

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
MATEMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA**



J. Sánchez
[Signature]

**“IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO
PARA CALIBRAR CONTÓMETROS VOLUMÉTRICOS DE
DIESEL DESDE 10 gal/min HASTA 200 gal/min”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA

PRESENTADO POR

LUIS ENRIQUE URBANO TUNQUE

ASESOR: Dr. Jesús Félix Sánchez Ortiz

Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	URBANO TUNQUE LUIS ENRIQUE_1.pdf (D156371989)
Submitted	2023-01-19 23:03:00
Submitted by	FCNM
Submitter email	investigacion.fcnm@unac.pe
Similarity	2%
Analysis address	investigacion.fcnm.unac@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.euramet.org/publications-media-centre/calibration-guidelines Fetched: 2023-01-19 23:04:00	 5
W	URL: https://www.google.com.pe/maps/place/3ir%C3%BE3n+Chota+1161,+Lima+15001/g-12.0538286,-77.040623... Fetched: 2023-01-19 23:04:00	 1
W	URL: http://kossomet.com/ Fetched: 2023-01-19 23:04:00	 2
W	URL: https://blogdelocalidad.com/diagrama-de-ishikawa/ Fetched: 2023-01-19 23:04:00	 1
W	URL: https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf Fetched: 2023-01-19 23:04:00	 4
W	URL: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Osinergmin... Fetched: 2020-07-20 13:27:19	 2

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA "IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO PARA CALIBRAR CONTÓMETROS VOLUMÉTRICOS DE DIESEL DESDE 10 gal/min HASTA 200 gal/min" INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA PRESENTADO POR LUIS ENRIQUE URBANO TUNQUE Callao, 2022 PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

- Facultad** : Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
- Unidad de Investigación** : Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
- Título** : Implementación del Método Volumétrico para calibrar Contómetros Volumétricos de DIESEL desde 10 gal/min hasta 200 gal/min
- Asesor** : Dr. Jesús Félix Sánchez Ortiz
ORCID: 0000-0002-6531-5228
DNI: 06532590
- Autor** : Luis Enrique Urbano Tunque
ORCID: 0000-0002-1580-3522
DNI: 44878054
- Lugar de ejecución** : Lima, Perú



CONSTANCIA N° 37-2023-UI-FCNM

El Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional del Callao, que suscribe; hace constar que el señor:

LUIS ENRIQUE URBANO TUNQUE

Ha obtenido un resultado del 2% como producto del Análisis de Urkund realizado a su Trabajo de Tesis titulado: "IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO PARA CALIBRAR CONTÓMETROS VOLUMÉTRICOS DE DIESEL DESDE 10 gal/min HASTA 200 gal/min".

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines pertinentes.

Bellavista, 04 de octubre 2023.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



Dr. WHUALKER ENRIQUE LOZANO BARTRA
DIRECTOR



ACTA N° 020-2023-JEITSP-FCNM-UNAC DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA

LIBRO N°01-2023 FOLIO N°28 ACTA N° 020-2023-JEITSP-FCNM-UNAC DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA.

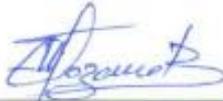
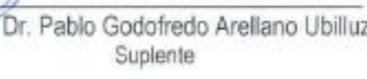
A los 27 días del mes de enero del año 2023, siendo las 12:40 horas se reunió en el auditorio de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática el JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL, según la **Resolución N°09-2023-D-FCNM**, para la obtención del título profesional de Licenciado en Física de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

Dr. Whualguer Enrique Lozano Bartra	Presidente
Mg. Roel Mario Vidal Guzmán	Secretario
Dr. Miguel Ángel De la Cruz Cruz	Vocal
Dr. Pablo Godofredo Arellano Ubilluz	Suplente

Se dio inicio a las 11:20 a.m., al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **Luis Enrique Urbano Tunque**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Licenciado en Física, sustenta el informe titulado: "IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO PARA CALIBRAR CONTOMETROS VOLUMÉTRICOS DE DIESEL DESDE 10 GAL/MIN HASTA 200 GAL/MIN", cumpliendo con la exposición en acto público, de manera presencial en el auditorio ubicado en el 2do piso de la FCNM, en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".

Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa MUY BUENO y calificación cuantitativa DIECISEIS (16), conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de junio del 2021.

Se dio por cerrada la sesión a las 13:20 horas del día viernes 27 de enero del año en curso.

 Dr. Whualguer Enrique Lozano Bartra Presidente		 Mg. Roel Mario Vidal Guzmán Secretario
 Dr. Miguel Ángel de la Cruz Cruz Vocal		 Dr. Pablo Godofredo Arellano Ubilluz Suplente
	 Dr. Jesús Félix Sánchez Ortiz Asesor	

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional fue Expuesto por el señor Bachiller **LUIS ENRIQUE URBANO TUNQUE** ante el **JURADO DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

Dr. Lozano Bartra Whualkuer Enrique	: PRESIDENTE
Mg. Vidal Guzman Roel Mario	: SECRETARIO
Dr. De la Cruz Cruz Miguel Ángel	: VOCAL
Dr. Sánchez Ortiz Jesús Félix	: ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 01. Folio N° 028 y Acta N° 020-2023 de fecha 27 de enero de 2023, para optar el Título Profesional de Licenciado en Física, o en Matemática en la Modalidad de Titulación por Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 099-2021-CU, de fecha 30 de junio de 2021.

DEDICATORIA

A Dios que siempre ilumina cada uno de mis pasos en el camino de la vida y me ayuda en cada momento difícil que he tenido que superar. A mis padres, quienes siempre me motivaron a seguir adelante y lograr mis objetivos. A mi hija Zisary Isabella que es mi motor y motivo para seguir adelante día a día.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por su dedicación en la educación que formó mi vida adulta, a la confianza que pusieron en mi como hijo para poder brindarles una de las alegrías más lindas que todo padre quisiera tener, ver a su hijo profesional y realizado.

A mis jurados por la objetividad y justicia en la evaluación y calificación de este presente Informe.

A mi asesor, el Dr. Sánchez Ortiz Jesús Félix, por el apoyo moral, incondicional y sobre todo por el esfuerzo que tuvo cada día en la exhaustiva revisión de este presente Informe. Por sus múltiples consejos que sirvieron de mucho en la elaboración de este Informe.

A la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática que en sus aulas conocí el apasionante y fascinante mundo de la Ciencia aplicada.

A la Universidad Nacional del Callao por darme la oportunidad de cursar estudios superiores y de pertenecer a tan prestigiosa casa de estudios superior.

Luis Enrique Urbano Tunque

INDICE

DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
INTRODUCCIÓN.....	xv
I. ASPECTOS GENERALES	16
1.1 Objetivos de la actividad profesional.....	16
1.1.1 Objetivo general.....	16
1.1.2 Objetivos específicos	16
1.2 Organización de la empresa	16
1.2.1 Datos generales de la empresa	16
1.2.2 Reseña histórica de la empresa	18
1.2.3 Política.....	19
1.2.4 Misión, visión y valores	21
1.2.5 Organigrama	21
1.2.6 Mapa de procesos.....	23
1.2.7 Diagnóstico situacional (FODA).....	24
1.2.8 Descripción de la realidad problemática de la empresa.....	25
1.3 Funciones del Bachiller	27
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	29
2.1 Marco teórico	29
2.1.1 Bases teóricas de la metrología en la actividad profesional	29
2.1.2 Marco Conceptual	38
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas.....	47
2.2.1 Aspectos técnicos de las actividades profesionales	47
2.2.2 Descripción de las Actividades profesionales desarrolladas como	

Técnico Metrólogo	59
2.2.3 Descripción de las actividades profesionales desarrolladas como Supervisor de Laboratorio	61
2.2.4 Resultados de las actividades profesionales.....	62
2.2.5 Cronograma de actividades profesionales.....	62
III. APORTES REALIZADOS.....	64
3.1 Aportes del Bachiller en la empresa.....	64
3.2 Logros del Bachiller en la empresa	64
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	66
4.1. Discusión.....	66
4.2. Conclusiones.....	73
V. RECOMENDACIONES.....	74
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	75
ANEXOS.....	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Reacion de los grados de libertad con el factor de cobertura</i>	35
Tabla 2 <i>Tecnicas utilizadas para cumplir con los requerimientos de la norma NTP ISO/IEC 17025-2017</i>	51
Tabla 3 <i>Instrumentos utilizados para implementar el procedimiento de calibración de contómetros volumetricos.</i>	53
Tabla 4 <i>Equipos y materiales utilizados para la implementación de contómetros volumétricos</i>	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de la ubicación de la empresa en la provincia de Lima - Perú</i>	17
Figura 2 <i>Política de calidad de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.</i>	20
Figura 3 <i>Organigrama de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.</i>	22
Figura 4 <i>Mapa de procesos de KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.</i>	23
Figura 5 <i>Matriz FODA de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.</i>	24
Figura 6 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	26
Figura 7. <i>Cronograma de actividades</i>	63
Figura 8 <i>Facturación de servicios del mes de mayo 2021</i>	67
Figura 9 <i>Ingresos económicos de los meses de marzo-abril 2021 de la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C.</i>	68
Figura 10 <i>Calibración del flujómetro por comparación directa de modo no invasivo</i>	69
Figura 11 <i>Carátula del procedimiento de calibración de medidores volumétricos metálicos (Método Volumétrico) de INDECOPI</i>	71
Figura 12 <i>Carátula del documento “Guidelines on the Calibration of Standard Capacity Measures Using the Volumetric Method”</i>	72

ABREVIATURAS

ISO	:	International Organization for Standardization
NTP	:	Norma Técnica Peruana
INACAL	:	Instituto Nacional de la Calidad
SNC	:	Sistema Nacional para la Calidad
IEC	:	International Electrotechnical Commission
KOSSOMET S.A.C.	:	KOSSODO METROLOGIA S.A.C.
E.M.P.	:	Error Máximo Permitido
DA	:	Dirección de Acreditación
M.V.P.	:	Medidor Volumétrico Patrón
NMP	:	Norma Metrológica Peruana
EURAMET	:	European Association of National Metrology Institutes
INDECOPI	:	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
PC	:	Procedimiento de Calibración
ANA	:	Autoridad Nacional del Agua

INTRODUCCIÓN

La empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. se caracteriza por ser la sexta empresa a nivel nacional en brindar servicios de calibración acreditado bajo la norma ISO 17025. Estos servicios que se brindan son desarrollados en las instalaciones del cliente o en las instalaciones del Laboratorio de Metrología de la Empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. Se cuentan con servicios acreditados en distintas magnitudes físicas tales como masa, temperatura, volumen y presión, y también con servicios acreditados en las magnitudes fisicoquímicas tales como medidores de conductividad y medidores de potencial hidrógeno.

Debido al alto reconocimiento por parte de los clientes, la empresa empieza a tener un crecimiento económico cada vez más elevado, y también debido a la alta demanda y exigencia de nuevos procedimientos de calibración pedidos por los mismo clientes, es que se decide en el año 2019 implementar el nuevo servicio de calibración de contómetros volumétricos y calibración de medidores de flujo líquido, esto con la intención de suplir las exigencias y demandas de los clientes a nivel nacional y en distintas industrias del país.

En la actualidad la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. tiene en su nueva lista de servicios acreditados, el nuevo servicio de calibración de contómetros volumétricos, esto es debido gracias al conocimiento técnico y experiencia profesional por parte del bachiller que se dedicó a la implementación del procedimiento y a la elaboración de toda la documentación requerida por parte de la norma ISO 17025 para poder obtener la acreditación del nuevo servicio de calibración implementado. En la actualidad se siguen desarrollando nuevos procedimientos de calibración internos para poder seguir cumpliendo con las exigencias de los clientes.

I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivos de la actividad profesional

1.1.1 Objetivo general

El objetivo general de la actividad profesional es implementar un nuevo servicio de calibración de contómetros volumétricos de Diesel en el laboratorio de volumen y flujo de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C cumpliendo los requisitos técnicos de la norma NTP ISO/IEC 17025-2017.

1.1.2 Objetivos específicos

- Acreditar el procedimiento metrológico para la calibración de contómetro volumétrico de líquido Diesel.
- Implementar el procedimiento metrológico para la calibración de medidores de flujo líquido por el método de comparación directa.
- Usar el documento internacional “Guidelines on the Calibration of Standard Capacity Measures Using the Volumetric Method” como base fundamental para implementar el servicio de calibración de medidores volumétricos de líquido de clase de exactitud metrológica 0,1; 0,2 y 0,5.

1.2 Organización de la empresa

1.2.1 Datos generales de la empresa

Los datos generales de la empresa son los siguientes:

- Razón Social: Kossodo Metrología (KOSSOMET S.A.C.)
- R.U.C.: 20601958121
- Actividad económica: Otras actividades profesionales, científicas y técnicas N.C.P.
- Fecha de inicio de actividades: 01/04/2017

Esta empresa es una compañía de metrología, dedicada exclusivamente al mantenimiento y calibración de equipos de medición de distintas magnitudes físicas tales como: masa, temperatura, volumen, fuerza, presión, longitud, tiempo y otras magnitudes fisicoquímicas tales como el pH y la conductividad eléctrica. Así mismo, en la empresa se realizan

investigaciones de desarrollo de nuevos métodos de calibración de instrumentos de medida. (KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. [KOSSOMET S.A.C.], 2022)

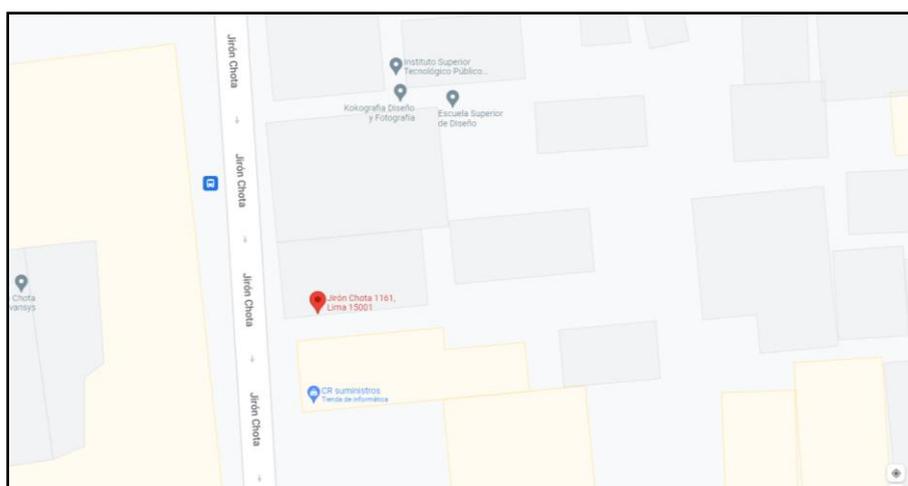
En la industria, en general, se requieren de instrumentos de medida de magnitudes físicas anteriormente mencionadas que determinan resultados confiables y garanticen correctamente la ejecución de los procesos industriales, acorde con los requerimientos de normas técnicas metrológicas y el cumplimiento de ciertos parámetros establecidos, los cuales brinden mediciones confiables con altos estándares de calidad. (KOSSOMET, 2022)

Ubicación geográfica

- País: Perú
- Región: Lima
- Provincia: Lima
- Distrito: Cercado de Lima
- Dirección: Jr. Chota 1161, Cercado de Lima
- Latitud: 12°03'13.9"S
- Longitud: 77°02'26.3"W

Figura 1

Mapa de la ubicación de la empresa en la provincia de Lima - Perú



Nota. Fuente Google Maps

[https://www.google.com.pe/maps/place/Jir%C3%B3n+Chota+1161,+Lima+15001/@-12.0538286,-](https://www.google.com.pe/maps/place/Jir%C3%B3n+Chota+1161,+Lima+15001/@-12.0538286,-77.0406234,21z/data=!4m5!3m4!1s0x9105c8c5bf895ca9:0x7a6ff34968b1d227!8m2!3d-12.0538781!4d-77.0406247?hl=es)

[77.0406234,21z/data=!4m5!3m4!1s0x9105c8c5bf895ca9:0x7a6ff34968b1d227!8m2!3d-12.0538781!4d-77.0406247?hl=es](https://www.google.com.pe/maps/place/Jir%C3%B3n+Chota+1161,+Lima+15001/@-12.0538286,-77.0406234,21z/data=!4m5!3m4!1s0x9105c8c5bf895ca9:0x7a6ff34968b1d227!8m2!3d-12.0538781!4d-77.0406247?hl=es)

1.2.2 Reseña histórica de la empresa

En los tiempos de crecimiento económico de la empresa KOSSODO, por la alta demanda en la adquisición de instrumentos de medición de magnitudes físicas, por parte de sus clientes, la gerencia de KOSSODO planteó la idea de formar el Laboratorio de Metrología, el cual pueda brindar el servicio de calibración y certificación de los instrumentos de medida en las instalaciones del laboratorio y también en las instalaciones de los mismos usuarios. La formación de este laboratorio tiene como objetivo principal brindar un servicio acreditado bajo los requerimientos de la norma metrológica ISO/IEC 17025, la cual especifica los requisitos generales para la competencia, la imparcialidad y la operación coherente de los laboratorios.

El Laboratorio de Metrología, en base a su alto y eficiente desempeño, rendimiento, profesionalismo de su personal, y también gracias a la preferencia de sus clientes, es que se logra constituir en una unidad independiente dentro de la empresa y cuenta actualmente con modernos laboratorios, acreditados con los más altos estándares de calidad según el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

En la actualidad la empresa KOSSODO METROLOGÍA cuenta con la acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025 y brinda distintos tipos de servicio tales como calibración, certificación, mantenimiento y también organiza y desarrolla cursos de capacitaciones sobre temas relacionados a la metrología, donde el autor de este informe participa.

Para lograr este desempeño de excelencia y exigencia, por parte de nuestros clientes, es que se cuenta con un personal profesional totalmente calificado y preparado para desempeñar distintas y específicas labores que demuestran la competitividad y experiencia técnica en metrología.

La empresa KOSSODO METROLOGÍA cuenta con una amplia cartera de clientes de distintos sectores industriales, tanto públicos como privados en los distintos sectores tales como: salud, minero, industrial, agroindustrial, farmacéutico, educación, centro de investigación, entre otros, los que confían en los servicios que se ofertan, ya que los resultados obtenidos son confiables y de calidad. (KOSSOMET, 2022)

Actividades principales de la empresa

La actividad principal de la empresa es la prestación de servicios de verificación, calibración y mantenimiento de diversos instrumentos de medida para diferentes magnitudes físicas, tales como presión, masa, longitud, volumen, fuerza, temperatura, etc.

Para poder cumplir con las expectativas del cliente se cuenta con un conjunto de variables de un sistema integrado de gestión adecuado, de tal manera que este sistema de gestión pueda asegurar una calidad de servicio único.

La empresa cuenta con procedimientos e instructivos, los cuales proporcionan los pasos a seguir por el personal profesional encargado de desarrollar las calibraciones y así poder llevar a cabo sus actividades metrológicas, conforme a su sistema integrado de gestión.

Todo el personal técnico encargado de desarrollar la calibración, verificación y mantenimiento, tanto en el laboratorio y en las instalaciones del cliente, pasa por una serie de capacitaciones, evaluaciones y, a la vez, por una etapa de supervisión por parte de sus jefaturas, con la finalidad de evitar condiciones de no calidad, mediante la formación y seguimiento de la competencia, para que puedan desenvolverse eficientemente en sus procesos metrológicos.

1.2.3 Política

La empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. cuenta con una política de calidad. En la figura 2 se muestra la política de calidad de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

Figura 2

Política de calidad de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

KSSM-SIG
Ver: 1 / Rev: 02
FA: 2019-05-28
FUR: 03-2022

MDE
DAT-MDE-3-1 POLÍTICA DE LA CALIDAD


KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. es una empresa dedicada a la prestación de servicios de calibración y certificación de equipos de medición, con el respaldo de un Sistema de Gestión de la Calidad que apoya el direccionamiento estratégico a través de una Política de la Calidad que garantiza el cumplimiento de las normas NTP-ISO /IEC 17025 e ISO 9001 y otros requisitos legales aplicables a nuestras actividades y proporciona el marco para el cumplimiento del sistema de gestión de la calidad, orientado a mejorar continuamente su eficacia y a mantener la excelencia en el servicio.

En tal sentido, nos esmeramos en la atención a nuestros clientes con miras a incrementar su satisfacción con respecto a nuestros servicios.

Para **KOSSODO METROLOGÍA SAC**, ninguna negociación es tan importante, como para poner en riesgo nuestra imparcialidad, por ello nos comprometemos a proporcionar mecanismos para asegurar mantener bajo control los riesgos que puedan quebrantarla.

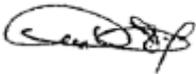
Realizamos nuestras actividades de una manera coherente con los lineamientos establecidos en el sistema de gestión.

Nos preocupamos por promover el desarrollo profesional de nuestros colaboradores, y proporcionar las competencias necesarias para asegurar la calidad de los servicios que ofrecemos.

Aseguramos las condiciones favorables para el cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión, gestionando los riesgos identificados en nuestros procesos.

Nuestros proveedores constituyen un soporte importante para nuestras operaciones, es por ello que nos preocupamos por contribuir al mejoramiento de su desempeño, para asegurar la calidad de los productos y servicios que nos brindan.

Aseguramos que somos un laboratorio en constante desarrollo, mediante la ampliación del alcance de servicios y mejora de nuestros procesos.


Anna Sagi Benedek
Gerente General
Kossodo Metrología SAC

ESTE DOCUMENTO NO ESTÁ CONTROLADO EN COPIA FÍSICA A EXCEPCIÓN DE COPIAS SELLADASPáginas 1 de 1

Nota. Tomado de documentación de KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

1.2.4 Misión, visión y valores

La misión, visión y valores de la empresa se describe a continuación.

Misión. La empresa Kossodo Metrología tiene como misión ser “un equipo humano de excelencia, altamente calificado, motivado, innovador e inspirado, que garantiza a nuestros clientes, como socios estratégicos, resultados confiables en cada uno de nuestros servicios asociados al aseguramiento de la calidad en sus procesos vitales” (KOSSOMET, 2022)

Visión. Kossodo Metrología tiene como visión “Ser el patrón de referencia global para todo sistema que busque garantizar la calidad que exige y merece una sociedad en desarrollo” (KOSSOMET, 2022)

Valores. Los valores fundamentales de la empresa son los siguientes: Honestidad, Pasión y Compromiso (KOSSOMET, 2022)

Página web

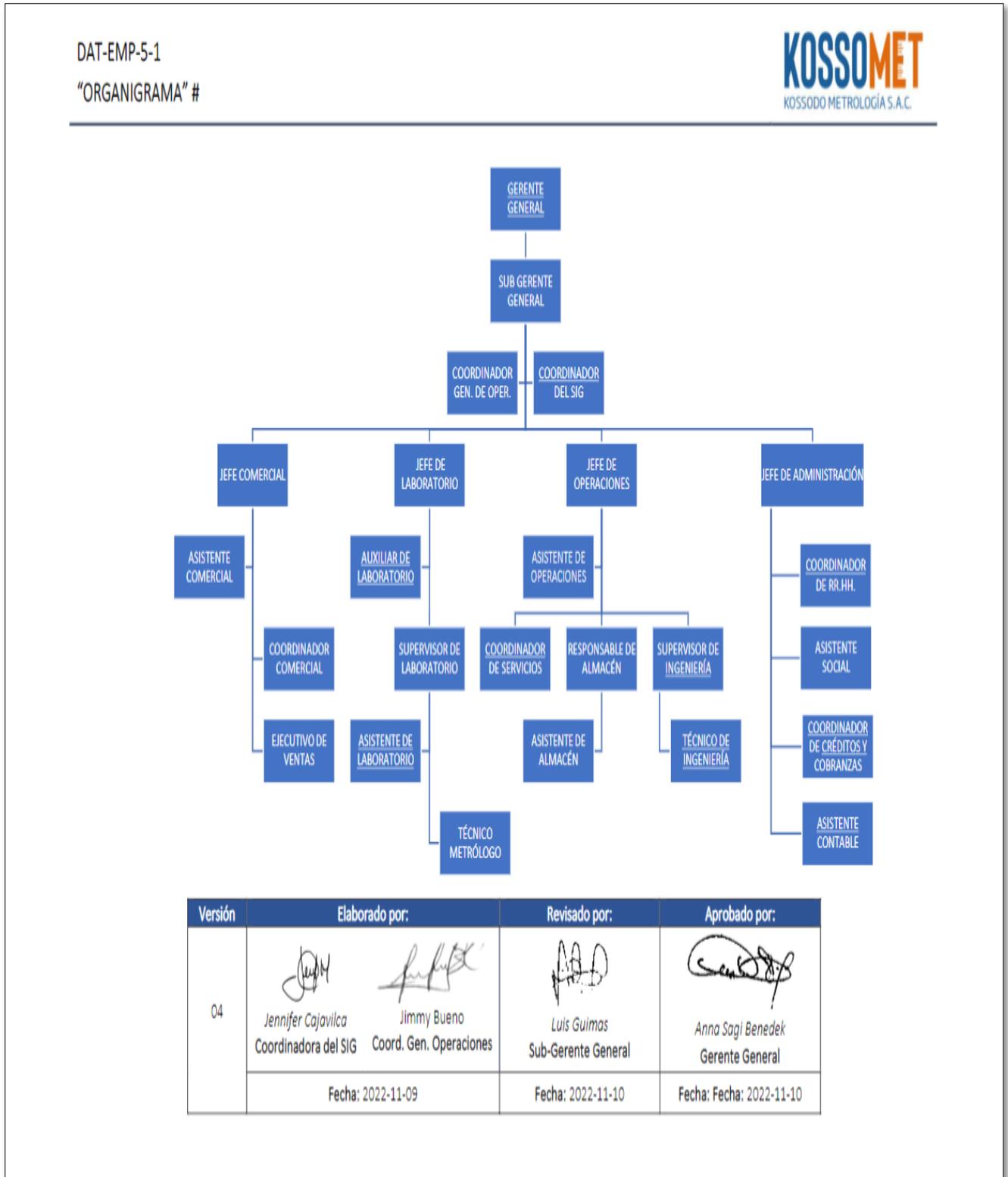
<http://kossomet.com/>

1.2.5 Organigrama

La empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. cuenta con un organigrama bien estructurado, en base a las funciones y responsabilidades de cada personal. En la figura 3 se presenta el organigrama de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

Figura 3

Organigrama de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.



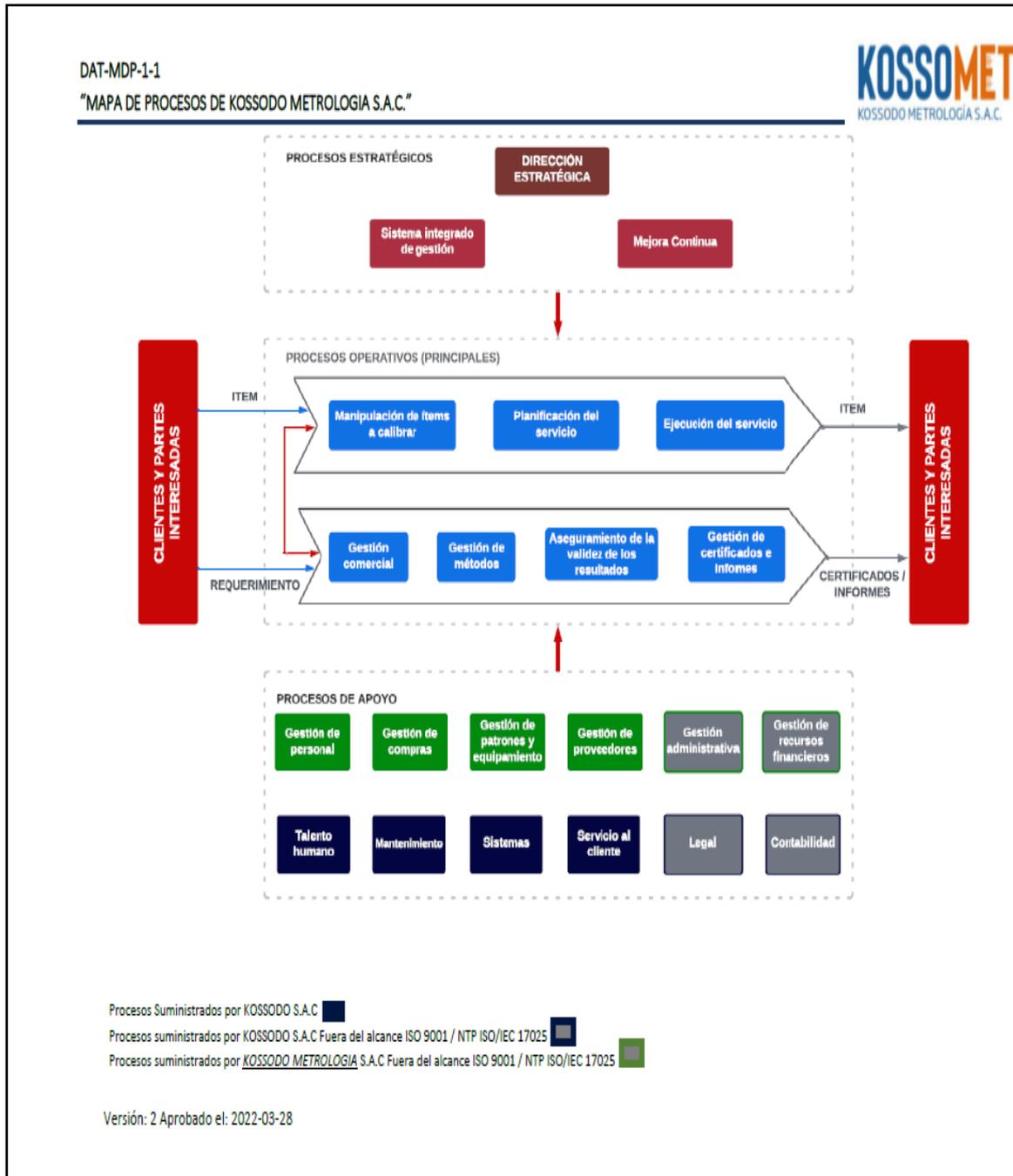
Nota. Tomado de documentación de KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

1.2.6 Mapa de procesos

La empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C., cuenta con un mapa de procesos. En la figura 4 se presenta el mapa de procesos de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

Figura 4

Mapa de procesos de KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.



Nota. Tomado de documentación de KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

1.2.7 Diagnóstico situacional (FODA)

En la figura 5 se presenta el diagnóstico situacional de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

Figura 5

Matriz FODA de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

DAT-MDE-1-2		KOSSOMET KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.		
"MATRIZ FODA"				
FACTORES INTERNOS	FORTALEZAS		DEBILIDADES	
	F1	Laboratorio certificado en la norma ISO 9001 y acreditado en la norma NTP-ISO/IEC 17025 con más de 10 años de experiencia en el mercado.	D1	Infraestructura limitada que no nos permite abarcar más y crecer.
	F2	Colaboradores competentes, cohesionados y bien preparados con alta capacidad de respuesta y apertura.	D2	Carencia de un área de marketing propio.
	F3	Capacidad en talento, competencia y equipos para ampliar las líneas de negocio (sistemas que garanticen la calidad, ingeniería).	D3	No se tiene un plan de contingencia que cubra la condición de obsolescencia en equipos o instrumentos críticos.
	F4	Calidad garantizada en los servicios que se prestan (imparcialidad y objetividad de nuestras áreas con respecto al negocio).	D4	No tenemos alcance en algunos países cuyo exigencia del mercado así lo amerita.
	F5	Infraestructura adecuada para lo requerido actualmente.	D5	Altos costos operativos en servicios.
	F6	Capacidad de inversión en nuevos proyectos.	D6	Personal técnico de puestos clave sin certificación externa (INACAL o ente internacional).
	F7	Parte de una organización establecida en el mercado con buena imagen.	D7	Falta de automatización en algunos procesos que involucran control, seguimiento y/o cumplimiento de los entes reguladores.
	F8	Mejora continua de nuestros procesos mediante el seguimiento de nuestros objetivos e indicadores.	D8	Falta de conocimientos técnicos a detalle de nuestro personal de ventas con respecto a los servicios que brinda la organización.
	--	--	D9	Existencia de procesos de licitación en los cuales solicitan experiencia comprobada como empresa en servicios como contadores de montos considerable.
FACTORES EXTERNOS	OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
	O1	Surgimiento de nuevos decretos, regulaciones y normas relacionadas que exigen mejoras en ajuste y calibración.	A1	Poca relación con el entes reguladores (INACAL, OSINERG, ODEFA, etc).
	O2	Clientes insatisfechos con algunos servicios de la competencia.	A2	Surgimiento de nuevas y mas empresas acreditadas en el rubro de la metrología.
	O3	Nuevos y mejores sistemas de organización, evaluación y control en el mercado.	A3	Surgimiento de nuevas normativas en materia de metrología que afectan nuestro desempeño.
	O4	Hay necesidades metrologicas no cubiertas o con poca oferta en el mercado, como servicio acreditado, aunque algunas empresas las cubren sin acreditación.	A4	Competencia desleal al prestarse a certificar servicios no realizados con idoneidad.
	O5	Pocos laboratorios con amplio alcance de acreditación que les permitan atender en mayor proporción las necesidades del mercado.	A5	Competencia ávida por captar nuestro talento
	O6	Existencia de nichos de mercado no explotados relacionados con sistemas para garantizar la calidad.	A6	Clientes exigentes no en calidad sino en precios
	O7	Existen foros, cursos, congresos internacionales, etc referidos a metrología y sistemas para garantizar la calidad.	A7	Surgimiento de nuevas normativas legales relacionadas a seguridad y salud en el trabajo
	O8	Amplia oferta de empresas que realizan consultoría o servicios de implementación en aspectos de Seguridad y Salud en el Trabajo.	A8	Restricciones o modificaciones en la ejecución de las actividades debido a pandemias y/o emergencias sanitarias, desastres naturales y/o artificiales.
	O9	Existencia de cursos virtuales gratuitos o de bajo costo referidos a Sistemas de Seguridad y salud en el Trabajo.	--	--
	O10	Existe en el mercado amplia variedad de proveedores de equipos y/o repuestos utilizados en la ingeniería.	--	--
	O11	Incremento de nuevas tecnologías en el rubro.	--	--

VERSIÓN	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
2	 Jennifer Cajovica Coordinadora del SIG	 Jimmy Bueno Cisneros Coord. General de Operaciones	 Luis Guimaraes Sanchez Sub-Gerente General
	Fecha: 2022-05-10	Fecha: 2022-05-10	Fecha: 2022-05-10

Fecha de aprobación: 2022-05-10

Versión: 02

Página 1 de 1

Nota. Tomado de documentación de KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

1.2.8 Descripción de la realidad problemática de la empresa

La empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. es una empresa acreditada bajo la norma ISO 17025:2017. En su constante desarrollo de nuevos métodos y procedimientos de calibración y debido a los constantes requerimientos de servicio de calibración de contómetros volumétricos acreditado y de servicios de calibración de medidores de flujo líquido en la instalación de los clientes es que se busca desarrollar nuevos procedimientos para poder cumplir y satisfacer las necesidades y requerimientos de los clientes.

Es este motivo por el cual se tuvo la responsabilidad de implementar y acreditar el servicio de calibración de contómetros volumétricos por el método volumétrico cumpliendo con los requisitos que la Norma Técnica ISO 17025:2017 ya que este servicio es muy requerido por los clientes y también se tuvo la responsabilidad de implementar el servicio de calibración de medidores de flujo líquido por el método de comparación directa ya que es también otros de los servicios que la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. no brindaba a sus clientes. En la actualidad se está implementado el servicio de calibración de medidores volumétricos de clase 0,1; 0,2 y 0,5 ya que también es otro de los servicios que últimamente está siendo requerido por los clientes.

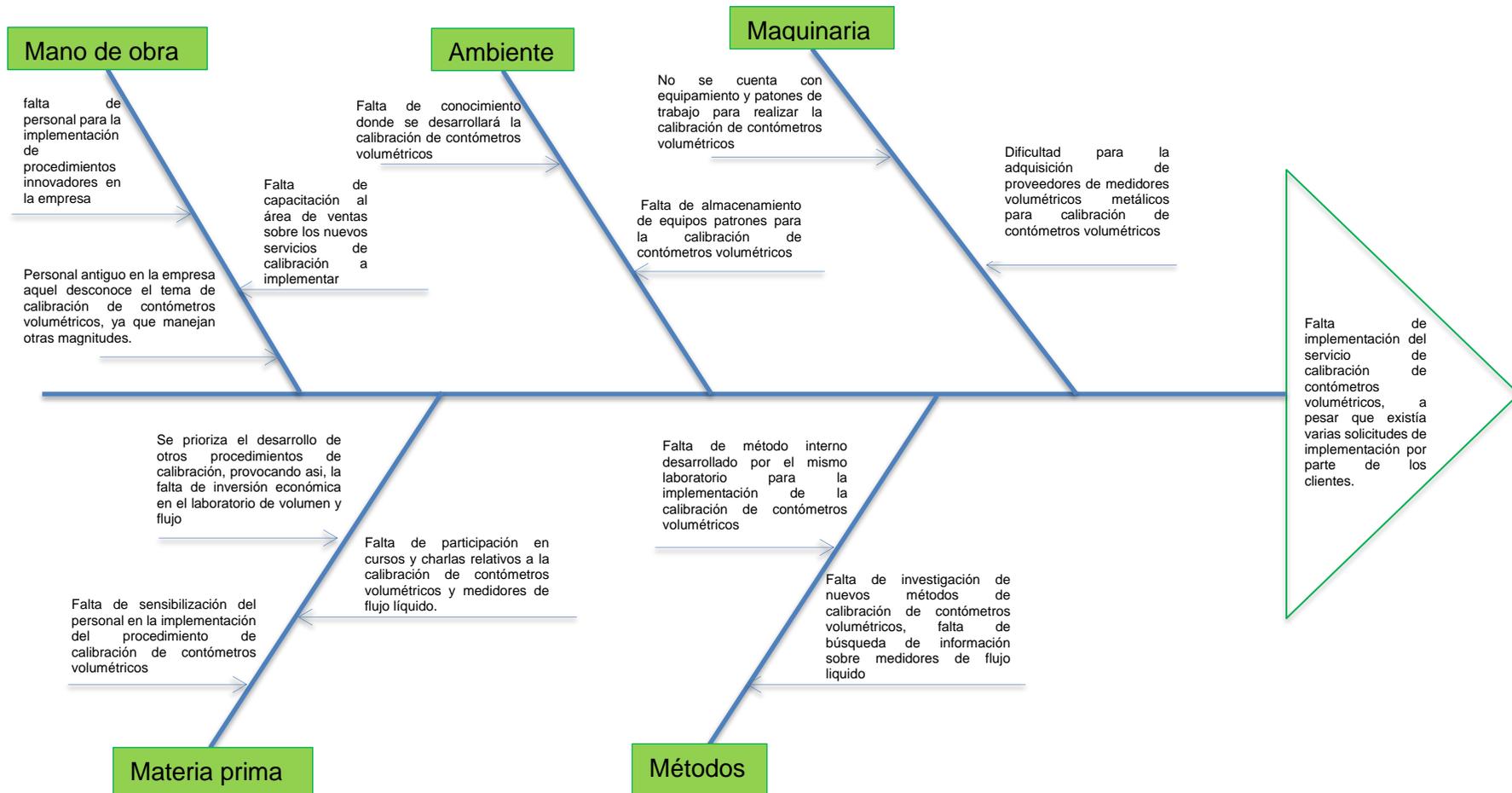
Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso. (Blog de la Calidad, 2022).

En la figura 6, se presenta las causas identificadas que generaron la problemática en el presente informe de suficiencia.

Figura 6

Diagrama de Ishikawa



1.3 Funciones del Bachiller

La descripción del cargo es de Supervisor de Laboratorio, el cual el objetivo de este puesto es de supervisar y apoyar las labores del personal técnico a su cargo, con el fin de garantizar el cumplimiento de las actividades del laboratorio para asegurar la validez de los resultados y el cumplimiento de lo dispuesto en el sistema de gestión, Actualmente el supervisor de laboratorio cumple con las siguientes funciones:

- Analizar, revisar y firmar los certificados de calibración, incluida cualquier declaración de conformidad, en los procedimientos para los cuales está autorizado, así como los informes de verificación, certificación básica e informes técnicos
- Supervisar que los técnicos metrólogos cumplan con las actividades de aseguramiento a la validez de los resultados de la calibración, de acuerdo con los procedimientos, directrices del organismo de acreditación y la NTP-ISO/IEC 17025.
- Supervisar el adecuado registro de los protocolos de certificación, registros de calibración, y demás documentos relacionados.
- Elaborar y desarrollar capacitaciones técnicas, de acuerdo con las necesidades de entrenamiento, tanto a personal interno; como a clientes.
- Monitorear el correcto funcionamiento y control de las condiciones ambientales, así como el orden y limpieza del laboratorio.
- Asegurar el correcto ingreso y salida de equipos y patrones del laboratorio de metrología.
- Vigilar el correcto uso y cuidado de los patrones, instrumental y equipos asociados a las actividades de calibración y certificación.
- Realizar la confirmación metrológica, identificando potenciales condiciones que pongan en duda la confiabilidad de los patrones o equipos.

- Evaluar el comportamiento de los patrones y equipamiento para determinar los intervalos de calibración y otros servicios a ser incluido en el programa del laboratorio.
- Verificar la correcta aplicación de los métodos para la realización de los servicios.
- Atender las consultas de los clientes, en forma conjunta con el jefe de laboratorio.
- Realizar la implementación de nuevos procedimientos de calibración, que le sean asignados, incluido el desarrollo, modificación y validación de métodos para lo cual fue autorizado.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco teórico

2.1.1 Bases teóricas de la metrología en la actividad profesional

La actividad profesional en la que se desarrolla este informe de suficiencia profesional está basada en la metrología, a continuación, se detallaran algunos conceptos que se usan con mayor frecuencia en los laboratorios de calibración.

Metrología

La metrología es considerada como una ciencia de las mediciones, la cual pertenece a la rama de la física, y que se encarga de aspectos teóricos y prácticos de las mediciones, y que éstas incluyen también en la estimación de la incertidumbre de medida y su campo de aplicación. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 26)

Mensurando

El mensurando es considerado como la magnitud que se desea medir cuando se realiza la calibración o cualquier tipo de medición. Para poder especificar el mensurando, se debe tener conocimiento de la naturaleza de la magnitud a medir, de la descripción del fenómeno del cuerpo o sustancia, y todos los componentes que se presentan en el momento de realizar las mediciones, las cuales pertenecen a las propiedades de dicha magnitud a medir. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 27)

Principio de medida

Un fenómeno físico o químico es considerado como base para realizar la medición. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 28)

Procedimiento de medida.

El procedimiento es un documento, el cual describe detalladamente los pasos a seguir por el operador, para poder realizar una medición, y así mismo está basada obviamente en un principio de medida y un método

estandarizado (normalizado) o elaborado por el mismo laboratorio. Este documento incluye los cálculos matemáticos necesarios para poder obtener el resultado de medida. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 28)

Resultado de medida

Es aquello que se obtiene de una medición, la cual contiene un conjunto de valores correspondientes a una mejor estimación del mensurando y su correspondiente estimación de incertidumbre. El modo más usado de representar el resultado de una medida, en el campo de la metrología, es generalmente un valor único acompañado de la incertidumbre de medida.

En los casos en la cual la incertidumbre de medida es despreciable, entonces solo se representa el resultado de medida como un valor único medido de la magnitud. Esta es la forma más adoptada en diferentes ámbitos de las industrias, ya que consideran la incertidumbre de medida despreciable frente al resultado de medida obtenido. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 29)

Magnitud.

Es la propiedad característica de un fenómeno, ya sea físico, químico y biológico, de un cuerpo o una sustancia, la cual se expresa cualitativa y cuantitativamente mediante un número y una referencia, que puede ser una combinación entre el procedimiento de medida, la unidad de medida, un material de referencia o de forma individual de cada uno de ellos. Una serie de normas establecen símbolos a las magnitudes. No olvidar que la magnitud que se define en este trabajo hace referencia a una magnitud del tipo escalar, sin embargo, existen magnitudes vectoriales, tales como la fuerza, el campo eléctrico y magnitudes tensoriales. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 15)

Unidad de medida

La comparación entre dos magnitudes de la misma naturaleza se expresa mediante un número. Las magnitudes que tienen la misma dimensión se designan con el mismo nombre y símbolo. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 18)

Unidad derivada

Toda unidad derivada, proviene de las unidades básicas o fundamentales, estas unidades derivadas, al igual que las unidades básicas, se representan por su magnitud derivada. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 19)

Valor verdadero de una magnitud

Es el valor obtenido después de realizar las respectivas correcciones realizadas al realizar una medición, es único, aunque en la práctica se sabe que esto no es posible, es un ideal, y esto se debe a la incertidumbre asociada a la medición, esto hará que exista un margen de error en el valor medido y el valor ideal. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 30)

Exactitud de medida

Este concepto hace referencia a la cercanía que se tiene en la medición de un valor, respecto al valor verdadero del mensurando. La forma más convencional que se usa en la metrología para representar la exactitud de medida es mediante el error, se dice que cuanto más pequeño es el error de medida, entonces la medición es más exacta. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 31)

Precisión de medida

Este concepto hace referencia a la proximidad de mediciones que se realiza a un conjunto de mediciones, de un mismo objeto o fenómeno, bajo ciertas condiciones especificadas. La forma matemática más convencional

de representar la precisión de una medida es mediante la dispersión de datos, tales como la desviación típica, la varianza o el coeficiente de variación. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 31)

Error de medida

En la metrología el error de medida es la relación matemática que se da por la diferencia entre el valor medido de una magnitud y un valor de referencia, este valor de referencia puede ser la indicación del patrón de medida, un valor convencional, o conjunto de valores verdaderos medidos, cuyo error e incertidumbre de medida son conocidos, los mismos que se usan para las calibraciones. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 32)

Error Sistemático de medida

Es una componente del error, la cual se acumula por mediciones repetidas, también puede permanecer constante o variar de un modo predecible. Para un error sistemático, se considera el valor de referencia como un valor verdadero, el cual tiene una incertidumbre despreciable. Las causas que producen este error sistemático pueden en algunos casos, ser conocidos o no, y la forma de compensar el error es aplicando una corrección a la medición realizada. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 32)

Porcentaje de error de medida

El porcentaje del error de medida es la relación entre el error de medida y el valor referencial medido. Para el caso de contómetros volumétricos, en el cual se realiza la calibración usando un medidor volumétrico patrón se tiene lo siguiente:

$$Error(\%) = \left(\frac{Volumen\ del\ contometro - Volumen\ Patrón\ leído\ (MVP)}{Volumen\ Patrón\ leído\ (MVP)} \right) \times 100$$

Error máximo permitido (E.M.P.)

Se define como el valor extremo del error de medida respecto al valor referencial conocido, este E.M.P. esta reglamentado por algunas normas metroológicas y/o por especificaciones del fabricante del instrumento de medición o sistema de medida. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 51)

Para la calibración de contómetros volumétricos, la norma metroológica peruana NMP-008:1999 “SISTEMAS DE MEDICIÓN DE LIQUIDOS DISTINTOS AL AGUA: SURTIDORES Y DISPENSADORES DE COMBUSTIBLE” establece que el error máximo permitido de estos instrumentos (Contómetros Volumétricos) es de 0,5 %.

Calibración

El concepto fundamental de la calibración, en una primera etapa, es la comparación entre las indicaciones que se tienen de un instrumento de medida bajo evaluación, y las indicaciones que se tienen de un valor de referencia, ya sea un patrón de medida, o un valor estandarizado, cada una con sus respectivas incertidumbres de medida.

Una forma de expresar la calibración es mediante una función de calibración, una declaración, un diagrama de calibración o una curva de calibración o también mediante una tabla de calibración. En algunos casos, el valor obtenido de la calibración puede darse de manera aditiva o multiplicativa con su respectiva incertidumbre, al valor medido. En ocasiones se confunde la calibración con el ajuste, estos son dos términos totalmente diferentes, ya que el primero hace referencia a la diferencia entre el valor medido y el valor convencionalmente verdadero, y el segundo hace referencia a llevar el valor medido más cercano al valor convencionalmente verdadero. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 37)

Trazabilidad metroológica

Se define la trazabilidad como una propiedad que se obtiene del

resultado de una medición, la cual se puede referenciar mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones (certificados de calibración), cada una con sus respectivas incertidumbres de medida. Se deberá entender que la referencia puede ser la definición de una unidad de medida, un patrón de medida, un procedimiento de medida, no olvidar que toda trazabilidad metrológica tiene una jerarquía de calibración, y esta información de la trazabilidad metrológica, deberá tener una fecha de realización de la primera calibración jerárquica. En los certificados de calibración, donde se tienen más de una magnitud de medida, se deberá especificar sus respectivas trazabilidades metrológicas para cada magnitud de medida, las cuales tienen una estructura ramificada. “La trazabilidad metrológica de un resultado de medida no garantiza por sí misma la adecuación de la incertidumbre de medida a un fin dado, o la ausencia de errores humanos” (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 85)

Verificación

En el campo de la metrología, la verificación hace referencia a que ciertos elementos cumplan requisitos especificados por el fabricante, o cumplan el requerimiento de alguna norma estandarizada. Este elemento puede ser un proceso, un procedimiento o de un sistema de medida. Es de uso frecuente el concepto de verificación cuando se trabaja en metrología legal, por lo que el proceso de verificación que se realiza en el campo de la metrología hace uso de las evaluaciones de conformidad, las cuales quedan plasmadas en la emisión de un documento llamado certificado de verificación. Así mismo se debe observar que no toda verificación es una validación. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 38)

Corrección

Es la compensación que se realiza a una medición, es decir para poder llegar al valor convencionalmente verdadero. Este tipo de compensación se puede hacer de forma aditiva o multiplicativa (llamado también factor de corrección) y en algunos casos dichas correcciones se

pueden obtener mediante estimaciones estadísticas, tales como una interpolación matemática, ya sea por mínimos cuadrados o por una curva polinómica, la cual se podrá dar si y solo si se tienen una serie de datos medidos con sus respectivas correcciones. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 42)

Incertidumbre de medida

Es un parámetro no negativo, el cual se asocia a una medida mediante la caracterización de la dispersión de los valores del mensurando, a partir de la información que se dispone. Para la estimación de la incertidumbre se incluyen diferentes componentes que provienen de ciertos efectos sistemáticos asociados a las correcciones y valores asignados a los patrones, en algunos casos estos efectos sistemáticos no se pueden corregir, en cambio se tratarán como componentes de la incertidumbre.

Una forma de representar la incertidumbre es, por ejemplo, mediante una desviación típica o también como una semiamplitud de un intervalo con su probabilidad de cobertura. Se conoce como semiamplitud la resolución de un instrumento de medida o una especificación dada por el fabricante. Se debe entender que la incertidumbre de medida consta de muchas componentes, las cuales influyen en el proceso de medición. Las componentes de la evaluación de la incertidumbre de medida se clasifican en el tipo A y el tipo B. En general, se debe entender que la incertidumbre asociada a una medición es única e invariable, y cualquier alteración que se haga en el proceso de medición, para obtener el valor medido, exigirá de un cambio en la estimación de la incertidumbre de medida. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 34)

Evaluación Tipo A de la Incertidumbre de Medida

Se denomina evaluación tipo A de la incertidumbre de medida, aquellas que provienen de un análisis estadístico de valores obtenidos en una medición, las cuales se realizan en condiciones definidas. La manera más usual de estimar este tipo de evaluación de la incertidumbre de medida

es por medio de la varianza experimental de las observaciones realizadas en el proceso de medición. El siguiente modelo matemático de este tipo de evaluación de incertidumbre es dado por la esperanza matemática de una magnitud que varía al azar (variable aleatoria), de la que se ha obtenido una serie de n observaciones independientes bajo las mismas condiciones de medida. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 35)

$$\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n q_k,$$

donde:

\bar{q} : Valor medio de las n mediciones (media aritmética, esperanza matemática)

n : Número de mediciones realizadas en el proceso de medición

q_k : Observaciones independientes.

Una vez obtenido la esperanza matemática, se procede a calcular la desviación típica estándar s de las observaciones independientes q_k , de la siguiente forma:

$$s_{(q_k)} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (\bar{q} - q_k)^2},$$

La evaluación de la incertidumbre del tipo A es, por lo tanto:

$$U_A = \frac{s_{(q_k)}}{\sqrt{n}}$$

Evaluación Tipo B de la incertidumbre de medida

Este tipo de evaluación de incertidumbre se obtiene de manera diferente al análisis estadístico de una serie de observaciones, su forma de obtención es a través de decisión científica basada en toda la información disponible acerca de la variabilidad de la magnitud bajo estudio, esta puede ser, por ejemplo, especificaciones del fabricante, resultados de mediciones anteriores, experiencia o conocimiento general del comportamiento de los instrumentos utilizados, especificaciones del fabricante, datos suministrados por certificados de calibración anteriores, incertidumbres asignados a valores de referencia procedentes de libros y manuales. No se tiene un modelo matemático para la evaluación de este tipo de incertidumbre, pues

tiene una forma de representación muy variada. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 35)

Incertidumbre típica combinada de medida

Esta incertidumbre es una combinación de las incertidumbres típicas individuales de cada uno de los componentes asociados a las magnitudes de entrada de un modelo de medición, las cuales se caracterizan por ser incertidumbre estándar evaluada del tipo A y del tipo B. Su valor es la raíz cuadrada de la suma cuadrática de cada uno de los términos, siendo esto, las varianzas y covarianzas de dichas magnitudes. La incertidumbre típica combinada es expresada como $u_c(y)$, y depende de cada uno de sus componentes de entrada de las incertidumbres $u(x_i)$. Matemáticamente se expresa de la siguiente manera: (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 36)

$$y = f(x_1; x_2; \dots; x_n),$$

Incertidumbre típica relativa de medida

Este tipo de incertidumbre relaciona la incertidumbre típica combinada con el valor absoluto del valor medido. Esta incertidumbre típica relativa es la más usada en la metrología de grandes volúmenes y flujo. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 36)

Factor de cobertura

Es un número adimensional cuyo valor es mayor a 1, este valor se multiplica con la incertidumbre típica combinada para poder obtener la incertidumbre expandida. Se representa con el símbolo k , y su valor se obtiene a partir de los grados de libertad efectivos que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Relación de los grados de libertad con el factor de cobertura

v_{eff}	1	2	3	4	5	6	7	8	10	20	50	∞
k	13,97	4,53	3,31	2,87	2,65	2,52	2,43	2,37	2,28	2,13	2,05	2,00

Nota: La notación v_{eff} representa los grados efectivos de libertad, y la notación k representa el factor de cobertura. (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 37)

Incertidumbre expandida de medida

En la metrología, en forma general, se conoce a esta incertidumbre como un a incertidumbre global, la cual proviene de la multiplicación del factor de cobertura k y la incertidumbre típica combinada $u_c(y)$. La incertidumbre expandida no se mide, por el contrario, es un valor estimado, el cual define un intervalo con un respectivo nivel de confianza, este intervalo se asocia alrededor del resultado de una medición. La expresión matemática para el cálculo de la incertidumbre expandida es: (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 36)

$$U = k * u_c(y),$$

donde:

U es la incertidumbre expandida.

k es el factor de cobertura.

$u_c(y)$ es la incertidumbre típica combinada.

2.1.2 Marco Conceptual

Presión

La presión p se define como la relación entre la fuerza “F” (que actúa perpendicularmente en una superficie) y el área de dicha superficie “A”:

$$p = \frac{F}{A}$$

La unidad de medida de la fuerza es Pa = 1N/m²

Presión atmosférica

Es aquella presión que ejerce la atmósfera que rodea la Tierra (barométrica) sobre todos los objetos que se hallan en contacto con ella (la presión atmosférica cambia con la altura sobre nivel del mar y las condiciones atmosféricas. Un aumento en altitud de 1000 m representa una disminución atmosférica de aproximadamente 100 hPa.

Ley de conservación de masa

Para un volumen material, el cual la variación total de la masa en el tiempo total de circulación de masa, M , de un sistema cerrado es igual a cero. Expresando en forma matemática se tiene:

$$\left(\frac{dM}{dt}\right)_{sistema} = \frac{DM}{Dt} = 0$$

Es decir que la variación de la masa el sistema cerrado, tanto en descripción material como espacial, es cero.

Densidad

La densidad se define como la relación de la masa de un producto (por ejemplo, como si fuera pesado en el vacío) con un volumen. La unidad coherente en el SI para la densidad es kg/m^3 y se debería utilizar normalmente para informar los valores de densidad de productos. Se tiene las siguientes equivalencias:

$$1 \frac{g}{ml} = 1 \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

Viscosidad

La viscosidad refleja la resistencia al movimiento del fluido y tiene un papel análogo al de rozamiento en el movimiento de los sólidos. La viscosidad está siempre presente en mayor o menor medida tanto en fluidos comprensibles como incompresibles, pero no siempre es necesario tenerla en cuenta. En el caso de los fluidos perfectos o no viscosos su efecto es muy pequeño y no se tiene en cuenta, mientras

que en el caso de los fluidos reales o viscosos su efecto es importante y no es posible despreciarlo. La unidad en el SI de la viscosidad es el Poiseuille (1 PI = 1 Pa.s)

Dilatación térmica

Se caracteriza por el coeficiente de dilatación de volumen, que representa el aumento relativo del volumen producido por un aumento de la temperatura, y está definida como:

$$\alpha_V = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$$

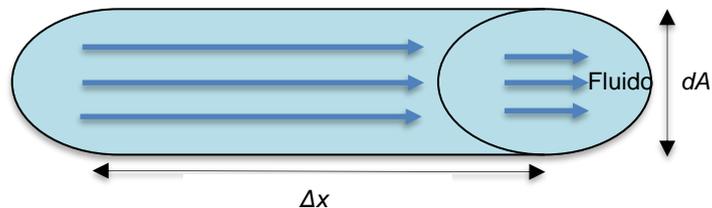
donde V es el volumen inicial del líquido y T es la temperatura. Sus unidades son de inversa de grados Celcius [$^{\circ}\text{C}^{-1}$] y depende de la forma en que se realiza el proceso.

Fluido

Un fluido se define como la sustancia que cambia su forma continuamente siempre que este sometido a un esfuerzo cortante, sin importar que tan pequeño sea.

Caudal

El caudal es una magnitud derivada y es el cociente de la cantidad de fluido que pasa a través de la sección de un conducto y del tiempo requerido por dicha cantidad de fluido para pasar a través de dicha sección.



$$q = \int \frac{\Delta x dA}{\Delta t} = \frac{V}{\Delta t}$$

donde Δx es la variación del espacio recorrido por el fluido y Δt es el

intervalo de tiempo de recorrido del fluido, dA es un elemento infinitesimal de área transversal, V es el volumen y q es el caudal.

Caudal másico

Es la cantidad de fluido expresado en términos de masa, que circula en una sección transversal en un determinado tiempo. Y se expresa de la siguiente manera:

$$q_m = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

donde Δm es la variación de la masa y Δt es el intervalo de tiempo por el cual se dio la variación de la masa, y q_m es el caudal másico.

Caudal volumétrico

Es la cantidad de fluido expresado en términos de volumen, que circula en una sección transversal en un determinado tiempo. Y se expresa de la siguiente manera:

$$q_v = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

donde Δv es la variación del volumen en un determinado tiempo Δt es el intervalo de tiempo donde se da la variación de volumen del fluido, q_v es el caudal volumétrico.

Medición de la masa total

Actualmente, se encuentran disponibles comercialmente medidores capaces de medir directamente la masa total de un fluido durante un determinado intervalo de tiempo. Para medir la masa, es preciso medir q_m e integrar las mediciones en un determinado tiempo o de igual forma, medir el volumen total del fluido, la densidad ρ y utilizar la ecuación:

$$m = V\rho$$

donde m es la masa total colectada, V es el volumen del fluido, ρ es la densidad del fluido.

Medición de volumen total

Aquellos medidores que nos indican directamente el volumen total se conocen como contadores volumétricos, totalizadores o medidores volumétricos. Estos instrumentos están diseñados para poder contabilizar el volumen total que pasa por el medidor, y el valor contabilizado es visualizado en un dispositivo indicador a lo largo del tiempo de operación.

También es posible obtener el valor del caudal a partir de un medidor volumétrico, esto se hace contabilizando el volumen total leído en el dispositivo indicador del medidor volumétrico y derivando este valor en el intervalo de tiempo de trabajo.

Clasificación de los medidores de flujo

En los instrumentos de ingeniería probablemente cuando más amplio rango para seleccionar dispositivos se tiene es cuando se especifica medidores de flujo. Los medidores son escogidos en base a muchos factores como: el costo, el tamaño, el fluido que mide y su estado, el rango del medidor y la exactitud deseada.

Los medidores de caudal son clasificados en cuatro categorías:

- Medidores de flujo con partes móviles lubricadas, como son los de desplazamiento positivo (contómetro volumétrico), las turbinas y los del área variable.
- Medidores con parte móviles no lubricadas, como los de Coriolis.
- Medidores de flujo con obstrucción, como los de vórtice y los de presión diferencial.
- Medidores con sensores colocados externamente como los medidores ultrasónicos.

Medidores de desplazamiento positivo

Miden el caudal volumétrico q_v directamente por medio de repetición de una cámara o volumen muestra de fluido. El volumen total de

líquido que pasa a través del medidor en un periodo de tiempo dado es el producto del volumen de muestra por el número de muestras. Los medidores de desplazamiento positivo frecuentemente totalizan el flujo directamente a través de la cuantificación de una integral, pero ellos también pueden generar un pulso de salida el cual puede ser leído sobre un display local contador o por medio de la transmisión a un cuarto de control. Porque cada pulso representa un volumen discreto de fluido, estos son idealmente adaptados en un conjunto y cantidad. Los medidores de desplazamiento positivo pueden ser menos precisos que otros medidores por las fugas internas que presentan entre sus partes constitutivas. Hay tres tipos comunes de medidores: los de pistones, engranajes y disco nutante.

Métodos de calibración

Para realizar la calibración de medidores de flujo se emplean 3 métodos de calibración, se puede comparar volumétricamente, se puede comparar masas, o una comparación directa entre un flujómetro patrón y un flujómetro bajo calibración. El método mas preciso es el método de comparación de masas, es decir el método gravimétrico, y esto se debe a que la masas es una propiedad fundamental, y su incertidumbre suele ser menor que los otros dos métodos mencionados. Como se sabrá, el volumen de un fluido depende de dos magnitudes físicas, temperatura y presión, motivo por el cual estas magnitudes deberán ser medidas en el momento de realizar la calibración de los flujómetros por el método volumétrico, al menos una de ellas para poder realizar correcciones por estas magnitudes en el momento de la medición de volumen.

Método volumétrico

La calibración de un flujómetro por este método consiste en la comparación volumétrica entre lo que indica el flujómetro contador de volumen contra un medidor volumétrico calibrado cuya capacidad

volumétrica es conocida. Este medidor volumétrico, deberá presentar una escala en el cual indica el volumen nominal a contener en su interior, también deberá presentar un dispositivo para nivelar el instrumento y evitar así lecturas de paralelaje.

Método gravimétrico

Este procedimiento de calibración consiste en hacer pasar una determinada cantidad de agua destilada desde un tanque de capacidad adecuada por el instrumento bajo calibración, esto se hará hasta que el sistema se estabilice, es decir hasta que el flujo sea estable. Una vez alcanzado el estado de estabilidad, se activará el desviador de flujo, haciendo pasar el flujo hacia un recipiente de pesado. Simultáneamente a la activación del desviador de flujo, un interruptor electrónico dispara un contador de frecuencia o de impulsos.

Cuando en el recipiente haya una cantidad de agua deseada, el desviador de flujo de caudal, recupera su posición inicial y el interruptor del contador de impulsos se cierra. A continuación, se comparan los resultados obtenidos por el recipiente de pesado y el contador de impulsos. De tal modo que se determinaran la desviación del medidor bajo calibración respecto al instrumento patrón. En el caso el flujómetro bajo calibración sea un flujómetro másico, la lectura del recipiente de pesado se puede comparar directamente con el valor absoluto obtenido a partir del contador de impulsos.

Si el contador es de tipo volumétrico, el valor obtenido con el recipiente de pesado ha de compararse por la dependencia de la densidad del agua con la temperatura.

Método por comparación directa

Este método consiste en instalar el equipo patrón y el instrumento bajo calibración en la misma línea de trabajo, es decir en serie, y hacer pasar flujo por los dos equipos y luego comparar lo que mide cada

equipo, esto se hará una vez que se haya verificado la estabilidad el fluido circulante en la línea de operación que en ambos flujómetros. Lo que se toma como referencia es lo indicado por el flujómetro patrón ya sea el totalizado del volumen, el totalizado de la masa, o por último la medición de caudal en cada uno de los equipos, y proceder a comparar los resultados para determinar el error de medición del equipo bajo calibración.

El equipo patrón comúnmente usado en la calibración de flujómetros en las instalaciones del cliente, es el tipo de flujómetro por ultrasonido, ya que este instrumento se adhiere externamente a las tuberías y no altera el sistema donde está instalado el flujómetro bajo calibración, por eso este método es uno de los pocos precisos, pero más comerciales en los servicios de calibración solicitados por el cliente. En la experiencia profesional se usa este método, con más frecuencia en la empresa.

2.1.3 Marco legal

- **Ley N° 23560 – Ley que establece el Sistema Legal de Unidades de Medida en el Perú**

Esta ley se promulgó el 31 de diciembre de 1982, donde se establece el sistema legal de unidades de medidas del Perú el cual está constituido por las Unidades del Sistema Internacional SI, compuestas por unidades básicas, suplementarias y derivadas. En esta ley, el Poder Ejecutivo también permite el uso de otras unidades de medida que no pertenezcan al Sistema Legal, originadas en tratados o convenios internacionales, indicando su equivalencia.

El Poder Ejecutivo, permite también el uso temporal de otras unidades de medida distintas al sistema legal, cuando son de uso muy arraigado o se traten de actividades muy especializadas. (Ley 23560 de 1982)

- **Ley N° 30224 – Ley que crea el Sistema Nacional de la Calidad y el Instituto Nacional de la Calidad**

Esta ley se crea el 8 de julio del 2014, la cual tiene el objetivo de fundar el Sistema Nacional para la Calidad (SNC), y el Instituto Nacional para la Calidad (INACAL). Esta presente ley será también de aplicación a entidades públicas y privadas que integran el Sistema Nacional para la Calidad conformadas por las actividades de normalización, acreditación, metrología y la evaluación de la conformidad realizadas en el país.

El objetivo del SNC es armonizar las políticas de calidad sectoriales, esto en función a la Política Nacional para la Calidad, orientar y articular las actividades de normalización, acreditación, metrología y declaración de conformidad, acorde con normas, estándares y por convenios y tratados de los que el Perú es parte. Promover el desarrollo de la cultura de la calidad que contribuya a la adopción de prácticas de gestión de la calidad y al uso de la infraestructura de la calidad. Promover y facilitar la adopción y certificación de normas de calidad exigidas en mercados locales y de exportación, actuales o potenciales. (Ley 30224 del 2014)

- **Decreto Supremo N° 030-98-EM: Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y otros Productos Derivados de Hidrocarburos**

El decreto supremo fue creado el 1 de agosto de 1998, el cual en el título VIII “De las normas de calidad y procedimientos de Control Volumétrico de Combustibles y otros Productos Derivados de los Hidrocarburos” en el artículo 71 se establece el control metrológico de las máquinas despachadoras de combustible, para lo cual se usará un cilindro patrón y ésta se llenará hasta su volumen nominal y luego devolver el producto al tanque, para luego proceder con la primera medición,

llenando directamente a velocidad media del surtidor, el cilindro patrón y anotar la medida que indica el patrón, para luego devolver el producto al tanque. Proceder con la segunda medición de la misma manera que se realizó en la primera medición, el volumen registrado por el dispensador de combustible será la media aritmética de las dos mediciones anteriormente echas. (Decreto Supremo 030-98 de 1998)

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

Las actividades desarrolladas en el área de trabajo profesional se describen en dos etapas: (a) Como técnico metrólogo de campo (2019-2022), y (b) Como supervisor de laboratorio (2022-actualidad) de forma general.

2.2.1 Aspectos técnicos de las actividades profesionales

a) Aspectos Metodológicos

- **Metodología para el objetivo general**

Aplicar los conocimientos de la norma metrológica NTP-ISO/IEC 17025-2017 para implementar el sistema de gestión del laboratorio de campo de volumen y flujo para brindar el servicio de calibración de contómetros volumétrico.

La metodología que se desarrolló para cumplir con el objetivo general de este presente proyecto fue la aplicación de la parte 6 (Requisitos relativos a los recursos) y la parte 7 (Requisitos del proceso) de la norma NTP-ISO/IEC 17025-2017. A continuación, se describe brevemente cada una de estas partes:

1. Parte 6 de la norma NTP-ISO/IEC 17025-2017

La parte 6 de la norma consta de 6 requisitos que se deben de cumplir para acreditar un procedimiento de calibración. Estos requisitos son: (a) personal, (b) instalaciones, (c) equipamiento, (d) trazabilidad metrológica, (e) productos y servicios suministrados

externamente. De estos requisitos, para implementar el laboratorio de volumen y flujo en la empresa KOSSOMET S.A.C. y brindar el servicio de calibración acreditado de contómetros volumétricos solo tomaremos 5 de estas ya que el último requisito, hace referencia a productos externos que el laboratorio debe adquirir, cosa que no se requiere para brindar este servicio. A continuación, se pasa a detallar cada uno de los requisitos fundamentales que se debe cumplir para implementar el laboratorio y poder así brindar el servicio de calibración de contómetros volumétricos.

- **Personal**

El laboratorio debe tener personal disponible para brindar el servicio de calibración de la magnitud que desea acreditar. Este personal ya sea interno o externo, deberá actuar imparcialmente, tener competencia técnica y trabajar de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio.

El personal encargado para desarrollar la actividad de calibración deberá cumplir con los requisitos de educación, calificación, formación, habilidades, y también la capacidad de evaluar la importancia de las desviaciones.

Para poder tener el control del personal, el laboratorio deberá tener procedimientos y conservar registros para determinar los requisitos de la competencia, seleccionar al personal, formar al personal, supervisar al personal, autorizar al personal que desarrollará las calibraciones y realizar el seguimiento de la competencia del personal. El laboratorio también deberá autorizar al personal que desarrolle actividades específicas tales como desarrollar, modificar, verificar y validar procedimientos de calibración, analizar los resultados, incluidas las declaraciones de conformidad o las opiniones e interpretaciones, informar, revisar y autorizar los resultados.

- **Instalaciones y condiciones ambientales**

Para el caso de calibración de contómetros volumétricos, las instalaciones están fuera del control permanente del laboratorio de KOSSOMET S.A.C. Pero esto no limita a que se tengan que cumplir con las instalaciones y condiciones ambientales en el proceso de calibración.

Las instalaciones donde se desarrollarán las actividades de calibración deberán ser adecuadas al procedimiento de calibración que se está implementado, de tal manera que estas instalaciones y condiciones ambientales, no afecten de forma adversa la validez de los resultados. Estas condiciones adversas que puedan afectar la calibración de contómetros volumétricos son el suministro eléctrico, y la presencia de lluvias en el momento de la calibración. Esta última debida a condiciones climáticas extremas que se tienen en la selva y la sierra peruana.

- **Equipamiento**

El laboratorio de volumen y flujo de la empresa KOSSOMET S.A.C. cuenta con un programa de calibración de equipamiento que se usa para brindar el servicio de calibración de contómetros volumétricos, tal como establece la norma NTP-ISO/IEC 17025-2017. En este programa de calibración están plasmadas los meses en los cuales están programados las calibraciones de los patrones del laboratorio de volumen y flujo, para poder así tener un control metrológico y tener confianza en el estado de la calibración.

En el programa de calibración, también se visualizan las comprobaciones intermedias a las que se someten los patrones de calibración, esto se hace para mantener confianza en el desempeño del equipo patrón.

El equipo con el que se cuenta para realizar las calibraciones de contómetros volumétricos, tienen la capacidad de lograr la exactitud de medición y/o la incertidumbre requerida para proporcionar un

resultado válido.

Los patrones que se usan en el laboratorio de volumen y flujo están debidamente codificados, esto permite que el usuario pueda identificar fácilmente el estado de la calibración y su periodo de validez del instrumento patrón.

- **Trazabilidad metrológica**

El laboratorio de volumen y flujo establece y mantiene la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, las cuales contribuyen a la incertidumbre de medición.

El laboratorio de volumen y flujo se asegura que los resultados de medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

2. Parte 7 de la norma NTP-ISO/IEC 17025-2017

La parte 7 de la norma establece que se deben usar procedimientos apropiados para las actividades del laboratorio, tales como evaluación de la incertidumbre de medición, así como también las técnicas estadísticas para el análisis de datos.

Para el desarrollo de las actividades del laboratorio se utiliza procedimientos y documentos de soporte, tales como instrucciones, normas, manuales y datos de referencia actualizados y de fácil disponibilidad al personal.

El registro de calibración de contómetros volumétricos, se encuentra debidamente codificado y presenta los controles de cambio. Estos controles sirven para registrar la fecha, la hora y la persona que realizó el último cambio al registro, estos documentos quedan almacenados y controlados en el laboratorio, tal como indica la NTP-ISO/IEC 17025-2017.

En la actualidad el laboratorio de volumen y flujo utiliza la versión vigente del procedimiento de calibración, el cual es un procedimiento interno del laboratorio y respectivamente validado ante el Instituto

Nacional de la Calidad (INACAL).

La metodología que se usó para la validación del procedimiento de calibración interno fue usando el intervalo en el cual se debe encontrar la incertidumbre de calibración del contómetro volumétrico. Este intervalo queda determinado por la décima y tercera parte del error máximo permitido (E.M.P.), de la siguiente manera:

$$\frac{1}{10} E.M.P. \leq U_{\text{contómetro}} \leq \frac{1}{3} E.M.P.$$

La metodología que se usa actualmente para mantener la validez de los resultados del procedimiento de calibración son 3 de los 11 métodos de aseguramiento de la validez de los resultados, según la norma ISO 17025, éstas son: (a) Comprobaciones funcionales del equipamiento que se usa para realizar la calibración de contómetros volumétricos, (b) comprobaciones intermedias de los equipos de medición y (c) comparación intralaboratorio.

- **Metodología para el primer objetivo específico**

Para la elaboración del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos se tuvieron que revisar documentos extranjeros y nacionales sobre temas relacionados a la metrología de flujo líquido. De estos documentos, y basándose en la experiencia técnica sobre calibración de contómetros volumétricos, se implementó la calibración de dicho instrumento, el cual se determina por la contabilización volumétrica medido por el instrumento bajo calibración y comparando ese conteo con lo indicado por el instrumento volumétrico patrón.

Una vez implementado el procedimiento de calibración, se elabora toda la documentación que se requiere para el proceso de acreditación. Parte de esta documentación, como se explicó en el objetivo general, deberá ser la validación del método de calibración, el desarrollo de la hoja de cálculo y su validación de la hoja de cálculo,

capacitación al personal sobre el método elaborado, capacitación del personal sobre el uso y manejo del formato de calibración de contómetros volumétricos. Para continuar con el proceso de acreditación se deberá cumplir con toda la documentación técnica que requiere la parte 6 (Requisitos relativos a los recursos) y la parte 7 (Requisitos del proceso) de la norma NTP-ISO/IEC 17025-2017. Estos documentos fueron explicados en el objetivo general.

Se elaboraron programas de calibración, comprobación intermedia, y mantenimiento preventivo de toda la instrumentación que se usa para dicho procedimiento.

Se elaboró también el programa de aseguramiento de la validez de los resultados. Esto se hizo para mantener la confianza y seguridad en los resultados de las calibraciones.

Una vez completado con la documentación que se requiere para la acreditación (documentación técnica) y del sistema de gestión (la documentación del sistema de gestión no lo explicamos en este desarrollo, ya que, en este presente Informe, solo nos dedicamos al desarrollo técnico para la acreditación) se solicita al Instituto Nacional de la Calidad (INACAL) para la respectiva evaluación y testificación del desarrollo de dicho procedimiento (auditoria).

- **Metodología para el segundo objetivo específico**

Aplicar los conceptos físicos de la mecánica de fluidos para la implementación del método metrológico de calibración de medidores de flujo líquido por comparación directa.

La metodología que se empleó para la implementación de este procedimiento es la forma experimental, ya que la calibración de estos instrumentos, cuya exactitud es alta, requiere de métodos más precisos. Pero en diferentes industrias del país, estos instrumentos están instalados en línea de forma que su desinstalación requiere costos y tiempo, el cual las empresas en su mayoría no desean desinstalar estos instrumentos, ya que conllevaría al paro total de su

producción industrial.

Por eso, es que se desarrolló un método experimental, el cual se realiza en las mismas instalaciones del cliente, y esta es, instalando un medidor de flujo en la misma línea donde se encuentra instalado el medidor de flujo a calibrar, esto se hace sin alterar el sistema donde se encuentra instalado el instrumento bajo calibración y sin alterar la producción industrial.

Una vez instalado el instrumento patrón se procede con la configuración sistemática de dicho instrumento, para que se acondicione al sistema donde se encuentra el instrumento bajo calibración.

Se desarrolló el método de calibración de medidores de flujo líquido por comparación directa, basándose en la experiencia profesional del bachiller, y también se elaboró el formato de calibración (hoja de cálculo en el programa Excel), donde se procede al llenado de todos los datos encontrados en el proceso de calibración.

La sistemática por seguir para la implementación de dicho procedimiento se basa en lo indicado en la parte 6 y 7 de la norma NTP ISO/IEC 17025-2017, la cual fue explicado en la metodología desarrollada para el objetivo general.

- **Metodología para el tercer objetivo específico**

La metodología que se usó para implementar el servicio de calibración de medidores volumétricos metálicos de clase 0,1; 0,2 y 0,5 están indicados en el documento internacional "*Guidelines on the Calibration of Standard Capacity Measures Using the Volumetric Method*".

Se procedió con la interpretación del método volumétrico y el desarrollo de la hoja de cálculo (formato de calibración).

El método de calibración es por medio de transferencia volumétrica de cantidades conocidas de volumen líquido de un instrumento volumétrico referencia (patrón) hacia un instrumento volumétrico a

calibrar, para lo cual, se usará un medidor volumétrico cuya clase de exactitud sea menor o igual a la tercera parte de la clase de exactitud del instrumento bajo calibración. Este tercer objetivo específico está en proceso de implementación, motivo por el cual aún no se cuenta con toda la documentación necesaria para la acreditación.

b) Técnicas

Las técnicas utilizadas para cumplir con los requerimientos de la norma NTP ISO/IEC 17025-2017 son las que se mencionan en la siguiente Tabla 2.

Tabla N° 2

Técnicas utilizadas para cumplir con los requerimientos de la norma NTP ISO/IEC 17025-2017

Técnica	Descripción
Documental	<p>Investigación e interpretación de documentos nacionales e internacionales para la elaboración del procedimiento de calibración, el cual se basa en la calibración volumétrica de dicho instrumento.</p> <p>Se usó de manera cualitativa la norma NTP ISO/IEC 17025-2017 como documento primordial y fundamental para la acreditación del método de calibración de contómetros volumétricos, esto es basándonos en el análisis de información preexistente.</p> <p>Se uso como suplemento documentario las directrices elaboradas por la Dirección de Acreditación del INACAL (DA-INACAL).</p>
Validaciones	<p>Se procedió con las validaciones del procedimiento de calibración y de la hoja de cálculo, basándose en la experiencia técnica y conocimiento físico del supervisor.</p>
Capacitaciones	<p>Se brindó capacitación al personal técnico sobre el</p>

Inspección al personal	<p>procedimiento de calibración de contómetros volumétricos, acerca de la metrología de flujo líquido y el uso y manejo del formato de calibración de contómetros volumétricos.</p> <p>Se realizó inspección técnica al personal sobre el desarrollo de la calibración en las instalaciones del cliente. Esto se hizo para poder realizar una lista de comprobación de los pasos que el técnico metrólogo deberá seguir para realizar correctamente la calibración de contómetros volumétricos.</p>
Autorización del personal	<p>Se realizó la evaluación teórica y estadística para la autorización del personal técnico. Esto se hizo según los requerimientos de la norma NTP ISO/IEC 17025-2017 y las directrices del INACAL.</p>
Evaluación documentaria por parte del INACAL	<p>Se pasó una auditoria ante el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). Esta auditoria consta de una evaluación documentaria, para demostrar que se cumple con todos los requisitos técnicos y de gestión para la acreditación del procedimiento de calibración según la norma NTP ISO/IEC17025-2017</p>
Testificación sobre el desarrollo del procedimiento de calibración.	<p>El personal técnico y supervisor del laboratorio fueron evaluados técnicamente sobre el desarrollo del procedimiento. Esto se hizo realizando una calibración de un contómetro volumétrico en las instalaciones del cliente. El experto técnico del INACAL realizó las preguntas correspondientes al desarrollo técnico sobre la calibración la cual fue respondida satisfactoriamente por el personal técnico capacitado y el supervisor del laboratorio.</p>

c) Instrumentos

Los instrumentos que se usaron para implementar el método de calibración de contómetros volumétricos, se muestran en la tabla 3.

Tabla N° 3

Instrumentos utilizados para implementar el procedimiento de calibración de contómetros volumétricos

Instrumento	Descripción
Modelo de procedimiento interno	Formato que se usó para la elaboración del procedimiento de calibración.
Validación del procedimiento de calibración	Informe de validación del procedimiento para la calibración de contómetros volumétricos, este documento fue enviado al jefe de laboratorio el cual demuestra que el procedimiento queda validado para su uso previsto.
Validación de la Hoja de cálculo del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos	<p>La validación de la hoja de cálculo donde se registran los datos de calibración de contómetros volumétricos, fue realizado con el objetivo de que los datos encontrados en la hoja de cálculo Excel sean compatibles e iguales hasta cierta cantidad de decimales con los resultados encontrados manualmente (esto se realizó usando una calculadora).</p> <p>Una vez realizado la validación, se procede a realizar el informe de validación de hoja de cálculo, el cual es un formato debidamente codificado y aprobado por el sistema de gestión.</p>
Actas de reunión	Formato donde se registraron la asistencia de los técnicos a la capacitación de contómetros volumétricos
Etapa de supervisión al personal técnico	Formato donde se registra la etapa de supervisión del personal técnico que se autorizará.
Evaluación estadística para la autorización	La evaluación estadística se lleva a cabo con el objetivo de demostrar la compatibilidad de los resultados del personal que se autorizará contra los resultados del supervisor de laboratorio, esta prueba estadística quedará determinado

Autorización del personal	<p>por el error normalizado, el cual deberá cumplir lo siguiente: Si $E_t \leq 1$; entonces el personal quedará autorizado caso contrario, se deberá proceder con un nuevo proceso de autorización.</p> <p>Todos estos datos serán llenados en el formato del sistema de gestión debidamente codificado y aprobado.</p> <p>Formato del proceso de autorización concluido del personal técnico. En este formato se llena las capacitaciones realizadas, el cumplimiento de la etapa de supervisión y la etapa de evaluación estadística.</p>
Aseguramiento de la validez de los resultados	<p>Para asegurar la validez de los resultados en las mediciones realizadas en la calibración de contómetros volumétricos, se usaron 3 de los 11 métodos de aseguramiento que la norma NTP ISO/IEC 17025-2017 establece, estos son: Comprobaciones funcionales, comprobaciones intermedias y comparaciones intralaboratorio.</p> <p>Se uso el formato debidamente codificado y aprobado por el sistema de gestión, de comprobaciones funcionales de los equipos patrones, este documento ayuda a realizar un check list del estado del funcionamiento de los instrumentos patrones que se usan en la calibración de contómetros volumétricos</p> <p>Se uso el formato debidamente codificado y aprobado por el sistema de gestión para emitir la comprobación intermedia de los instrumentos patrones.</p> <p>Se uso el formato de prueba intralaboratorio, el cual tiene un código y una fecha de aprobación por el sistema de gestión, en este documento se registra los datos del personal a evaluar y el personal con la mayor experiencia y competencia técnica.</p>
Normas Técnicas	Documentos internacionales que establecen el método de

y directrices	calibración volumétrica. Documentos normativos que establecen los requisitos técnicos y de gestión para la acreditación del método. Directrices que respaldan los requisitos técnicos establecidos por la norma NTP ISO/IEC 17025-2017
Registro de calibración	Formato del sistema de gestión de la empresa identificado con un código y respectivamente aprobado, donde se registra los datos obtenidos en campo en el momento de realizar la calibración del contómetro volumétrico.
Certificado de calibración	Formato del sistema de gestión debidamente identificado con un código, y aprobado por la jefatura de la empresa en el cual se presentan los datos del cliente que solicito el servicio de calibración, los datos técnicos del instrumento calibrado, las condiciones ambientales durante la calibración y los resultados corregidos de las mediciones realizadas en la calibración

d) Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Los equipos y materiales que se utilizaron para la implementación del método de calibración de contómetros volumétricos se muestran en la Tabla 4.

Tabla N° 4

Equipos y materiales utilizados para la implementación de contómetros volumétricos.

Equipos	Descripción
Medidor Volumétrico Patrón (M.V.P.)	Este instrumento de medición sirve para medir la cantidad volumétrica medida en su interior, la cual presenta una escala de medición y está debidamente calibrada por una

	<p>entidad acreditada.</p> <p>Se utiliza para la calibración de contómetros volumétricos de forma volumétrica, el cual consiste en la comparación del volumen contenido y medido en el recipiente volumétrico y lo indicado por el instrumento bajo calibración.</p>
Termómetro digital	<p>Este instrumento de medición se usa para la determinación de la temperatura del líquido dentro del recipiente volumétrico. El termómetro digital está debidamente calibrado por una entidad acreditada.</p>
Cronómetro	<p>Este instrumento sirve para la determinación del caudal de trabajo del contómetro volumétrico, este caudal de trabajo calculado teóricamente se registrará en el certificado de calibración y deberá ser menor o igual a la capacidad volumétrica del M.V.P.</p> <p>Por ser un instrumento auxiliar, también está debidamente calibrado por una entidad acreditada.</p>
Termohigrómetro	<p>Este es un instrumento de medición auxiliar, sirve para medir las condiciones ambientales (temperatura ambiental y humedad relativa), donde se llevará a cabo el servicio de calibración del contómetro volumétrico.</p> <p>Este instrumento auxiliar, está debidamente calibrado por una entidad acreditada.</p>
Laptop	<p>Se utilizó una laptop, el cual sirve para poder llenar los datos en el formato de calibración, y también se usa para el procesamiento del certificado, obteniéndose el producto final que es el certificado de calibración que se le entrega al cliente.</p>

2.2.2 Descripción de las Actividades profesionales desarrolladas como Técnico Metrólogo

En el periodo de febrero 2019 hasta febrero 2022 se desarrollaron las siguientes actividades:

- Elaboración de procedimientos de calibración de contómetro volumétrico por el método volumétrico, lo que se usa para implementar el laboratorio de volumen y flujo líquido en la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C.
- Elaboración del procedimiento de calibración de medidores de flujo líquidos por el método de comparación directa.
- Elaboración de las hojas de cálculo y los registros de los procedimientos de calibración de contómetros volumétricos y medidores de flujo líquido.
- Validación del procedimiento para la calibración de contómetros volumétricos por el método volumétrico.
- Validación de las hojas de cálculo elaborados en el laboratorio para calibrar medidores de flujo líquido por el método de comparación directa, y de contómetros volumétricos por el método volumétrico.
- Mantenimiento preventivo, calibración y caracterización de medios isoterms tales como: estufas, incubadoras, hornos, muflas, refrigeradoras, congeladoras y cámaras climáticas en las instalaciones del cliente.
- Mantenimiento preventivo y calibración de balanzas de clase I, II, III y IIII en las instalaciones del cliente.
- Calibración de termómetros digitales en el laboratorio de temperatura, humedad y fisicoquímico de la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C.
- Calibración de flujómetros por el método de comparación directa en las instalaciones del cliente.
- Calibración de contómetros volumétricos por el método volumétrico en las instalaciones del cliente.
- Capacitación del personal en las calibraciones de medidores de flujo líquidos.
- Capacitación del personal del área comercial en calibración de contómetros volumétricos.
- Evaluación metrológica para la autorización del personal en el

procedimiento de calibración de contómetros volumétricos.

- Testificación en la auditoria ante INACAL para la acreditación del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos por el método volumétrico.
- Monitoreo del sistema de gestión del laboratorio de volumen y flujo, esto se hace para mantener el sistema de gestión actualizado.

2.2.3 Descripción de las actividades profesionales desarrolladas como Supervisor de Laboratorio

En el cargo de supervisor de laboratorio, el cual comprende entre los periodos desde febrero del 2022 hasta la actualidad.

- En el puesto de supervisor de laboratorio, se ha realizado la revisión de documentos del sistema de gestión de laboratorio de volumen y flujo, cumpliendo con los programas de calibración, con la reautorización del personal y aseguramiento de la calidad de los resultados, tal como establece la norma NTP ISO/IEC 17025-2017.
- Soporte y apoyo técnico al laboratorio de temperatura y humedad en la revisión de registros de calibración para la emisión de los certificados de calibración de medios isoterms.
- Soporte y apoyo técnico al laboratorio de volumen y densidad en la revisión de los registros de calibración para la emisión de certificados de calibración de material volumétrico.
- Soporte y apoyo técnico en la revisión de registros de calibración para la emisión de los certificados de calibración del laboratorio fisicoquímico.
- Soporte y apoyo para la automatización de las hojas de cálculo de material volumétrico, fisicoquímico y contómetros volumétricos.
- Dictado de charlas y capacitación a empresas sobre temas de metrología e interpretación de certificados.
- Elaboración de la hoja de cálculo de calibración de medidores volumétricos de clase 0,1; 0,2 y 0,5.

2.2.4 Resultados de las actividades profesionales

a) Resultado general

Se obtuvo como resultado la implementación del método de calibración de contómetros volumétricos por el método volumétrico. Esta actividad permitió convertir a la empresa en la tercera compañía a nivel nacional en brindar un servicio de calidad en el servicio de calibración de contómetros volumétricos.

b) Resultados específicos:

- Se implementó y acreditó el procedimiento de calibración de contómetros volumétricos por el método volumétrico en la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C. Para aquellos contómetros que operen a un caudal de trabajo desde los 10 gal/min hasta los 200 gal/min. Esto permitió que KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. se convierta en la tercera empresa a nivel nacional en brindar el servicio acreditado de contómetros volumétricos.
- Se implementó el servicio de calibración de medidores de flujo líquido por el método de comparación directa, generando nuevos ingresos a la empresa, y un nivel más competitivo en el mercado de la metrología de flujo líquido.
- Se está implementando en la empresa un nuevo servicio de calibración de medidores volumétricos de metal de clase de exactitud 0,1; 0,2 y 0,5. Esto permite y garantiza que la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C. brinde un nuevo servicio de calibración de medidores volumétricos metálicos de las clases de exactitud ya mencionadas.

2.2.5 Cronograma de actividades profesionales.

El cronograma de las actividades durante el desarrollo de la implementación del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos se muestra en la figura 7.

III. APORTES REALIZADOS

3.1 Aportes del Bachiller en la empresa

Los aportes y logros que el bachiller brindo a la empresa son los siguientes:

- Capacitación al personal comercial de la empresa KOSSOMET S.A.C. para explicar sobre los nuevos servicios técnicos de calibración del laboratorio de volumen y flujo.
- Implementación del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos de Diesel desde los 10 gal/min hasta los 200 gal/min.
- Se elaboró el procedimiento de calibración de medidores de flujo líquido en campo.
- Se está implementando el nuevo servicio de calibración de medidores volumétricos metálicos de clase de exactitud 0,1; 0,2 y 0,5. Logros alcanzados por Bachiller en la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

3.2 Logros del Bachiller en la empresa

- Con la capacitación al personal comercial de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. Se logró concientizar y capacitar al personal comercial para brindar un nuevo y mejor servicio técnico de calibración por parte del laboratorio de volumen y flujo a los clientes ingresos económicos a favor de la empresa. (Ver anexo 13)
- Con la implementación del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos, se logró generar nuevos ingresos económicos, y también a posicionarse como la tercera empresa a nivel nacional que brinda dicho servicio.
- Se logró la acreditación del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos de Diesel por el método volumétrico. Esto permitió que la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. se convierta en la tercera empresa metrológica a nivel nacional en brindar el servicio de calibración acreditado.
- La implementación del nuevo procedimiento de calibración de

medidores de flujo líquido por el método de comparación directa permitió que la empresa se inserte en la competitividad metrológica para brindar servicio de calibración de medidores de flujo líquido en las instalaciones del cliente, permitiendo generar nuevos ingresos económicos y un servicio de calidad. (Ver anexo 14)

- La implementación del nuevo servicio de calibración de medidores volumétricos metálicos de clase de exactitud 0,1; 0,2 y 0,5 permitirá a la empresa KOSSOMET S.A.C. a brindar un nuevo servicio de calibración de medidores volumétricos por el método de comparación volumétrica en las instalaciones del cliente, y así poder generar nuevos ingresos económicos a la empresa KOSSOMET S.A.C. con servicio de calidad acreditado.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Al iniciar las labores en la experiencia profesional en la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C. el Bachiller, autor del presente Informe observo que no se brindaba los servicios de calibración de contómetros volumétricos y tampoco la calibración de medidores de flujo líquido. Considerando esta falta de servicio en la empresa se planteó el objetivo de implementar el servicio de calibración de contómetros volumétricos y poder acreditarlo, para poder así convertirse en la tercera empresa a nivel nacional en brindar este servicio acreditado. Asimismo, se planteó también implementar el servicio de calibración de medidores de flujo líquido en las instalaciones del cliente. Con estos servicios implementados, es que se proyectó un crecimiento económico a la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

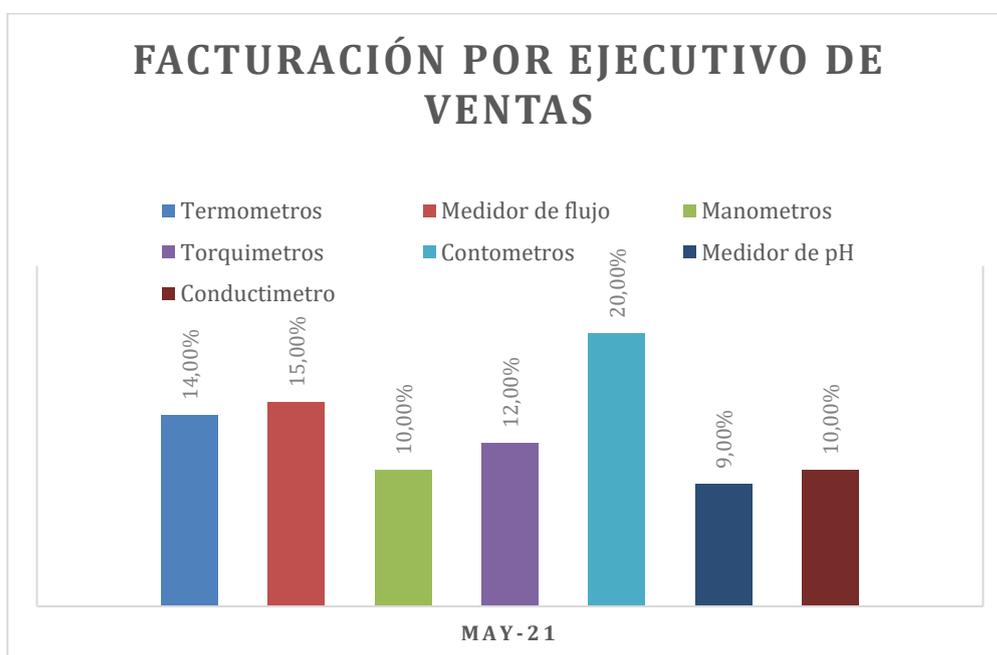
En particular con relación al objetivo general es que se logró implementar el servicio de calibración de contómetros volumétricos, de tal modo que se generaron nuevos ingresos económicos a la empresa, pudiendo así hacer la competencia comercial a sus pares metrológicos, los cuales también brindan, este servicio acreditado. Por fines de confidencialidad no se pondrán los nombres de las empresas que son competencia directa de KOSSOMET S.A.C. Para la implementación de este servicio, se tuvo que cumplir con los requisitos técnicos establecidos por la norma NTP ISO/IEC 17025-2017, especialmente con los requisitos que se indica en la parte 6 y parte 7 de dicha norma.

En la Figura 8, se presenta los ingresos económicos producidos por los servicios más relevantes y productivos de la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C. En esta grafica se logra notar que el nuevo servicio implementado y acreditado de calibración de contómetros volumétricos representa el 20 % del ingreso total facturado en el mes de mayo 2021, esto es después de haber obtenido la autorización por parte del DA-INACAL para poder brindar el servicio de calibración acreditado y también porque el servicio cumple con los exigencias y requisitos técnicos de la

norma NMP-008 -1999 “SISTEMAS DE MEDICIÓN DE LIQUIDOS DISTINTOS AL AGUA: SURTIDORES Y DISPENSADORES DE COMBUSTIBLE”. Como se logra observar este servicio tuvo un fuerte impacto económico relevante en la empresa, en comparación de los demás servicios acreditados que brinda KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

Figura 8

Facturación de servicios del mes de mayo 2021



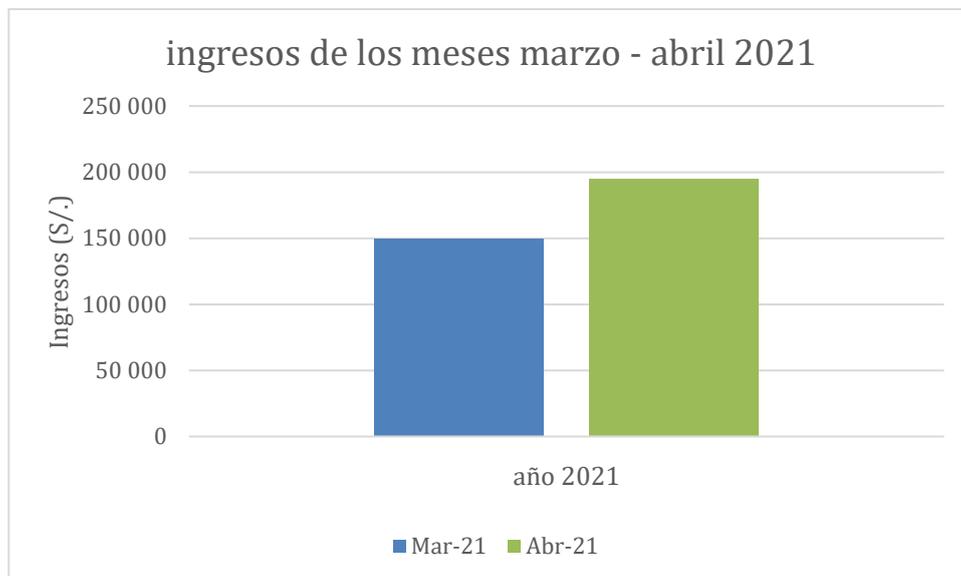
Nota: Información interna por parte del área de ventas.

Con respecto al primer objetivo específico se elaboró toda la documentación requerida por la norma NTP ISO/IEC 17025-2017, la misma que se basó en programas de calibración, programas de aseguramiento de la validez de los resultados, autorización del personal, equipamiento e instrumentos. Se dictaron capacitaciones y reuniones con el personal técnico que se dedicó exclusivamente a la calibración de dicho instrumento de medida. Toda esta documentación se encuentra en el anexo A. Esto conllevó a que la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. pueda mejorar sus ingresos mensuales producto de la carga laboral

que se presentó debido al innovador servicio de calibración de contómetros volumétricos. Como se muestra en la Figura 9, se analizó los ingresos que se generaron en la empresa debido a este nuevo servicio respecto a los meses anteriores de su implementación. La barra azul representa los ingresos económicos de la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. antes de que se implementara el servicio de calibración de contómetros volumétricos de Diesel, el cual se observa que se generó un total de s/. 150 000.00. Y la barra verde representa el ingreso total de los servicios brindados en el mes de abril del 2021 generándose un incremento del 33 % respecto al mes de marzo 2021.

Figura 9

Ingresos económicos de los meses de marzo-abril 2021 de la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C.



Con respecto al segundo objetivo específico se logró implementar el servicio de calibración de medidores de flujo líquido, un nuevo servicio con el cual KOSSOMET S.A.C. se inserta en la competencia de metrología de flujo a nivel nacional. Esto hace que se convierta en una de las pocas compañías que brindan el servicio de calibración de medidores de flujo líquido en las instalaciones del cliente. Realizando una comparativa

económica generada por este nuevo servicio de calibración y comparándola respecto a los servicios que la empresa KOSSOMET S.A.C. ya brindaba anteriormente es que se logra demostrar el crecimiento económico que este nuevo servicio generó en los siguientes meses una vez puesto en conocimiento a los clientes, tal como se aprecia en la Figura 8. Este crecimiento se debe a la innovador método de calibración, a pesar que el método desarrollado internamente no tiene la exactitud y precisión requerida por los clientes, lo solicitan con frecuencia, pues el desarrollo del método no invasivo es más práctico ya que se acondiciona la calibración al sistema en el que está instalado el instrumento bajo calibración, pues en otras empresas de metrología su método de calibración es un poco más complejo, y es porque se tiene que realizar desvíos e instalaciones de la línea de trabajo del medidor de flujo a calibrar.

En la Figura 10, se logra apreciar el servicio de campo (en las mismas instalaciones del cliente), realizado por el Bachiller, de calibración de flujómetro de dadas por la empresa en el año 2020.

Figura 10

Calibración del flujómetro por comparación directa de modo no invasivo.

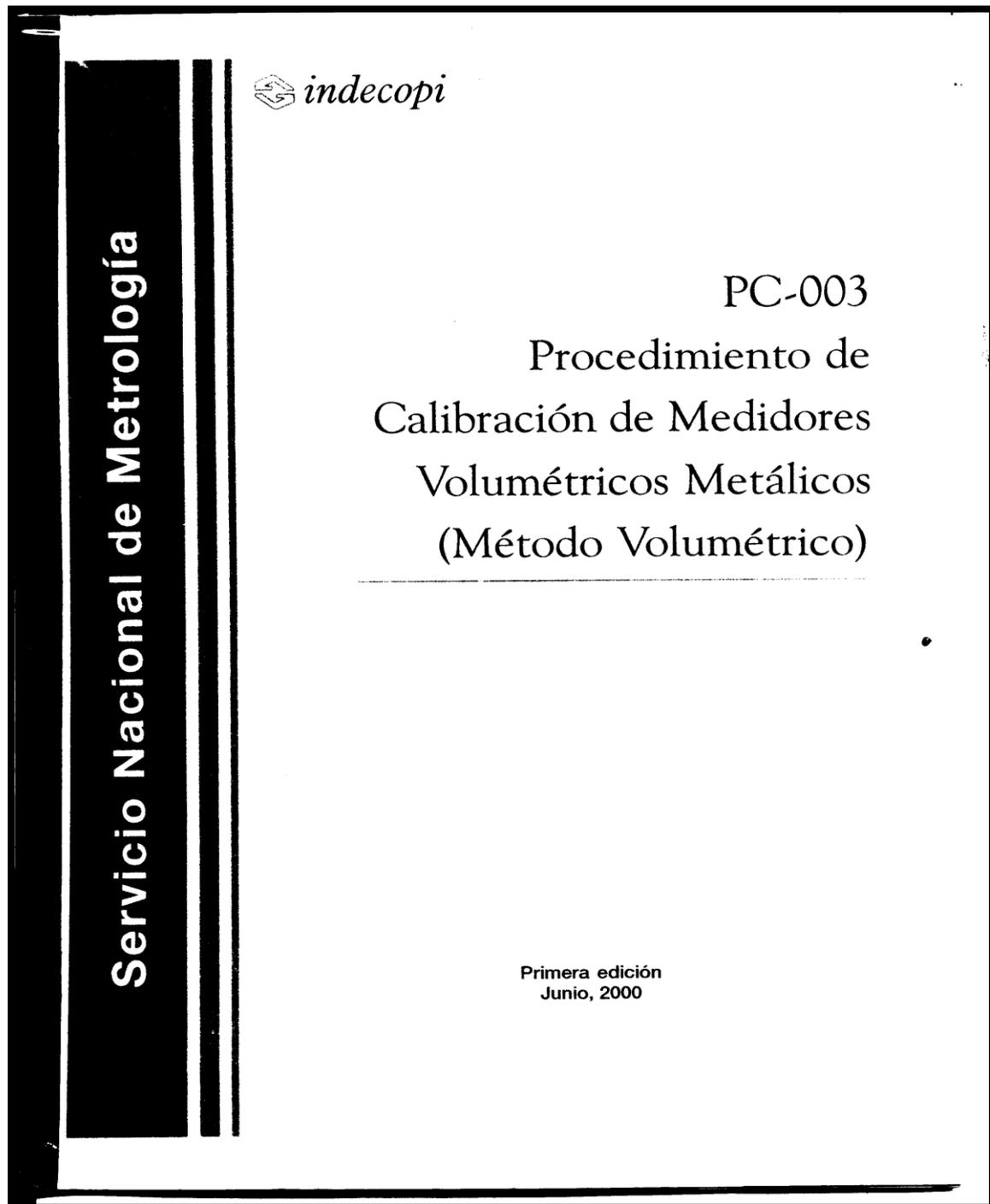


Nota: Esta fotografía corresponde al trabajo profesional realizado en las instalaciones de la compañía minera MINSUR S.A.

Respecto al tercer objetivo específico, se realizó la revisión de varios procedimientos nacionales e internacionales para poder implementar el servicio de calibración de medidores volumétricos metálicos de clase 0,1, 0,2 y 0,5. Se tomó como procedimiento base el documento "*Guidelines on the Calibration of Standard Capacity Measures Using the Volumetric Method*", el cual, en comparación con el procedimiento nacional, es más estructurado y completo. Haciendo la comparación entre la Guía Internacional anteriormente mencionada y el Procedimiento de Calibración Nacional PC-003 "Procedimiento de calibración de medidores volumétricos (método volumétrico)" de INDECOPI se tiene en primer lugar, que este procedimiento peruano tiene una primera edición de junio del 2000 cuando en aquel entonces el Servicio Nacional de Metrología del Perú pertenecía a INDECOPI, ya que en la actualidad no ha sido revisado ni actualizado, eso le hace poco confiable pues como segundo punto en contra para el uso de este procedimiento nacional es que tiene como referencia bibliográfica documentos normativos del año 1984, y en la actualidad se sigue comercializando a nivel nacional por parte del Instituto Nacional de la Calidad INACAL, pero que está en desuso por parte de los laboratorios acreditados que brindan servicio de calibración de esos instrumentos. Por otra parte, el documento que se está tomando como referencia para la implementación de este servicio tiene una versión actualizada de setiembre del 2021 y ha sido elaborado por el EURAMET, el cual es una alianza colaborativa de organizaciones metrológicas nacionales de los estados miembros de la Unión Europea y de la Asociación Europea de Libre Comercio cuyo propósito es lograr una mayor eficiencia mediante la coordinación y el intercambio de actividades y servicios metrológicos. Su referencia bibliográfica son documentos actualizados y vigentes. En la figura 11 y en la figura 12 se presenta la carátula de cada uno de los procedimientos que fueron revisados y evaluados para su uso e implementación del servicio en la empresa KOSSODO METROLOGIA S.A.C.

Figura 11

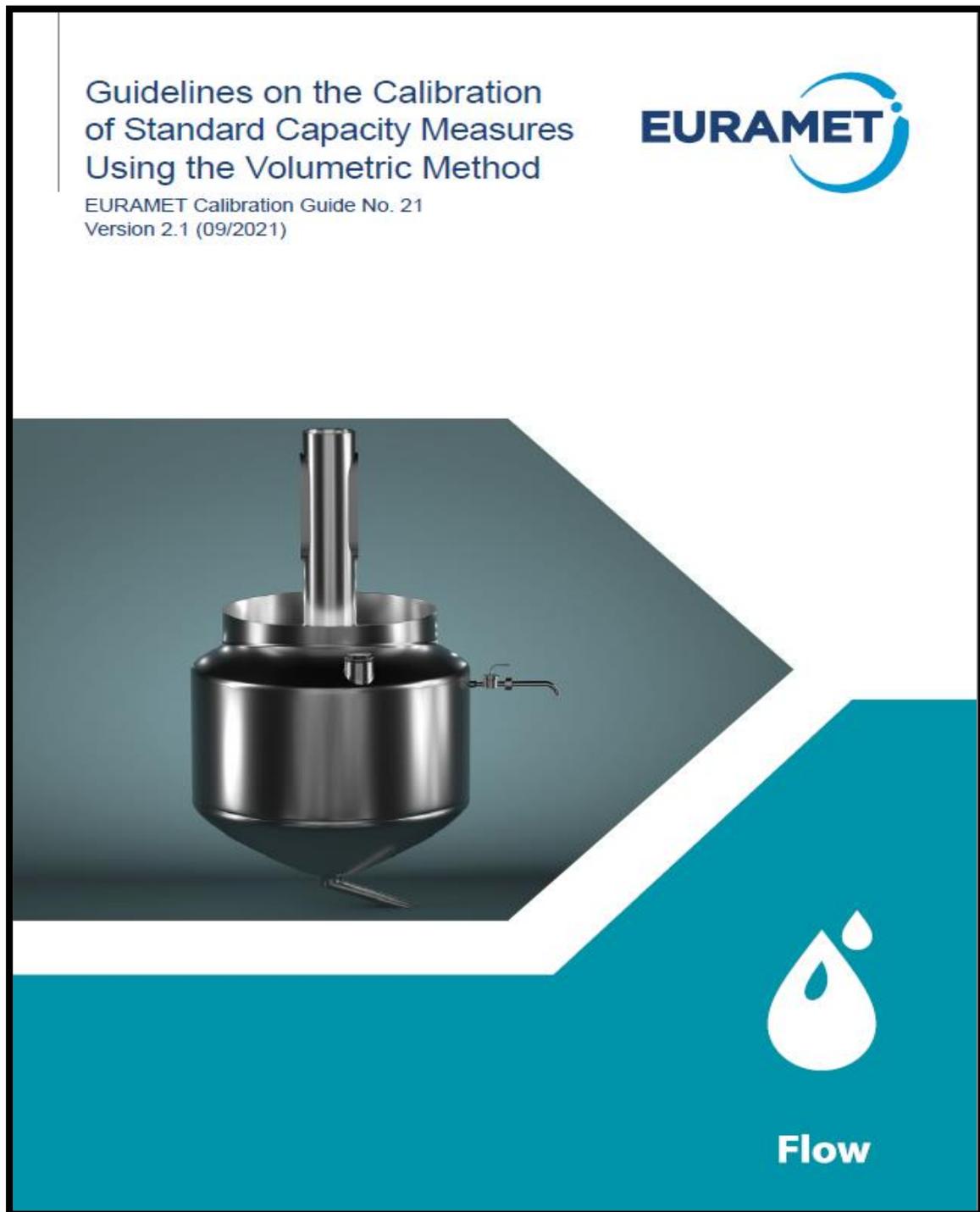
Carátula del procedimiento de calibración de medidores volumétricos metálicos (Método Volumétrico) de INDECOPÍ



Nota: Imagen extraída del archivo pdf del procedimiento adquirido personalmente para el trabajo profesional.

Figura 12

Carátula del documento “Guidelines on the Calibration of Standard Capacity Measures Using the Volumetric Method”



Nota: Imagen extraída del archivo pdf descargado de internet
<https://www.euramet.org/publications-media-centre/calibration-guidelines>

4.2. Conclusiones

Se implemento el nuevo servicio de calibración de contómetros volumétricos en la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. para lo cual se tuvo que cumplir con todos los requisitos técnicos que la norma técnica NTP ISO/IEC 17025-2017. Debido a este nuevo servicio, KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. logró convertirse en la tercera empresa a nivel nacional en brindar el servicio de calibración de contómetros volumétricos.

Si se logra cumplir con todos los requisitos técnicos que establece la parte 6 y la parte 7 de la norma NTP ISO/IEC 17025-2017, si entonces se podrá conseguir la acreditación del procedimiento de calibración que se desea implementar en el laboratorio, tal como se consiguió al cumplir con toda la documentación que exige la norma, lográndose así acreditar el procedimiento de calibración de contómetros volumétricos implementado en la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

Al implementar el nuevo servicio de calibración de medidores de flujo líquido se logró incrementar los ingresos en la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. Por ello, es que en la empresa se siguen elaborando nuevos procedimientos de calibración de tal manera que pueda seguir encaminándose en la competencia metrológica a nivel nacional.

La implementación del servicio de calibración de medidores volumétricos de clase 0,1; 0,2 y 0,5 es una necesidad técnica y comercial, ya que muchas industrias a nivel nacional (industria alimentaria, industria petrolera, comercio de combustibles, industria farmacéutica) usan estos medidores para llevar el control metrológico de sus insumos químicos para la producción y control de su proceso industrial. Por lo tanto, este nuevo servicio que se está implementando generará mayores ingresos económicos a la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. por los requerimientos ya mencionados y también está generando conocimiento técnico y mayor profesionalización del Bachiller.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir implementando nuevos procedimientos de calibración para instrumentos que contabilicen volumen ya que el procedimiento implementado en la empresa KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. está hecho solo para contómetros volumétricos de Diesel, y en diferentes industrias se tienen diferentes instrumentos de medida que sirven como contadores volumétricos, especialmente los medidores de agua, que en la actualidad solo se realiza la verificación antes de su instalación y puesta en funcionamiento, pues en la actualidad la Autoridad Nacional del Agua (ANA) requiere que las empresas lleven control específico sobre la cantidad de agua que se utiliza y se desperdicia para su proceso industrial.

Se recomienda seguir investigando nuevos servicios de metrología de flujo, para poder implementar la calibración de medidores de flujo de gas, ya que también al igual que los medidores de flujo líquido son muy usados en la industria nacional, y que en la actualidad no se cuenta con un procedimiento estandarizado y acreditado en el país para poder brindar la calibración acreditada de este tipo de instrumento.

Así mismo, en la elaboración del procedimiento de calibración de medidores de flujo líquido solo se consideró las condiciones de instalación del cliente, no algunas consideraciones técnicas que influyeran en la medición del caudal, tales como la temperatura y la presión al cual está sometido el fluido. Esto es porque no se puede tener un control metrológico sobre todos los instrumentos que tiene el sistema del cliente. Se desarrolló este procedimiento pues es lo más práctico que se tiene para poder realizar la calibración de los medidores de flujo líquido en las instalaciones del cliente.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Blog de la Calidad obtenido de <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>
Centro Español de Metrología. (2012). *Vocabulario Internacional de la Metrología
Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados*. Recuperado
el 20 de diciembre del 2022, de [https://www.cem.es/sites/default/files/vim-
cem-2012web.pdf](https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf)

KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. Obtenido de <http://kossomet.com/>

KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. Obtenido de [http://kossomet.com/wp-
content/uploads/2022/06/DAT-MDE-3-1-Polit-Calidad-Ver-1.pdf](http://kossomet.com/wp-content/uploads/2022/06/DAT-MDE-3-1-Polit-Calidad-Ver-1.pdf)

ISO 17025. (2017). REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE
LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN.

Ley 23560 de 1982. Ley que establece el Sistema Legal de Unidades de Medida
en el Perú

Ley 30224 del 2014 Ley que crea el Sistema Nacional de la Calidad y el Instituto
Nacional de la Calidad.

Mott, R. (2006). *Mecánica de Fluidos*. (6ª ed.). Editorial Pearson.

Sánchez, A. (2012) *Procedimiento de calibración y calculo para la estimación de
la incertidumbre de la medición de flujo masico por apertura y cierre de
válvulas* [Tesis]. Universidad Nacional Autónoma de México

Tapias, E. (2004) *Diseño de un banco patrón para la calibración de medidores de
flujo de líquidos por el método gravimétrico estático*. [Tesis]. Universidad
Industrial de Santander.

Pasatino, H. (2008). *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. Editorial de la
Universidad Tecnológica Nacional.

Çengel, Y. (2006). *Mecánica de Fluidos Fundamentos y Aplicaciones*. (1ª ed.).
McGraw-Hill Interamericana.

ANEXOS

Anexo 1. Constancia de uso de información


KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

CONSTANCIA DE USO DE INFORMACION

Señores: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Por medio de la presente, tengo el agrado de dirigirme a ustedes a fin de informarles sobre la solicitud para el uso de información de KOSSODO METROLOGIA S.A.C. requerida por el Sr LUIS ENRIQUE URBANO TUNQUE para el desarrollo del informe que brindara a la Universidad Nacional del Callao.

Al respecto, de manera expresa indicamos que el Sr LUIS ENRIQUE URBANO TUNQUE no podrá brindar información del detalle de los proceso automatizados e implementados en los sistemas de medición que se han realizado en la empresa en el transcurrir del tiempo que el señor viene laborando en la empresa hasta ahora, pero le autorizamos a hacer uso de información de manera genérica en los procesos que ha participado.

Sin otro particular, nos despedimos de Ustedes, expresándole las muestras de nuestra mayor consideración.

Atentamente,



Olga Toro Sayas
Jefe de Laboratorio
KOSSOMET S.A.C.



Anexo 2. Declaración Jurada legalizada notarialmente

NOTARIA MONTOYA VERA
AV. BOLIVIA N° 615 Lima 5
TELF. 330-9939

DECLARACION JURADA

Este documento no ha sido redactado en esta Notaría. El Notario no asume responsabilidad sobre el contenido, Art. 108°-D.Leg.1049

Yo, Luis Enrique Urbano Tunque, identificado con DNI N° 44848054 con domicilio en Mz Q lote 23 Calle Santa Maria Urb. San Gabriel S.J.L., **DECLARO BAJO JURAMENTO** que el contenido de este informe corresponde a mi autoría, según Art. 62 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, Aprobado con Resolución N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021

Así mismo, DECLARO que conozco las normas, reglamentos y directivas que rigen este proceso de Ciclo Taller de Trabajo de Suficiencia Profesional.

Atentamente,

Lima, 21 de diciembre, 2022.



LUIS ENRIQUE URBANO TUNQUE

DNI: 44878054



VER CERTIFICACION AL DORSO →



NOTARÍA
MONTOYA VERA JOSE LUIS
 SERVICIO DE AUTENTICACIÓN E IDENTIFICACIÓN BIOMÉTRICA



INFORMACIÓN PERSONAL
 DNI: 44878054
 Primer Apellido: URBANO
 Segundo Apellido: TUNQUE
 Nombres: LUIS ENRIQUE

CORRESPONDE

La primera impresión dactilar capturada corresponde al DNI consultado. La segunda impresión dactilar capturada corresponde al DNI consultado.

[Handwritten signature]
 URBANO TUNQUE LUIS ENRIQUE
 DNI 44878054



INFORMACIÓN DE CONSULTA DACTILAR
 Operador: 45252023 - Manuera
 Sistema Dactil. Analítico
 Fecha de Transacción: 21-12-2022 12:01:01
 Entidad: 10103011013 - MONTOYA VERA JOSE LUIS

VERIFICACIÓN DE CONSULTA
 Puede verificar la información en línea en:
<https://serviciobiotecnologia.mesa.gob.pe/verificacion/>
 Número de Consulta: 0086902313



CERTIFICO: Que la firma que aparece en el anverso
 corresponde a Luis Enrique Urbano
Tunque
 identificado (a) con DNI 44878054

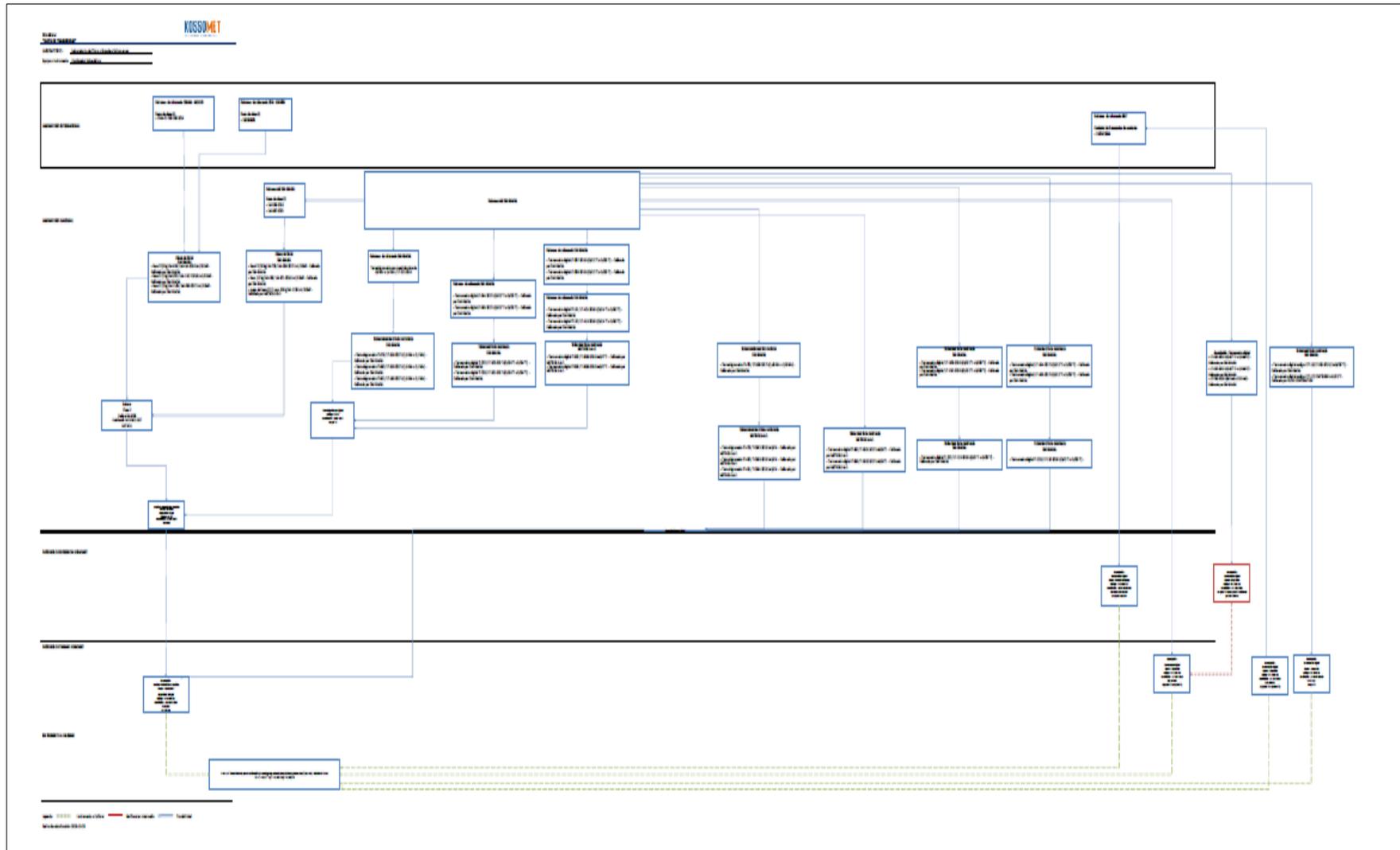
Lima, 21 DIC. 2022

JOSE L. MONTOYA VERA
 NOTARIO DE LIMA



BIOMETRICO Nº 06692313
 BOL / FACT Nº 100365

Anexo 3. Carta de Trazabilidad de contómetros volumétricos



Anexo 4. Carátula del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos

COPIA CONTROLADA	 KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.
P-CAL-16 “PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE CONTÓMETROS VOLUMÉTRICOS (MÉTODO VOLUMÉTRICO)”	
1. POLÍTICA	
No aplica	
2. PROPOSITO	
Establecer el procedimiento para la calibración de contómetros volumétricos, aplicando el método volumétrico.	
3. ALCANCE	
Este procedimiento es utilizado por el personal de <u>Kossoodo Metrología S.A.C.</u> en la calibración de contómetros volumétricos que son usados para las mediciones de productos como hidrocarburos líquidos y productos relacionados: petróleo crudo (y petróleo crudo que puede tener sedimentos y/o agua), gas licuado de petróleo (GLP), combustible líquido, lubricantes, aceites industriales. Con viscosidades no mayores a 338 cSt a 40 °C.	
4. DEFINICIONES	
Se aplican las definiciones generales del vocabulario internacional de metrología conceptos fundamentales y generales y términos asociados, en particular las que se definen a continuación.	
<u>Recipiente Volumétrico Metálico</u> : Es un instrumento constituido por un cuerpo, un cuello (sobre el cual generalmente se coloca una escala de graduación) y dependiendo de su capacidad inclusive puede hasta contar con un sistema de desagüe. Estos recipientes son usados para medir volúmenes de líquidos hasta su capacidad indicada en su escala de graduación.	
<u>Factor del medidor</u> : Es el factor adimensional por el que debe multiplicarse la respuesta del medidor para obtener la mejor estimación del mensurando.	
5. RESPONSABLES	
Jefe de Laboratorio - JL	Asegura que este procedimiento se cumpla en forma efectiva.
Supervisor de Laboratorio (SL)	Aplicar este procedimiento.
6. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO	
Lugar de aplicación	
La calibración se realizará en las instalaciones del cliente o en el laboratorio de grandes volúmenes de <u>Kossoodo Metrología S.A.C.</u>	
Materiales y/o equipos auxiliares	
<ul style="list-style-type: none">➤ Mangueras, Niples, codos, conexiones generales.➤ Trapos industriales, paños absorbentes, kit antiderrame, bandejas.➤ Cronómetro➤ Precintos de seguridad.	
Instrumentos para calibración	
Para la calibración, se requiere un medidor volumétrico patrón calibrado cuya capacidad sea ser mayor o igual a la capacidad de volumen entregado por el contómetro en un minuto a su caudal de trabajo. Un termómetro digital para medir la temperatura del líquido con resolución 0,1 °C y un termohigrómetro para medir las condiciones ambientales.	
Condiciones de calibración	
El contómetro deberá ser calibrado bajo las mismas condiciones en la cual opera, estas son, a las mismas condiciones ambientales, el mismo fluido y la misma presión.	
Operaciones	
En todas las operaciones que conlleven el proceso de instalación y desinstalación del medidor volumétrico para la calibración del contómetro, el personal técnico deberá llevar puesto los EPP's necesarios para evitar accidentes en el área de trabajo.	
Tareas previas	
<ol style="list-style-type: none">1. Todos los datos de que se obtengan del contómetro, de los datos de la calibración y del líquido de prueba (tales como nombre del producto, grados API) deberán ser registrados en el registro de calibración con código F-CAL-CV-01.2. Instalar y nivelar el medidor volumétrico patrón usando un nivel ojo de buey instalado en el mismo medidor volumétrico, cercano al contómetro donde se realizará la calibración.3. Realizar las conexiones entre el contómetro y el medidor volumétrico patrón, Usando las mangueras, niples, codos etc.4. Realizar una inspección visual en los empalmes y acoplamiento de las mangueras con el contómetro y medidor volumétrico (en caso lo hubiera). Poniendo una bandeja debajo de cada empalme y acoplamiento.	
Versión: 00	Páginas 1 de 16
ESTE DOCUMENTO NO ESTÁ CONTROLADO EN COPIA FÍSICA A EXCEPCIÓN DE COPIAS SELLADAS	

Anexo 5. Hoja final del procedimiento de calibración donde aparece la autoría del bachiller

P-CAL-16 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE CONTÓMETROS VOLUMÉTRICOS (MÉTODO VOLUMÉTRICO)"



PRESUPUESTO DE INCERTIDUMBRE DEL ERROR DE MEDICIÓN

Magnitud (fuente de incertidumbre)	Valor Estimado X_i	Función densidad de probabilidad	Incertidumbre Estándar $u(\delta_i)$	Coefficiente de sensibilidad C_i	Contribución a la incertidumbre $u_i(y) = C_i * u(\delta_i)$	Aporte a la incertidumbre (%)
Debido a la repetibilidad del Instrumento	\overline{Error}	Normal	$\frac{S_{Error}}{\sqrt{M}}$	1	$u_1 = 1 * \frac{S_{Error}}{\sqrt{n}}$	$b_1\% = (u_1/u(y))^2 * 100$
Debido a la lectura del contómetro	V_c	Rectangular	$\frac{d/m}{2\sqrt{3}} \text{ ó } \frac{d}{2\sqrt{3}}$	1	$u_2 = 1 * \frac{d}{m\sqrt{3}}$	$b_2\% = (u_2/u(y))^2 * 100$
Debido a instrumento patrón	V_0	Normal	$\frac{U_{certificado}}{k}$	$ -1 - \gamma(t_p - t_{ref}) $	$u_3 = \left \frac{-1 - \gamma(t_p - t_{ref})}{V_c} \right * \frac{U_{certificado}}{k}$	$b_3\% = (u_3/u(y))^2 * 100$
Debido al coeficiente de temperatura del M.V.P.	0	Rectangular	$\frac{0,1\gamma}{\sqrt{3}}$	$\left \frac{Error - \gamma_c + \gamma_0}{\gamma} \right $	$u_4 = \left \frac{Error - \gamma_c + \gamma_0}{\gamma} \right * \frac{0,1\gamma}{\sqrt{3}}$	$b_4\% = (u_4/u(y))^2 * 100$
Debido al termómetro patrón	t_p	Normal	$\frac{U_{certificado_t}}{k}$	$ - \gamma_0 \gamma $	$u_5 = - \gamma_0 \gamma * \frac{U_{certificado_t}}{k}$	$b_5\% = (u_5/u(y))^2 * 100$
Debido a la lectura del menisco	0	Rectangular	$\frac{a}{\sqrt{3}}$	1	$u_6 = 1 * \frac{a}{\sqrt{3}}$	$b_6\% = (u_6/u(y))^2 * 100$
Incertidumbre combinada $u(y)$					$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^6 u_i^2(y)}$	$100\% = \sum_{i=1}^k b_i\%$
Incertidumbre combinada $U(k = 2)$					$U = 2 * u(y)$	

Versión	Fecha	Elaborado	Revisado	Aprobado
00	2019-05-30	Luis Enrique Urbano Tunque Técnico Metrologo	Asistente de S.I.G.	Olga Toro Sayas Jefe de Laboratorio
Firma de Aprobación				

Versión: 00

Páginas 16 de 16

ESTE DOCUMENTO NO ESTÁ CONTROLADO EN COPIA FÍSICA A EXCEPCIÓN DE COPIAS BELLADAS

Anexo 6. Informe de aseguramiento de la validez de los resultados intralaboratorios

<p>FO-LAB-5-1 INFORME DE ASEGURAMIENTO DE LA VALIDEZ DE LOS RESULTADOS INTRA-LABORATORIOS</p>	 N° de certificado de Referencia : VF20-001 VF20-003 Fecha de Emisión: 2020-03-12 N° de informe: ---
---	--

Equipo / Instrumento de medición:	CONTÓMETRO VOLUMÉTRICO
Marca :	LIQUID CONTROLS
Modelo :	M-15-1
N° Serie/Código :	838437
Intervalo de Indicación:	20 gal/min a 200 gal/min
Resolución:	0,1 gal
Lugar de Calibración / Verificación:	Zona de Recepción y Despacho de Pesquera Diamante
Procedimiento de Calibración:	P-CAL-16

PARTICIPANTES:

	Nombre y Apellido
Referente	Luis Urbano Tunque
Evaluado 1	Frank Nuñez Canchari
Evaluado 2	---
Evaluado 3	---

CONDICIONES DE LA INTRA-COMPARACIÓN:

Eventos	Datos			
	Evaluado 1	Evaluado 2	Evaluado 3	Referencia
1	-0,27			-0,32
2	-0,21			-0,26
3	-0,26			-0,26
4				
5				
Promedio	-0,25			-0,28
Desv. Estandar	0,03215			0,034641016
Varianza	0,0010			0,0012
N° Eventos	3			3
Grados Libertad	2			2

CUMPLIMIENTO DE LA INTRA-COMPARACIÓN:

Prueba F			
Nivel Probabilidad	95%	95%	95%
F _{EVALUADO}	0,861		
F _{CRITICO}	19,000		
F _{EVALUADO} ≤ F _{CRITICO}	Si cumple		

Prueba t			
Nivel Probabilidad	95%	95%	95%
t _{EVALUADO}	0,998		
t _{CRITICO}	2,776		
t _{EVALUADO} ≤ t _{CRITICO}	Si cumple		

Desv. Ponderada S _p	0,03341656		
E. Norm. Correg. Et	0,36		

CONCLUSIONES


 Supervisor de Laboratorio


 Jefe de Laboratorio

Versión: 3 Aprobado el 2020-01-16 Página 1de1

Anexo 7. Validación del procedimiento de calibración de contómetros volumétricos



INFORME 075-2019

A: Olga Toro Sayas
Jefe de Laboratorio

De: Luis Enrique Urbano Tunque
Técnico Metrólogo

Asunto: Informe de Validación del Procedimiento para la calibración de contómetros Volumétricos (Método Volumétrico) P-CAL-16

Fecha: 11 de noviembre del 2019

1 OBJETIVO:

Demostrar mediante el proceso de validación la veracidad de los resultados obtenidos en la calibración de contómetros volumétricos siguiendo nuestro procedimiento de calibración P-CAL-16 "Procedimiento para la calibración de Contómetros Volumétricos (Método Volumétrico)" bajo los requisitos particulares y las condiciones del procedimiento.

2 CONDICIONES PRELIMINARES:

Para llevar a cabo la validación se ha aplicado nuestro procedimiento interno P-CAL-16 "Procedimiento de calibración de Contómetros Volumétricos (Método Volumétrico)"

3 DESCRIPCIÓN:

Se considera para esta validación la siguiente técnica:

Evaluación de la incertidumbre de medición de los resultados basada en la comprensión de los principios teóricos de los métodos y en la experiencia práctica del desempeño del método. (De acuerdo a la NOTA 2 del apartado 7.2.2.1 de la NTP ISO/IEC 17025:2017)

La manipulación, transporte se realiza siguiendo las instrucciones del fabricante y lo dispuesto en la norma NMP 008:1999 "SISTEMAS DE MEDICIÓN DE LIQUIDOS DISTINTOS AL AGUA: SURTIDORES Y DISPENSADORES DECOBUSTIBLES"

Para llevar a cabo las calibraciones se ha tomado como objeto de prueba los siguientes:

Instrumento de medición

Marca:	LIQUID CONTROLS
Modelo:	M-15-1
Serie:	633076
Alcance:	20 gal/min – 200 gal/min
División de escala:	0,1 gal
Producto:	Diésel B5
Caudal de Trabajo:	70 gpm
EMP:	0,5%

Jr. Chota 1161, Lima 1 – Perú
metrologia@kossodo.com
(01)619-8400 anexo 1404 – 1409

Resultados obtenidos:

Instrumento:

Indicación del contómetro		Volumen real M.V.P.		Repetibilidad (%)	Error de Indicación		Factor del medidor (fm)	Incertidumbre	
(L)	(gal)	(L)	(gal)		(gal)	(%)		Error de indicación U _e	Factor de medición U _m
757,31	200,06	757,18	200,02	0,25	0,04	0,02	0,999825	0,12%	0,001191

Nota: La incertidumbre U_e se obtuvo con un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura de k=2.

4 CRITERIO DE EVALUACIÓN:

La evaluación se realiza de acuerdo al siguiente criterio:

$$U_e \leq \frac{1}{3} (EMP)$$

U_e: Incertidumbre del error de medición

EMP: Error máximo permisible del equipo a calibrar

5 RESULTADOS

Instrumento

U _e	EMP	EMP/3	Conformidad
0,12%	0,5%	0,16%	Conforme

6 CONCLUSIONES

Una vez realizada la calibración aplicando el procedimiento P-CAL-16 "Procedimiento para la calibración de contómetros volumétricos (Método Volumétrico)", analizando los datos obtenidos y comparando la incertidumbre obtenida con el EMP del instrumento bajo calibración, se concluye que el procedimiento cumple con su uso previsto, por tal motivo declaramos validado nuestro procedimiento interno P-CAL-16 en el alcance de hasta 200 gal/min.


Luis Enrique Urbano Tunque
Técnico Metrólogo


Olga Toro Sayas
Jefe de Laboratorio
KOSSOMET S.A.C. Recibido 2019-11-11

Anexo 8. Validación de la hoja de cálculo del procedimiento de calibración de contómetros



FO-LAB-4-1
"INFORME DE VALIDACIÓN DE HOJA DE CALCULO"

N° de certificado de Referencia :

Fecha de Emisión:

Mediante el siguiente informe, se presentan los resultados de la validación de:

Código del Procedimiento	Título
P-CAL-16	PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE CONTÓMETROS VOLUMÉTRICOS (MÉTODO VOLUMÉTRICO)

Requisitos específicos:

Comparar los resultados de la hoja de cálculo con los resultados utilizando una calculadora científica (Casio fx-570ES PLUS)

Instrumento de medición o equipo utilizado para la validación: CONTÓMETRO VOLUMÉTRICO

Marca	LIQUID CONTROLS	Intervalo de indicación	20 gal/min a 200 gal/min
Modelo	M-15	Valor Nominal	----
N° Serie	633076	Resolución	0,1 gal
Código	No indica	Temperatura de Referencia	----
Clase de Exactitud	----	E.M.P.	0,5 %
Material	----		

Descripción de la técnica utilizada para la validación:

Se evalúa el procesamiento de todos los datos de la calibración de la hoja de cálculo AUTOCAL-44 Ve 00 mediante la comparación de los resultados obtenidos con una calculadora.

Método de calibración utilizado:

La calibración se basa en la comparación directa entre las indicaciones del contómetro volumétrico y el Medidor Volumétrico Patrón (M.V.P.)

Personal que participa en la validación

Luis Enrique Urbano Tunque

Versión: 1 Aprobado el 2019-05-31 Páginas 1 de 2

RESULTADOS DE LA VALIDACION DE LA HOJA DE CÁLCULO:**A) RESULTADOS EMPLEANDO LA CALCULADORA****Factor de Medición (FM):** 0,998737251**Incertidumbre Expandida del Factor de Medición:** 0,0004840640257**Error de medición:** 0,2529012287 gal**Incertidumbre Expandida del error de medición:** 0,09695495283 gal

Redondeando al sexto decimal:

Factor de Medición (FM): 0,998737**Incertidumbre Expandida del Factor de Medición:** 0,000484**Error de medición:** 0,252901 gal**Incertidumbre Expandida del error de medición:** 0,096955 gal**B) RESULTADOS DE LA HOJA DE CALCULO****Factor de Medición (FM):** 0,9987372511**Incertidumbre Expandida del Factor de Medición:** 0,000484064**Error de medición:** 0,2529012286 gal**Incertidumbre Expandida del error de medición:** 0,0969549528 gal

Redondeando al sexto decimal:

Factor de Medición (FM): 0,998737**Incertidumbre Expandida del Factor de Medición:** 0,000484**Error de medición:** 0,252901 gal**Incertidumbre Expandida del error de medición:** 0,096955 gal**CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos se demuestra que no hay variación hasta la sexta cifra decimal entre la calculadora y la hoja de cálculo. Por lo tanto, queda validado la hoja de cálculo "AUTOCAL-44 Ver 00"



Supervisor de Laboratorio



VºBº Jefe de Laboratorio

Anexo 9. Hoja de cálculo de contómetros volumétricos

Autoguardado F-CAL-CV-01 Hoja de Calculo de Calibración de Contómetros Volumétricos (Método Volumétrico) (2022-12-06) Luis Urbano

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programador Complementos Ayuda

Calibración 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Análisis

E20 N°

AUTOCAL - 44 / CALIBRACIÓN DE CONTÓMETROS VOLUMÉTRICOS (MÉTODO VOLUMÉTRICO) Ver. 00

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONTÓMETRO	
Orden de Trabajo	:
N° de Certificado	:
N° de identificación	:
Líquido producto	:
División mínima del contómetro	:
La división mínima se puede dividir en	:
Menor aproximación de la div. Min.	:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL M.V.P. USADO	
Código de identificación	:
Capacidad Nominal	:
N° de certificado de calibración	:
División mínima del M.V.P.	:
La división mínima se puede dividir en	:
Menor aproximación de la div. Min.	:
Incertidumbre por certificado	:
Material del M.V.P.	:
Coefficiente de expansión cúbica del M.V.P.	:
Temperatura de referencia del M.V.P.	:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TERMOMETRO	
Código de identificación	:
Incertidumbre por certificado	:

VALORES ENCONTRADOS ANTES DEL AJUSTE DEL CONTÓMETRO											
N°	Caudal de trabajo (L/min)	Lectura del contómetro (L)	Lectura del M.V.P. (gal)	Temperatura del producto				Volumen real del M.V.P. (gal)	Error encontrado		Factor del medidor
				Leída		Corregida			(L)	(%)	
				(°C)	(°F)	(°C)	(°F)				
1											
2											
3											
4											
5											

VALORES ENCONTRADOS DESPUÉS DEL AJUSTE DEL CONTÓMETRO											
N°	Caudal de trabajo (L/min)	Lectura del contómetro (L)	Lectura del M.V.P. (gal)	Temperatura del producto				Volumen real del M.V.P. (gal)	Error encontrado		Factor del medidor
				Leído		Corregido			(L)	(%)	
				(°C)	(°F)	(°C)	(°F)				
1											
2											
3											
4											
5											

PRESUPUESTO DE INCERTIDUMBRE DEL FACTOR DE MEDICIÓN							
Magnitud (fuente de incertidumbre)	Valor Estimado X_i	Función de densidad de	Coefficiente de sensibilidad	Incertidumbre Estándar $u(x_i)$	Contribución a la incertidumbre	Apote a la incertidumbre	Grados de libertad
Repetibilidad		Normal					-1
Contómetro	0	Rectangular					60
M.V.P.		Normal					-1
Coef. de temp.	0	Rectangular					=
Termometro	0	Normal					=
Menisco	0	Rectangular					=
				Incertidumbre típica estándar			
				Número de grados de libertad			#VALOR!
				Factor de Cobertura $k=$			#VALOR!
				Incertidumbre expandida $U(k)$			
				Incertidumbre Relativa $U(\%)$			

PRESUPUESTO DE INCERTIDUMBRE DEL ERROR DE MEDICIÓN							
Magnitud (fuente de incertidumbre)	Valor Estimado X_i	Función de densidad de	Coefficiente de sensibilidad	Incertidumbre Estándar $u(x_i)$	Contribución a la incertidumbre	Apote a la incertidumbre	Grados de libertad
Repetibilidad		Normal					-1
Contómetro	0	Rectangular					60
M.V.P.		Normal					-1
Coef. de temp.	0	Rectangular					=
Termometro	0	Normal					=
Menisco	0	Rectangular					=
				Incertidumbre típica estándar			
				Número de grados de libertad			#VALOR!
				Factor de Cobertura $k=$			#VALOR!
				Incertidumbre expandida $U(k)$			
				Incertidumbre Relativa $U(\%)$			

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Lectura del contómetro (L)	Volumen corregido del M.V.P. (gal)	Error de repetibilidad (%)	Error del Contómetro		FM del contómetro	Incertidumbre del FM del contómetro
			(L)	(%)		
						#VALOR!

Registro Cálculos Trazabilidad Certificado

Anexo 10. Capacitación al personal para la calibración de contómetros volumétricos



FO-LAB-7-6

"REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO"

Razón social: KOSSODO METROLOGIA S.A.C.	RUC: 20601958121	CIU: 7490 Otras actividades profesionales, científicas y técnicas N.C.P.	Nro. De trabajadores: +30
FECHA 2021-02-19	LUGAR (Dirección): Jr. Chota 1161 - Cercado de Lima		
INTERNA <input checked="" type="checkbox"/> EXTERNA	EMPRESA / ÁREA: Kossodo Metrología S.A.C. / Laboratorio		
MOTIVO DEL CURSO: Inducción	Capacitación <input checked="" type="checkbox"/>	Entrenamiento	Simulacro
OTRO: ()			
TEMA: P-CAL-16 "Procedimiento para la calibración de contómetros volumétricos (Método Volumétrico)"			
OBJETIVO: Conocer y entender el funcionamiento de los contómetros volumétricos, además de conocer los pasos a seguir para su calibración.			
NOMBRE DEL EXPOSITOR (ES): Luis Enrique Urbano Torque			
DURACIÓN: 4 h DE: 14:00 h a: 18:00 h			

N°	NOMBRE Y APELLIDOS	DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1	FRANK NUÑEZ CARLUCCI	47498635	LABORATORIO		
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

OBSERVACIONES/COMENTARIOS:

RESPONSABLE DEL REGISTRO		FIRMA DEL RESPONSABLE DEL REGISTRO	FIRMA DEL EXPOSITOR
NOMBRE	Luis E. Urbano Torque		
CARGO			
FECHA	2021-02-19		

Anexo 11. Autorización del personal técnico metrológico para la calibración

FO-LAB-7-2
"PROCESO DE AUTORIZACIÓN"



KOSSOMET
KOSSODO METROLOGÍA S.A.C.

Nombre y Apellidos: Frank Heraclides Nuñez Canchari

Nota de evaluación de ingreso: ---

Fecha de evaluación de ingreso: ---

Puesto de trabajo: Técnico Metrológico

Fecha de Inicio de Proceso de Autorización: 2020-01-03

Nombre del procedimiento: P-CAL-16 "Procedimiento para la calibración de contómetros volumétricos (Método Volumétrico)" (Ver. 00)

1. CAPACITACIONES REALIZADAS

N°	Fecha	Nombre del Curso y/o charla	Fecha	Nota de la prueba teórica	Resultado	Observaciones
1	3/01/2020	P-CAL-16 "Procedimiento para la calibración de contómetros volumétricos (Método Volumétrico)"	2020-01-03	19	SATIFACTORIO	---
2	7/01/2020	F-CAL-CV-01 "Registro de calibración de contómetros volumétricos (Método Volumétrico)"	2020-01-07	---	SATIFACTORIO	---

2. ETAPA DE ENTRENAMIENTO

Para Calibración	CUMPLE
------------------	--------

3. ETAPA DE SUPERVISION

Para Calibración, procesamiento de datos, revisión de certificados de calibración:	CUMPLE
--	--------

4. ETAPA DE EVALUACIÓN

N°	Prueba Intralaboratorio N°	Fecha	Instrumento	Resultado del Referente	Resultado del evaluado	Resultado Final
1	Intralaboratorio P-CAL-16	12/03/2020	CONTÓMETRO VOLUMÉTRICO	Satisfactorio	Satisfactorio	Cumple

AUTORIZACION: En cumplimiento de los puntos 1, 2 (cuando aplique), 3 y 4, presentando resultados satisfactorios, se autoriza al personal en los siguientes procesos:

Tipo de proceso	Condición	Fecha de autorización	Firma del Jefe de Laboratorio	Observaciones
Proceso de Calibración	Autorizado	2020-03-12		Ninguna
Procesamiento de Datos (Hojas de cálculo)				
Revisión y Firma de Certificados de Calibración				

Anexo 12. Curso de Metrología de Flujo Líquido por parte del Instituto Nacional de Bolivia

IBMETRO

Certificado
LP-CFF-0029-2020

El Instituto Boliviano de Metrología certifica que,

LUIS ENRIQUE URBANO TUNQUE
Ha aprobado el Curso Virtual:
Metrología en Flujo Líquido

Realizado del 2020-09-21 al 2020-10-02, totalizando 20 horas académicas

Este certificado está firmado digitalmente por

Juan Jose Mendoza Aguirre
Supervisor Unidad de Flujo, Termometría y Electricidad

Bolivia, 26 de octubre de 2020

Verificar firma en: <https://solicitud.firmadigital.bo/validar/>

CS: fbd20e97

Anexo 13. Capacitación al personal de ventas para brindar el servicio de caibración de contómetros volumétricos.



FO-LAB-7-6
"REGISTRO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO"

Razón social: KOSSODO METROLOGIA S.A.C.	RUC: 20601958121	CIU: 7490 Otras actividades profesionales, científicas y técnicas N.C.P.	Nro. De trabajadores: +30
FECHA 2019-02-11	LUGAR (Dirección): Jr. Chota 1161 - Cercado de Lima		
INTERNA <input checked="" type="checkbox"/> EXTERNA	EMPRESA / ÁREA: Kossodo Metrología S.A.C. / Laboratorio		
MOTIVO DEL CURSO: Inducción	Capacitación <input checked="" type="checkbox"/>	Entrenamiento	Simulacro
OTRO: ()			
TEMA: <i>Terminos Comerciales para el ofrecimiento del nuevo servicio de Calibración de Contómetros Volumétricos</i>			
OBJETIVO: <i>Conocer los alcances del nuevo servicio de Calibración de Contómetros Volumétricos</i>			
NOMBRE DEL EXPOSITOR (ES): <i>Luis E. Urbano Junquera</i>			
DURACIÓN: 4 DE: 8:00 h a: 12:00 h			

N°	NOMBRE Y APELLIDOS	DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1	<i>Fiorella Hcs Portella</i>	<i>73030370</i>	<i>Comercial</i>	<i>[Firma]</i>	
2	<i>Diana Estlan Ladera</i>	<i>46025634</i>	<i>Comercial</i>	<i>[Firma]</i>	
3	<i>Jessica January Soto Alarcón</i>	<i>73612499</i>	<i>Comercial</i>	<i>[Firma]</i>	
4	<i>Jonathan Lopez Garcia</i>	<i>41874426</i>	<i>Comercial</i>	<i>[Firma]</i>	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

OBSERVACIONES/COMENTARIOS:

RESPONSABLE DEL REGISTRO	FIRMA DEL RESPONSABLE DEL REGISTRO	FIRMA DEL EXPOSITOR
NOMBRE <i>Luis E. Urbano Junquera</i>	<i>[Firma]</i>	
CARGO <i>Tec. Metrologo</i>		
FECHA <i>2019-02-11</i>		

Anexo 14. Carátula del procedimiento de calibración de medidores de flujo líquido por el método de comparación directa

P-CAL-18 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE FLUJO DE LIQUIDOS (FLUJOMETROS) (Método de Comparación Directa)"



1. POLÍTICA

No aplica

2. PROPOSITO

Establecer el procedimiento para la calibración de medidor de flujo de líquidos como contador volumétrico y/o medidor de flujo usando el método de comparación directa.

3. ALCANCE

Este procedimiento es utilizado por el personal de Kosoodo Metrología S.A.C. en la calibración de medidores de flujo de líquidos (caudalímetros líquidos) que son utilizados en la industria minera, alimentaria, pesquera etc. Estos equipos son usados ya sea como contador volumétrico, y/o como medidor de flujo. Para el caso el cual el equipo a calibrar sea usado como medidor de flujo.

4. DEFINICIONES

Se aplican las definiciones generales del vocabulario internacional de metrología conceptos fundamentales y generales y términos asociados, en particular las que se definen a continuación.

Caudalímetro: Instrumento de medición que indica el caudal medido.

Caudal: Cociente entre la cantidad de fluido que pasa a través de la sección transversal de un conducto y el tiempo en pasar a través de esta sección.

Caudal volumétrico: Caudal para el que la cantidad de fluido se expresa bajo la forma de un volumen.

Factor del medidor: Es el factor adimensional por el que debe multiplicarse la respuesta del medidor para obtener la mejor estimación del instrumento. En el caso del contómetro, esta respuesta deberá ser el volumen leído.

5. RESPONSABLES

Jefe de Laboratorio – JL Asegura que este procedimiento se cumpla en forma efectiva

Supervisor de Laboratorio - SL Aplicar este procedimiento

6. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

Procedimiento de calibración de medidor de flujo de líquidos cuando el equipo es usado como medidor de caudal

Lugar de aplicación

La calibración se realizará en las instalaciones del cliente.

Materiales y/o equipos auxiliares

- Pulidora
- Lija y/o lima para metal.
- Grasa y/o gel ultrasónico.
- Trapos y/o paños industriales.
- Destornilladores y un multímetro para medir la continuidad.

Instrumentos para calibración

Para la calibración, se requiere un medidor de flujo de líquidos ultrasónico (no invasivo) patrón cuya capacidad deberá ser mayor o igual al medidor bajo calibración, que pueda contabilizar la cantidad de volumen y medir el caudal simultáneamente, a la vez se usará un termohigrómetro para medir las condiciones ambientales.

Condiciones de calibración

El medidor de flujo de líquidos a calibrar, deberá ser calibrado bajo las condiciones normales de uso, con el líquido o líquidos que opera normalmente el sistema de medición.

Operaciones

En todas las operaciones que conlleven el proceso de instalación y desinstalación medidor de flujo de líquidos patrón, el personal técnico deberá llevar puesto los EPP's necesarios para evitar accidentes en el área de trabajo.

Anexo 15. Hoja final del procedimiento de calibración donde aparece la autoría del bachiller

ANEXO B
PRESUPUESTO DE INCERTIDUMBRE PARA EL MEDIDOR DE FLUJO DE LIQUIDOS (CUANDO EL EQUIPO ES USADO COMO CONTADOR DE VOLUMEN)

Magnitud (fuente de incertidumbre)	Valor Estimado X_i	Función densidad de probabilidad	Coefficiente de sensibilidad C_i	Incertidumbre Estándar $u(\delta_i)$	Contribución a la incertidumbre $u_i(y) = C_i * u(\delta_i)$	Aporte a la incertidumbre (%)
Repetibilidad del instrumento a calibrar	\bar{V}_M	Normal	$\left \frac{-f_c}{\bar{V}_M} \right $	$\frac{s_{\bar{V}_M}}{\sqrt{n}}$	$u_1 = \left \frac{-f_c}{\bar{V}_M} \right * \frac{s_{\bar{V}_M}}{\sqrt{n}}$	$b_1\%$ $= (u_1/u(y))^2 * 100$
Resolución del instrumento a calibrar	0	Rectangular	$\left \frac{-f_c}{\bar{V}_M} \right $	$\frac{Resolución_M}{2\sqrt{3}}$	$u_2 = \left \frac{-f_c}{\bar{V}_M} \right * \frac{Resolución_M}{2\sqrt{3}}$	$b_2\%$ $= (u_2/u(y))^2 * 100$
Lectura del instrumento patrón	\bar{V}_P	Normal	$\left \frac{1}{\bar{V}_M} \right $	$\frac{s_{\bar{V}_P}}{\sqrt{n}}$	$u_3 = \left \frac{1}{\bar{V}_M} \right * \frac{s_{\bar{V}_P}}{\sqrt{n}}$	$b_3\%$ $= (u_3/u(y))^2 * 100$
Certificado de calibración del patrón	0	Rectangular	$\left \frac{1}{\bar{V}_M} \right $	$\frac{U}{k}$	$u_4 = \left \frac{1}{\bar{V}_M} \right * \frac{U}{k}$	$b_4\%$ $= (u_4/u(y))^2 * 100$
Resolución del instrumento patrón	0	Rectangular	$\left \frac{1}{\bar{V}_M} \right $	$\frac{Resolución_P}{2\sqrt{3}}$	$u_5 = \left \frac{1}{\bar{V}_M} \right * \frac{Resolución_P}{2\sqrt{3}}$	$b_5\%$ $= (u_5/u(y))^2 * 100$
Deriva del instrumento	0	Rectangular	$\left \frac{1}{\bar{V}_M} \right $	$\frac{ R_m - R_{m-1} }{\sqrt{3}}$	$u_6 = \left \frac{1}{\bar{V}_M} \right * \frac{ R_m - R_{m-1} }{\sqrt{3}}$	$b_6\%$ $= (u_6/u(y))^2 * 100$
Interpolación del instrumento patrón	0	Rectangular	$\left \frac{1}{\bar{V}_M} \right $	$\frac{interpolación}{\sqrt{3}}$	$u_7 = \left \frac{1}{\bar{V}_M} \right * \frac{interpolación}{\sqrt{3}}$	$b_7\%$ $= (u_7/u(y))^2 * 100$
Incertidumbre combinada $u(y)$					$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^7 u_i^2(y)}$	$100\% = \sum_{i=1}^7 b_i\%$
Incertidumbre combinada $U (k = 2)$					$U = 2 * u(y)$	

Versión	Fecha	Elaborado	Revisado	Aprobado
01	2022-02-17	Luis Enrique Urbano Tunque Técnico Metrólogo	Jennifer Cajavilca Montero Coordinadora SIG	Olga Toro Sayas Jefe de Laboratorio
Firma de Aprobación				

Anexo 16. Registro fotográfico de la experiencia profesional sustentada
En la calibración de contómetros volumétricos



**Anexo 17. Registro fotográfico de la experiencia profesional sustentada
En la calibración de medidores de flujo liquido**

