sospecha que está dañado, ha sido sobrecargado, fuertemente incorrectamente, produce resultados incorrectos, está fuera del intervalo de confirmación, ha sido manipulado incorrectamente, tiene el sello roto o dañado, o se ha expuesto a magnitudes de influencia que pueden afectar su uso?	x		
8.3.3.1	¿En los casos anteriores se verifica la no conformidad y se emite el informe?	x		
8.3.3.2	¿Se toman las medidas para evitar la reintegración del equipo no conforme?	x		
8.3.3.3	¿Se identifica el equipo no conforme que una vez reparado y/o ajustado no recupera sus características Metrológicas y se destina a otros usos?	x		
8.3.3.4	¿Este documento el proceso a seguir por el usuario de un equipo que como resultado de la verificación antes del ajuste o recalibración no cumple con los requisitos metrológicos?		x	
8.4.1	¿Existe una planificación para la mejora continua?		x	
8.4.1.1	¿Se revisan e identifican las oportunidades de mejora?		x	
8.4.2	¿Están documentadas las acciones para identificar las causas y eliminar las discrepancias cuando el elemento del SGM no cumple los requisitos específicos (acciones preventivas)?		x	
8.4.2.1	¿Son verificadas las correcciones y los resultados de las acciones correctivas antes de utilizar de nuevo el proceso de medición?	x		
8.4.2.2	¿Están documentados los criterios para tomar las acciones correctivas?		x	
8.4.3	¿Están documentadas las acciones preventivas?		x	
Total		29	46	

Anexo 5. Especificaciones técnicas

MEJOR CAPACIDAD DE MEDICION DEL LABORATORIO DE VOLUMEN Y DENSIDAD - LVD "VOLUMEN"																					
Código TUSNE o TUPA	Servicio de Calibración o Medición			Nivel de Medición o Alcance			Condiciones de Medición/Variable s Independientes		Incertidumbre Expandida					Patrón de Referencia usado en la calibración		Comparaciones que respaldan este servicio de calibración / medición	SIM Servicio de administración				Publicado en la Página web del BIPM colocar "x"
	Magnitud	Instrumento o Equipo	Tipo de Instrumento o Método	Valor mínimo	Valor máximo	Unidades	Parámetros	Especificaciones	Valor	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿La incertidumbre expandida es relativa ?	Patrón	Origen de trazabilidad		Identificación de Servicio o NMI	Clasificación de Servicio	NMI	Observaciones	
LVD 024 LVD 023	Volume of liquid	Volumetric test measure (transfer and graduated pipettes)	Gravimetric determination	0.5	100	mL	Liquid temperature	18 °C to 22 °C	0,2 to 0,0 1	%	2	95%	Yes	Balance	INACAL	SIM.M.FF -S5	Tanaka's formula is used for evaluation of the density of water				
							Humidity	50 % to 70 %;						Thermometer	INACAL	SIM.M.FF -K4				INACAL	
							Temperature Ambient	18 °C to 22 °C								SIM.M.FF -S7					
LVD 023 LVD 002	Volume of liquid	Volumetric test measure (burette)	Gravimetric determination	1	100	mL	Liquid temperature	18 °C to 22 °C	0,1 to 0,0 18	%	2	95%	Yes	Balance	INACAL	SIM.M.FF -S5	Tanaka's formula is used for evaluation of the density of water				
							Humidity	50 % to 70 %;						Thermometer	INACAL	SIM.M.FF -K4				INACAL	

		ated neck type)					Temperature Ambient	18 °C to 22 °C										
--	--	-----------------	--	--	--	--	---------------------	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SERVICIO SINTUSNE:	Volume of liquid	Volumetric test measure (overflow type pipette)	Gravimetric determination	5	50	L	Liquid temperature	18 °C to 22 °C	0.007	%	2	95%	Yes	Balanc e	INACA L	SIM.M.FF -K4	Tanaka's formula is used for evaluation of the density of water				
							Humidity	50 % to 70 %;						Thermo meter	INACA L				INACAL		
							Temperature Ambient	18 °C to 22 °C													

MEJOR CAPACIDAD DE MEDICIÓN DEL
LABORATORIO DE VOLUMEN Y DENSIDAD - LVD
"DENSIDAD"

Código TUSNE o TUPA	Servicio de Calibración o Medición			Nivel de Medición o Alcance			Condiciones de Medición/Variables Independientes		Incertidumbre Expandida				Patrón de Referencia usado en la calibración		Comparaciones que repaldan este servicio de calibración/ medición	SIM Servicio de administración				Publicado en la Página web del BIPM colocar "x"	
	Magnitud	Instrumento o Equipo	Tipo de Instrumento o Método	Valor mínimo	Valor máximo	Unidades	Parámetros	Especificaciones	Valor	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿La incertidumbre expandida es relativa?	Patrón		Origen de trazabilidad	Identificación de Servicio NMI	Clasificación de Servicio	NMI		Observaciones
LVD 003	Density of Liquid	Hydrometers	Cuckow's method	600	2000	kg/m ³	Liquid temperature	18 °C to 22 °C	(2.3 E- 05r +5. 4E- 02), r in kg/ m ³	kg/m ³	2	95%	No	Water	Tanaka's formula	SIM.M.D- S4				INACAL	
							Air temperature	18 °C to 22 °C													
							Humidity	50% to 70%													

MEJOR CAPACIDAD DE MEDICIÓN DEL
LABORATORIO DE TEMPERATURA - LT

Código TUSNE o TUPA	Servicio de Calibración o Medición	Nivel de Medición o Alcance	Condiciones de Medición/Variable s Independientes	Incertidumbre Expandida	Patrón de Referencia usado en la calibración	Comparaciones que repaldan	SIM Servicio de administración	Publicado en la Página
------------------------------	--	--------------------------------	---	-------------------------	---	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------

	Magnitud	Instrumento o Equipo	Tipo de Instrumento o Método	Valor mínimo	Valor máximo	Unidades	Parámetros	Especificaciones	Valor	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿La incertidumbre expandida es relativa?	Patrón	Origen de trazabilidad	este servicio de calibración / medición	Identificación de Servicio o NMI	Clasificación de Servicio	NMI	Observaciones	a web del BIPM colocar "x"
LT 032	Temperature	Long Stem SPRT	H ₂ O triple point	0.01	0.01	°C	Sealed cell		2,5	mK	2	95 %	No	H ₂ O Triple Point Cell	CEM			INDEC OPI LT 032	1.3.2	INDECO PI	OK, >300 mK
LT 032	Temperature	Long Stem SPRT	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	3	mK	2	95 %	No	Ice Melting Point	BIPM			INDEC OPI LT 032	1.3.2	INDECO PI	no KC, uncertainty probably OK
LT 032	Temperature	Long Stem SPRT	Tin freezing point	231.928	231.928	°C	Sealed cell		2	mK	2	95 %	No	Sn freezing point cell	NIST			INDEC OPI LT 032	1.3.2	INDECO PI	no KC, uncertainty probably OK
LT 032	Temperature	Long Stem SPRT	Zinc freezing point	419.527	419.527	°C	Sealed cell		3	mK	2	95 %	No	Zn freezing point cell	NIST			INDEC OPI LT 032	1.3.2	INDECO PI	no KC, uncertainty probably OK
LT 032	Temperature	Long Stem SPRT	Aluminum freezing point	660.323	660.323	°C	Sealed cell		5	mK	2	95 %	No	Al freezing point cell	NIST			INDEC OPI LT 032	1.3.2	INDECO PI	no KC, uncertainty probably OK
LT 032	Temperature	Long Stem SPRT	ITS-90 fixed Points	0.01	419.527	°C	Fixed point cells	H ₂ O, Sn, Zn	5	mK	2	95 %	No	H ₂ O, Sn, Zn Cells	CEM NIST			INDEC OPI LT 032	1.3.2	INDECO PI	no KC, uncertainty probably OK

LT 032	Temperature	Long Stem SPRT	ITS-90 fixed Points	0.01	660.323	°C	Fixed point cells	H ₂ O, Sn, Zn, Al	7	mK	2	95 %	No	H ₂ O, Sn, Zn, Al Cells	CEM NIST			INDEC OPI LT 032	1.3.2	INDECO PI		bly OK no KC, uncertainty probably OK
LT 035	Temperature	Resistance Thermometer PRT	Comparison	-39	0	°C	Comparison bath	ethanol with equalizer block	28	mK	2	95 %	No	Long stem SPRTs	NRC	PRTs comparison between NMIS of Mexico; Spain and andean countries (ITS9 proceedings)	Hysteresis uncertainty for each PRT must be added to the combined uncertainty	INDEC OPI LT 035	2.2.2	INDECO PI		
LT 035	Temperature	Resistance Thermometer PRT	Comparison	0	80	°C	Comparison bath	ethanol;water with equalizer block	33	mK	2	95 %	No	Long stem SPRTs	NRC	PRTs comparison between NMIS of Mexico; Spain and andean countries (ITS9 proceedings)	Hysteresis uncertainty for each PRT must be added to the combined uncertainty	INDEC OPI LT 035	2.2.2	INDECO PI		
LT 035	Temperature	Resistance Thermometer PRT	Comparison	80	250	°C	Comparison bath	oil with equalizer block	35	mK	2	95 %	No	Long stem SPRTs	NRC	PRTs comparison between NMIS of Mexico; Spain and andean	Hysteresis uncertainty for each PRT must be added to the	INDEC OPI LT 035	2.2.2	INDECO PI		

LT 035	Temperature	Resistance Thermometer PRT	Comparison	250	420	°C	Comparison bath	salt with equalizer block	40	mK	2	95 %	No	Long stem SPRTs	NRC	countries (ITS9 proceedings)	combined uncertainty	INDEC OPI LT 035	2.2.2	INDECO PI		
LT 039	Temperature	Resistance Thermometer Thermistor	Fixed Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	0,005	°C	2	95 %	No	Ice melting Point	BIPM	PRTs comparison between NMIS of Mexico; Spain and andean countries (ITS9 proceedings)		INDEC OPI LT 039	2.2.3	INDECO PI		
LT 039	Temperature	Resistance Thermometer Thermistor	Comparison	-50	0	°C	Comparison bath	ethanol with equalizer block	0,033	°C	2	95 %	No	Long stem SPRTs	NRC	PRTs comparison between NMIS of Mexico; Spain and andean countries (ITS9 proceedings)		INDEC OPI LT 039	2.2.3	INDECO PI		

LT 039	Temperature	Resistance Thermometer Thermistor	Comparison	0	80	°C	Comparison bath	ethanol; water with equalizer block	0,0 32	°C	2	95 %	No	Long stem SPRTs	NRC	PRTs comparison on between NMIS of Mexico; Spain and andean countries (ITS9 proceedings)		INDEC OPI LT 039	2. 2. 3	INDECO PI		
LT 039	Temperature	Resistance Thermometer Thermistor	Comparison	80	100	°C	Comparison bath	oil with equalizer block	0,0 34	°C	2	95 %	No	Long stem SPRTs	NRC	PRTs comparison on between NMIS of Mexico; Spain and andean countries (ITS9 proceedings)		INDEC OPI LT 039	2. 2. 3	INDECO PI		
LT 032	Temperature	Type R, S thermocouple	ITS-90 fixed Points	0	660	°C	Fixed point cells	H ₂ O, Sn, Zn, Al	0.4	°C	2	95 %	No	Sn, Zn, Al Cells & ice point in the reference junction	NIST	SIM Type S comparison (in progress)	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 032	2. 3. 1	INDECO PI		
LT 013	Temperature	Type R, S, B thermocouple	Comparison	0	420	°C	Comparison bath	water, oil, salt with equalizer block	0.5	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC	SIM Type S comparison (in progress)	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 013	2. 3. 1	INDECO PI		

LT 012	Temperature	Type R, S, B thermocouple	Comparison	420	1000	°C	3-zones furnace	equalizer block	1.2	°C	2	95 %	No	Standard TCs type S ; ice point in the reference junction	NRC	SIM Type S comparison (in progress)	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 012	2.3.1	INDECO PI		
LT 013	Temperature	Type E thermocouple	Comparison	0	420	°C	Baths	equalizer block	0.7	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC	SIM.T-S1 comparison of Type K thermocouples	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 013	2.3.2	INDECO PI		
LT 012	Temperature	Type E thermocouple	Comparison	420	1000	°C	Furnaces	equalizer block	1.3	°C	2	95 %	No	Standard TCs type S ; ice point in the reference junction	NRC	SIM.T-S1 comparison of Type K thermocouples	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 012	2.3.2	INDECO PI		
LT 013	Temperature	Type J , K, N thermocouple	Comparison	-39	420	°C	Comparison bath	ethanol, water, oil, salt with equalizer block	0.6	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC	SIM.T-S1 comparison of Type K thermocouples	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 013	2.3.2	INDECO PI		
LT 012	Temperature	Type J , K, N thermocouple	Comparison	420	1000	°C	3-zones furnace	equalizer block	1.4	°C	2	95 %	No	Standard TCs type S ; ice point in the reference junction	NIST NRC	SIM.T-S1 comparison of Type K thermocouples	Predetermined value of inhomogeneity included in the	INDEC OPI LT 012	2.3.2	INDECO PI		

LT 013	Temperature	Type T thermocouple	Comparison	0	400	°C	Comparison bath	ethanol, water, oil, salt with equalizer block	1.3	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC	SIM.T-S1 comparison of Type K thermocouples	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 013	2.3.2	INDECO PI		
LT 032	Temperature	Au/Pt thermocouple	ITS-90 fixed Points	0	660	°C	Fixed point cells	H ₂ O, Sn, Zn, Al	0.25	°C	2	95 %	No	Sn, Zn, Al Cells & ice point in the reference junction	NIST		Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 032	2.3.3	INDECO PI		
LT 037	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,02 °C, total immersion	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	0.025	°C	2	95 %	No	Ice melting Point	BIPM			INDEC OPI LT 037	2.4.1	INDECO PI		
LT 037	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,02 °C, total immersion	Comparison	-39	0	°C	Comparison bath	ethanol with equalizer block	0.03	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 037	2.4.1	INDECO PI		
LT 037	Temperature	Liquid-in-glass thermometers,	Comparison	0	80	°C	Comparison bath	ethanol; water with equalizer block	0.035	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 037	2.4.1	INDECO PI		

		scale division 0,02 °C, total immersion																				
LT 037	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,02 °C, total immersion	Comparison	80	120	°C	Comparison bath	oil with equalizer block	0.037	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 037	2.4.1	INDECO PI		
LT 037	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,05 °C, total immersion	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	0.03	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 037	2.4.1	INDECO PI		
LT 037	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,05 °C, total immersion	Comparison	-39	0	°C	Comparison bath	ethanol with equalizer block	0.035	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 037	2.4.1	INDECO PI		
LT 037	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,05 °C, total immersion	Comparison	0	80	°C	Comparison bath	ethanol; water with equalizer block	0.038	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 037	2.4.1	INDECO PI		

LT 037	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,05 °C, total immersion	Comparison	80	120	°C	Comparison bath	oil with equalizer block	0.04	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 037	2.4.1	INDECO PI		
LT 013	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,1 °C, total immersion	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	0.038	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	BIPM			INDEC OPI LT 013	2.4.1	INDECO PI		
LT 013	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,1 °C, total immersion	Comparison	-39	250	°C	Comparison bath	ethanol, water, oil with equalizer block	0.04	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 013	2.4.1	INDECO PI		
LT 013	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,2 °C, total immersion	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	0.07	°C	2	95 %	No	Ice melting Point	BIPM			INDEC OPI LT 013	2.4.1	INDECO PI		

LT 013	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,2 °C, total immersion	Comparison	-39	250	°C	Comparison bath	ethanol, water, oil with equalizer block	0.07	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 013	2.4.1	INDECO PI		
LT 014	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,5 °C, total immersion	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	0.17	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 014	2.4.1	INDECO PI		
LT 014	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 0,5 °C, total immersion	Comparison	-39	420	°C	Comparison bath	ethanol, water, oil, salt with equalizer block	0.17	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 014	2.4.1	INDECO PI		
LT 014	Temperature	Liquid-in-glass thermometers, scale division 1 °C, total immersion	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	0.35	°C	2	95 %	No	Ice melting Point	BIPM			INDEC OPI LT 014	2.4.1	INDECO PI		
LT 014	Temperature	Liquid-in-glass thermometers,	Comparison	-39	420	°C	Comparison bath	ethanol, water, oil, salt with	0.35	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC			INDEC OPI LT 014	2.4.1	INDECO PI		

		scale division 1 °C, total inmersio n					equalizer block															
LT 037	Te mp er at ure	Digital Thermo meter PRT	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specificati ons)	12	mK	2	95 %	No	Standar d PRT's	NRC		Hystere sis uncertai nty for each PRT must be added to the combin ed uncertai nty	INDEC OPI LT 037	2. 7. 1	INDECO PI		
LT 037	Te mp er at ure	Digital Thermo meter PRT	Compa rison	-39	0	°C	Compa rison bath	ethanol with equalizer block	30	mK	2	95 %	No	Standar d PRT's	NRC		Hystere sis uncertai nty for each PRT must be added to the combin ed uncertai nty	INDEC OPI LT 037	2. 7. 1	INDECO PI		
LT 037	Te mp er at ure	Digital Thermo meter PRT	Compa rison	0	80	°C	Compa rison bath	Ethanol; Water with equalizer block	35	mK	2	95 %	No	Standar d PRT's	NRC		Hystere sis uncertai nty for each PRT must be added to the combin ed	INDEC OPI LT 037	2. 7. 1	INDECO PI		

LT 013	Temperature	Digital Thermometer Thermocouple (Base Metal)	Comparison	80	250	°C	Comparison bath	oil with equalizer block	0.5	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC		Predefined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 013	2.7.1	INDECOPI		
LT 011	Temperature	Digital Thermometer Thermocouple (Base Metal)	Comparison	250	420	°C	Comparison bath	salt with equalizer block	1	°C	2	96 %	No	Standard PRT's	NRC		Predefined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 011	2.7.1	INDECOPI		
LT 012	Temperature	Digital Thermometer Thermocouple (Base Metal)	Comparison	420	1000	°C	3-zones Furnace	equalizer block	1.5	°C	2	95 %	No	TCs Type S with Multimeter	NIST		Predefined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 012	2.7.1	INDECOPI		
LT 016	Temperature	Digital Thermometer Thermocouple (Noble Metal)	Comparison	0	80	°C	Comparison bath	ethanol or water with equalizer block	0.3	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC		Predefined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 016	2.7.1	INDECOPI		
LT 013	Temperature	Digital Thermometer Thermocouple	Comparison	80	250	°C	Comparison bath	oil with equalizer block	0.5	°C	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC		Predefined value of inhomogeneity included	INDEC OPI LT 013	2.7.1	INDECOPI		

LT 011	Temperature	Digital Thermometer Thermocouple (Noble Metal)	Comparison	250	420	°C	Comparison bath	salt with equalizer block	0.65	°C	2	96 %	No	Standard PRT's	NRC		in the CMC entry	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 011	2.7.1	INDECO PI		
LT 012	Temperature	Digital Thermometer Thermocouple (Noble Metal)	Comparison	420	1000	°C	3-zones Furnace	equalizer block	1.4	°C	2	95 %	No	TCs Type S with Multimeter	NIST NRC		in the CMC entry	Predetermined value of inhomogeneity included in the CMC entry	INDEC OPI LT 012	2.7.1	INDECO PI		
LT 016	Temperature	Digital Thermometer Thermistor	Ice Melting Point	0	0	°C	Fixed point	Ice melting point (BIPM specifications)	6	mK	2	95 %	No	Ice melting Point	BIPM				INDEC OPI LT 016	2.7.1	INDECO PI		
LT 016	Temperature	Digital Thermometer Thermistor	Comparison	-39	0	°C	Comparison bath	ethanol with equalizer block	33	mK	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC				INDEC OPI LT 016	2.7.1	INDECO PI		
LT 016	Temperature	Digital Thermometer Thermistor	Comparison	0	80	°C	Comparison bath	ethanol; water with equalizer block	35	mK	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC				INDEC OPI LT 016	2.7.1	INDECO PI		
LT 013	Temperature	Digital Thermometer Thermistor	Comparison	80	100	°C	Comparison bath	oil with equalizer block	37	mK	2	95 %	No	Standard PRT's	NRC				INDEC OPI LT 013	2.7.1	INDECO PI		

LT 020	Temperature	Block Calibrators	Comparison	-30	400	°C			0,4 a 1,2	°C	2	95 %	No	Standard PRT's, Thermocouple type K	INACAL			LT 020	INACAL		
LT 022	Temperature	Isothermal Medium with air inside	Comparison	-30	950	°C			0,3 a 2,0	°C	2	95 %	No	Thermocouple type K	NIST NRC			LT 022	INACAL		
LT 024	Temperature	Infrared thermometer	Comparison to Ice melting point black body	0	0	°C	Wavelength	8 mm a 14 mm	1.0	°C	2	95 %	No	Ice melting Point black body	BIPM			LT 024	INACAL		
LT 024	Temperature	Infrared thermometer	Comparison to graphite disk surface black body	50	450	°C	Wavelength	8 mm a 14 mm	1,5 a 4,0	°C	2	95 %	No	Infrared standard thermometer	INACAL			LT 024	INACAL		