

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y  
MATEMÁTICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS  
QUE PERMITE LA ACREDITACIÓN EN EL  
PROCEDIMIENTO DE MULTÍMETROS DIGITALES BAJO  
LA NORMA NTP ISO/IEC 17025:2017 DE LA EMPRESA  
PROMECA S.A.C.”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR**

**EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN FÍSICA**

**KARINA LOJA CASTRO**

**Callao, 2023**

**PERÚ**



## INFORMACIÓN BÁSICA

**FACULTAD:** Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:** Unidad de investigación de la FCNM

**TÍTULO:** Implementación de los requisitos técnicos que permite la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 de la empresa PROMECAL S.A.C.

**ASESOR:** Mg. Juvenal Tordocillo Puchuc / CÓDIGO ORCID:0000-0002-1493-9225 / DNI:40026575

**AUTOR:** Karina Loja Castro / CÓDIGO ORCID: 0000-0003-4044-0193 / DNI:42009566

**LUGAR DE EJECUCIÓN:**

**Nombre de la empresa:** PROMECAL S.A.C.

**Dirección:** AV. Guillermo Dansey 1094 (3er piso) – Lima



ACTA N° 007-2023-JEITSP-FCNM-UNAC DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA O MATEMÁTICA

LIBRO N°01-2023 FOLIO N°15 ACTA N° 007-2023-JEITSP-FCNM-UNAC DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA O MATEMÁTICA.

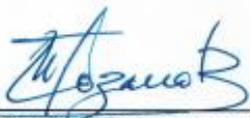
A los 24 días del mes de enero del año 2023, siendo las 14:40 horas se reunió en el auditorio de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática el JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL, según la **Resolución N°09-2023-D-FCNM**, para la obtención del título profesional de Licenciado en Física o Matemática de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

Dr. Whualkuer 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 14:40 horas, al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **Karina Loja Castro**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Licenciado en Física, sustenta el informe titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS QUE PERMITE LA ACREDITACIÓN EN EL PROCEDIMIENTO DE MULTÍMETROS DIGITALES BAJO LA NORMA NTP ISO/IEC 17025:2017 DE LA EMPRESA PROMECAL S.A.C.", cumpliendo con la sustentación 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 BUENO y calificación cuantitativa QUINCE (15), 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 15:20 horas del día martes 24 de enero del año en curso.

 Dr. Whualkuer Enrique Lozano Bartra Presidente	 Mg. Roel Mario Vidal Guzmán Secretario
 Dr. Miguel Ángel de la Cruz Cruz Vocal	 Dr. Pablo Godofredo Arellano Ubilluz Suplente
  Mg. Juvenal Tordocillo Puchuc Asesor	

## **DEDICATORIA**

A mi hijo Jireth Alexander que es mi inspiración,  
a mis padres Pilar y Francisco que son mi  
fortaleza y a mis abuelitos Flavia y Marcelino  
que fueron un ejemplo de constancia y  
sabiduría.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi asesor Juvenal Tordocillo Puchuc, por su apoyo en la elaboración del presente informe.

Agradecimiento especial a mi colega y amigo Henry Jonathan Diaz Chonate que me introdujo en el maravilloso mundo de la metrología, quien fue mi referente, guía, soporte y motivación para seguir en Metrología.

Alhelí Moreno Román quien me dio su apoyo y confianza.

A la empresa PROMECAL por darme la oportunidad de desempeñarme profesionalmente y las herramientas necesarias.

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.

Karina Loja Castro

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	xvi
I. ASPECTOS GENERALES .....	17
1.1. Objetivos .....	17
1.1.1. Objetivo General .....	17
1.1.2. Objetivos Específicos.....	17
1.2. Organización de la empresa y/o institución.....	17
1.2.1. Organigrama de la empresa.....	17
1.2.1.1. Reseña histórica de la empresa y/o institución .....	19
1.2.1.2. Política de la empresa .....	20
1.2.2. Ubicación geográfica de la empresa o institución.....	21
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	22
2.1. Marco teórico.....	22
2.1.1. Bases teóricas .....	22
2.1.1.1. Marco teórico del funcionamiento de los multímetros digitales .....	22
2.1.1.2. Marco teórico desde el enfoque normativo .....	32
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas .....	37
2.2.1. Revisión, actualización y desarrollo documentario. ....	39
2.2.2. Participación en el seguimiento de los protocolos en base a la normativa. ...	39
2.2.3. Participación como capacitador en base al procedimiento de multímetros digitales PC-021.....	39
2.2.4. Autorización del personal de trabajo en el laboratorio según el procedimiento de multímetros digitales PC-021. ....	39
III. APORTES REALIZADOS .....	40
3.1. Argumentar con evidencias la experiencia profesional realizada en la empresa PROMECAL S.A.C.....	40
3.1.1. Descripción de la experiencia profesional en la empresa PROMECAL S.A.C. 40	
3.1.1.1. Revisión, actualización y desarrollo documentario.....	40
3.1.1.2. Participación en el seguimiento de los protocolos en base a la normativa. 53	
3.1.1.3. Participación como capacitador en base al procedimiento de multímetros digitales PC-021.....	56
3.1.1.4. Autorización del personal de trabajo en el laboratorio según el procedimiento de multímetros digitales PC-021. ....	74
3.1.2. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	85
3.1.3. Esquema metodológico de las actividades desarrolladas .....	88
3.1.4. Resultados de las actividades realizadas.....	90
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	114

4.1. Discusión.....	114
4.2. Conclusiones.....	117
V. RECOMENDACIONES.....	119
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	120
ANEXOS.....	121

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1</b>	Descripción de las técnicas utilizadas para la recolección de información .....	85
<b>Tabla 2</b>	Descripción de los instrumentos utilizados para realización de las actividades ....	86
<b>Tabla 3</b>	Descripción de los equipos utilizados para llevar a cabo las actividades.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Organigrama General de la empresa PROMECAL S.A.C.....	18
<b>Figura 2</b> Política del sistema integral de gestión de la empresa PROMECAL S.A.C. ....	20
<b>Figura 3</b> Ubicación espacial y geográfica de la empresa PROMECAL S.A.C. ....	21
<b>Figura 4</b> Imagen de los multímetros analógicos y digitales .....	23
<b>Figura 5</b> Diversos multímetros digitales de uso de manual .....	24
<b>Figura 6</b> Diversos multímetros digitales de banco, utilizados en la industria y laboratorios	25
<b>Figura 7</b> Diversos multímetros digitales de Laboratorio, que tienen alta exactitud .....	26
<b>Figura 8</b> Paso de la corriente en un medio conductor.....	27
<b>Figura 9</b> En la figura se muestra gráficamente la CC, AC, Tensión eléctrica continua y alterna .....	28
<b>Figura 10</b> Representación gráfica de la Resistencia eléctrica.....	29
<b>Figura 11</b> Proceso de paso de corriente en diferentes materiales .....	30
<b>Figura 12</b> Calibrador multifunción, el cual genera tensión eléctrica, corriente eléctrica, simula resistencia eléctrica, entre otras funciones eléctricas.....	31
<b>Figura 13</b> Página web del INACA-DA - Documentos y Formatos -Directrices de acreditación del INACAL-DA .....	41
<b>Figura 14</b> Norma técnicas, (a) NTP ISO/IEC 17025:2017 y (b) NTP ISO/IEC 17000:2020	42
<b>Figura 15</b> Documentos, (a) VIM Vocabulario Internacional de Metrología y (b) GUM Guía para expresar la incertidumbre en la medición .....	42
<b>Figura 16</b> EURAMET cg-15 Guía para la calibración de multímetros digitales .....	43
<b>Figura 17</b> PC-021 Procedimiento para la calibración de multímetros digitales - INACAL...	43
<b>Figura 18</b> Documentos, (a) Manual del calibrador multifunción Fluke 5522A y (b) Libro de Fluke, Filosofía en práctica- calibración .....	44
<b>Figura 19</b> Conferencia de la empresa Fluke sobre multímetros de referencia para mediciones precisas.....	44
<b>Figura 20</b> Sistema Zico - Documentos del sistema integrado de gestión de PROMECAL S.A.C. ....	45
<b>Figura 21</b> Formato F02-CCAL-PR-07- Hoja de medición y cálculo, realizado como parte de mis actividades .....	46
<b>Figura 22</b> Programa RStudio – programa estadístico de libre acceso, ventana de la interfase donde se realiza la validación de la hoja de cálculo.....	46
<b>Figura 23</b> Certificado de calibración del calibrador fluke 5522A emitido por el laboratorio acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 de Fluke Everett service center.....	48
<b>Figura 24</b> (a) Medición en la función de tensión eléctrica, se genera está función usando un calibrador multifunción Fluke 5522A y se mide con el multímetro Fluke 289, (b) Medición en	

la función de corriente eléctrica, se genera está función usando un calibrador multifunción Fluke 5522A y se mide con el multímetro Fluke 289 y (c) Medición en la función de resistencia eléctrica, se simula está función usando un calibrador multifunción Fluke 5522A y se mide con el multímetro Fluke 289 .....	49
<b>Figura 25</b> CMC de multímetros digitales-2019 de PROMECAL S.A.C.....	51
<b>Figura 26</b> Matrices de la incertidumbre expandida, incertidumbre del laboratorio e incertidumbre del ítem de calibración, las cuales se mencionan en la CMC de multímetros digitales-2019 de PROMECAL S.A.C.....	52
<b>Figura 27</b> Oficio N°589-2018-INACAL-DM en el cual detalla el código de laboratorio asignado a PROMECAL S.A.C. ....	54
<b>Figura 28</b> Resultados del 2018 reportados por PROMECAL S.A.C. en las funciones de tensión, corriente y resistencia eléctrica que es un extracto del informe final del ensayo de aptitud de multímetros digitales realizado por INACAL-DM .....	55
<b>Figura 29</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 1 .....	57
<b>Figura 30</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 2 .....	58
<b>Figura 31</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 3 .....	59
<b>Figura 32</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 4 .....	60
<b>Figura 33</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 5 .....	61
<b>Figura 34</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 6 .....	62
<b>Figura 35</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 7 .....	63
<b>Figura 36</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 8 .....	64
<b>Figura 37</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 9 .....	65
<b>Figura 38</b> Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 10 .....	66
<b>Figura 39</b> Lista de asistencia del 2 de agosto del 2019 de la capacitación en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) al personal del laboratorio de PROMECAL S.A.C. ....	67
<b>Figura 40</b> Lista de asistencia del 5 de agosto del 2019 de la capacitación en el	

procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) al personal del laboratorio de PROMECAL S.A.C. ....	68
<b>Figura 41</b> Lista de asistencia del 10 de agosto del 2019 de la capacitación en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) al personal del laboratorio de PROMECAL S.A.C. ....	69
<b>Figura 42</b> Evaluación escrita Parte1 del procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) realizada el 20 de agosto del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos .....	70
<b>Figura 43</b> Evaluación escrita Parte 2 del procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) realizada el 20 de agosto del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos .....	71
<b>Figura 44</b> Evaluación escrita Parte1 del procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) realizada el 20 de agosto del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón .....	72
<b>Figura 45</b> Evaluación escrita Parte 2 del procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) realizada el 20 de agosto del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón .....	73
<b>Figura 46</b> Evaluación para la calibración de multímetros digitales- F04-CCAL-IT-01 realizada el 2 de setiembre del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón.....	75
<b>Figura 47</b> Evaluación para la calibración de multímetros digitales- F04-CCAL-IT-01 realizada el 4 de setiembre del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón.....	76
<b>Figura 48</b> Evaluación para la calibración de multímetros digitales- F04-CCAL-IT-01 realizada el 11 de setiembre del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos.....	77
<b>Figura 49</b> Evaluación para la calibración de multímetros digitales- F04-CCAL-IT-01 realizada el 13 de setiembre del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos.....	78
<b>Figura 50</b> Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte 1, realizada el 3 de octubre del 2019 al personal Angello Marín Reyes Antón .....	79
<b>Figura 51</b> Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte 2, realizada el 3 de octubre del 2019 al personal Angello Marín Reyes Antón .....	80
<b>Figura 52</b> Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte 3, realizada el 3 de octubre del 2019 al personal Angello Marín Reyes Antón .....	81
<b>Figura 53</b> Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte1, realizada el 11 de octubre del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos .....	82

<b>Figura 54</b> Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte 2, realizada el 11 de octubre del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos .....	83
<b>Figura 55</b> Ficha de competencia del personal técnico- F02-CCAL-IT-01, realizada el 3 de octubre del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón .....	84
<b>Figura 56</b> Esquema metodológico de las actividades desarrolladas .....	89
<b>Figura 57</b> Cédula de notificación de INACAL-DA del 2019 .....	90
<b>Figura 58</b> Instructivos técnicos, (a) CCAL-IT-01- Evaluación de la competencia y autorización del personal y (b) CCAL-IT-02- Instructivo para la manipulación, almacenamiento, transporte y limpieza de equipos .....	92
<b>Figura 59</b> Procedimientos técnicos, (a) CCAL-PR-02- Instalaciones y condiciones ambientales, (b) CCAL-PR-03 - Estimación de la incertidumbre, (c) CCAL-PR-04 - Validación y (d) CCAL-PR-05 - Gestión de quipos .....	93
<b>Figura 60</b> Procedimientos técnicos, (a) CCAL-PR-06- Control de datos, (b) CCAL-PR-07 – Emisión de certificados de calibración e informes de verificación y (c) CCAL-PR-08 - Aseguramiento de la validez de los resultados.....	94
<b>Figura 61</b> Hoja de medición y cálculo- F02-CCAL-PR-07 Parte 1.....	96
<b>Figura 62</b> Hoja de medición y cálculo- F02-CCAL-PR-07 Parte 2.....	97
<b>Figura 63</b> Hoja de medición y cálculo- F02-CCAL-PR-07 Parte 3.....	98
<b>Figura 64</b> Hoja de medición y cálculo- F02-CCAL-PR-07 Parte 4.....	99
<b>Figura 65</b> Hoja de medición y cálculo- F02-CCAL-PR-07 Parte 5.....	100
<b>Figura 66</b> Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 1 .....	101
<b>Figura 67</b> Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 2.....	101
<b>Figura 68</b> Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 3.....	103
<b>Figura 69</b> Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 4.....	104
<b>Figura 70</b> Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 5.....	105
<b>Figura 71</b> Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 6.....	106
<b>Figura 72</b> Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 7.....	106
<b>Figura 73</b> Información obtenida de la página Web de INACAL-DA alcance de laboratorios acreditados Parte 1 .....	108

<b>Figura 74</b> Información obtenida de la página Web de INACAL-DA alcance de laboratorios acreditados Parte 2 .....	109
<b>Figura 75</b> Carta de trazabilidad para la calibración de multímetros digitales – (PC-021 - INACAL).....	110
<b>Figura 76</b> Resumen de autorizaciones de año 2019 del personal Angello Reyes Antón..	111
<b>Figura 77</b> Resumen de autorizaciones de año 2019 del personal Oliver Jaque Ramos...	112
<b>Figura 78</b> Participación en el ensayo de aptitud de multímetros digitales, (a) y (b) extractos del Informe Final de la evaluación de desempeño DM-LE-06 y (c) Oficio N°589-2018-INACAL-DM, donde indica el código de laboratorio.....	113

## ABREVIATURAS

- AC: Corriente Alterna.
- CC: Corriente Continua.
- CMC: Capacidad de Medición y Calibración.
- DA: dirección de Acreditación
- DM: Dirección de Metrología.
- GUM: Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones.
- IEC: Comisión Electrotécnica Internacional.
- INACAL: Instituto Nacional de Calidad.
- ISO: Organización Internacional de Normalización.
- NTP: Norma Técnica Peruana
- OEC: Organismo de evaluación de la conformidad.
- SI: Sistema Internacional.
- VIM: Vocabulario internacional de metrología.

# INTRODUCCIÓN

PROMEAL S.A.C. se caracteriza por ser una empresa que brinda servicios de calibración para el rubro de electricidad principalmente, utilizando equipamiento de alto nivel tecnológico y con instalaciones modernas. Por ser un laboratorio de calibración realiza sus actividades cumpliendo los requisitos que establece la norma NTP ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo”, estos requisitos generales establecen requisitos de gestión y requisitos técnicos.

En el año 2017, la empresa PROMECAL S.A.C. se crea e inicia sus actividades en el rubro de metrología dando servicios de calibración, por ser una empresa nueva aún no contaba con una acreditación bajo la Norma NTP ISO/IEC 17025, con el fin de generar más confianza para sus clientes y de manera voluntaria decide en el año 2018 conseguir la acreditación en la norma en mención bajo el ente acreditador INACAL-DA en el PC-021 “Procedimiento de calibración de multímetros digitales” edición 2016.

El presente trabajo tuvo como objetivo general Implementar de los requisitos técnicos que permite la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 de la empresa PROMECAL S.A.C. El desarrollo de la documentación para obtener la acreditación se cumplió al 100 %, ello se evidenció ya que logramos obtener la acreditación en el procedimiento de calibración de multímetros digitales a fines del año 2019.

# I. ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivo General

Implementar los requisitos técnicos que permiten la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 de la empresa PROMECAL S.A.C.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Revisar los procedimientos técnicos e instructivos de PROMECAL SAC.
- Desarrollar la hoja de cálculo y validación para la calibración de multímetros digitales (PC-021).
- Elaborar la capacidad de medición y calibración para la calibración de multímetros digitales (PC-021).
- Documentar la carta de Trazabilidad para la calibración de multímetros digitales (PC-021).
- Realizar capacitación, entrenamiento, evaluación y autorización al personal de PROMECAL SAC en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021).
- Gestionar la participación del ensayo de aptitud de calibración de multímetros digitales.

## 1.2. Organización de la empresa y/o institución

### 1.2.1. Organigrama de la empresa

La empresa PROMECAL S.A.C. se dedica principalmente de servicios de calibración de instrumentos de magnitudes eléctricas, presión, temperatura e iluminación y servicio técnico para el diagnóstico, mantenimiento y reparación de instrumentos de medición.

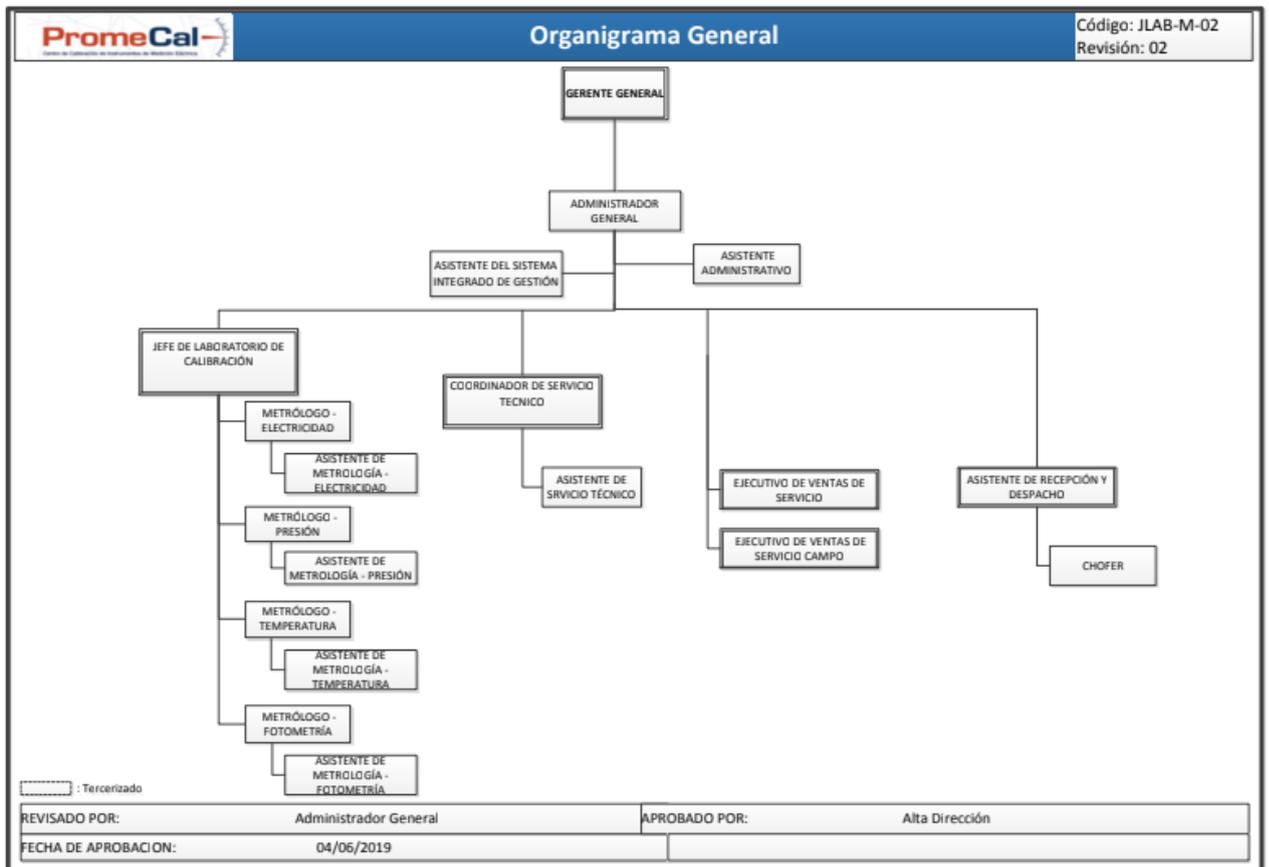
Siendo, los datos generales de la empresa se detallan:

- Razón Social: PROMECAL S.A.C.
- RUC: 20602177271
- Dirección Fiscal: Av. Guillermo Dansey 1094 (3er piso) Lima Industrial
- Distrito: Cercado de Lima
- Provincia: Lima

La empresa en mención tiene el organigrama como se muestra en la Figura 1, se observa el organigrama general de PROMECAL S.A.C. conformado por sus diferentes puestos.

**Figura 1**

*Organigrama General de la empresa PROMECAL S.A.C.*



Nota. Figura 1, Organigrama General de la empresa PROMECAL S.A.C. tomada de (Promecal S.A.C., 2022).

### **1.2.1.1. Reseña histórica de la empresa y/o institución**

PROMEAL S.A.C. inicialmente establecida como un área de PROMELSA fue creada en el año 2012, año en el que inicia sus operaciones en el tercer piso del local de Parinacochas.

Para atender las exigencias de aquellos años, adquieren equipos patrón de la marca YOKOGAWA y software para la calibración y emisión de certificados de calibración.

La necesidad de PROMELSA en crear el laboratorio fue con el fin de calibrar sus instrumentos que utilizaban en la planta de fabricación y realizar con frecuencia el control de calidad de los productos que tenían en el almacén para su comercialización.

El 14 de febrero de 2017, mediante Junta General de Accionistas de Promotores Eléctricos S.A - PROMELSA decidió aprobar el proyecto de "escisión", siendo uno de los beneficiarios PROMECAL S.A.C, transfiriendo de esa manera su línea de negocio de laboratorio y calibración.

PROMEAL cuenta con modernos laboratorios de electricidad, presión, temperatura, fotometría, con equipos patrón de la marca FLUKE y un laboratorio especializado de servicio técnico; brinda una atención especializada, de respuesta inmediata a las necesidades del sector industrial, pesquero, textil, minero, petroquímico, construcción y laboratorios en lo que respecta a la investigación, capacitación, servicio de calibración y reparación de equipos e instrumentos para mediciones de magnitudes eléctricas y físicas.

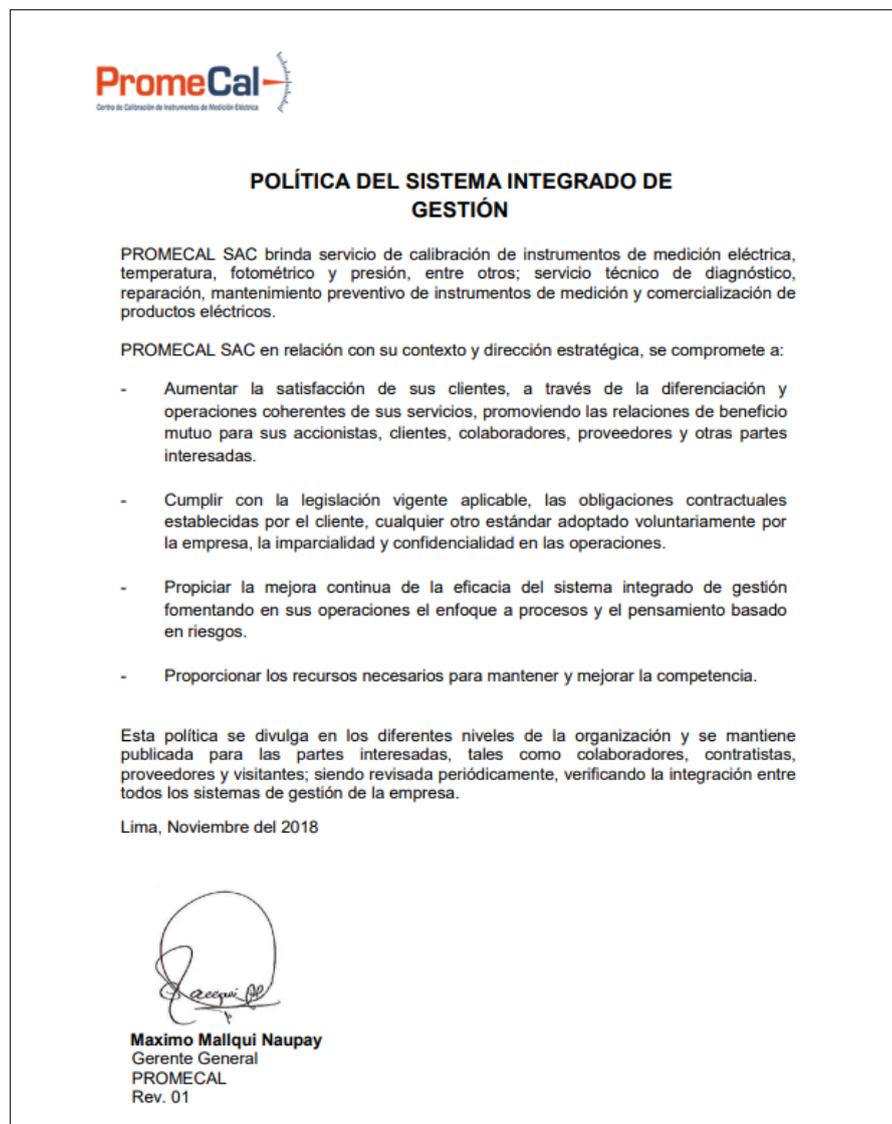
PROMEAL está definido por su equipo de profesionales quienes se distinguen por la calidad de asesoramiento y vocación de servicio, su aptitud para la innovación y capacidad para colaborar en el logro de los objetivos y solución de problemas de sus clientes, estableciendo así relaciones profesionales duraderas basadas en la filosofía de brindar servicios confiables de metrología de alto nivel.

### 1.2.1.2. Política de la empresa

La política de la empresa está basada en el compromiso de cumplir el buen entendimiento entre la empresa- cliente siguiendo la legislación vigente basado en cuatro enfoques generales según la Figura 2, se visualiza la política del sistema integral de gestión de la empresa PROMECAL S.A.C.

**Figura 2**

*Política del sistema integral de gestión de la empresa PROMECAL S.A.C.*



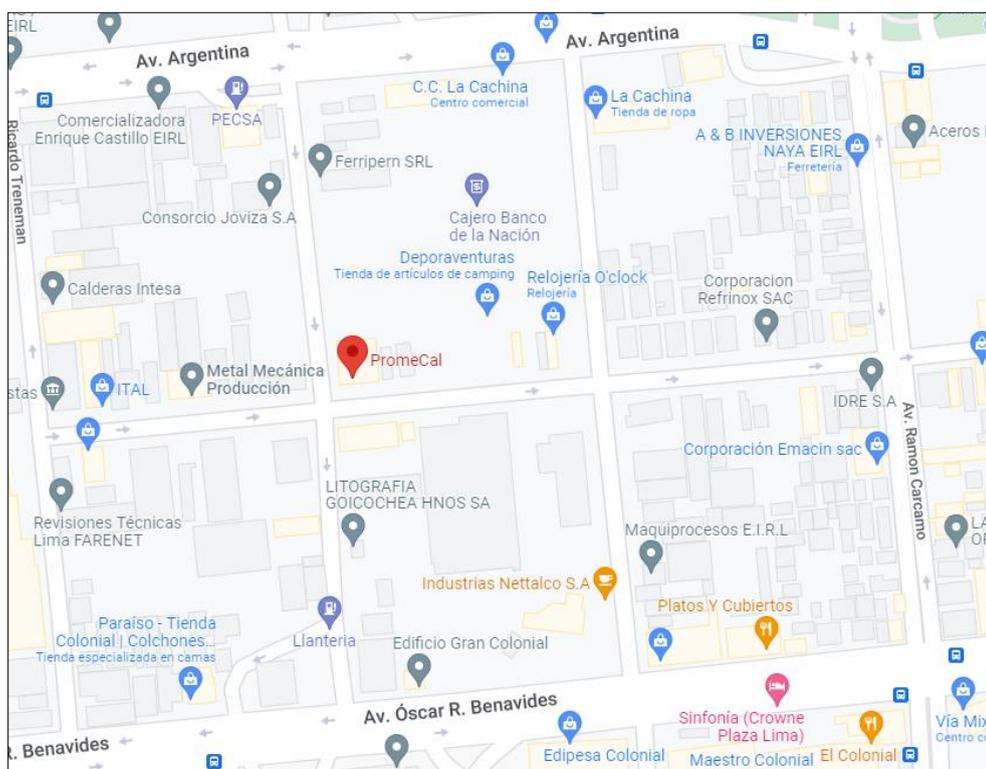
Nota. Figura 2, Política del sistema integral de gestión de la empresa PROMECAL S.A.C. tomada de (Promecal S.A.C., 2022).

### 1.2.2. Ubicación geográfica de la empresa o institución

La empresa PROMECAL S.A.C. como toda empresa constituida legalmente se encuentra ubicada espacialmente en el departamento de Lima, en el distrito de Lima – Cercado como se muestra en la Figura 3, donde se visualiza la ubicación geográfica, con coordenadas geográficas de latitud y longitud respectivamente  $12^{\circ}02'45''$  y  $77^{\circ}03'11''$ .

**Figura 3**

*Ubicación espacial y geográfica de la empresa PROMECAL S.A.C.*



Nota. Figura 3, Ubicación espacial y geográfica de la empresa PROMECAL S.A.C. tomada de (Google, 2022).

## **II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

### **2.1. Marco teórico**

#### **2.1.1. Bases teóricas**

La metrología en el Perú se inicia con la firma del convenio del metro o tratado del Metro es un tratado internacional firmado el 20 de mayo de 1875 en París por diecisiete estados, con el fin de establecer una autoridad mundial en la metrología. Dentro de mis funciones se implementó los requisitos técnicos que permiten la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 de la empresa PROMECAL S.A.C. en base a ello podemos distinguir dos aspectos:

- Marco teórico del funcionamiento de los multímetros digitales
- Marco teórico desde el enfoque normativo

##### **2.1.1.1. Marco teórico del funcionamiento de los multímetros digitales**

Los multímetros pueden ser analógicos o digitales; los primeros presentan la medida mediante una aguja que se desplaza sobre una escala graduada (el valor obtenido de la medición es reflejado continuamente en el movimiento de la aguja), y los segundos presentan el valor en una pantalla o display mediante números (convierten la señal medida en un valor numérico que se muestra en la pantalla).

En el mercado se encuentran multímetros digitales, como en la Figura 4, en estos últimos tiempos han aumentado sustancialmente su sofisticación y versatilidad, ya que se crearon hace décadas atrás en reemplazo de sus antecesores analógicos.

**Figura 4**

*Imagen de los multímetros analógicos y digitales*



- **Multímetro digital**

El multímetro digital es un instrumento con capacidad para medir principalmente tensión y corriente tanto en señal continua como en señal alterna, igualmente tiene capacidad de medición de resistencia y otras funciones adicionales como frecuencia, capacitancia, etc. Los multímetros digitales cuentan con representación numérica de los resultados. El sistema básico de medición de un multímetro digital lo constituye un convertidor analógico digital, y las restantes capacidades de medición se obtienen mediante circuitos auxiliares que se adicionan a este circuito básico. La diferencia entre los distintos modelos radica principalmente en la exactitud conseguida, siendo esta consecuencia del método de medición utilizado y del diseño. Otro factor importante a considerar es la resolución o número de dígitos de su pantalla de representación y que normalmente se utiliza para definir al multímetro (3 ½, 4 ½, 5 ½ dígitos, etc.) (Instituto Nacional de Calidad, 2016).

Entre los multímetros digitales encontramos: los multímetros de mano,

multímetros de banco y los multímetros de laboratorio.

- **Multímetro de mano**

Los más comúnmente utilizados, pero menos precisos. Generalmente miden las cinco magnitudes principales: magnitudes tensión continua, tensión alterna, corriente continua, corriente alterna y resistencia y adicional otras funciones tales como frecuencia, continuidad, temperatura, entre otras. Pueden ser de 3 ½ y 4 ½ dígitos de resolución. Tienen tamaño pequeño, son robustos y operan con baterías o pilas, siendo muy raro encontrar este tipo de multímetros con conexión a un ordenador, como en la Figura 5.

**Figura 5**

*Diversos multímetros digitales de uso de manual*



- **Multímetro de banco**

Los más comúnmente utilizados, pero menos precisos. Generalmente miden las cinco magnitudes principales: magnitudes tensión continua, tensión alterna, corriente continua, corriente alterna. Pueden ser de 4 ½ y 5 ½ dígitos de resolución. Tienen la posibilidad de ser controlados por un ordenador con

comunicación bus IEEE-488 o mediante una comunicación serie RS232, no todos los multímetros incluidos en este grupo presentan dicha facilidad. El ajuste de estos multímetros puede ser por sus potenciómetros, condensadores variables o mediante un microprocesador que permite hacer las distintas correcciones por software, como la Figura 6.

**Figura 6**

*Diversos multímetros digitales de banco, utilizados en la industria y laboratorios*



- **Multímetro de Laboratorio**

Miden fundamentalmente las cinco magnitudes principales: magnitudes tensión continua, tensión alterna, corriente continua, corriente alterna, ofreciendo el más alto de exactitud y resolución. Pueden ser de 8 ½ , 7 ½ y 6 ½ dígitos de resolución. Tienen la posibilidad de control automático de la medida a través del bus de

comunicación IEEE-488, el funcionamiento del multímetro está controlado por un microprocesador lo que posibilita efectuar operaciones matemáticas de cierta complejidad y sobre todo almacenar en memoria las correcciones de todos los rangos y magnitudes del multímetro, eliminando la necesidad de efectuar ajustes internos sobre hardware, como en la Figura 7.

**Figura 7**

*Diversos multímetros digitales de Laboratorio, que tienen alta exactitud*



- **Principios y fundamentos de la Electricidad**

La electricidad puede definirse como el movimiento de cargas eléctricas llamadas electrones. Los átomos de la materia contienen electrones, que son partículas con cargas negativas. Los electrones se mueven alrededor del núcleo de su átomo, el cual contiene partículas cargadas positivamente llamadas protones. Normalmente las cargas positivas y las negativas se encuentran en equilibrio en la materia. Cuando los electrones se mueven de su posición normal en los átomos, se observan efectos eléctricos.

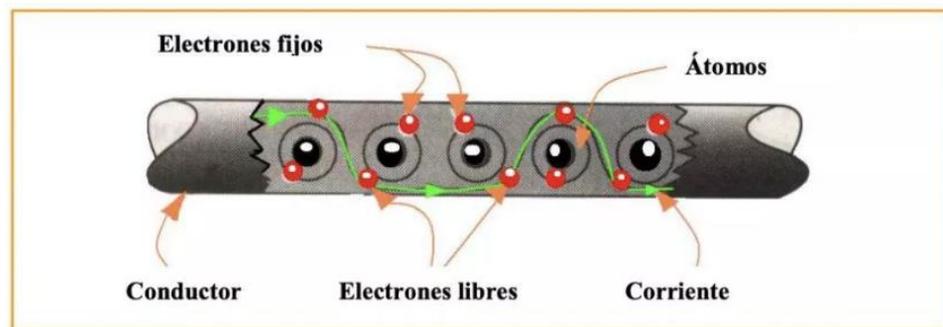
Cuando los electrones se liberan de sus átomos, se produce la

electricidad. Sin embargo, un electrón liberado de la órbita de su átomo es simplemente eso, una carga eléctrica estática. Para poder tener energía eléctrica debe generarse una corriente eléctrica. Para ello, para generar una corriente eléctrica, los electrones libres deben desplazarse y en la misma dirección. Esto se puede lograr aplicando cargas eléctricas de diferente polaridad en los extremos del conductor.

La corriente eléctrica es como una reacción en cadena; el primer electrón repele al segundo expulsándolo de su órbita y transmitiéndole energía, el segundo hace lo mismo con el siguiente y así sucesivamente, como se muestra en la Figura 8.

**Figura 8**

*Paso de la corriente en un medio conductor*



### - Tensión eléctrica (Diferencia de potencial)

Es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica. Para que los electrones circulen se necesita una diferencia de potencial o tensión eléctrica, que la crea un generador. La función de cualquier generador es, por lo tanto, crear una diferencia de potencial para que se establezca el flujo de electrones. Dicho de otra forma, cuando dos cargas están sometidas a una diferencia de potencial, se crea una fuerza que impulsa a los electrones a desplazarse y formar la corriente eléctrica. Esa fuerza (fuerza electromotriz), se mide en Voltios (V).

## - Intensidad de Corriente eléctrica

La intensidad de corriente es la cantidad de electrones que pasan por un punto dado en un segundo y se mide en Amperios (A).

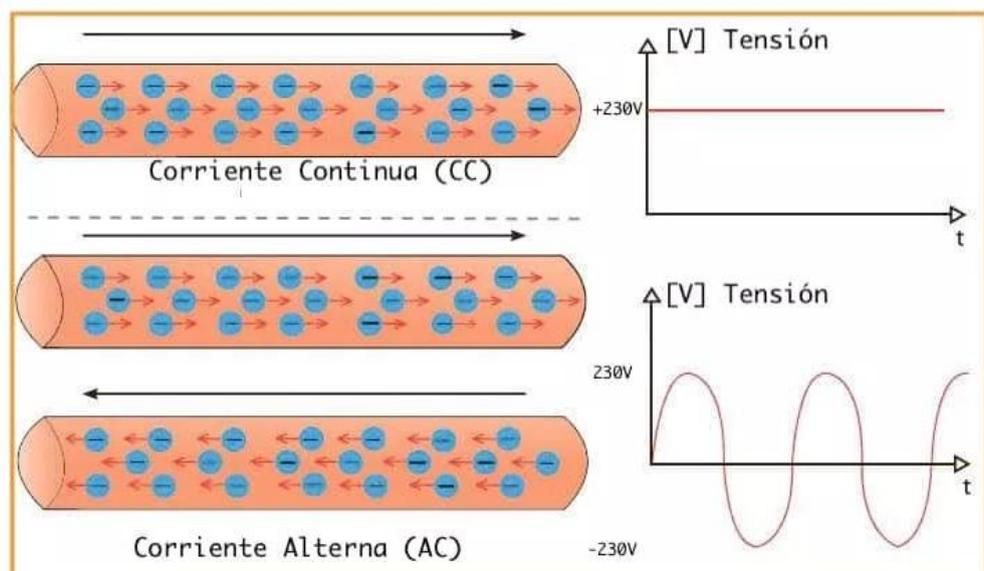
### Corriente continua (CC) y corriente alterna (AC):

La corriente eléctrica se produce cuando todos los electrones fluyen en una misma dirección dentro de un conductor, debido a una diferencia de potencial. Si esa diferencia de potencial permanece siempre con la misma polaridad, entonces la corriente eléctrica siempre circulará en la misma dirección y se denomina **corriente continua** (o CC para abreviar).

Pero si se alterna la polaridad de la diferencia de potencial, esto provoca que la corriente no fluya siempre en la misma dirección, sino que alternará, primero en una dirección y luego en la contraria. A esta corriente se le conoce como **corriente alterna** (o AC para abreviar), ver Figura 9.

**Figura 9**

*En la figura se muestra gráficamente la CC, AC, Tensión eléctrica continua y alterna*

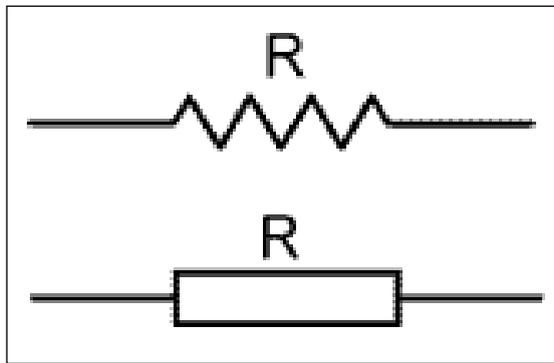


### - Resistencia Eléctrica

Es la oposición o dificultad al paso de la corriente eléctrica. Cuanto más se opone un elemento de un circuito a que pase por el la corriente, más resistencia tendrá. La resistencia eléctrica se mide en Ohmios ( $\Omega$ ) y se representa con la letra R. Para el símbolo de la resistencia eléctrica, dentro de los circuitos eléctricos, podemos usar dos diferentes, como se observa en la Figura 10.

**Figura 10**

*Representación gráfica de la Resistencia eléctrica*

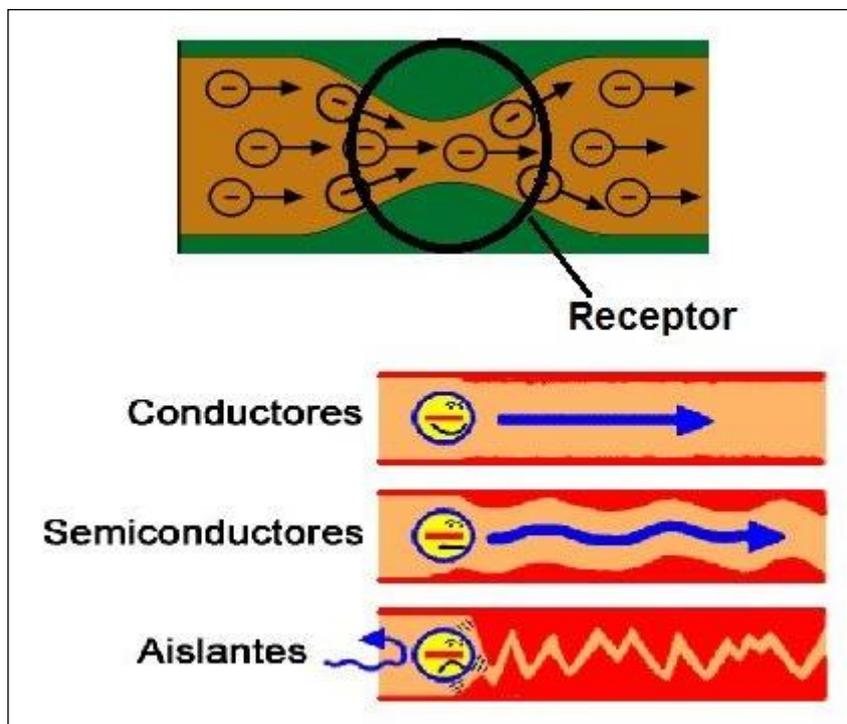


Los electrones cuando llegan algún receptor para pasar a través de ella les cuesta más trabajo, es decir, también les ofrece resistencia a que pasen por el receptor, ya que la energía que llevan los electrones se transforma en otro tipo de energía.

En un circuito eléctrico encontramos resistencia en los propios cables o conductores y en los receptores (lámparas, motores, etc.), como se observa en la Figura 11.

**Figura 11**

*Proceso de paso de corriente en diferentes materiales*



**- Ley de Ohm**

La Intensidad o Intensidad de Corriente Eléctrica ( $I$ ) que recorre un circuito o que atraviesa cualquier elemento de un circuito, es igual a la Tensión ( $V$ ) a la que está conectado, dividido por su Resistencia ( $R$ ).

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.1)$$

Según esta fórmula en un circuito o en un receptor que este sometido a una tensión constante la intensidad que lo recorre será menor cuanto más grande sea su resistencia.

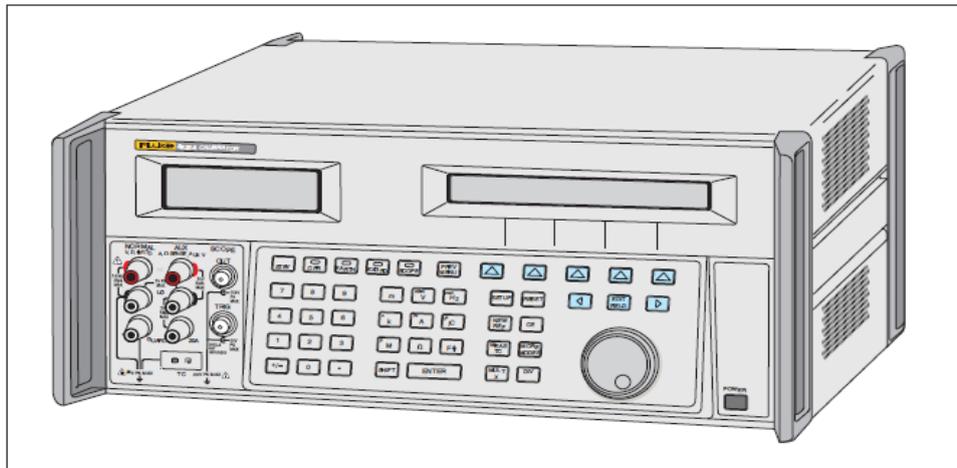
**- Calibrador Multifunción**

Instrumento que suministra en sus bornes de salida las magnitudes básicas eléctricas, tensión continua, corriente continua, tensión alterna, corriente alterna y resistencia, en distintos rangos, que son necesarias para la calibración tanto de multímetros digitales como analógicos, así como otros instrumentos eléctricos de aplicación más específicos. Este

instrumento constituye por sus características prácticamente un pequeño laboratorio de calibración (Instituto Nacional de Calidad, 2016). En la Figura 12 se observa la imagen de un calibrador multifunción.

**Figura 12**

*Calibrador multifunción, el cual genera tensión eléctrica, corriente eléctrica, simula resistencia eléctrica, entre otras funciones eléctricas*



## 2.1.1.2. Marco teórico desde el enfoque normativo

### - Acreditación

Atestación de tercera parte relativa a un organismo de evaluación de la conformidad que manifiesta la demostración formal de su competencia, su imparcialidad y su operación coherente al llevar a cabo actividades específicas de evaluación de la conformidad. (Instituto Nacional de Calidad, 2021)

### - Procedimiento de medición

Descripción detallada de una medición conforme a uno o más principios de medición y a un método de medición dado, basado en un modelo de medición y que incluye los cálculos necesarios para obtener un resultado de medición (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 1:** Un procedimiento de medición se documenta habitualmente con suficiente detalle para que un operador pueda realizar una medición (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 2:** Un procedimiento de medición puede incluir un enunciado referido a una incertidumbre de medición objetivo (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 3:** El procedimiento de medición a veces se denomina standard operating procedure (SOP) en inglés, o mode opératoire de mesure en francés (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

### - NTP ISO/IEC 17025

Este documento especifica los requisitos generales para la competencia, la imparcialidad y la operación coherente de los laboratorios.

Este documento es aplicable a todas las organizaciones que desarrollan actividades de laboratorio, independientemente de la

cantidad de personal. Los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias, las organizaciones y los esquemas utilizados en evaluación de pares, los organismos de acreditación y otros utilizan este documento para confirmar o reconocer la competencia de los laboratorios (Instituto Nacional de Calidad, 2018).

#### - **Medición**

Proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 1:** Las mediciones no se aplican a las propiedades cualitativas (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 2:** La medición supone una comparación de magnitudes o el conteo de entidades (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 3:** Una medición supone una descripción de la magnitud compatible con el uso previsto de un resultado de medición, un procedimiento de medición y un sistema de medición calibrado operando conforme a un procedimiento de medición especificado, incluyendo las condiciones de medición (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

#### - **Patrón de medición**

Realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medición asociada, tomada como referencia (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 1:** La “realización de la definición de una magnitud dada” puede establecerse mediante un sistema de medición, una medida materializada o un material de referencia (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 2:** Un patrón se utiliza frecuentemente como referencia para obtener valores medidos e incertidumbres de medición asociadas

para otras magnitudes de la misma naturaleza, estableciendo así la trazabilidad metrológica, mediante la calibración de otros patrones, instrumentos o sistemas de medición (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 3:** El término “realización” se emplea aquí en su sentido más general. Se refiere a tres procedimientos de realización. El primero, la realización en stricto sensu, es la realización física de la unidad de medida a partir de su definición. El segundo, denominado “reproducción”, consiste, no en realizar la unidad a partir de su definición, sino en construir un patrón altamente reproducible basado en un fenómeno físico, por ejemplo, el empleo de láseres estabilizados en frecuencia para construir un patrón del metro, el empleo del efecto Josephson para el volt o el efecto Hall cuántico para el ohm. El tercer procedimiento consiste en adoptar una medida materializada como patrón. Es el caso del patrón de 1 kg (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 4:** La incertidumbre estándar asociada a un patrón es siempre una componente de la incertidumbre estándar combinada (véase la GUM:1995, 2.3.4) de un resultado de medición obtenido utilizando el patrón. Esta componente suele ser pequeña comparada con otras componentes de la incertidumbre estándar combinada (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 5:** El valor de la magnitud y de su incertidumbre de medición deben determinarse en el momento en que se utiliza el patrón (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 6:** Varias magnitudes de la misma naturaleza o de naturalezas diferentes pueden realizarse mediante un único dispositivo, denominado también patrón (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 7:** En el idioma inglés, algunas veces se utiliza la palabra “embodiment” (materialización) en vez de “realization” (realización) (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 8:** En ciencia y tecnología, el vocablo inglés “standard” se usa con al menos dos significados distintos: como una norma,

especificación, recomendación técnica o documento escrito similar (en el idioma francés “norme”), y como un patrón de medición (en el idioma francés “étalon”). Solo el segundo significado es relevante para este vocabulario (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 9:** El término “patrón” se utiliza a veces para designar otras herramientas metrológicas, por ejemplo, un “programa de medición patrón” (software patrón) (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

- **Calibración**

Operación que, bajo condiciones especificadas, establece en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de mediciones asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 1:** Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con su incertidumbre correspondiente (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 2:** Conviene no confundir la calibración con el ajuste de un sistema de medición, a menudo llamado incorrectamente “autocalibración”, ni con una verificación de la calibración (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 3:** Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

## - **Incertidumbre de medición**

parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 1:** La incertidumbre de medición incluye componentes procedentes de efectos sistemáticos, tales como componentes asociadas a correcciones y a valores asignados a patrones, así como la incertidumbre debida a la definición. Algunas veces no se corrigen los efectos sistemáticos estimados y en su lugar se tratan como componentes de incertidumbre (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 2:** El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar, en cuyo caso se denomina incertidumbre estándar de medición (o un múltiplo de ella), o el semiancho de un intervalo con una probabilidad de cobertura determinada (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

**NOTA 3:** En general, la incertidumbre de medición incluye numerosas componentes. Algunas pueden calcularse mediante una evaluación tipo A de la incertidumbre de medición, a partir de la distribución estadística de los valores que proceden de las series de mediciones y pueden caracterizarse por desviaciones estándar. Las otras componentes, que pueden calcularse mediante una evaluación tipo B de la incertidumbre de medición, pueden caracterizarse también por desviaciones estándar, evaluadas a partir de funciones de densidad de probabilidad basadas en la experiencia u otra información (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

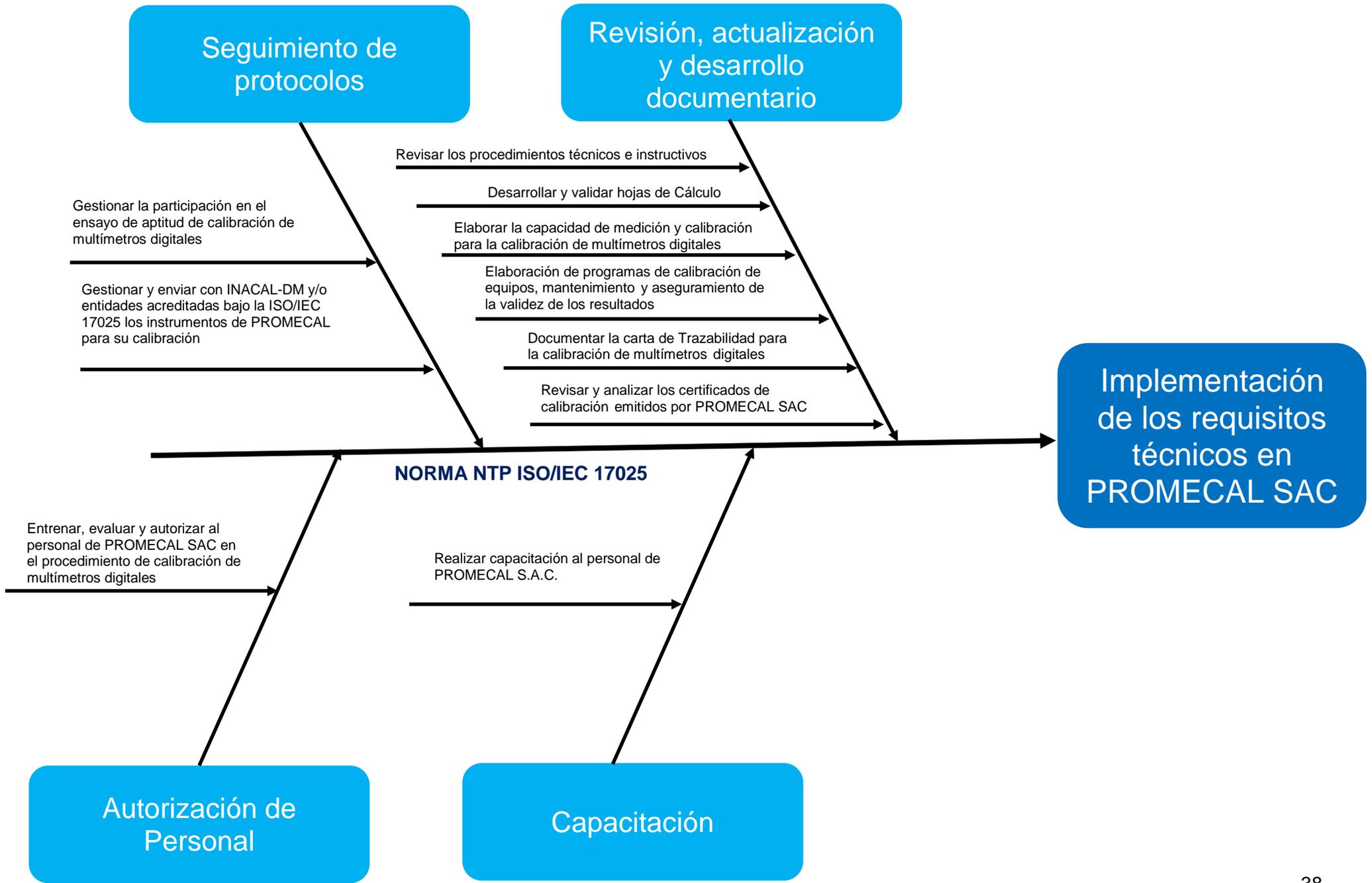
**NOTA 4:** En general, para una información dada, se sobrentiende que la incertidumbre de medición está asociada a un valor determinado atribuido al mensurando. Por tanto, una modificación de este valor supone una modificación de la incertidumbre asociada (Instituto Nacional de Calidad, 2012).

## **2.2. Descripción de las actividades desarrolladas**

Dentro de mis actividades desarrolladas en la empresa PROMECAL S.A.C. se desarrollaron diversos aspectos tales como:

- Revisión, actualización y desarrollo documentario.
- Participación en el seguimiento de los protocolos en base a la normativa.
- Participación como capacitador en base al procedimiento de multímetros digitales PC-021.
- Autorización del personal de trabajo en el laboratorio según el procedimiento de multímetros digitales PC-021.

### **▪ Diagrama de Ishikawa para la Actividad desarrollada**



### **2.2.1. Revisión, actualización y desarrollo documentario.**

- ✓ Revisar los procedimientos técnicos e instructivos de PROMECAL SAC.
- ✓ Desarrollar la hoja de cálculo y validación para la calibración de multímetros digitales (PC-021).
- ✓ Elaborar la capacidad de medición y calibración para la calibración de multímetros digitales (PC-021).
- ✓ Elaboración de programas de calibración de equipos, mantenimiento y aseguramiento de la validez de los resultados.
- ✓ Documentar la carta de Trazabilidad para la calibración de multímetros digitales (PC-021).
- ✓ Revisar y analizar los certificados de calibración emitidos por PROMECAL SAC para su aprobación correspondiente.

### **2.2.2. Participación en el seguimiento de los protocolos en base a la normativa.**

- ✓ Gestionar la participación en el ensayo de aptitud de calibración de multímetros digitales.
- ✓ Gestionar y enviar con INACAL-DM y/o entidades acreditadas bajo la ISO/IEC 17025 los instrumentos de PROMECAL para su calibración.

### **2.2.3. Participación como capacitador en base al procedimiento de multímetros digitales PC-021.**

Realizar capacitación al personal de PROMECAL S.A.C.

### **2.2.4. Autorización del personal de trabajo en el laboratorio según el procedimiento de multímetros digitales PC-021.**

Entrenar, evaluar y autorizar al personal de PROMECAL SAC en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021).

### **III. APORTES REALIZADOS**

#### **3.1. Argumentar con evidencias la experiencia profesional realizada en la empresa PROMECAL S.A.C.**

El área de Calibraciones está encargada de prestar servicios de calibración de instrumentos de magnitudes eléctricas, presión, temperatura e iluminación. En el laboratorio de electricidad es donde se desarrolló la implementación los requisitos técnicos que permite la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales.

##### **3.1.1. Descripción de la experiencia profesional en la empresa PROMECAL S.A.C.**

Dentro de mis funciones en la empresa PROMECAL S.A.C. como Jefe de Laboratorio de Calibración desarrollaron entre los años 2018-2019 que comprendieron las siguientes funciones:

- Revisión, actualización y desarrollo documentario.
- Participación en el seguimiento de los protocolos en base a la normativa.
- Participación como capacitador en base al procedimiento de multímetros digitales PC-021.
- Autorización del personal de trabajo en el laboratorio según el procedimiento de multímetros digitales PC-021.

##### **3.1.1.1. Revisión, actualización y desarrollo documentario.**

- ✓ Metodología para el objetivo específico; Revisar los procedimientos técnicos e instructivos de PROMECAL SAC.

El proceso metodológico consistió en:

- La visita a la página web de INACAL-DA (Instituto Nacional de Calidad - Dirección de Acreditación), entidad encargada de acreditar a los organismos de la conformidad bajo de la norma NTP ISO/IEC 17025:2017, para la revisión de las directrices de acreditación (DA-acr-09D, DA-acr-12D, DA-acr-13D, DA-acr-01P,

DA-acr-01R, entre otras), como se observa en la Figura 13.

Figura 13

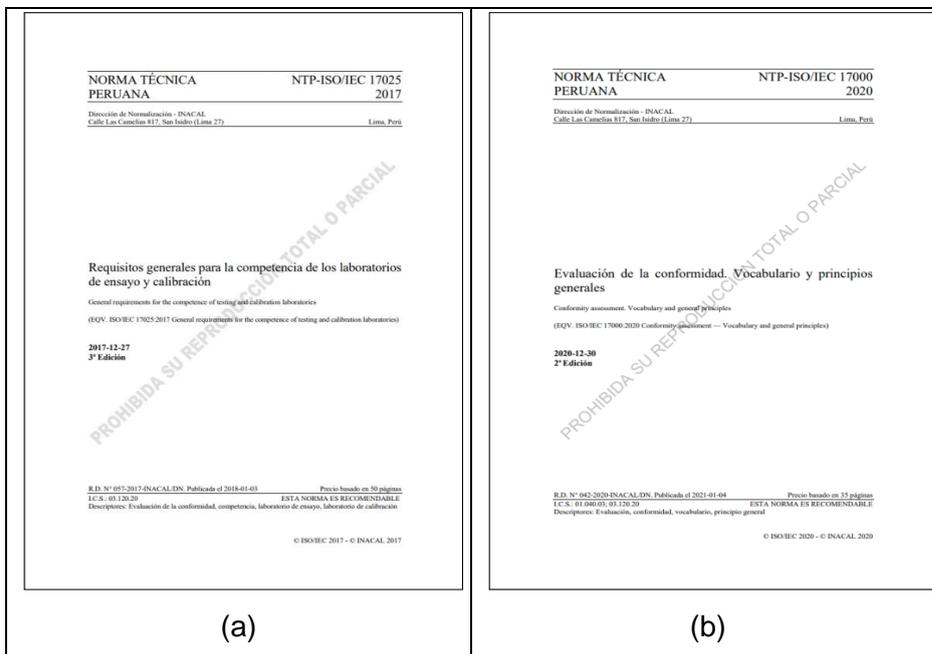
Página web del INACA-DA - Documentos y Formatos -Directrices de acreditación del INACAL-DA



- Revisión de normativas, guías, procedimientos y otros: *NTP ISO/IEC 17025:2017*, *NTP ISO/IEC 17000::2020*, GUM (Guía para la estimación de la incertidumbre), VIM (Vocabulario Internacional de Metrología), PC-021(Procedimiento de calibración de multímetros digitales-INACAL) y otros documentos relacionados a la actividad, como se observa en las Figuras 14, 15, 16, 17, 18 y 19.

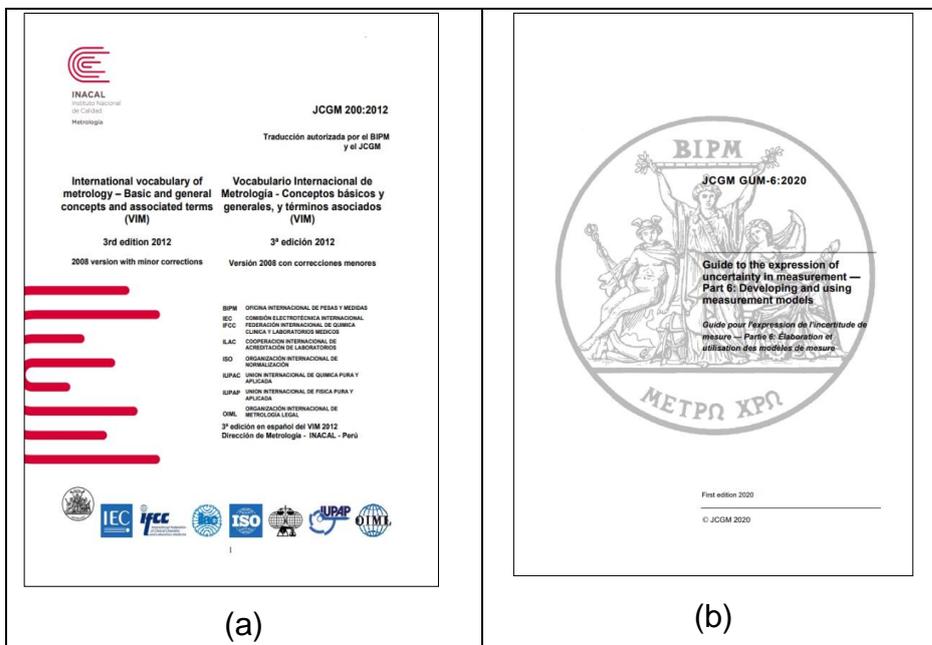
**Figura 14**

Norma técnicas, (a) NTP ISO/IEC 17025:2017 y (b) NTP ISO/IEC 17000:2020



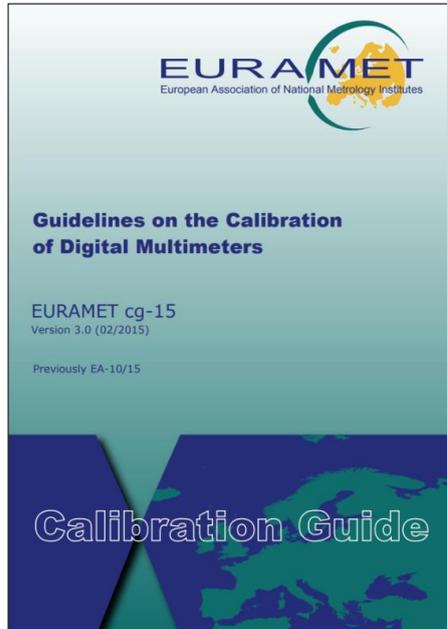
**Figura 15**

Documentos, (a) VIM Vocabulario Internacional de Metrología y (b) GUM Guía para expresar la incertidumbre en la medición



**Figura 16**

*EURAMET cg-15 Guía para la calibración de multímetros digitales*



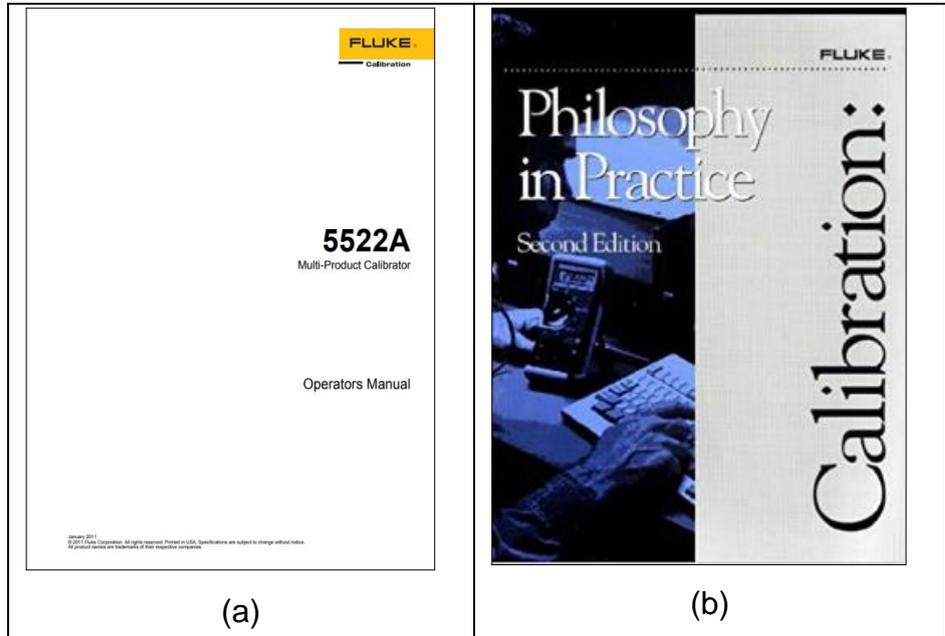
**Figura 17**

*PC-021 Procedimiento para la calibración de multímetros digitales - INACAL*



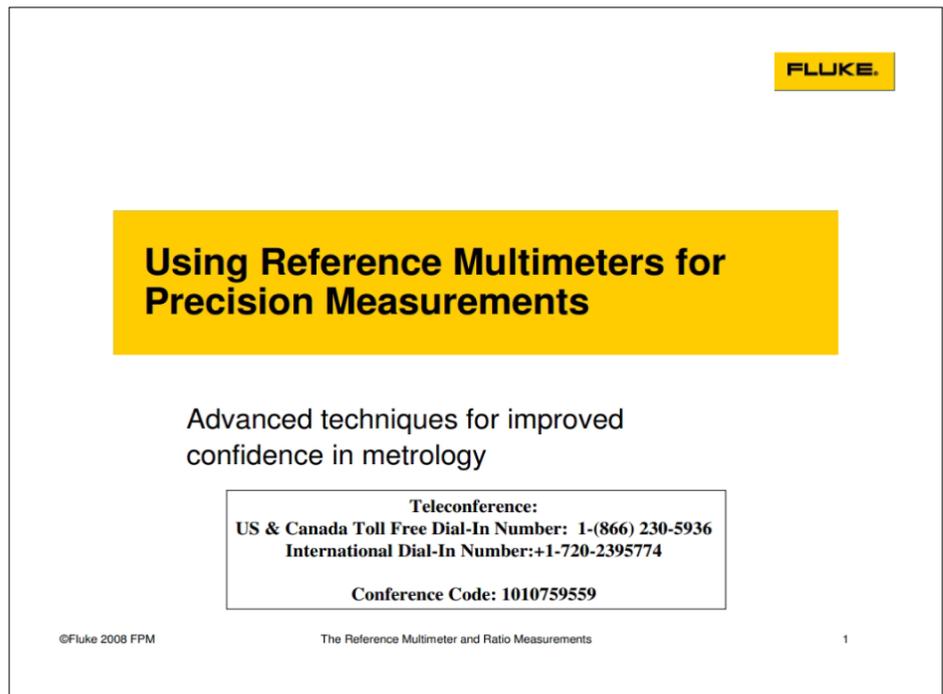
**Figura 18**

Documentos, (a) Manual del calibrador multifunción Fluke 5522A y (b) Libro de Fluke, Filosofía en práctica- calibración



**Figura 19**

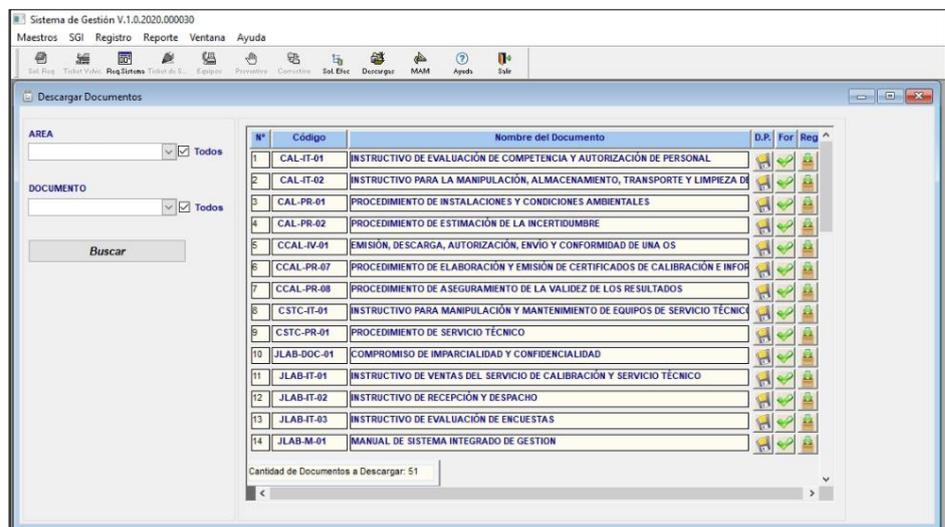
Conferencia de la empresa Fluke sobre multímetros de referencia para mediciones precisas



- En cuanto a los documentos del sistema integrado se ha obtenido del sistema Sico - sistema de gestión propio de la empresa que se accede mediante usuario y clave asignado por la institución, como se observa en la Figura 20.

**Figura 20**

*Sistema Sico - Documentos del sistema integrado de gestión de PROMECAL S.A.C.*



- ✓ Metodología para el objetivo específico; Desarrollar la hoja de cálculo y validación para la calibración de multímetros digitales (PC-021). Para esta actividad se desarrolló una hoja de cálculo como se observa en la Figura 21 que permitió automatizar los cálculos del error de medición, incertidumbres de medición relacionadas e ingreso de datos del ítem a calibrar, siguiendo el procedimiento PC-021 y procedimiento CCAL-PR-07 y para realizar la validación de la hoja de cálculo se utilizó el programa RStudio, como se observa en la Figura 22.

**Figura 21**

Formato F02-CCAL-PR-07- Hoja de medición y cálculo, realizado como parte de mis actividades



**HOJA DE MEDICIÓN Y CÁLCULO**  
**F02-CCAL-PR-07**

---

**ORDEN DE SERVICIO** : \_\_\_\_\_  
**FECHA DE CALIBRACIÓN** : \_\_\_\_\_  
**SOLICITANTE** : \_\_\_\_\_  
**DIRECCIÓN** : \_\_\_\_\_  
**Nº DE CERTIFICADO** : \_\_\_\_\_  
**FECHA DE EMISIÓN** : \_\_\_\_\_

---

**I. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO**

**INSTRUMENTO** : MULTIMETRO DIGITAL  
**MARCA** : \_\_\_\_\_  
**MODELO** : \_\_\_\_\_  
**Nº DE SERIE** : \_\_\_\_\_  
**CÓDIGO** : \_\_\_\_\_ !Se colocó el código interno del laboratorio para la identificación del instrumento.

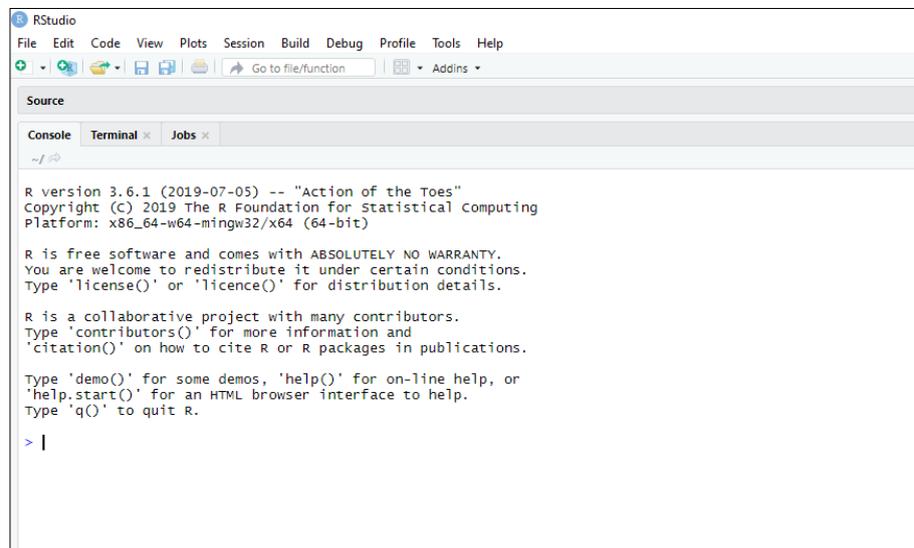
---

**II. DESCRIPCIONES DEL INSTRUMENTO A CALIBRAR**

MAGNITUD	Rango	Resolución	Frecuencia	Especificaciones	
<b>Tensión Eléctrica Continua</b>	0 mV	0.001 mV	-----	0 %	• 0 dig.
	0 mV	0.01 mV	-----	0 %	• 0 dig.
	0 mV	0.1 mV	-----	0 %	• 0 dig.
	0 mV	1 mV	-----	0 %	• 0 dig.
	0 V	0.0001 V	-----	0 %	• 0 dig.
	0 V	0.001 V	-----	0 %	• 0 dig.
	0 V	0.01 V	-----	0 %	• 0 dig.
	0 V	0.1 V	-----	0 %	• 0 dig.
	0 V	1 V	-----	0 %	• 0 dig.
	<b>Tensión Eléctrica Alterna</b>	0 mV	0.001 mV	50	0 %
0 mV		0.01 mV	50	0 %	• 0 dig.
0 mV		0.1 mV	50	0 %	• 0 dig.
0 mV		1 mV	50	0 %	• 0 dig.
0 V		0.0001 V	50	0 %	• 0 dig.
0 V		0.001 V	50	0 %	• 0 dig.
0 V		0.01 V	50	0 %	• 0 dig.
0 V		0.1 V	50	0 %	• 0 dig.

**Figura 22**

Programa RStudio – programa estadístico de libre acceso, ventana de la interfase donde se realiza la validación de la hoja de cálculo



- ✓ Metodología para el objetivo específico; Elaborar la capacidad de medición y calibración para la calibración de multímetros digitales (PC-021).

Para esta actividad se requirió tener un ítem de calibración y un patrón calibrado por una entidad reconocida o acreditada bajo la norma ISO/IEC 17025; se usó un multímetro fluke 289 y un calibrador multifunción fluke 5522A respectivamente. En la Figura 23 se muestra el certificado de calibración del Patrón, el cual fue realizado por un laboratorio acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025. Para el registro de las medidas en las funciones de tensión eléctrica, corriente eléctrica, resistencia eléctrica y obtención de la incertidumbre expandida se usó el formato F02-CCAL-PR-07- Hoja de medición.

En la Figura 24 se muestra las mediciones realizadas en las funciones de tensión, corriente y resistencia eléctrica respectivamente.

**Figura 23**

Certificado de calibración del calibrador fluke 5522A emitido por el laboratorio acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 de Fluke Everett service center

			
Calibration Cert# 2166.01		<h2>Certificate of Calibration</h2> <h3>Everett Service Center</h3>	
<b>Certificate Number:</b> EVL566003			
<b>Data Type:</b>	As-Left	<b>Calibration Date:</b>	14-Aug-2019
<b>Result Summary:</b> Measurement Results < Limits		<b>Certificate Date:</b>	14-Aug-2019
<b>Manufacturer:</b>	Fluke	<b>Temperature:</b>	22.8 °C
<b>Model:</b>	5522A	<b>Humidity:</b>	42.2 %
<b>Serial Number:</b>	1932904		
<b>Description:</b>	Calibrator		
<b>Option(s):</b>	PQ/SC1100		
<b>Procedure:</b>	Fluke 5522A:(1 year) VER Combine	<b>Revision:</b>	5.4
<b>Customer:</b>	FERRIER SA	<b>Country:</b>	PE
<b>City:</b>	LIMA		
<b>Purchase Order:</b>	FE-2019-EXP TEMP.04	<b>RMA:</b>	31783516

This calibration is traceable to the International System of Units (SI), through National Metrology Institutes (NIST, PTB, NRC, NPL, etc.), radiometric techniques, or natural physical constants. This certificate applies only to the item identified and shall not be reproduced other than in full, without the specific written approval by Fluke Corporation. Calibration certificates without signature are not valid. The calibration has been completed in accordance with Fluke Electronics Corporation Quality System Document 111.0 Revision 122 6/2018 and/or Fluke 17025 Quality Manual QSD 111.41 Revision 005 9/2014.

The Data Type found in this certificate must be interpreted as:

- As - Found Calibration data collected before the unit is adjusted and / or repaired.
- As - Left Calibration data collected after the unit has been adjusted and / or repaired.
- Found-Left Calibration data collected without any adjustment and / or repair performed.

This calibration conforms to the requirements of ISO/IEC 17025:2005 and ANSI/NCSL Z540-1-1994 (R2002).

In the attached measurement results, deviation may be expressed with units, Measured Value (MV) - Nominal Value (NV) or as a proportion of the nominal value ((MV-NV)/NV), expressed without units with a scalar multiplier such as % (0.01), or as a ratio of the units (mA/A,  $\mu$ V/V, etc.). Descriptions such as  $\mu$ AA,  $\mu$ V/V, and others, where used to annotate results or column headings are the preferred replacements for what was historically labeled as "ppm" or parts-per-million and described the results in that column, unless otherwise noted by units symbols.

Where applicable, the expanded uncertainty of measurement at the time of test is given in the following pages. They are calculated in accordance with the method described in the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor k, such that the confidence level approximates 95%.

This calibration certificate may contain data that is not covered by the A2LA Scope of Accreditation. Unaccredited material, where applicable is indicated by an asterisk (\*), or confined to clearly marked sections. Functional (Pass / Fail) tests are not accredited.

No statement of compliance with specifications is made or implied on this certificate. However, measurement results are reviewed, where applicable, to establish where any measurement result exceeded the manufacturer's specifications.

Measurement results greater than limits of error are indicated by 'I'.



Accredited 

Cert #: EVL566003  
 Cal Date: 14-Aug-2019  
 SN: 1932904  
 www.fluke.com

www.fluke.com  
 Cert #: EVL566003  
 Date: 8/14/2019



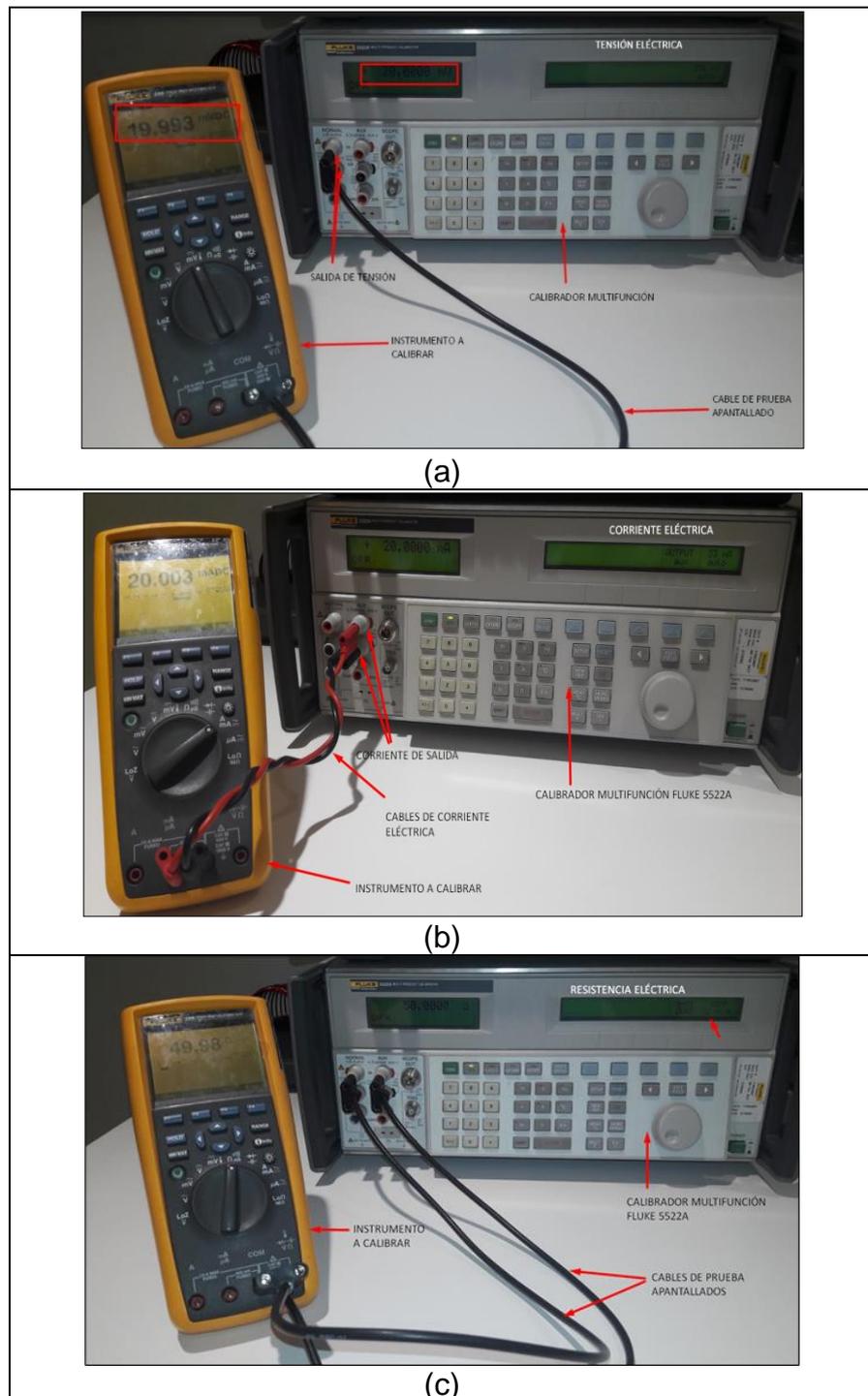
Jim Timpe  
Calibration Technician

Fluke Corporation	Telephone	Facsimile	Internet	Revision	2.17
1420 75th St SW, Everett WA 98203 USA	888.963.5963	425.446.6290	www.fluke.com		

Page 1 of 38

**Figura 24**

(a) Medición en la función de tensión eléctrica, se genera esta función usando un calibrador multifunción Fluke 5522A y se mide con el multímetro Fluke 289, (b) Medición en la función de corriente eléctrica, se genera esta función usando un calibrador multifunción Fluke 5522A y se mide con el multímetro Fluke 289 y (c) Medición en la función de resistencia eléctrica, se simula esta función usando un calibrador multifunción Fluke 5522A y se mide con el multímetro Fluke 289



- ✓ Metodología para el objetivo específico; Documentar la carta de Trazabilidad para la calibración de multímetros digitales (PC-021).  
Para esta actividad se requirió el certificado de calibración del Patrón (calibrador multifunción fluke 5522A) y de la CMC de multímetros digitales. En la Figura 23 se muestra el certificado del Patrón y la Figura 25 y 26 se observa la CMC de multímetros digitales.

Figura 25

CMC de multímetros digitales-2019 de PROMECAL S.A.C.

Nro.	Calibración o Servicio de Medición				Intervalo de Medición o Rango de Medición			Condiciones de Medición/Variables			Incertidumbre Expandida			Incertidumbre Logarítmica del Calibrante			Incertidumbre Logarítmica del Instrumento/Artículo a Calibrar			Fórmula de Referencia Usada en la Calibración		Lista de los Comparadores que reciben este servicio de Calibración/Prueba	Comentarios					
	Magnitud	Instrumento de Medición e Artículo	Método de Calibración	Procedimiento de Calibración	Valor Mínimo	Valor Máximo	Unidades	Parámetros	Especificaciones	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿Se Incertidumbre expandida en relación?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿Se Incertidumbre expandida en relación?	Expresión	Unidades			Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿Se Incertidumbre expandida en relación?	Fórmula	Fuente de la Incertidumbre
1	Tensión DC	Multímetro Digital(1) Pasea Multímetro(2)	Comparación directa	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Multímetros Digitales", Segundo Edición 2016	0,005	1000	V	Temperatura Ambiente Humedad Relativa	20 °C ± 5 °C < 80 %rh	Matrícula 1	V	2	95%	No	Matrícula 2	V	2	95%	No	Matrícula 3	V	2	95%	No	Calibrador multifunción de alta exactitud Fluke 522A	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-06	
2	Tensión AC	Multímetro Digital(1) Pasea Multímetro(2)	Comparación directa	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Multímetros Digitales", Segundo Edición 2016	0,045	1000	V	Temperatura Ambiente Humedad Relativa Frecuencia	20 °C ± 5 °C < 80 %rh 60 Hz ± 1 Hz	Matrícula 4	V	2	95%	No	Matrícula 5	V	2	95%	No	Matrícula 6	V	2	95%	No	Calibrador multifunción de alta exactitud Fluke 522A	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-06	
3	Intensidad DC	Multímetro Digital(1) Pasea Multímetro(2)	Comparación directa	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Multímetros Digitales", Segundo Edición 2016	0,0005	9	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa	20 °C ± 5 °C < 80 %rh	Matrícula 7	A	2	95%	No	Matrícula 8	A	2	95%	No	Matrícula 9	A	2	95%	No	Calibrador multifunción de alta exactitud Fluke 522A	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-06	
4	Intensidad AC	Multímetro Digital(1) Pasea Multímetro(2)	Comparación directa	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Multímetros Digitales", Segundo Edición 2016	0,0005	9	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa Frecuencia	20 °C ± 5 °C < 80 %rh 60 Hz ± 1 Hz	Matrícula 10	A	2	95%	No	Matrícula 11	A	2	95%	No	Matrícula 12	A	2	95%	No	Calibrador multifunción de alta exactitud Fluke 522A	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-06	
5	Resistencia	Multímetro Digital(1) Pasea Multímetro(2)	Comparación directa	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Multímetros Digitales", Segundo Edición 2016	50	2000000	Ω	Temperatura Ambiente Humedad Relativa	20 °C ± 5 °C < 80 %rh	Matrícula 13	Ω	2	95%	No	Matrícula 14	Ω	2	95%	No	Matrícula 15	Ω	2	95%	No	Calibrador multifunción de alta exactitud Fluke 522A	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-06	
6	Intensidad DC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	0,0021	10	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual	Matrícula 16	A	2	95%	No	Matrícula 17	A	2	95%	No	Matrícula 18	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	
7	Intensidad AC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	0,004	10	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa Frecuencia	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual 60 Hz	Matrícula 20	A	2	95%	No	Matrícula 20	A	2	95%	No	Matrícula 20	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	
8	Intensidad DC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	50	900	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual	Matrícula 23	A	2	95%	No	Matrícula 23	A	2	95%	No	Matrícula 23	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A - Botón Fluke 508A/COL	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	
9	Intensidad AC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	50	900	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa Frecuencia	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual 60 Hz	Matrícula 31	A	2	95%	No	Matrícula 32	A	2	95%	No	Matrícula 33	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A - Botón Fluke 508A/COL	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	
10	Intensidad DC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	50	90	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual	Matrícula 22	A	2	95%	No	Matrícula 24	A	2	95%	No	Matrícula 24	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A - Amplificador de Transconductancia Fluke 522DA	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	
11	Intensidad AC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	50	130	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa Frecuencia	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual 60 Hz	Matrícula 34	A	2	95%	No	Matrícula 35	A	2	95%	No	Matrícula 36	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A - Amplificador de Transconductancia Fluke 522DA	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	
12	Intensidad DC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	1000	1900	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual	Matrícula 25	A	2	95%	No	Matrícula 26	A	2	95%	No	Matrícula 27	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A - Amplificador de Transconductancia Fluke 522DA/VDL/BA	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	
13	Intensidad AC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	1000	1900	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa Frecuencia	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual 60 Hz	Matrícula 27	A	2	95%	No	Matrícula 28	A	2	95%	No	Matrícula 28	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A - Amplificador de Transconductancia Fluke 522DA/VDL/BA	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	
14	Intensidad AC	Pasea Amperímetro(1) Pasea Multímetro(2)	Método indirecto	HC-02 "Procedimiento para la Calibración de Pases Amperímetros", Primera edición 2016	1000	2200	A	Temperatura Ambiente Humedad Relativa Frecuencia	20 °C ± 3 °C a lo que indique el manual 45 %rh a 80 %rh a lo que indique el manual 60 Hz	Matrícula 40	A	2	95%	No	Matrícula 41	A	2	95%	No	Matrícula 42	A	2	95%	No	Calibrador Multifunción Fluke 522A - Amplificador de Transconductancia Fluke 522DA/VDL/BA	Fluke Calibration - Acreditado Laboratorio	INACAL DM-G-05 INACAL DM-G-07	

(1) Las calibraciones se realizan en las instalaciones del Laboratorio de PROMECAL S.A.C.

KARINA UJEA CASTRO  
Jefe de Laboratorio de Calibración

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 2019-03-25



### **3.1.1.2. Participación en el seguimiento de los protocolos en base a la normativa.**

Dentro de mis funciones también fue gestionar la participación en el ensayo de aptitud de calibración de multímetros digitales.

Para esta actividad se requirió postular a la convocatoria realizada por INACAL-DM del ensayo de aptitud de calibración de multímetros digitales realizado en el año 2018, luego de la aceptación nos asignaron una fecha para recoger el ítem de calibración de propiedad de INACAL-DM y posterior a ello enviamos los resultados de las mediciones realizadas. Una vez terminada la ronda de los laboratorios participantes INACAL-DM envía un oficio con el código asignado al laboratorio de PROMECAL y el informe final del ensayo de aptitud. En la Figura 27 se observa el Oficio emitido por INACAL-DM, en el cual mencionan el código de laboratorio que nos asignaron en el ensayo de aptitud y en la Figura 28 se muestra los resultados reportados por PROMECAL S.A.C. que es parte del extracto del informe del ensayo de aptitud del año 2018.

**Figura 27**

Oficio N°589-2018-INACAL-DM en el cual detalla el código de laboratorio asignado a PROMECAL S.A.C.

	<b>PERÚ</b>	<b>Ministerio de la Producción</b>	<b>Instituto Nacional de Calidad INACAL</b>	<b>Dirección de Metrología</b>
---	-------------	------------------------------------	---	--------------------------------

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

San Borja, 10 de setiembre de 2018

**OFICIO N° 589-2018-INACAL/DM**

Señora  
Alhelí Moreno Román  
**PROMECAL S.A.C.**  
[calibraciones2@promecal.com.pe](mailto:calibraciones2@promecal.com.pe)  
Presente.-

Estimada señora Moreno:

Nos dirigimos a usted en atención a la Comparación que se llevó a cabo bajo la coordinación de la Dirección de Metrología del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

Al respecto, adjuntamos el Informe Final de la Evaluación de Desempeño DM-LE-06 "Comparación de multímetros digitales hasta 5 ½ dígitos" en el cual su código de participación es:

Laboratorio	Código
<b>PROMECAL S.A.C.</b>	<b>LAB 7</b>

A su vez deseamos agradecerles por la participación esmerada de su laboratorio. Esperamos poder contar con su valiosa participación en eventos futuros.

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes.

Atentamente,

  
José Dajés Castro  
Director de Metrología

Adj. Informe Final

**Figura 28**

Resultados del 2018 reportados por PROMECAL S.A.C. en las funciones de tensión, corriente y resistencia eléctrica que es un extracto del informe final del ensayo de aptitud de multímetros digitales realizado por INACAL-DM

**Tabla 7.2.17 Resultados del laboratorio participante 7**

Instrumento			Laboratorio Piloto		Participante 7			Error normalizado		
Rango	Valor	Frecuencia	Error *	Incertidumbre**	Error	Incertidumbre	EMP	Unidad	E <sub>n</sub>	¿compatible?
500 mV	50 mV	---	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	mV	0,00	SI
5 V	0,5 V	---	0,0000	0,0001	-0,0001	0,0001	0,0003	V	0,71	SI
50 V	5 V	---	0,000	0,001	0,000	0,001	0,003	V	0,00	SI
500 mV	50 mV	1 kHz	0,03	0,01	0,02	0,02	0,45	mV	0,45	SI
5 V	0,5 V	60 Hz	0,0007	0,0001	0,0006	0,0001	0,0040	V	0,71	SI
50 V	5 V	60 Hz	0,007	0,001	0,006	0,001	0,040	V	0,71	SI
50 mA	5 mA	---	0,001	0,001	0,002	0,001	0,013	mA	0,71	SI
5 A	0,5 A	---	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0025	A	0,24	SI
400 mA	50 mA	1 kHz	0,03	0,04	0,03	0,04	0,35	mA	0,00	SI
5 A	0,5 A	60 Hz	0,0004	0,0009	0,0006	0,0010	0,0060	A	0,15	SI
500 Ω	50 Ω	---	0,00	0,02	-0,01	0,02	0,13	Ω	0,35	SI
500 kΩ	5 kΩ	---	0,001	0,001	0,001	0,001	0,005	kΩ	0,00	SI

\* Error promedio del laboratorio piloto  
 \*\* Incertidumbre del laboratorio piloto  
 EMP: Error Máximo Permitido ( Accuracy = Exactitud, según el fabricante)  
 Unidad: Unidad de medida

### **3.1.1.3. Participación como capacitador en base al procedimiento de multímetros digitales PC-021.**

Para realizar la capacitación al personal de PROMECAL S.A.C. se procedió de la siguiente manera:

- Capacitación en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021 de INACAL), realizadas en varias sesiones los días 2, 5 y 10 de agosto del 2019. En las Figuras 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 y 38 las diapositivas de la capacitación y en las Figuras 39, 40 y 41 se muestra la lista de asistencia-F01-JLAB-PR-10 de la capacitación realizada en dichas fechas.
- Evaluación escrita del procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021 de INACAL). En las Figuras 42, 43, 44 y 45 se muestra las evaluaciones realizadas al personal de PROMECAL S.A.C. el 20 de agosto del 2019.

Figura 29

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 1

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

Figura 30

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 2

### INTRODUCCIÓN

**Multímetro de banco**

- Los más comúnmente utilizados, pero menos precisos.
- Generalmente miden las cinco magnitudes principales: magnitudes tensión continua, tensión alterna, corriente continua, corriente alterna.
- Generalmente son los de 4 ½ y 5 ½ dígitos de resolución.
- Tienen la posibilidad de ser controlados por un ordenador con comunicación bus IEEE-488 o mediante una comunicación serie RS232, no todos los multímetros incluidos en este grupo presentan dicha facilidad.
- El ajuste de estos multímetros pueden ser por sus potenciómetros, condensadores variables o mediante un microprocesador que permite hacer las distintas correcciones por software.



**PromeCal**

### INTRODUCCIÓN

**Multímetro de Laboratorio**

- Miden fundamentalmente las cinco magnitudes principales: magnitudes tensión continua, tensión alterna, corriente continua, corriente alterna, ofreciendo el más alto de exactitud y resolución.
- Generalmente son los de 8 ½, 7 ½ y 6 ½ dígitos de resolución.
- Posibilidad de control automático de la medida a través del bus de comunicación IEEE-488, el funcionamiento del multímetro está controlado por un microprocesador lo que posibilita efectuar operaciones matemáticas de cierta complejidad y sobre todo almacenar en memoria las correcciones de todos los rangos y magnitudes del multímetro, eliminando la necesidad de efectuar ajustes internos sobre hardware.



**PromeCal**

### INTRODUCCIÓN

**Cómo considerar y aplicar las especificaciones de los DMM**

Función	Rango	Resolución	Precisión ± (% de la lectura) + [recuentos]	Modelo
Milivolts CC	600.0 mV	0.1 mV	0.5 % + 2	114, 115, 117
	6.000 V	0.001 V	0.5 % + 2	
	60.00 V	0.01 V		
Volts CC	600.0 V	0.1 V	0.5 % + 2	114, 115, 117
	6000 V	0.1 V	2.0 % + 3	
Auto-V LoZ <sup>1</sup> verdadero rms	600.0 V	0.1 V	CC, 45 a 500 Hz	114, 117
	6000 V	0.1 V	45 a 500 Hz	
Milivolts CA <sup>1</sup> verdadero rms	600.0 mV	0.1 mV	2.0 % + 3	114, 115, 117
	6000 V	0.1 V	4.0 % + 3	
Volts CA <sup>1</sup> verdadero rms	600.0 V	0.1 V	1.0 % + 3	114, 115, 117
	6000 V	0.1 V	2.0 % + 3	



7

8

9

### INTRODUCCIÓN

**Cómo considerar y aplicar las especificaciones de los DMM**

Función	Rango	Resolución	Precisión ± (% de la lectura) + [recuentos]	Modelo
Continuidad	600 Ω	1 Ω	Señal acústica activada a < 20 Ω, desactivada a > 250 Ω; detecta circuitos abiertos o cortocircuitos de 500 kΩ o de mayor duración.	114, 115, 117
Ohmios	600.0 Ω	0.1 Ω	0.9 % + 2	114, 115, 117
	6.000 kΩ	0.001 kΩ	0.9 % + 1	
	60.00 kΩ	0.01 kΩ	0.9 % + 1	
	600.0 kΩ	0.1 kΩ	0.9 % + 1	
	6.000 MΩ	0.001 MΩ	0.9 % + 1	
Prueba de diodos	2.000 V	0.001 V	0.9 % + 2	115, 117
	1000 nF	1 nF	1.9 % + 2	115, 117
10.00 μF	0.01 μF	1.9 % + 2		
100.0 μF	0.1 μF	1.9 % + 2		
Capacitancia Lo-Z (opción de encendido)	9999 μF	1 μF	100 μF - 1000 μF: 1.9 % + 2 > 1000 μF: 5 % + 20	115, 117
	1 nF a 500 μF		10 % + 2 típica	



### INTRODUCCIÓN

**Cómo considerar y aplicar las especificaciones de los DMM**

Función	Rango	Resolución	Precisión ± (% de la lectura) + [recuentos]	Modelo
CA Amperes verdadero rms <sup>1</sup> (65 Hz a 500 kHz)	6.000 A	10.00 A <sup>2</sup>	0.001 A	15, 117
	10.00 A	0.01 A	1.5 % + 3	
Amperios CC	6.000 A	10.00 A <sup>2</sup>	0.001 A	15, 117
	10.00 A	0.01 A	1.0 % + 3	
Hz (entrada en V o A) <sup>1</sup>	99.99 Hz	0.01 Hz	0.1 % + 2	15, 117
	999.9 Hz	0.1 Hz		
	9.999 kHz	0.001 kHz		
	50.00 kHz	0.01 kHz		



11

### INTRODUCCIÓN

**Cómo considerar y aplicar las especificaciones de los DMM**

- ¿Cuál es la exactitud del multímetro fluke 115 cuando se mide 30 V en DC ?

Función	Rango	Resolución	Precisión ± (% de la lectura) + [recuentos]	Modelo
Milivolts CC	600.0 mV	0.1 mV	0.5 % + 2	114, 115, 117
	6.000 V	0.001 V	0.5 % + 2	
	60.00 V	0.01 V		
Volts CC	600.0 V	0.1 V	0.5 % + 2	114, 115, 117
	6000 V	0.1 V	2.0 % + 3	
Auto-V LoZ <sup>1</sup> verdadero rms	600.0 V	0.1 V	CC, 45 a 500 Hz	114, 117
	6000 V	0.1 V	45 a 500 Hz	
Milivolts CA <sup>1</sup> verdadero rms	600.0 mV	0.1 mV	2.0 % + 3	114, 115, 117
	6000 V	0.1 V	4.0 % + 3	
Volts CA <sup>1</sup> verdadero rms	600.0 V	0.1 V	1.0 % + 3	114, 115, 117
	6000 V	0.1 V	2.0 % + 3	

12

Figura 31

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 3

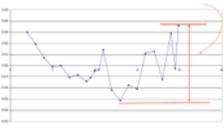
<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>ERROR MÁXIMO PERMITIDO:</b></p> <p>Valor extremo del error de medición, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medición dado.</p> <p>Nota: En general, los términos "errores máximos permitidos" o "límites de error" se utilizan cuando existen dos valores extremos.</p> 	<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>CALIBRACIÓN:</b></p> <p>Operación que, bajo condiciones especificadas, establece en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación.</p> 	<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>PATRÓN DE MEDICIÓN REFERENCIA:</b> Patrón designado para la calibración de otros patrones de magnitudes de la misma naturaleza, en una organización o lugar dado.</p> <p><b>PATRÓN DE MEDICIÓN DE TRABAJO:</b> Patrón utilizado habitualmente para calibrar o verificar instrumentos o sistemas de medición.</p>  <p>Multímetro 8 1/2 dígitos</p>  <p>Calibrador multifunción</p> <p><b>PromeCal</b> SOLUCIONES DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO</p>
<p>13</p>	<p>14</p>	<p>15</p>
<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>ERROR DE MEDICIÓN:</b> Valor medido de una magnitud menos un valor de referencia.</p> <p><b>RESOLUCIÓN DE UN DISPOSITIVO VISUALIZADOR:</b> Diferencia más pequeña entre indicaciones visualizadas, que puede distinguirse de forma significativa.</p> 	<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:</b> Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos al mesurando, a partir de la información que se utiliza.</p> 	<p><b>ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE</b></p> <p><b>Evaluación Tipo A</b> Evaluación de una componente de la incertidumbre de medición mediante un análisis estadístico de los valores medidos obtenidos bajo condiciones de medida definidas.</p> <p><b>Evaluación Tipo B</b> Su forma de distribución se estima sobre la base de la experiencia o la información externa disponible.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Certificados de calibración.</li><li>2. Deriva de equipos.</li><li>3. Manuales.</li><li>4. Método y procedimiento.</li><li>5. Div. Mínima, Histéresis.</li><li>6. Equipos auxiliares.</li><li>7. Observador.</li><li>8. Condiciones ambientales.</li></ol> <p><b>PromeCal</b> SOLUCIONES DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO</p>
<p>16</p>	<p>17</p>	<p>18</p>

Figura 32

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 4

<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>TRAZABILIDAD METROLÓGICA</b></p> <p>(VIM 3ra Ed.) Propiedad de un resultado de medición por la cual dicho resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición.</p> <p><b>PromeCal</b> Servicio de Calibración de Instrumentos de Medición Digital</p>	<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>PUNTO DE CALIBRACIÓN:</b></p> <p>Valor de la magnitud de entrada (tensión continua o alterna, intensidad continua o alterna o resistencia o resistencia) en el que se comprueba el error de indicación del multímetro junto con su incertidumbre.</p> <p><b>PromeCal</b> Servicio de Calibración de Instrumentos de Medición Digital</p>	<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>TIEMPO DE CALENTAMIENTO:</b></p> <p>Tiempo comprendido entre el momento en que se enciende un instrumento y el momento en el que éste es capaz de cumplir con sus características metrológicas.</p> <p><b>PromeCal</b> Servicio de Calibración de Instrumentos de Medición Digital</p>
<p>19</p>	<p>20</p>	<p>21</p>
<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN:</b></p> <p>Es el intervalo de tiempo entre la aplicación de la señal estímulo al multímetro hasta la estabilización de su lectura.</p> <p><b>PromeCal</b> Servicio de Calibración de Instrumentos de Medición Digital</p>	<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN:</b></p> <p>Es el intervalo de tiempo entre la aplicación de la señal estímulo al multímetro hasta la estabilización de su lectura.</p> <p><b>PromeCal</b> Servicio de Calibración de Instrumentos de Medición Digital</p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>MÉTODO DE CALIBRACIÓN :</b></p> <p>La calibración se realizará por medición directa utilizando como fuente un calibrador multifunción, el cual generará los valores de referencia de tensión, corriente y resistencia, estos valores serán medidos directamente con el multímetro a calibrar en sus correspondientes funciones de medición de tensión, corriente y resistencia.</p> <p><b>PromeCal</b> Servicio de Calibración de Instrumentos de Medición Digital</p>
<p>22</p>	<p>23</p>	<p>24</p>

Figura 33

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 5

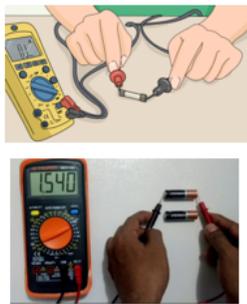
<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>EQUIPOS Y MATERIALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Calibrador multifunción con el que se pueda conseguir preferentemente una incertidumbre de calibración al menos tres veces menor que el error máximo permitido para el multímetro dado por el fabricante.</li></ul>  <p><b>PromeCal</b></p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>EQUIPOS Y MATERIALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Como regla general se puede admitir que los calibradores multifunción cuyas especificaciones absolutas a un año (o exactitud a un año incluyendo la incertidumbre de calibración del calibrador) facilitadas por el fabricante sean iguales o mejores que el 0,01% de la lectura en tensión continua, son adecuados para realizar las calibraciones.</li></ul>  <p><b>PromeCal</b></p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>EQUIPOS Y MATERIALES:</b></p> <p>Como materiales y/o equipos auxiliares se requiere:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Cables adecuados para las conexiones entre el calibrador y el multímetro. De preferencia utilizar los propios cables del multímetro si éstos son adecuados. En todo caso usar cables banana-banana que soporten tensiones de 1000 V (en ocasiones coaxiales) y corrientes de 10 A (rango usual de un multímetro). Para multímetros que soporten valores de corrientes mayores a 10 A es necesario utilizar cables de corriente adecuados que soporten estas corrientes (en ocasiones de sección de diámetro grande y longitud corta que soporten por ejemplo 20 A).</li></ul>  <p><b>PromeCal</b></p>
<p>25</p>	<p>26</p>	<p>27</p>
<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>EQUIPOS Y MATERIALES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Termómetro con error máximo permitido de <math>\pm 0,5</math> °C e Higrómetro con error máximo permitido de <math>\pm 5\%</math> para registrar los valores de la temperatura y la humedad relativa ambiente a la que se realiza la calibración.</li></ul>  <p>El sensor de exactitud estándar (modelo S) realiza lecturas de temperatura a <math>\pm 0,25</math> °C en un rango calibrado de 15 a 35 °C. Las lecturas de humedad relativa se obtienen a <math>\pm 2\%</math> HR del 20% HR al 70% HR.</p> <p><b>PromeCal</b></p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PREPARACIÓN:</b></p> <p>Antes de iniciar la calibración se comprobará que :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>El multímetro está identificado de forma permanente con su marca, modelo y número de serie correspondiente, o con un código interno del propietario.</li><li>Se cuenta con el manual del multímetro a calibrar, para familiarizarse con su manejo y fijar los errores máximos permitidos del instrumento según el fabricante. Cualquier duda antes de su manejo debe ser aclarada antes de la realizar la calibración.</li></ul>  <p><b>PromeCal</b></p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PREPARACIÓN:</b></p> <p>Antes de iniciar la calibración se comprobará que :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>El buen estado de los fusibles, que corresponda con las especificaciones indicadas por el fabricante.</li><li>El buen estado de la batería siguiendo las instrucciones del manual del multímetro y en caso de ser necesario se procederá a su sustitución. Considerar como mínimo el 85 % de su carga máxima.</li></ul>  <p><b>PromeCal</b></p>
<p>28</p>	<p>29</p>	<p>30</p>

Figura 34

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 6

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

**PREPARACIÓN:**  
Antes de iniciar la calibración se comprobará que :

- Se fijará los errores máximos permitidos de uso asignados al multímetro tomados de las especificaciones técnicas del fabricante.
- Se dispondrá del manual de usuario del calibrador multifunción.
- El calibrador (patrón de trabajo) cuente con un certificado de calibración vigente, el cual tiene que ser emitido por un laboratorio acreditado en el ámbito de su acreditación o por el laboratorio nacional.



**Accuracy Specifications**

Parámetro	Rango	Resolución	Exactitud (% de Reading ± Count)	Modelo
DC Voltaje	0.0000	0.0001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
AC Voltaje	0.0000	0.0001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
DC Corriente	0.0000	0.0001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
AC Corriente	0.0000	0.0001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
Resistencia	0.0000	0.0001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
Capacitancia	0.0000	0.0001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
Frecuencia	0.0000	0.0001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110
	0.0001	0.00001	±0.5% ±2	104, 108, 109, 110

**5522A**

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

**PREPARACIÓN:**  
Antes de iniciar la calibración se comprobará que :

- El valor nominal de la tensión de alimentación y las posibles variaciones son adecuadas para el funcionamiento del calibrador multifunción y del multímetro a calibrar. Normalmente una tensión de 220 V ± 10% es adecuada para el funcionamiento de la mayoría de los calibradores.
- Se conectarán a la red de alimentación eléctrica el calibrador multifunción y el multímetro a calibrar en los casos en que éste último disponga de conexión a red, durante un tiempo previo al inicio de la calibración para conseguir la estabilización térmica.



**5522A**

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

**PREPARACIÓN:**  
Antes de iniciar la calibración se comprobará que :

- Las especificaciones de los patrones e instrumentos a calibrar generalmente se dan para una temperatura ambiente entre 18 °C y 28 °C, margen normal en el que mantienen sus especificaciones; si no se tuviera indicación de la temperatura de referencia podría considerarse como la temperatura permitida del ambiente 23 °C ± 3 °C.
- La humedad relativa no deberá sobrepasar el 80%, o de lo que se indique en los manuales del calibrador multifunción y del multímetro a calibrar.



**5522A**

31

32

33

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

**PREPARACIÓN:**  
Antes de iniciar la calibración se comprobará que :

- Mediante mediciones o mediante consulta de las especificaciones del calibrador multifunción (ver manual) que la distorsión armónica total de las señales de tensión y corriente alterna aplicadas con el calibrador sean inferior al 1%, caso contrario se tendrá en cuenta su influencia según lo indicado en el manual del calibrador.
- Se realizarán las pruebas iniciales descritas en el manual del multímetro a calibrar, encaminadas a comprobar el estado general de funcionamiento del multímetro (por ejemplo autotest de encendido, comprobación de la pantalla de visualización, etc.).



**5522A**

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

**PREPARACIÓN:**  
Como medidas elementales de seguridad se señalan las siguientes:

- No realizar ninguna conexión a los bornes de salida del calibrador si hay tensión presente en esos bornes. Por lo tanto antes de realizar cualquier conexión eléctrica a los bornes del calibrador, presionar la tecla borrado del calibrador (RESET o similar), y comprobar que la señalización que indica que no hay señal en los bornes del calibrador está activa (señalización STANDBY o similar).



**5522A**

### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

**PROCESO DE CALIBRACIÓN:**  
**PUNTOS DE CALIBRACIÓN**

RANGOS	Nº DE PUNTOS	VALORES DE PRUEBA (% FONDO DE ESCALA)
<b>TENSIÓN CONTINUA</b>		
TODOS	3	10%, 90%, 99%
UN RANGO INTERMEDIO	5	10%, 15%, 50%, 90%, 99%
<b>CORRIENTE CONTINUA</b>		
TODOS	1	90%
UN RANGO INTERMEDIO	3	10%, 90%, 99%
RANGO MAYOR DE 1 A	2	50%, 99%
<b>RESISTENCIA</b>		
TODOS	2	10%, 90%
<b>TENSIÓN ALTERNA</b>		
TODOS	2, 3	90% a 60 Hz, 1 kHz, (20-50-100) kHz
UN RANGO INTERMEDIO	6	10%, 50%, 90% a 60 Hz, 1 kHz
<b>CORRIENTE ALTERNA</b>		
TODOS	2, 3	90% a 60 Hz, 1 kHz, (5) kHz

Tabla 1. Puntos de calibración para multímetros de hasta 4 ½ dígitos (39 999 cuentas)

**5522A**

34

35

36

Figura 35

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 7

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: PUNTOS DE CALIBRACIÓN**

RANGOS	Nº DE PUNTOS	VALORES DE PRUEBA (% FONDO DE ESCALA)
<b>TENSIÓN CONTINUA</b>		
TODOS	3	10%, 90%, -90%
UN RANGO INTERMEDIO	6	10%, -10%, 50%, -50%, 90%, -90%
<b>CORRIENTE CONTINUA</b>		
TODOS	2	10%, 90%
UN RANGO INTERMEDIO	3	10%, 90%, -90%
RANGO MAYOR DE 1 A	2	50%, 90%
<b>RESISTENCIA</b>		
TODOS	2	10%, 90%
<b>TENSIÓN ALTERNA</b>		
TODOS	2, 5	90% a 60 Hz, 1 kHz, (20-50-100) kHz
UN RANGO INTERMEDIO	6	10%, 50%, 90% a 60 Hz, 1 kHz
<b>CORRIENTE ALTERNA</b>		
TODOS	2, 3	90% a 60 Hz, 1 kHz, (5) kHz

Tabla 2. Puntos de calibración para multímetros mayor a 4 ½ dígitos (39 999 cuentas) hasta 5 ½ dígitos

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES**

En cada punto seleccionado para la calibración se realizarán cinco mediciones. En el caso que una vez aplicado el nivel de señal con el calibrador no existan variaciones en la indicación del multímetro será suficiente con tomar dos mediciones de dicha indicación invariable y repetir las demás hasta completar cinco lecturas en cada punto de calibración.

Prueba del punto de ajuste	RANGO	RL999 uA/V	Lecturas del instrumento (uA/V)					
uA/V	Indicaciones del punto	Indicaciones del Punto corregido	1	2	3	4	5	
1.0000 uA/V	40.000 uA/V	40.0001 uA/V						
40.0000 uA/V	40.0000 uA/V	40.0001 uA/V						
40.0000 uA/V	40.0000 uA/V	40.0001 uA/V						

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES**

Si se va a utilizar el multímetro en otras configuraciones se comprobará el correcto funcionamiento de las mismas.

Nota: Para evitar lazos de tierra y ruido que distorsionen los resultados de la calibración, solamente debe existir un único punto de conexión a tierra. Esta conexión a tierra se puede realizar en el terminal bajo (LO) del multímetro a calibrar, asegurándose entonces de que el terminal bajo (LO) del calibrador está aislado de tierra. Cuando el multímetro a calibrar funciona con batería o está completamente aislado de tierra en sus bornes de medida, también es posible realizar esta conexión a tierra en el terminal bajo del calibrador.

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES**

Consideraciones para calibración en tensión continua y alterna

Tensión continua

Antes de iniciar la calibración en tensión continua, se debe realizar un ajuste de cero en el multímetro utilizando las funciones "ZERO", "MATHNULL", etc. Para el resto de multímetros que no dispongan de este tipo de funciones conectar antes de iniciar la calibración, un cortocircuito de cobre limpio entre los terminales de medición de tensión del multímetro y anotar la lectura obtenida; cualquier otra medición de tensión continua se realizará restando al valor leído en el multímetro en cada caso, el valor que se obtuvo al aplicar el cortocircuito.

Prueba del punto de ajuste	RANGO	RL999 uA/V	Lecturas del instrumento (uA/V)					
uA/V	Indicaciones del punto	Indicaciones del Punto corregido	1	2	3	4	5	
40.0000 uA/V	40.0000 uA/V	40.0001 uA/V						

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES**

Consideraciones para calibración en tensión continua y alterna

Para realizar la calibración, se conectará la salida de tensión del calibrador (HI, LO) a los bornes de medición de tensión del multímetro. Para evitar errores inducidos por fuerzas electromotrices de origen térmico, especialmente importantes en las mediciones de pequeñas tensiones en continua, es necesario usar conductores y conectores de cobre u otros materiales que generen bajas fuerzas termo electromotrices en su unión con el cobre.

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES**

Consideraciones para calibración en corriente continua y alterna

Se conectará la salida de corriente del calibrador (HI, LO), a los bornes de medición de corriente del multímetro. Para corrientes superiores a 2 A.

Figura 36

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 8

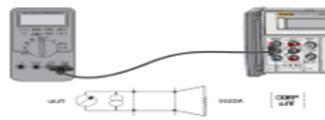
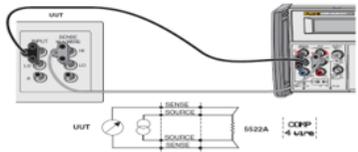
<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES</b></p> <p><u>Consideraciones para calibración en resistencia</u></p> <p>Algunos multímetros de 5 1/2 dígitos, e incluso algunos de 4 1/2 con capacidad de medición de resistencia a cuatro hilos, tiene la posibilidad de realizar un ajuste a cero, conectando un cortocircuito adecuado a los bornes de medida de resistencia a cuatro hilos, y activando a continuación la función de compensación correspondiente ("zero", "ref", etc.).</p> <p>Las conexiones a realizar para la calibración del multímetro en su función de medición de resistencia dependen del tipo de multímetro (si es posible realizar mediciones a cuatro hilos o solamente a dos hilos), y del valor de la resistencia a medir. Existen tres formas de conexión que se analizan a continuación:</p> 	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES</b></p> <p><u>Consideraciones para calibración en resistencia</u></p> <p>a) Mediciones a dos hilos sin compensación</p>  	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES</b></p> <p><u>Consideraciones para calibración en resistencia</u></p> <p>b) Medición a dos hilos con compensación</p>  
<p>43</p>	<p>44</p>	<p>45</p>
<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESQUEMAS DE CONEXIÓN Y MEDICIONES</b></p> <p><u>Consideraciones para calibración en resistencia</u></p> <p>c) Mediciones a cuatro hilos.</p>  	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS</b></p> <p>Para cada punto de calibración se anotarán los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor aplicado con el calibrador.</li> <li>• Lecturas obtenidas en el multímetro a calibrar. Si existe variación en la indicación del multímetro se realizarán cinco mediciones y se hallará el valor promedio. Luego se obtendrá el error asociado a la calibración en cada punto (diferencia entre la lectura del multímetro y el valor aplicado con el calibrador).</li> </ul> 	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se compararán los errores obtenidos con los errores máximos permitidos asignados al multímetro digital.</li> <li>• En el caso de que una vez determinados los errores, existiera duda sobre alguno de los valores obtenidos, por tratarse por ejemplo, de errores muy superiores a los errores máximos permitidos asignados al multímetro en calibración, se repetirá la calibración en esos puntos para confirmar la bondad de los resultados obtenidos.</li> </ul> 
<p>46</p>	<p>47</p>	<p>48</p>

Figura 37

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 9

<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS</b></p> <p>La determinación del error, <math>e_M</math>, de la indicación obtenida con el multímetro a calibrar para tensión continua y medición de resistencia a dos hilos requiere que se realicen dos mediciones, una primera medición con un cortocircuito en los bornes del multímetro y una segunda medición con la señal aplicada.</p> $e_M = (I_M + \overline{\delta}_M + \overline{\delta}_{MT}) - (I_{M0} + \overline{\delta}_{M0}) - (I_P + \overline{\delta}_{PC} + \overline{\delta}_{PME}) \quad (1)$ 	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS</b></p> <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>I_M</math> Indicación del multímetro cuando se aplica la señal (tensión continua o resistencia) con el calibrador.</li> <li><math>\overline{\delta}_M</math> Corrección debida a la resolución del multímetro cuando se aplica la señal (<math>\overline{\delta}_M = 0</math>).</li> <li><math>\overline{\delta}_{MT}</math> Corrección debida a la temperatura de funcionamiento del multímetro (<math>\overline{\delta}_{MT} = 0</math>).</li> <li><math>I_{M0}</math> Indicación del multímetro cuando se aplica un cortocircuito en su entrada.</li> <li><math>\overline{\delta}_{M0}</math> Corrección debida a la resolución del multímetro cuando se aplica el cortocircuito (<math>\overline{\delta}_{M0} = 0</math>).</li> <li><math>I_P</math> Valor de la señal (tensión continua o resistencia) aplicada con el calibrador.</li> <li><math>\overline{\delta}_{PC}</math> Corrección de la señal aplicada del calibrador debida a la calibración.</li> <li><math>\overline{\delta}_{PME}</math> Corrección de la señal aplicada del calibrador debida a múltiples efectos.</li> </ul> 	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS</b></p> $\overline{\delta}_{PME} = \overline{\delta}_{PD} + \overline{\delta}_{PLI} + \overline{\delta}_{PT} + \overline{\delta}_{PV} + \overline{\delta}_{PL} + \overline{\delta}_{PE}$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\overline{\delta}_{PD}</math> Corrección de la señal del calibrador debida a su deriva desde su última calibración (<math>\overline{\delta}_{PD} = 0</math>).</li> <li><math>\overline{\delta}_{PLI}</math> Corrección de la señal del calibrador debida a su falta de linealidad (<math>\overline{\delta}_{PLI} = 0</math>).</li> </ul> 
<p>49</p>	<p>50</p>	<p>51</p>
<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\overline{\delta}_{PT}</math> Corrección de la señal del calibrador debida a la temperatura de funcionamiento (<math>\overline{\delta}_{PT} = 0</math>).</li> <li><math>\overline{\delta}_{PV}</math> Corrección de la señal del calibrador debida a variaciones en la tensión de alimentación (<math>\overline{\delta}_{PV} = 0</math>).</li> <li><math>\overline{\delta}_{PL}</math> Corrección de la señal del calibrador debida a los efectos de carga del multímetro (<math>\overline{\delta}_{PL} = 0</math>).</li> <li><math>\overline{\delta}_{PE}</math> Corrección de la señal del calibrador debida a la estabilidad (<math>\overline{\delta}_{PE} = 0</math>).</li> </ul> <p>Nota: Las barras sobre los símbolos significan sus valores más probables.</p> 	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS</b></p> <p>El valor más probable de las correcciones <math>\overline{\delta}_M</math>, <math>\overline{\delta}_{MT}</math>, <math>\overline{\delta}_{M0}</math>, <math>\overline{\delta}_{PD}</math>, <math>\overline{\delta}_{PLI}</math>, <math>\overline{\delta}_{PT}</math>, <math>\overline{\delta}_{PV}</math>, <math>\overline{\delta}_{PL}</math>, <math>\overline{\delta}_{PE}</math> es nula pero sus respectivas incertidumbres no lo son.</p> <p>La indicación del multímetro cuando se aplica un cortocircuito en su entrada (<math>I_{M0}</math>) es un valor entero y el valor de la señal aplicada con el calibrador (<math>I_P</math>) es un valor nominal, es decir estos valores no varían por lo cual no generan incertidumbre alguna.</p> 	<p><b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b></p> <p><b>PROCESO DE CALIBRACIÓN: TOMA Y TRATAMIENTO DE DATOS</b></p> <p>El error, <math>e_M</math>, de la indicación obtenida en el multímetro a calibrar para el resto de magnitudes (tensión alterna, corriente y resistencia a cuatro hilos) y cuando el instrumento permite su ajuste a cero, se obtiene mediante una simplificación de la ecuación (1) ya que no se realiza lectura en cortocircuito. Entonces se tiene:</p> $e_M = (I_M + \overline{\delta}_M + \overline{\delta}_{MT}) - (I_P + \overline{\delta}_{PC} + \overline{\delta}_{PME})$ 
<p>52</p>	<p>53</p>	<p>54</p>

Figura 38

Presentación de la capacitación de calibración de multímetros digitales. Parte 10

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: RESULTADOS**

La ecuación de propagación de incertidumbre para una función  $y = f(x_i)$  es la siguiente:

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2(y)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n c_i^2 \times u^2(x_i)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i}\right)^2 \times u^2(x_i)}$$

donde:  $c_i = \frac{\partial y}{\partial x_i}$  es llamado coeficiente de sensibilidad



55

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: RESULTADOS**

Aplicando la ley de propagación de incertidumbres y suponiendo que no existe correlación entre las distintas variables, se obtiene:

$$u^2(e_M) = c_1^2 \times u^2(I_M) + c_2^2 \times u^2(\delta_M) + c_3^2 \times u^2(\delta_{MT}) + c_4^2 \times u^2(\delta_{MO}) + c_5^2 \times u^2(\delta_{PC}) + c_6^2 \times u^2(\delta_{PME})$$


56

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: RESULTADOS**

Evaluando los coeficientes:

$$c_1 = \frac{\partial e_M}{\partial I_M} = 1; c_2 = \frac{\partial e_M}{\partial \delta_M} = 1; c_3 = \frac{\partial e_M}{\partial \delta_{MT}} = 1; c_4 = \frac{\partial e_M}{\partial \delta_{MO}} = -1;$$

$$c_5 = \frac{\partial e_M}{\partial \delta_{PC}} = -1; c_6 = \frac{\partial e_M}{\partial \delta_{PME}} = -1$$


57

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: RESULTADOS**

donde:

- $u(I_M)$  Incertidumbre debida a la variación de las lecturas del multímetro a calibrar.
- $u(\delta_M)$  Incertidumbre debida a la resolución del multímetro a calibrar.
- $u(\delta_{MT})$  Incertidumbre debida a la temperatura de funcionamiento del multímetro.
- $u(\delta_{MO})$  Incertidumbre debida a la resolución del multímetro a calibrar cuando se aplica un cortocircuito en su entrada.
- $u(\delta_{PC})$  Incertidumbre de la señal aplicada del calibrador debida a la calibración.
- $u(\delta_{PME})$  Incertidumbre de la señal aplicada del calibrador debida a múltiples efectos.



58

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

**PROCESO DE CALIBRACIÓN: RESULTADOS**

Tabla 1: RESULTADOS						
Medida	Valor nominal	Función de transferencia	Incertidumbre estándar (k=1)	Cobertura de confianza (k=2)	Símbolos abreviados de la ley	Aprobación (autorización)
$I_M$	$I_M$	Lineal	$\frac{u(I_M)}{\sqrt{2}}$	2	$\frac{u(I_M)}{\sqrt{2}}$	
$\delta_M$	0	Lineal	$\frac{u(\delta_M)}{\sqrt{2}}$	2	$\frac{u(\delta_M)}{\sqrt{2}}$	
$\delta_{MT}$	0	Lineal	$\frac{u(\delta_{MT})}{\sqrt{2}}$	2	$\frac{u(\delta_{MT})}{\sqrt{2}}$	
$\delta_{MO}$	0	Lineal	$\frac{u(\delta_{MO})}{\sqrt{2}}$	2	$\frac{u(\delta_{MO})}{\sqrt{2}}$	
$\delta_{PC}$	0	Lineal	$\frac{u(\delta_{PC})}{\sqrt{2}}$	2	$\frac{u(\delta_{PC})}{\sqrt{2}}$	
$\delta_{PME}$	0	Lineal	$\frac{u(\delta_{PME})}{\sqrt{2}}$	2	$\frac{u(\delta_{PME})}{\sqrt{2}}$	
$e_M$	0	Lineal	$\frac{u(e_M)}{\sqrt{2}}$	2	$\frac{u(e_M)}{\sqrt{2}}$	SI

**Página 1**



59

**CONTACTENOS**

Razón social: PROMECAL S.A.C.

Dirección: Av. Guillermo Dansey 1094 (tercer piso)

Teléfono: 712 5500

E-mail: calibraciones@promecal.com.pe

Página web: www.promecal.com.pe

Redes sociales:  /Promecal  /Promecal  /PromecalTV

60

GRACIAS POR SU ATENCIÓN  
Equipo



A su servicio

2019

61

**Figura 39**

Lista de asistencia del 2 de agosto del 2019 de la capacitación en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) al personal del laboratorio de PROMECAL S.A.C.

		<b>LISTA DE ASISTENCIA</b> <small>F01-JLAB-PR-10</small>	
Lugar: <u>Promecal</u>		Hora de inicio: <u>04:00 pm</u>	Hora final: <u>06:00 pm</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Capacitación interna <input type="checkbox"/> Capacitación externa Otros: _____	<input type="checkbox"/> Reunión de trabajo <input type="checkbox"/> Comité	Fecha: <u>2019-08-02</u>	
Curso o Agenda: <u>Procedimientos PC-021 y PC-025</u>			
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	FIRMA
01	ANGELIO MARTIN REYES ANTON	METROLOGO	
02	Milner Rene Quijpe Montesinos	Asist. Metrologia	
03	Carlos Emmanuel Manteza Ortiz	practicante	
04	OLIVER RICHARD JAQUE RAMOS	METROLOGO	
05	Angel Guillermo Chinchilwalpa Delgado	Asist. Metrologia	
06	José Maximiliano Alvarado Ayala	practicante	
Nombre del expositor/centro/persona convocante:			Firma
<u>Karina Loja Castro</u>			
Conclusiones o lecciones aprendidas:			
_____			

Rev.01

**Figura 40**

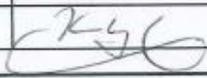
Lista de asistencia del 5 de agosto del 2019 de la capacitación en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) al personal del laboratorio de PROMECAL S.A.C.

<span style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">LISTA DE ASISTENCIA</span>			
F01-JLAB-PR-10			
Lugar: <u>Promecal</u>			
Hora de inicio: <u>14:00 pm</u> Hora final: <u>16:00 pm</u>			
<input checked="" type="checkbox"/> Capacitación interna <input type="checkbox"/> Capacitación externa Otros: _____	Reunión de trabajo Comité		
Fecha: <u>2019-08-05</u>			
Curso o Agenda: <u>Procedimientos PC-021 y PC-025</u>			
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	FIRMA
01	ANGELLO MARTIN KEYES ANTONI	METROLOGO	
02	Hilner Rene Quispe Montesinos	Asist. Metrologia	
03	OLIVER RICHARD JARUE RAMOS	METROLOGO	
04	Carlos Emmanuel Montero Ortiz	Practicante	
05	Angel Guillermo Chinchihualpa Delgado	Asist. Metrologia	
06	José Maximiliano Alvarado Oyola	practicante	
Nombre del expositor/centro/persona convocante:		Firma	
<u>Karina Loja Castro</u>			
Conclusiones o lecciones aprendidas:			

Rev.01

**Figura 41**

Lista de asistencia del 10 de agosto del 2019 de la capacitación en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) al personal del laboratorio de PROMECAL S.A.C.

		<b>LISTA DE ASISTENCIA</b> <small>F01-JLAB-PR-10</small>	
Lugar: <u>Promecal</u>		Hora de inicio: <u>9:00</u>	Hora final: <u>1:00</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Capacitación interna	<input type="checkbox"/> Reunión de trabajo	Fecha: <u>2019-08-10</u>	
<input type="checkbox"/> Capacitación externa	<input type="checkbox"/> Comité		
Otros: _____			
Curso o Agenda: <u>Procedimientos PC-021 y PC-025</u>			
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	FIRMA
01	ANGELO MARTIN REYES ANTON	METROLOGO	
02	Milner Rene Quispe Montesinos	Asist. Metrologia	
03	OLIVER RICHARD JAGUE RAMOS	METROLOGO	
04	Carlos Emmanuel Mantera Ortiz	Practicante	
05	Angel Guillermo Chinchihualpa Delgado	Asist. Metrologia	
06	Jose Maximo Alvarado Oyola	practicante	
Nombre del expositor/centro/persona convocante:			Firma
<u>Karina Loja Castro</u>			
Conclusiones o lecciones aprendidas:			
_____			

Rev.01

Figura 42

Evaluación escrita Parte 1 del procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) realizada el 20 de agosto del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos

	EVALUACIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS BAJO EL PROCEDIMIENTO PC-021
NOMBRE Y APELLIDOS FECHA TOLUANA, GUATEMALA	OLIVER JAQUE RAMOS 2019-08-20

15,5

1. ¿QUÉ ES UN MULTÍMETRO DIGITAL Y LAS CLASES DE MULTÍMETROS?

UN MULTÍMETRO ES UN INSTRUMENTO QUE PUEDE MEDIR TENSIÓN CONTINUA Y ALTERNIA; CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNIA Y RESISTENCIA ELÉCTRICA ADENÁS DE OTRAS FUNCIONES COMO FRECUENCIA, CAPACITANCIA, ETC.

EXISTEN MULTÍMETROS DE MANDO, TIPO BANCO Y DE LABORATORIO. ✓ 1
2. ¿QUÉ ES INCERTIDUMBRE?

ES AQUEL PARÁMETRO NO NEGATIVO QUE CARACTERIZA EL GRADO DE DISPERSIÓN ASOCIADO A LA MEDICIÓN, ES AQUEL DUDA ASOCIADA AL MENSURANDO. ✓ 1
3. ¿QUÉ ES ERROR MÁXIMO PERMITIDO?

ES AQUEL LÍMITE DEL ERROR DE MEDICIÓN QUE GENERALMENTE ESTABLECE EL FABRICANTE PARA REFERENCIAR UN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN. ✓ 1
4. MARQUE VERDADERO (V) O FALSO (F) SEGÚN CORRESPONDA:

  - PATRÓN DE MEDICIÓN DE REFERENCIA ES EL PATRÓN QUE SE USA HABITUALMENTE PARA REALIZAR CALIBRACIONES O VERIFICACIONES. ✓ 1/2 (F) L
  - EL ERROR DE MEDICIÓN ES EL VALOR DE REFERENCIA MENOS EL VALOR MEDIDO. ✓ 1/2 (F) L
  - RESOLUCIÓN DE UN DISPOSITIVO VISUALIZADOR ES LA DIFERENCIA MÁS PEQUEÑA ENTRE INDICACIONES VISUALIZADAS. ✓ 1/2 (V) L
  - INCERTIDUMBRE TIPO B: SU FORMA DE DISTRIBUCIÓN SE ESTIMA SOBRE LA BASE DE LA EXPERIENCIA O LA INFORMACIÓN NO DISPONIBLE. ✓ 1/2 (F) L
5. ¿CUAL ES EL MÉTODO DE CALIBRACIÓN PARA MULTÍMETROS DIGITALES HASTA 5 V? COPIQUE

SE CALIBRA POR COMPARACIÓN DEBEVA SEGÚN EL PC-021, CON AYUDA DE UN CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN QUE PROPORCIONA A TRAVÉS DE SUS BORNES TENSIÓN Y CORRIENTE ALTERNIA Y CONTINUA. ✓ 2

ES NECESARIO UTILIZAR ACCESORIOS ADECUADOS COMO CABLES BANANA-BANANA, APANTALLADOS Y TENER UN CONTROL DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES, CON UN TERMOMEGROMETRO SE PUEDEN MONITOREAR DICHAS CONDICIONES. ✓

6. INDICAR LOS EQUIPOS Y MATERIALES QUE SE USA PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS SEGÚN EL PC-021 Y QUÉ CARACTERÍSTICA DEBEN TENER

  - \* CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN ✓
  - \* CABLES BANANA-BANANA ✓
  - \* CABLES APANTALLADOS ✓
  - \* TERMOMEGROMETRO CON ± 5% DE EMP PARA H.R. Y TEMPERATURA. ± 0,5°C ✓
  - \* AIRE ACONDICIONADO DE PRESECCIÓN. ✓
  - \* AMPLIFICADOR DE TRANSDUCTANCIA. X
7. ANTES DE INICIAR LA CALIBRACIÓN QUE SE DEBE COMPROBAR: (INDICAR COMO MÍNIMO 5 CONSIDERACIONES) ✓ 1 1/2

  - SE DEBEN REVISAR LAS PILAS O PRESENCIA DE SULFATACIÓN EN EL PONTABATERIAS. ✓
  - SE DEBEN VERIFICAR EL FUSIBLE (QUE NO ESTE ABIERTO). ✓
  - EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL CANTPO. ✓
  - SE DEBE CONTRA CON EL MANUAL DEL EQUIPO. ✓
  - SE DEBE IDENTIFICAR EL EQUIPO DE MANEJO INSTRUCCIA. ✓

Figura 43

Evaluación escrita Parte 2 del procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) realizada el 20 de agosto del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos



EVALUACIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS BAJO EL PROCEDIMIENTO PC-021

2/2

8. INDICAR LAS CONSIDERACIONES PARA LA CALIBRACIÓN EN TENSIÓN CONTINUA Y ALTERNA

0

9. INDICAR LAS CONSIDERACIONES PARA LA CALIBRACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA

0

10. INDICAR LAS CONSIDERACIONES PARA LA CALIBRACIÓN EN RESISTENCIA ELÉCTRICA

0

11. INDICAR LA EXPRESIÓN GENERAL PARA EL ERROR ( ) CON SUS RESPECTIVAS CORRECCIONES

$$E_M = (I_M + \delta I_M + \delta I_{M_T}) - (I_{M_0} + \delta I_{M_0}) - (I_P + \delta I_{P_C} + \delta I_{P_{NE}})$$

2 1/2

$I_M$ : INDICACIÓN DEL MULTÍMETRO

$\delta I_M$ : CORRECCIÓN DEL MULTÍMETRO DEBIDO A LA RESOLUCIÓN CUANDO SE APLICA LA SEÑAL

$\delta I_{M_T}$ : CORRECCIÓN DEBIDA A LA TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO

$I_{M_0}$ : INDICACIÓN CUANDO SE APLICA EL CORTOCIRCUITO

$\delta I_{M_0}$ : CORRECCIÓN DEBIDO A LA RESOLUCIÓN CUANDO SE APLICA EL CORTOCIRCUITO

$I_P$ : INDICACIÓN DEL PATRÓN

$\delta I_{P_C}$ : CORRECCIÓN DEL PATRÓN DEBIDO A SU CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

$\delta I_{P_{NE}}$ : CORRECCIÓN DEL PATRÓN DEBIDO A MÚLTIPLES EFECTOS

12. DE LA PREGUNTA ANTERIOR, INDICAR LAS APORTANTES PARA LA INCERTIDUMBRE

$U(I_M)$	INCERTIDUMBRE DEBIDO A LA VARIACIÓN DE LAS LECTURAS	✓
$U(\delta I_M)$	DEBIDO A LA RESOLUCIÓN DEL MULTÍMETRO	✓
$U(\delta I_{M_T})$	DEBIDO A LA TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	✓
$U(\delta I_{M_0})$	DEBIDO A LA RESOLUCIÓN CUANDO SE APLICA EL CORTOCIRCUITO	✓
$U(\delta I_{P_C})$	DEBIDO A LA SEÑAL DEL CALIBRADOR POR CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	✓
$U(\delta I_{P_{NE}})$	DEBIDO A MÚLTIPLES EFECTOS.	✓

2 1/2

Figura 44

Evaluación escrita Parte 1 del procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL) realizada el 20 de agosto del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón

		EVALUACIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS BAJO EL PROCEDIMIENTO PC-021
NOMBRE Y APELLIDOS: ANGELO MARTIN REYES ANTON		3/2
FECHA: 2019-08-20		17,5
EQUIPO A CALIBRAR:		17 1/2
1. ¿QUÉ ES UN MULTÍMETRO DIGITAL Y LAS CLASES DE MULTÍMETROS?		
TIPOS INSTRUMENTO MEDIDOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS LOS PRINCIPALES PARÁMETROS SON: CORRIENTE AC/DC; VOLTAJE AC/DC 1 Y RESISTENCIA AC/DC		
TIPOS: DEMANDO, DE BANCO, DE LABORATORIO. ✓		
2. ¿QUÉ ES INCERTIDUMBRE?		
PARÁMETRO NO NEGATIVO QUE CARACTERIZA LA DISPERSIÓN DE LOS VALORES ATRIBUIDOS AL MENDURANDO DE UN RESULTADO DE MEDICIÓN. DUDA EN EL VALOR DE UN RESULTADO DE MEDICIÓN. 1		
3. ¿QUÉ ES ERROR MÁXIMO PERMITIDO?		
VALOR LÍMITE PERMITIDO DEL VALOR DE LA INDICACIÓN DE UNA MEDICIÓN EN UN INSTRUMENTO. DETERMINADO POR LAS CARACTERÍSTICAS DEL INSTRUMENTO. 1		
4. MARQUE VERDADERO (V) O FALSO (F) SEGÚN CORRESPONDA:		
PATRÓN DE MEDICIÓN DE REFERENCIA ES EL PATRÓN QUE SE USA HABITUALMENTE PARA REALIZAR CALIBRACIONES O VERIFICACIONES.		1/2 (F) ✓
EL ERROR DE MEDICIÓN ES EL VALOR DE REFERENCIA MENOS EL VALOR MEDIDO.		1/2 (F) ✓
RESOLUCIÓN DE UN DISPOSITIVO VISUALIZADOR ES LA DIFERENCIA MÁS PEQUEÑA ENTRE INDICACIONES VISUALIZADAS.		1/2 (V) ✓
INCERTIDUMBRE TIPO B: SU FORMA DE DISTRIBUCIÓN SE ESTIMA SOBRE LA BASE DE LA EXPERIENCIA O LA INFORMACIÓN NO DISPONIBLE.		
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN		
DERIVA DE EQUIPOS		
MANUALES		
EQUIPOS AUXILIARES		
OBSERVADOR		0 (V) X
5. ¿CUÁL ES EL MÉTODO DE CALIBRACIÓN PARA MULTÍMETROS DIGITALES HASTA 5 Y? EXPLIQUE		
MÉTODO DIRECTO: SE GENERA EN LOS BORNES DEL CALIBRADOR LOS VALORES DE CORRIENTE, VOLTAJE, RESISTENCIA, ETC Y SE MIDEN DICHS VALORES DIRECTAMENTE CON EL MULTÍMETRO MEDIANTE SUS CABLES. 2		
6. INDICAR LOS EQUIPOS Y MATERIALES QUE SE USA PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS SEGÚN EL PC-021 Y QUÉ CARACTERÍSTICA DEBEN TENER		
- CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN: MEJORES ESPECIFICACIONES QUE EL MULTÍMETRO. (0,01% A 1 AÑO)? 1		
- TERMÓHIGRÓMETRO: CALIBRADO		
- CABLES APANTALLADOS (1000V; 30A)		
- CABLES DE LONGITUD CORTA (1000V; 30A)		
- AIRE ACONDICIONADO; 23 ± 3 °C / < 85% H <sub>2</sub> O LO QUE INDICAN LOS MANUALES		
- COMPUTADORA Y SOFTWARE PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS		
- MANUALES (INSTRUMENTO Y PATRONES) ✓		
7. ANTES DE INICIAR LA CALIBRACIÓN QUE SE DEBE COMPROBAR: (INDICAR COMO MÍNIMO 5 CONSIDERACIONES)		
- BATERÍAS EN BUEN ESTADO (>90% DE CARGA) ✓ 1 1/2		
- CONDICIONES AMBIENTALES ÓPTIMAS SEGÚN PROCEDIMIENTO Y MANUALES		
- REALIZAR EL CERO DEL CALIBRADOR		
- COMPROBAR QUE EL TIEMPO DE CALENTAMIENTO SEA MÍNIMO 30 MIN. O		
- FUSIBLES EN BUEN ESTADO		
- SE VENTA CON LOS MANUALES DEL MULTÍMETRO Y PATRÓN.		



#### **3.1.1.4. Autorización del personal de trabajo en el laboratorio según el procedimiento de multímetros digitales PC-021.**

Para continuar con el proceso de autorización al personal de PROMECAL S.A.C. debieron haber aprobado la evaluación escrita de calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL). La autorización al personal se dio de la siguiente manera:

- Entrenamiento en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021 de INACAL) siguiendo el formato de evaluación para la calibración de multímetros digitales - F04-CCAL-IT-01, el cual constaba en conocer el equipamiento a utilizar, consideraciones antes, durante y después de las mediciones a realizar en las funciones de tensión, corriente y resistencia eléctrica. En las Figuras 46, 47, 48 y 49 se muestra los seguimientos realizados los días 2,4,11 y 13 de setiembre del 2019.
- Evaluación estadística del personal a evaluar con el metrólogo de referencia, dicha evaluación constó en realizar mediciones con un multímetro digital en las funciones de tensión, corriente y resistencia eléctrica, cuyos resultados fueron comparados estadísticamente con el metrólogo de referencia y el personal a autorizar. En las Figuras 50, 51, 52, 53 y 54 se muestra las evaluaciones estadísticas realizadas al personal de PROMECAL S.A.C.
- Se da la autorización al personal siempre y cuando los resultados sean compatibles estadísticamente con el personal de referencia. Para ello se llena una ficha de competencia del personal técnico- F02-CCAL-IT-01, como se muestra en la Figura 54.

Figura 46

Evaluación para la calibración de multímetros digitales- F04-CCAL-IT-01 realizada el 2 de setiembre del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón

F04-CCAL-IT-01

		EVALUACIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS, PINTAS AMPERIMÉTRICAS, PINTAS MULTIMÉTRICAS			
NOMBRE Y APELLIDOS		ANGELLO REYES			
FECHA		2019-09-02			
EQUIPO A CALIBRAR		MULTÍMETRO AM-240 AMPEROS D.S.: 3783			
GENERAL		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
PROGRAMA DE CALIBRACIÓN		/			/
ACTA DE RECEPCIÓN DE EQUIPOS		/			
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN		/			
PLANTILLA		/			
PATRONES		/			
REVISIÓN DE LA PARTE EXTERNA		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
SERIE		/			/
CÓDIGO		/			
COMPARTIMENTO DE PILAS Y/O BATERÍAS		/			
FUSIBLES		/			
CABLES DE PRUEBA		/			
ENCENDIDO		/			
TOMA DE DATOS					
TOMIÓN DC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS		/			/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
CORTO		/			
REPETIBILIDAD		/			
TOMIÓN AC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS		/			/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
REPETIBILIDAD		/			
CORRIENTE DC		/			
CORRIENTE AC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS		/			/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
ALINEACIÓN		/			
DESMAGNETIZACIÓN		/			
CORRIENTE AC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS		/			/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
ALINEACIÓN		/			
COMPENSACIÓN		/			
MULTÍMETRO ELÉCTRICOS		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS		/			/
CONEXIONADO A DOS HILOS/CUATRO HILOS		/			
COMPENSACIÓN HASTA 10 uOHM		/			
CORTO		/			
REPETIBILIDAD		/			
EMISIÓN DE CERTIFICADO Y ENTREGA DEL SERVICIO DE CALIBRACIÓN		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
ORDEN DE SERVICIO		/			/
ASIGNACIÓN DE CERTIFICADO		/			
TRANSMISIBILIDAD		/			
FECHA DE CALIBRACIÓN		/			
FECHA DE EMISIÓN		/			
CONDICIONES AMBIENTALES		/			
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN Y/O MÉTODO DE CALIBRACIÓN		/			
OBSERVACIONES		/			
LIMPIEZA DE EQUIPO		/			
ETIQUETADO		/			
ACTA DE CALIBRACIÓN		/			
CERTIFICADO		/			
FIRMA Y SELLO		/			
N° DE PÁGINAS		/			
INDICACIÓN DE FIN DE DOCUMENTO		/			
RESULTADOS DE MEDICIÓN		/			
ESCANEADO DE CERTIFICADO		/			

Rev.01

256

Figura 47

Evaluación para la calibración de multímetros digitales- F04-CCAL-IT-01 realizada el 4 de setiembre del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón

F04-CCAL-IT-01

		EVALUACIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS, PINZAS AMPERMÉTRICAS, PINZAS MULTIMÉTRICAS			
NOMBRE Y APELLIDOS		ANGELLO REYES			
FECHA		2019-09-04			
EQUIPO A CALIBRAR		MULTÍMETRO FLUKE 289			
		O.S: 3819			
GENERAL		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
PROGRAMA DE CALIBRACIÓN		/			/
ACTA DE RECEPCIÓN DE EQUIPOS		/			
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN		/			
PLANTILLA		/			
PATRONES		/			
REVISIÓN DE LA PARTE EXTERNA		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
SERIE		/			/
CÓDIGO		/			
COMPARTIMIENTO DE FILAS Y/O BATERÍAS		/			
FUSIBLES		/			
CABLES DE PRUEBAS		/			
EMENDADO		/			
TOMA DE DATOS					
CORRIENTE DC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS		/			/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
CORTO		/			
REPETIBILIDAD		/			
CORRIENTE AC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS		/			/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
CORTO		/			
REPETIBILIDAD		/			
CORRIENTE DC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APROPIADOS		/			/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
ALINEACIÓN		/			
REMANENTIZACIÓN		/			
REPETIBILIDAD		/			
CORRIENTE AC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APROPIADOS		/			/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
ALINEACIÓN		/			
COMPENSACIÓN		/			
REPETIBILIDAD		/			
RESISTENCIA ELÉCTRICAS		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS		/			/
CONEXIONADO A DOS HILOS/CUATRO HILOS		/			
COMPENSACIÓN HASTA 30 OHMS		/			
CORTO		/			
REPETIBILIDAD		/			
EMISIÓN DE CERTIFICADO Y ENTREGA DEL SERVICIO DE CALIBRACIÓN		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
DISEÑO DE SERVICIO		/			/
ASIGNACIÓN DE CERTIFICADO		/			
TRAZABILIDAD		/			
FECHA DE CALIBRACIÓN		/			
FECHA DE EMISIÓN		/			
CONDICIONES AMBIENTALES		/			
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN Y/O MÉTODO DE CALIBRACIÓN		/			
OBSERVACIONES		/			
LIMPIEZA DE EQUIPO		/			
ETIQUETADO		/			
ACTA DE CALIBRACIÓN		/			
CERTIFICADO		/			
FIRMA Y SELLO		/			
N° DE PÁGINAS		/			
INDICACIÓN DE FIN DE DOCUMENTO		/			
RESULTADOS DE MEDICIÓN		/			
ESCANEO DE CERTIFICADO		/			

Rev.01 256

Figura 48

Evaluación para la calibración de multímetros digitales- F04-CCAL-IT-01 realizada el 11 de setiembre del 2019 a personal Oliver Jaque Ramos

		EVALUACIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS, PINZAS AMPERIMÉTRICAS, PINZAS MULTIMÉTRICAS			
NOMBRE Y APELLIDOS		OLIVER JAQUE			
FECHA		2019-09-11			
EQUIPO A CALIBRAR		MULTÍMETRO DIGITAL / N.º: 463J0009 05 3844			
GENERAL	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES	
PROGRAMA DE CALIBRACIÓN	/			/	
ACTA DE RECEPCIÓN DE EQUIPOS	/				
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	/				
PLANTILLA	/				
PATRONES	/				
REVISIÓN DE LA PARTE EXTERNA	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES	
SERIE	/			/	
CÓDIGO	/		X		
COMPARTIMIENTO DE PILAS Y/O BATERÍAS	/				
FUSIBLES	/				
CABLES DE PRUEBAS	/				
ENCENDIDO	/				
TOMA DE DATOS					
TENSIÓN DC	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES	
CABLES APANTALLADOS	/			/	
CONEXIONADO	/				
COLOCAR A TIERRA	/				
CORTO	/				
REPETIBILIDAD	/				
TENSIÓN AC	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES	
CABLES APANTALLADOS	/			/	
CONEXIONADO	/				
COLOCAR A TIERRA	/				
REPETIBILIDAD	/				
CORRIENTE DC	/				
CORRIENTE DC	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES	
CABLES APROPIADOS	/			/	
CONEXIONADO	/				
COLOCAR A TIERRA	/				
ALIMENTACIÓN	/		X		
DESMAGNÉTICACIÓN	/		X		
REPETIBILIDAD	/				
CORRIENTE AC	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES	
CABLES APROPIADOS	/			/	
CONEXIONADO	/				
COLOCAR A TIERRA	/				
ALIMENTACIÓN	/		X		
COMPENSACIÓN	/		X		
REPETIBILIDAD	/				
RESISTENCIA ELÉCTRICAS	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES	
CABLES APANTALLADOS	/			/	
CONEXIONADO A DOS HILOS/ CUATRO HILOS	/				
COMPENSACIÓN HASTA 10 KΩHM	/				
CORTO	/				
REPETIBILIDAD	/				
EMISIÓN DE CERTIFICADO Y ENTREGA DEL SERVICIO DE CALIBRACIÓN					
ORDEN DE SERVICIO	/			/	
ASIGNACIÓN DE CERTIFICADO	/				
TRAZABILIDAD	/				
FECHA DE CALIBRACIÓN	/				
FECHA DE EMISIÓN	/				
CONDICIONES AMBIENTALES	/				
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN Y/O MÉTODO DE CALIBRACIÓN	/				
OBSERVACIONES	/				
LIMPIEZA DE EQUIPO	/				
ETIQUETADO	/				
ACTA DE CALIBRACIÓN	/				
CERTIFICADO	/				
FIRMA Y SELLO	/				
Nº DE PÁGINAS	/				
INDICACIÓN DE FIN DE DOCUMENTO	/				
RESULTADOS DE MEDICIÓN	/				
ESCANEO DE CERTIFICADO	/				



Rev.01

Figura 49

Evaluación para la calibración de multímetros digitales- F04-CCAL-IT-01 realizada el 13 de setiembre del 2019 a personal Oliver Jaque Ramos

F04-CCAL-IT-01

		EVALUACIÓN PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS, PINZAS AMPERIMÉTRICAS, PINZAS MULTIMÉTRICAS			
NOMBRE Y APELLIDOS		OLIVER JAQUE			
FECHA		2019-09-13			
EQUIPO A CALIBRAR		PINZA AMPERIMÉTRICA / HIJOS 03-3822			
GENERAL		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
PROGRAMA DE CALIBRACIÓN		/			/
ACTA DE RECEPCIÓN DE EQUIPOS		/			
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN		/			
PLANTILLA		/			
PATRONES		/			
REVISIÓN DE LA PARTE EXTERNA		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
SERIE		/			/
CÓDIGO		/			
COMPARTIMIENTO DE PILAS Y/O BATERÍAS		/			
FUSIBLES				X	
CABLES DE PRUEBAS		/			
ENCENDIDO		/			
TOMA DE DATOS					
TENSIÓN DC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS				X	La salida de los bornes son diferentes
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
CORTO		/			
REPETIBILIDAD		/			
TENSIÓN AC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS				X	/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
REPETIBILIDAD		/			
CORRIENTE DC				X	
CORRIENTE AC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS				X	/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
ALINEACIÓN		/			
DESARMAGNETIZACIÓN		/			
REPETIBILIDAD		/			
CORRIENTE AC		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS				X	/
CONEXIONADO		/			
COLOCAR A TIERRA		/			
ALINEACIÓN		/			
COMPENSACIÓN		/			
RESISTENCIA ELÉCTRICAS		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
CABLES APANTALLADOS				X	Cables del Inst.
CONEXIONADO A DOS HILOS/CUATRO HILOS		/			
COMPENSACIÓN HASTA 10 AOHV				X	
CORTO		/			
REPETIBILIDAD		/			
EMISIÓN DE CERTIFICADO Y ENTRADA DEL SERVICIO DE CALIBRACIÓN		SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
ORDEN DE SERVICIO		/			/
ASIGNACIÓN DE CERTIFICADO		/			
TRAZABILIDAD		/			
FECHA DE CALIBRACIÓN		/			
FECHA DE EMISIÓN		/			
CONDICIONES AMBIENTALES		/			
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN Y/O MÉTODO DE CALIBRACIÓN		/			
OBSERVACIONES		/			
LIMPIEZA DE EQUIPO		/			
ETIQUETADO		/			
ACTA DE CALIBRACIÓN		/			
CERTIFICADO		/			
FIRMA Y SELLO		/			
Nº DE PÁGINAS		/			
INDICACIÓN DE FIN DE DOCUMENTO		/			
RESULTADOS DE MEDICIÓN		/			
ESCANEOS DE CERTIFICADO		/			



Rev.01

Figura 50

Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte 1, realizada el 3 de octubre del 2019 al personal Angello Marín Reyes Antón



**EVALUACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL PERSONAL DE CALIBRACIÓN: CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS DIGITALES DE 5 1/2**  
F05-CCAL-IT-01 Rev. 02

**Fecha:** 2019-10-03  
**Personal a evaluar:** ANGELLO MARTIN REYES ANTON  
**Personal evaluador:** KARINA LOJA CASTRO  
**Magnitud:** ELECTRICIDAD

**Evaluación estadística:**

PERSONAL DE CALIBRACIONES	CÓDIGO
ANGELLO MARTIN REYES ANTON	x
KARINA LOJA CASTRO	y

Indicación del Patrón	
50 mV @ 60 Hz	
5 V @ 60 Hz	
360 mA @ 1 kHz	
250 Mohm	

ITEM	TEN1	TENS1	COR1	RES1	TEN2	TENS2	COR2	RES2
1	49,95	4,5000	359,87	250,5	49,97	4,4999	359,89	250,4
2	49,96	4,5004	359,87	250,4	49,96	4,5001	359,90	250,5
3	49,97	4,5004	359,88	250,4	49,94	4,5004	359,91	250,6
4	49,94	4,5005	359,90	250,5	49,95	4,4997	359,89	250,6
5	49,93	4,5004	359,91	250,6	49,94	4,5003	359,88	250,6
6	49,94	4,5002	359,92	250,5	49,95	4,5008	359,89	250,5
7	49,95	4,5003	359,91	250,7	49,99	4,4999	359,88	250,5
8	49,96	4,4996	359,91	250,6	49,97	4,5000	359,90	250,4
9	49,96	4,4998	359,90	250,4	49,93	4,4995	359,89	250,6
10	49,97	4,5001	359,89	250,6	49,92	4,4996	359,91	250,7

H0: p-value ≥ 0,05 – Se acepta la prueba  
 H1: p-value < 0,05 – Se rechaza la prueba

**Prueba de Normalidad:**

```

> x<-c(49.95, 49.96, 49.97, 49.94, 49.93, 49.94, 49.93, 49.95, 49.96, 49.96, 49.97)
> y<-c(49.97, 49.96, 49.94, 49.95, 49.94, 49.95, 49.99, 49.97, 49.93, 49.92)
> shapiro.test(x)

      shapiro-wilk normality test

data:  x
W = 0.93185, p-value = 0.4664
> shapiro.test(y)

      shapiro-wilk normality test

data:  y
W = 0.97714, p-value = 0.948
        
```

Como podemos observar, el p-valor de ambas variables (0,4664 y 0,948) se sitúa por encima de 0,05. Esto significa que aceptamos la hipótesis nula y consideramos que ambas se distribuyen siguiendo una distribución normal.

**Prueba de Homocedasticidad:**

```

> var.test(x,y)

      F test to compare two variances

data:  x and y
F = 0.40657, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.1962
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.1009852 1.6368310
sample estimates:
ratio of variances
 0.4065657

Las muestras tienen varianzas homogéneas.
        
```

**T-student:**

```

> t.test(x,y)

      Welch Two Sample t-test

data:  x and y
t = 0.12711, df = 15.28, p-value = 0.9005
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.01574127  0.01774127
sample estimates:
mean of x mean of y
 49.953  49.952

Las muestras tienen medias iguales.
        
```

**Prueba de Normalidad:**

```

> x<-c(4.5000, 4.5004, 4.5004, 4.5005, 4.5004, 4.5002, 4.5003, 4.4996, 4.4998, 4.5001)
> y<-c(4.4999, 4.5001, 4.5004, 4.4997, 4.5003, 4.5008, 4.4999, 4.5000, 4.4995, 4.4996)
> shapiro.test(x)

      shapiro-wilk normality test

data:  x
W = 0.90411, p-value = 0.241
> shapiro.test(y)

      shapiro-wilk normality test

data:  y
W = 0.96044, p-value = 0.7908
        
```

Figura 51

Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte 2, realizada el 3 de octubre del 2019 al personal Angello Marín Reyes Antón

```
Como podemos observar, el p-valor de ambas variables [0,243 y 0,7908] se sitúa por encima de 0,05. Esto significa que aceptamos la hipótesis nula y consideramos que ambas se distribuyen siguiendo una distribución normal.
```

```
Prueba de Homocedasticidad:  
> var.test(x,y)  
  
F test to compare two variances  
data: x and y  
F = 0.55155, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.3887  
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1  
95 percent confidence interval:  
 0.1269981 2.2205319  
sample estimates:  
ratio of variances  
 0.5515537  
  
Las muestras tienen varianzas homogéneas.
```

```
T-student:  
> t.test(x,y)  
  
welch Two Sample t-test  
data: x and y  
t = 0.96006, df = 16.612, p-value = 0.3508  
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0  
95 percent confidence interval:  
 -0.0001602259  0.0004802259  
sample estimates:  
mean of x mean of y  
  4.50017  4.50002  
  
Las muestras tienen medias iguales.
```

```
Prueba de Normalidad:  
> x<-c(359.87, 359.87, 359.88, 359.90, 359.91, 359.92, 359.91, 359.91, 359.90, 359.89)  
> y<-c(359.89, 359.90, 359.91, 359.89, 359.88, 359.89, 359.88, 359.90, 359.89, 359.91)  
> shapiro.test(x)  
  
Shapiro-wilk normality test  
data: x  
W = 0.9062, p-value = 0.2559  
> shapiro.test(y)  
  
Shapiro-wilk normality test  
data: y  
W = 0.89165, p-value = 0.177  
  
Como podemos observar, el p-valor de ambas variables [0,2559 y 0,177] se sitúa por encima de 0,05. Esto significa que aceptamos la hipótesis nula y consideramos que ambas se distribuyen siguiendo una distribución normal.
```

```
Prueba de Homocedasticidad:  
> var.test(x,y)  
  
F test to compare two variances  
data: x and y  
F = 2.7308, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.1506  
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1  
95 percent confidence interval:  
 0.6782848 10.9940610  
sample estimates:  
ratio of variances  
 2.730769  
  
Las muestras tienen varianzas homogéneas.
```

```
T-student:  
> t.test(x,y)  
  
welch Two sample t-test  
data: x and y  
t = 0.3046, df = 14.812, p-value = 0.7649  
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0  
95 percent confidence interval:  
 -0.01201037  0.01601037  
sample estimates:  
mean of x mean of y  
 359.896  359.894  
  
Las muestras tienen medias iguales.
```

```
Prueba de Normalidad:  
> x<-c(250.5,250.4,250.4,250.5,250.6,250.5,250.7,250.6,250.4,250.6)  
> y<-c(250.4,250.5,250.6,250.6,250.6,250.5,250.5,250.4,250.6,250.7)  
> shapiro.test(x)  
  
Shapiro-wilk normality test  
data: x  
W = 0.89461, p-value = 0.191  
> shapiro.test(y)  
  
Shapiro-wilk normality test  
data: y  
W = 0.90444, p-value = 0.2449  
  
Como podemos observar, el p-valor de ambas variables [0,191 y 0,2449] se sitúa por encima de 0,05. Esto significa que aceptamos la hipótesis nula y consideramos que ambas se distribuyen siguiendo una distribución normal.
```

```
Prueba de Homocedasticidad:
```

## Figura 52

Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte 3, realizada el 3 de octubre del 2019 al personal Angello Marín Reyes Antón

```
> var.test(x,y)

      F test to compare two variances

data:  x and y
F = 1.1429, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.8456
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.2838695 4.6011362
sample estimates:
ratio of variances
 1.142857

Las muestras tienen varianzas homogéneas.

T-student:

> t.test(x,y)

      Welch Two Sample t-test

data:  x and y
t = -0.44721, df = 17.92, p-value = 0.6603
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.11398603  0.07398603
sample estimates:
mean of x mean of y
 250.52    250.54

Las muestras tienen medias iguales.

Conclusión:
Se concluye que el personal evaluado ha obtenido resultados estadísticamente compatibles con el personal de referencia.
```

Figura 53

Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte1, realizada el 11 de octubre del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos



**Promecal**  
Todo lo relacionado al mundo eléctrico

**EVALUACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL PERSONAL DE CALIBRACIÓN: CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS DIGITALES DE 5 1/2**

F05-CCAL-IT-01 Rev. 03

**Fecha:** 2019-10-11

**Personal a evaluar:** OLIVER RICHARD JAQUE RAMOS

**Personal evaluador:** KARINA LOJA CASTRO

**Magnitud:** ELECTRICIDAD

**Evaluación estadística:**

PERSONAL DE CALIBRACIONES	CÓDIGO
OLIVER RICHARD JAQUE RAMOS	x
KARINA LOJA CASTRO	y

No : p-value > 0,05 – Se acepta la prueba  
 HI : p-value < 0,05 – Se rechaza la prueba

Indicación del Patrón corregido	
50 mV @ 50 Hz	
4.5 V @ 50 Hz	
350 A @ 60 Hz	
250 Mohm	

ITEM	TEN1	TENS1	COR1	RES1	TEN2	TENS2	COR2	RES2
1	49,98	4,4999	359,85	250,5	49,97	4,5000	359,88	250,4
2	49,99	4,5004	359,87	250,5	49,96	4,4998	359,89	250,5
3	49,96	4,5005	359,86	250,4	50,00	4,4999	359,90	250,6
4	50,02	4,5004	359,88	250,5	49,94	4,5001	359,90	250,6
5	49,98	4,5002	359,89	250,6	49,99	4,5004	359,89	250,7
6	50,03	4,5003	359,90	250,7	49,97	4,4997	359,92	250,5
7	49,98	4,4996	359,88	250,6	49,98	4,5003	359,85	250,5
8	49,99	4,4995	359,87	250,6	49,96	4,4999	359,88	250,4
9	50,00	4,4997	359,89	250,5	49,97	4,4999	359,89	250,6
10	50,02	4,4998	359,86	250,6	50,04	4,5000	359,90	250,6

**Prueba de Normalidad:**

```

> x=c(49.98, 49.99, 49.96, 50.02, 49.98, 50.03, 49.98, 49.99, 50.00, 50.02)
> y=c(49.97, 49.96, 50.00, 49.94, 49.99, 49.97, 49.98, 49.96, 49.97, 50.04)
> shapiro.test(x)

      shapiro-wilk normality test

data:  x
W = 0.9305, p-value = 0.4529
> shapiro.test(y)

      shapiro-wilk normality test

data:  y
W = 0.90436, p-value = 0.2444
    
```

Como podemos observar, el p-valor de ambas variables (0,4529 y 0,2444) se sitúa por encima de 0,05. Esto significa que aceptamos la hipótesis nula y consideramos que ambas se distribuyen siguiendo una distribución normal.

**Prueba de Homocedasticidad:**

```

> var.test(x,y)

      F test to compare two variances

data:  x and y
F = 0.65828, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.5433
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.1635084 2.6502476
sample estimates:
ratio of variances
 0.658284
    
```

Las muestras tienen varianzas homogéneas.

**T-Student:**

```

> t.test(x,y)

      welch Two sample t-test

data:  x and y
t = 1.5232, df = 17.267, p-value = 0.1458
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.006518798 0.040318798
sample estimates:
mean of x mean of y
 49.995 49.978
    
```

Las muestras tienen medias iguales, por lo que se concluye que son compatibles estadísticamente.

**Prueba de Normalidad:**

```

> x=c(4.4999, 4.5004, 4.5005, 4.5004, 4.5002, 4.5003, 4.4996, 4.4995, 4.4997, 4.4998)
> y=c(4.5000, 4.4998, 4.4999, 4.5001, 4.5004, 4.4997, 4.5003, 4.4999, 4.4999, 4.5000)
> shapiro.test(x)

      shapiro-wilk normality test

data:  x
W = 0.90601, p-value = 0.2547
> shapiro.test(y)

      shapiro-wilk normality test

data:  y
W = 0.93078, p-value = 0.4556
    
```

Como podemos observar, el p-valor de ambas variables (0,2547 y 0,4556) se sitúa por encima de 0,05. Esto significa que aceptamos la hipótesis nula y consideramos que ambas se distribuyen siguiendo una distribución normal.

**Prueba de Homocedasticidad:**

```

> var.test(x,y)

      F test to compare two variances

data:  x and y
F = 2.9548, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.1223
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.7339211 11.8958542
sample estimates:
ratio of variances
 2.954762
    
```

Figura 54

Evaluación estadística para el personal de calibración-Calibración de multímetros digitales- F05-CCAL-IT-01, utilizando el programa RStudio Parte 2, realizada el 11 de octubre del 2019 al personal Oliver Jaque Ramos

```
Las muestras tienen varianzas homogéneas.

T-Student:
> t.test(x,y)

Welch Two Sample t-test

data: x and y
t = 0.22083, df = 14.466, p-value = 0.8283
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.0002604941  0.0003204941
sample estimates:
mean of x mean of y
 4.50003  4.50000

Las muestras tienen medias iguales, por lo que se concluye que son compatibles estadísticamente.

Prueba de Normalidad:
> x=c(359.85, 359.87, 359.86, 359.88, 359.89, 359.90, 359.88, 359.87, 359.89, 359.86)
> y=c(359.88, 359.89, 359.90, 359.89, 359.92, 359.85, 359.88, 359.89, 359.90)
> shapiro.test(x)

Shapiro-Wilk normality test

data: x
W = 0.96572, p-value = 0.8489
> shapiro.test(y)

Shapiro-Wilk normality test

data: y
W = 0.91037, p-value = 0.2822

Como podemos observar, el p-valor de ambas variables (0,8486 y 0,2822) se sitúa por encima de 0,05. Esto significa que aceptamos la hipótesis nula y consideramos que ambas se distribuyen siguiendo una distribución normal.

Prueba de Homocedasticidad:
> var.test(x,y)

F test to compare two variances

data: x and y
F = 0.75, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.6752
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.1962894  3.0184956
sample estimates:
ratio of variances
 0.75

Las muestras tienen varianzas homogéneas.

T-Student:
> t.test(x,y)

Welch Two Sample t-test

data: x and y
t = -1.964, df = 17.64, p-value = 0.06589
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.011069562  0.001069562
sample estimates:
mean of x mean of y
 359.873  359.890

Las muestras tienen medias iguales, por lo que se concluye que son compatibles estadísticamente.

Prueba de Normalidad:
> x=c(250.5,250.5,250.4,250.5,250.6,250.7,250.6,250.6,250.5,250.6)
> y=c(250.4,250.6,250.6,250.7,250.5,250.5,250.4,250.6,250.6)
> shapiro.test(x)

Shapiro-Wilk normality test

data: x
W = 0.90846, p-value = 0.2576
> shapiro.test(y)

Shapiro-Wilk normality test

data: y
W = 0.90444, p-value = 0.2449

Como podemos observar, el p-valor de ambas variables (0,2576 y 0,2449) se sitúa por encima de 0,05. Esto significa que aceptamos la hipótesis nula y consideramos que ambas se distribuyen siguiendo una distribución normal.

Prueba de Homocedasticidad:
> var.test(x,y)

F test to compare two variances

data: x and y
F = 0.77381, num df = 9, denom df = 9, p-value = 0.7087
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.1922033  3.1153528
sample estimates:
ratio of variances
 0.7738095

Las muestras tienen varianzas homogéneas.

T-Student:
> t.test(x,y)

Welch Two Sample t-test

data: x and y
t = 0.24577, df = 17.712, p-value = 0.8087
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.07558315  0.09558315
sample estimates:
mean of x mean of y
 250.55  250.54

Las muestras tienen medias iguales, por lo que se concluye que son compatibles estadísticamente.

Conclusión:

Se concluye que el personal evaluado ha obtenido resultados estadísticamente compatibles con el personal de referencia.
```

Figura 55

Ficha de competencia del personal técnico- F02-CCAL-IT-01, realizada el 3 de octubre del 2019 al personal Angello Martín Reyes Antón



**PromeCal**  
Centro de Calibración de Instrumentos de Medición Física

FICHA DE COMPETENCIA DEL PERSONAL TÉCNICO

F02-CCAL-IT-01

---

**I. INFORMACIÓN GENERAL:**

PERSONAL A EVALUAR : ANGELLO MARTÍN REYES ANTÓN

PROCEDIMIENTO Y/O ACTIVIDAD : PC-021 - INACAL

FECHA DE EVALUACIÓN : 2019-10-03

FECHA ELABORACIÓN REGISTRO : 2019-10-03

---

**II. CRITERIOS PARA OTORGAR AUTORIZACIÓN:**

N°	CRITERIO	PUNTAJACIÓN
1	Conocimiento PC-021 - INACAL	6
2	Calibración de Multimetros Digitales	6
3	Comparación de Metrologos (Petrologos Refinados)	6
4		
5		
6		
7		
8		
9		
PUNTAJACIÓN TOTAL		18

---

**III. CONCLUSIÓN:**

El personal evaluado esta apto, ya que pasó todas las pruebas realizadas.

---

**IV. AUTORIZACIÓN:**

Se autoriza al personal : Angello Reyes A.

para: calibración de multimetros digitales usando el PC-021 - Inacal.



Firma  
JEFE DE LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Rev.02

### 3.1.2. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

#### - Técnicas

Las técnicas usadas para cumplir con la implementación de los requisitos técnicos que permite la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 son las que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Descripción de las técnicas utilizadas para la recolección de información*

Técnica	Descripción
Documental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de las actividades desarrolladas.</li> <li>- Recojo de información de normas, directrices del INACAL-DA, procedimientos de calibración, libros, manuales, entre otros. A continuación, se mencionan:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) NTP ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración</li> <li>b) NTP ISO/IEC 17000:2020 Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios generales</li> <li>c) DA-acr-09D Directriz para la evaluación de la incertidumbre de la medición en laboratorios de ensayo y calibración.</li> <li>DA-acr-12D Criterios para la trazabilidad de las mediciones.</li> <li>d) DA-acr-13D Directriz de criterios para la participación en ensayos de aptitud/comparaciones interlaboratorios.</li> <li>e) DA-acr-01P Procedimiento general de acreditación.</li> <li>f) DA-acr-01R Reglamento para la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad (OEC).</li> <li>g) VIM - Vocabulario internacional de metrología-conceptos básicos y generales, y términos asociados.</li> <li>h) PC-021- Procedimiento para la calibración de multímetros digitales.</li> <li>i) GUM - Guía para expresar la incertidumbre en la medición.</li> <li>j) Manual del calibrador multifunción Fluke 5522A.</li> <li>k) Libro de Fluke, Filosofía en práctica- calibración</li> <li>l) Entre otra documentación.</li> </ul> </li> <li>- Análisis y adecuación de la norma ISO/IEC 17025, directrices del INACAL-DA, procedimiento de calibración, entre otros documentos relacionados a la calibración de multímetros digitales.</li> </ul>
Capacitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación del personal de PROMECAL S.A.C. en la calibración de multímetros digitales.</li> </ul>
Entrenamiento y supervisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrenamiento del personal de calibraciones para la autorización para la calibración de multímetros digitales.</li> <li>- Se determinó actos y condiciones en las actividades de los trabajadores que permitieron la autorización del personal de PROMECAL S.A.C.</li> </ul>
Observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación de la medición con el multímetro en las funciones de tensión, corriente y resistencia eléctrica.</li> <li>- Extracción de los datos de tipo cualitativo y cuantitativo.</li> </ul>

## - Instrumentos

Los instrumentos que se usaron para cumplir con la implementación de los requisitos técnicos que permite la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 son las que se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Descripción de los instrumentos utilizados para realización de las actividades*

<b>Instrumento</b>	<b>Descripción</b>
Lista de asistencia	✓ Formato donde se registran a los participantes de las capacitaciones que han recibido.
Informes y evaluaciones	✓ Contienen datos cualitativos y cuantitativos de las validaciones de la hoja de medición y cálculo y evaluaciones al personal de PROMECAL S.A.C.
Normas y guías	✓ Documentos varios, principios que se adoptan para seguir el correcto desarrollo para la acreditación en el procedimiento de calibración de multímetros digitales.
Documentos de presentación para las capacitaciones	✓ Documento digital, guía de observación para complementar la capacitación.
Hojas de medición y cálculo	✓ Formato donde se registran las mediciones realizadas para la calibración de multímetros digitales, que muestra los cálculos para el reporte de los resultados de las mediciones.
Software	✓ RStudio programa estadístico se usa para realizar las evaluaciones estadísticas al personal y validación de la hoja de medición y cálculo.

- **Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades**

Los equipos y materiales que se usaron para cumplir con la implementación de los requisitos técnicos que permite la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 son las que se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Descripción de los equipos utilizados para llevar a cabo las actividades*

<b>Equipos</b>	<b>Materiales</b>
Fotocopiadora multifunción	✓ Normas, guías, lista de asistencias, procedimientos, etc.
Proyector	✓ Imagen visual del documento de la capacitación.
Pizarra	✓ Operaciones para estimar la incertidumbre de medición.
Computadora	✓ Documento de la presentación de la capacitación, procedimientos e instructivos técnicos.
Instrumentos de medición	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Calibrador multifunción Fluke 5522A.</li> <li>✓ Multímetro digital Fluke 289.</li> <li>✓ Termohigrómetro Fluke 1620A.</li> </ul>
Material y/o equipo complementario	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mesa antivibratoria</li> <li>✓ Aire acondicionado de precisión</li> <li>✓ Cables apantallados</li> </ul>

### **3.1.3. Esquema metodológico de las actividades desarrolladas**

Según la referencia del 3.1.1 donde se describe los pasos de las actividades desarrolladas en base a los objetivos planteados para una mejor comprensión se realiza un esquema metodológico de las actividades desarrolladas en la Figura 56.

**Figura 56**

*Esquema metodológico de las actividades desarrolladas*



### **3.1.4. Resultados de las actividades realizadas**

#### **a) Resultado general**

Se cumplió con la implementación de los requisitos técnicos que permite la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 de la empresa PROMECAL S.A.C. en el año 2019 al 100%, esto se puede evidenciar en la Cédula de notificación de INACAL-DA, como se muestra en la Figura 57.

Figura 57

Cédula de notificación de INACAL-DA del 2019

	<b>PERÚ</b>	Ministerio de la Producción	Instituto Nacional de Calidad INACAL	Dirección de Acreditación
---	-------------	-----------------------------	--------------------------------------	---------------------------

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

San Isidro, 16 de diciembre de 2019

**CÉDULA DE NOTIFICACIÓN N° 958 -2019-INACAL/DA**

Señor  
**Maximo Ali Mallqui Naupay**  
Gerente General  
**PROMECAL S.A.C.**  
Jr. Guillermo Dansey N° 1094 (3er piso)  
Lima.-

Asunto : Otorgamiento de acreditación - PROMECAL S.A.C.

Referencia : Expediente N° 0220-2019-DA

Cumpro con notificar lo siguiente: **VISTO** los resultados del proceso de acreditación de:

- Laboratorio de calibración: PROMECAL S.A.C.
- Ubicado en : Jr. Guillermo Dansey N° 1094 (3er piso) - Lima

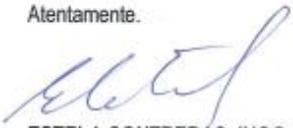
Y **CONSIDERANDO** que el Comité Permanente de Acreditación en sesión de fecha 11 de diciembre de 2019 revisó el expediente de acreditación respectivo, el cual encontró conforme, por lo que se ha concluido que el laboratorio de calibración cumple los requisitos respectivos de la NTP ISO/IEC 17025:2017 y los documentos normativos de la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad<sup>1</sup>, por tanto de conformidad con la aprobación del Comité Permanente de Acreditación que consta en el acta<sup>2</sup> de fecha 11 de diciembre de 2019 **SE RESUELVE OTORGAR** a **PROMECAL S.A.C.**, la **ACREDITACION** solicitada, según lo establecido en numeral 5.16 del Procedimiento General de Acreditación.

Asimismo, **COMUNIQUESE** lo siguiente:

- a. El número de registro asignado a su organismo es el N° LC-040
- b. La acreditación tiene una vigencia de tres (03) años, siendo la fecha de inicio de la acreditación el 17 de diciembre de 2019 hasta 16 de diciembre de 2022.
- c. Se remite dos (02) ejemplares del Contrato de Acreditación N°060-2019/INACAL-DA, los cuales deberán ser suscritos por el Gerente General de la empresa.
- d. A fin de remitir el Certificado de Acreditación que evidencia la acreditación otorgada, deberá devolver al INACAL-DA los dos ejemplares del contrato debidamente firmado.

Lo que notifico a usted conforme a Ley.

Atentamente.



**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora  
Dirección de Acreditación  
FCYD/CMMMS  
Adj. Informe Ejecutivo N° 0542-2019-DA


<sup>1</sup> INACAL-DA  
<sup>2</sup> Acuerdo N°04-CPA-28-2019

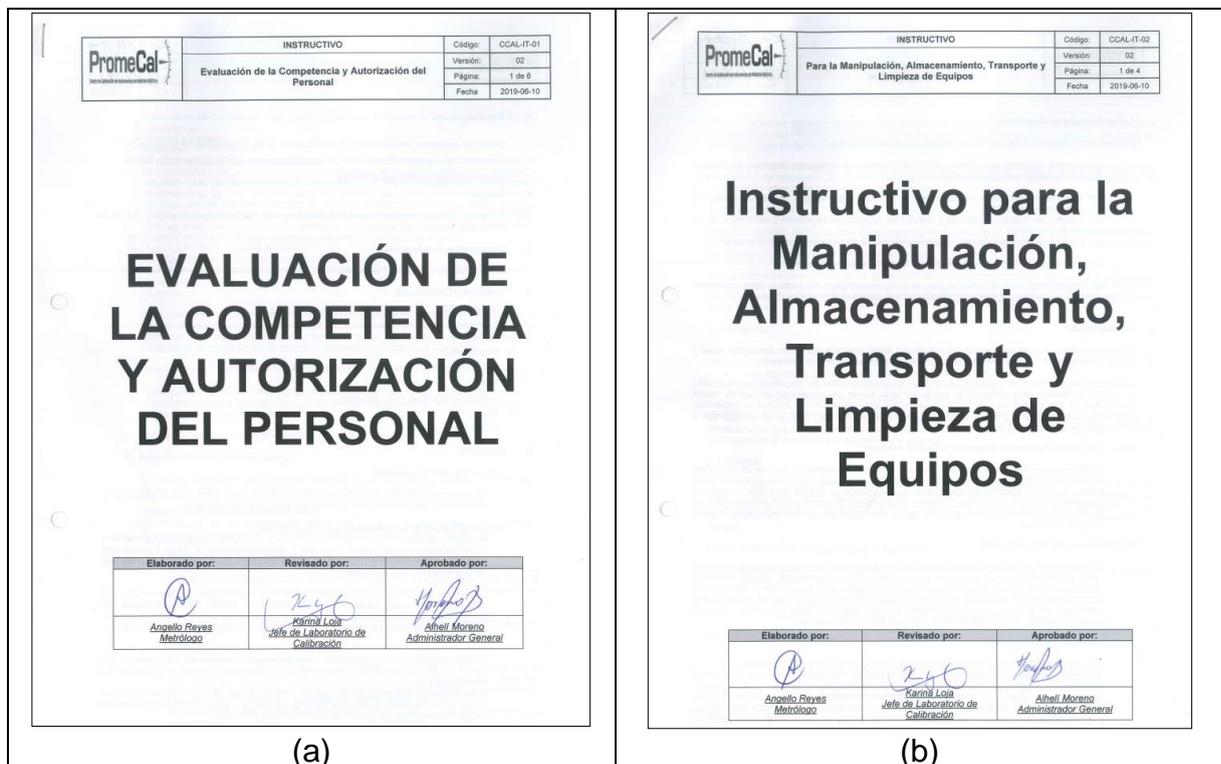
Calle Las Camelias N° 817 - San Isidro, Lima 27 - Perú / Teléfono (511) 640 8820  
www.inacal.gob.pe

## b) Resultados específicos

- Como resultado del primer objetivo específico se revisó los instructivos y procedimientos técnicos de PROMECAL SAC, en la Figura 58 se muestra los instructivos técnicos revisados e implementados y en las Figuras 59 y 60 se muestra los procedimientos revisados e implementados.

**Figura 58**

*Instructivos técnicos, (a) CCAL-IT-01- Evaluación de la competencia y autorización del personal y (b) CCAL-IT-02- Instructivo para la manipulación, almacenamiento, transporte y limpieza de equipos*



**Figura 59**

Procedimientos técnicos, (a) CCAL-PR-02- Instalaciones y condiciones ambientales, (b) CCAL-PR-03 - Estimación de la incertidumbre, (c) CCAL-PR-04 - Validación y (d) CCAL-PR-05 - Gestión de quipos

	PROCEDIMIENTO	Código: CCAL-PR-02
	Instalaciones y Condiciones Ambientales	Versión: 02
		Página: 1 de 5
		Fecha: 2019-06-10

## INSTALACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Anello Reyes Metrologo	 Karina Loja Jefe de Laboratorio de Calibración	 Albeil Moreno Administrador General

	PROCEDIMIENTO	Código: CCAL-PR-03
	Estimación de la Incertidumbre	Versión: 02
		Página: 1 de 7
		Fecha: 2019-06-10

## ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Anello Reyes Metrologo	 Karina Loja Jefe de Laboratorio de Calibración	 Albeil Moreno Administrador General

	PROCEDIMIENTO	Código: CCAL-PR-04
	Validación	Versión: 02
		Página: 1 de 4
		Fecha: 2019-06-10

## VALIDACIÓN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Anello Reyes Metrologo	 Karina Loja Jefe de Laboratorio de Calibración	 Albeil Moreno Administrador General

	PROCEDIMIENTO	Código: CCAL-PR-05
	Gestión de Equipos de Medición	Versión: 02
		Página: 1 de 9
		Fecha: 2019-06-10

## GESTIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Anello Reyes Metrologo	 Karina Loja Jefe de Laboratorio de Calibración	 Albeil Moreno Administrador General

**Figura 60**

Procedimientos técnicos, (a) CCAL-PR-06- Control de datos, (b) CCAL-PR-07 – Emisión de certificados de calibración e informes de verificación y (c) CCAL-PR-08 - Aseguramiento de la validez de los resultados

**(a)**

PROCEDIMIENTO		Código:	CCAL-PR-06
Control de Datos	Versión:	02	
	Página:	1 de 4	
	Fecha:	2019-06-10	

**CONTROL DE DATOS**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Angello Reyes Metrólogo	Karina Loja Jefe de Laboratorio de Calibración	Albell Moreno Administrador General

**(b)**

PROCEDIMIENTO		Código:	CCAL-PR-07
Elaboración y Emisión de Certificados de Calibración e Informe de Verificación	Versión:	05	
	Página:	1 de 9	
	Fecha:	2019-06-26	

**ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN E INFORMES DE VERIFICACIÓN**

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Angello Reyes Metrólogo	Karina Loja Jefe de Laboratorio de Calibración	Albell Moreno Administrador General

**(c)**

PROCEDIMIENTO		Código:	CCAL-PR-08
Aseguramiento de la Validez de los Resultados	Versión:	03	
	Página:	1 de 1	
	Fecha:	2019-07-22	

**ASEGURAMIENTO DE LA VALIDEZ DE LOS RESULTADOS**

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Angello Reyes Metrólogo	Karina Loja Jefe de Laboratorio de Calibración	Albell Moreno Administrador General

- Como resultado del segundo objetivo específico se desarrolló la hoja de cálculo y validación para la calibración de multímetros digitales (PC-021), en las Figuras 61, 62, 63, 64 y 65 se muestra la hoja de cálculo para la calibración de multímetros digitales y en Las Figuras 66, 67, 68, 69, 70, 71 y 72 se muestra el informe de validación de la hoja de cálculo para la calibración de multímetros digitales.

Se implementó la hoja de medición y cálculo validada para poder realizar las calibraciones de multímetros digitales.

Figura 61

Hoja de medición y cálculo- F02-CCAL-PR-07 Parte 1

**HOJA DE MEDICIÓN Y CÁLCULO**  
F02-CCAL-PR-07

**Mediciones:**

1. Medición de [ ]

2. Medición de [ ]

**DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM DE MEDICIÓN:**

1. [ ]

2. [ ]

3. [ ]

DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM DE MEDICIÓN	Margen	Importancia	Exigencia	Aplicaciones
[ ]	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
[ ]	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
[ ]	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
[ ]	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
[ ]	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00

**CONDICIONES DE TRABAJO EN EL CAMPO (CANTAS)**

CONDICIONES AMBIENTALES	Inicio	Final
Temperatura (C)		
Humedad (H%)		

CONDICIONES AMBIENTALES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	MÉTODOS				MATERIALES	
TEMPERATURA (C)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HUMEDAD (H%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**CONDICIONES DE TRABAJO EN EL LABORATORIO**

Temperatura (C)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humedad (H%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Observaciones:**









Figura 66

Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 1



**PromeCal**  
Centro de Calibración de Instrumentos de Medición Eléctrica

Página 1 de 7

---

**INFORME DE VALIDACIÓN DE HOJA DE CÁLCULO**

**N°002 –VAL-19**

**Fecha de Emisión: 2019-10-15**

**1. Objetivo**

Confirmar la validez de la hoja de cálculo desarrollada por el laboratorio de calibración de PROMECAL SAC para asegurar que es adecuada para su uso.

**2. Alcance**

Aplica a la "Hoja General de Medición y Cálculo de Multímetros Digitales", utilizada en el procesamiento de los datos tomados durante la calibración de multímetros digitales, usando el PC-021 Procedimiento para la calibración de Multímetros Digitales. Como referencia para la validación del documento en mención se utilizó la hoja de cálculo 289 – 13490160 perteneciente a un servicio realizado el 15 de octubre de 2019 cuya descripción se observa en la tabla 1.

**3. Descripción**

La Validación se realizó utilizando funciones nativas del software estadístico R.

El criterio de aceptación utilizado es: Diferencia máxima entre valores reportados por la hoja de cálculo y el software estadístico R igual a 0, para la obtención de resultados hasta 2 dígitos más que la resolución del instrumento bajo prueba.

**Tabla 1. Descripción del instrumento validado**

Instrumento	Multímetro Digital
Marca	Fluke
Modelo	289
N° Serie	13490160
Hoja de Cálculo	289 - 13490160
Pedido de Venta	001-00005075
Orden de Servicio	001-00004006
Fecha de Calibración	2019-10-15
Fecha de Validación	2019-10-15

Laboratorio de ElectricidadLaboratorio de PresiónLaboratorio de TemperaturaLaboratorio de Fotometría

---

 Av. Guillermo Dansey Nro. 1094 (3er Piso) Lima - Lima Celulares: 981 034 839 / 998 364 674 E-mail: [calibraciones@promecal.com.pe](mailto:calibraciones@promecal.com.pe)

**Figura 67**  
Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 2



Centro de metrología especializado en la calibración de instrumentos de medición eléctrica

Para la función de tensión eléctrica Continua:

**TENSIÓN ELÉCTRICA CONTINUA**

Función del instrumento	RANGE	SEÑAL	Indicación del sensor	Indicación del Display	Letras Pasado	Erro Pasado	Letras Falso de Dependencia	Resolución	Condiciones	Senso Ref	Resolución	TOTAL	INCERTIDUMBRE EXPANSA
DCV	5000 mV	5000 mV	5000 mV	5000 mV	5000 mV	5000 mV	2.0000-04	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004 mV
Función	5000 mV	5000 mV	5000 mV	5000 mV	5000 mV	5000 mV	2.0000-04	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004 mV
CONDICIONES	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004 mV
VALORES	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004	0.000004 mV

Figura 68

Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 3



Centro de metrología especializado en la calibración de instrumentos de medición eléctrica

Para la función de tensión eléctrica Alterna:

### TENSIÓN ELÉCTRICA ALTERNA

Presistencia (kΩ)	RANGO DEL INSTRUMENTO	50.000 mV	Indicador del punto	Indicador del punto corregido	Letras Promedio	Error Promedio	Incert. Fkta de Repetibilidad	Resolución	Corrección	Incert. Del Inv. a Cálculo del Calibrado	Incert. Del Inv. Param.	TOTAL	INCERTIDUMBRE EXPANDED
50	45.000 mV	45.000 mV	45.046 mV	45.046 mV	0.046 mV	0.001 mV	7.077E-06	2.889E-04	5.629E-03	1.6E-03		5.699E-03	0.01005 mV
	VALORES 60	45	45.0003	45.046	0.046	0.0007	0.00024493	0.00028860	0.0036235	0.0016		0.0058539	0.011505 mV
100	45.000 mV	45.000 mV	45.201 mV	45.201 mV	0.201 mV	0.001 mV	2.449E-04	2.889E-04	5.629E-03	1.6E-03		5.699E-03	0.01173 mV
	VALORES 1000	45	45.0003	45.201	0.201	0.0007	0.00024493	0.00028860	0.0036235	0.0016		0.0058539	0.01173 mV
50	450.00 mV	449.994 mV	450.71 mV	450.71 mV	0.71 mV	0.001 mV	2.449E-03	2.887E-03	4.942E-02	5.0E-03		4.97E-02	0.01903 mV
	VALORES 60	450	449.994	450.71	0.716	0.002449	0.002597	0.04942	0.005	0.04975		0.04975	0.05983 mV
100	450.00 mV	449.994 mV	450.71 mV	450.71 mV	0.71 mV	0.001 mV	2.449E-03	2.887E-03	4.942E-02	5.0E-03		4.97E-02	0.01903 mV
	VALORES 1000	450	449.994	450.71	0.716	0.002449	0.002597	0.04942	0.005	0.04975		0.04975	0.05983 mV
50	4.5000 V	4.50005 V	4.5009 V	4.5009 V	0.0009 V	0.00005 V	3.7480E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 60	4.5	4.50005	4.5009	0.0009	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
100	4.5000 V	4.50005 V	4.5009 V	4.5009 V	0.0009 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 1000	4.5	4.50005	4.5009	0.0009	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
50	5.0000 V	5.00002 V	5.0008 V	5.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 60	5	5.00002	5.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
100	5.0000 V	5.00002 V	5.0008 V	5.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 1000	5	5.00002	5.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
50	25.0000 V	25.00002 V	25.0008 V	25.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 60	25	25.00002	25.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
100	25.0000 V	25.00002 V	25.0008 V	25.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 1000	25	25.00002	25.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
50	45.0000 V	45.00002 V	45.0008 V	45.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 60	45	45.00002	45.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
100	45.0000 V	45.00002 V	45.0008 V	45.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 1000	45	45.00002	45.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
50	450.000 V	450.0002 V	450.0008 V	450.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 60	450	450.0002	450.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
100	450.000 V	450.0002 V	450.0008 V	450.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 1000	450	450.0002	450.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
50	900.000 V	900.0002 V	900.0008 V	900.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 60	900	900.0002	900.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V
100	900.000 V	900.0002 V	900.0008 V	900.0008 V	0.0008 V	0.00005 V	2.44949E-05	2.887E-05	4.3480E-04	5.0E-05		4.3740E-04	0.00097904 V
	VALORES 1000	900	900.0002	900.0008	0.0008	0.00005	2.44949E-05	2.8875E-05	0.00049156	5E-05		0.000497547	0.000981904 V



Figura 70

Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 5



Centro de metrología especializado en la calibración de instrumentos de medición eléctrica

Para la función de Corriente eléctrica Alterna:

### CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA

Función (Hz)	RANGO DEL INSTRUMENTO		500.00 µA		Error Prescrito	Error Prescrito	Incert. Faja de Repetibilidad	Resolución	Conversión	Incert. Del Inst. Patrón	TOTAL	INCERTIDUMBRE ESTIMADA
	Indicación del patrón	Indicación del Patrón asignada	Valor Prescrito	Valor Prescrito								
0	499.98 µA	499.97 µA	499.98 µA	499.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	499.98 µA	499.98 µA	499.98 µA	499.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	499.98 µA	499.98 µA	499.98 µA	499.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
0	999.98 µA	999.97 µA	999.98 µA	999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	999.98 µA	999.98 µA	999.98 µA	999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	999.98 µA	999.98 µA	999.98 µA	999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
0	9999.98 µA	9999.97 µA	9999.98 µA	9999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	9999.98 µA	9999.98 µA	9999.98 µA	9999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	9999.98 µA	9999.98 µA	9999.98 µA	9999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
0	99999.98 µA	99999.97 µA	99999.98 µA	99999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	99999.98 µA	99999.98 µA	99999.98 µA	99999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	99999.98 µA	99999.98 µA	99999.98 µA	99999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
0	999999.98 µA	999999.97 µA	999999.98 µA	999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	999999.98 µA	999999.98 µA	999999.98 µA	999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	999999.98 µA	999999.98 µA	999999.98 µA	999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
0	9999999.98 µA	9999999.97 µA	9999999.98 µA	9999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	9999999.98 µA	9999999.98 µA	9999999.98 µA	9999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	9999999.98 µA	9999999.98 µA	9999999.98 µA	9999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
0	99999999.98 µA	99999999.97 µA	99999999.98 µA	99999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	99999999.98 µA	99999999.98 µA	99999999.98 µA	99999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	99999999.98 µA	99999999.98 µA	99999999.98 µA	99999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
0	999999999.98 µA	999999999.97 µA	999999999.98 µA	999999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	999999999.98 µA	999999999.98 µA	999999999.98 µA	999999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	999999999.98 µA	999999999.98 µA	999999999.98 µA	999999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
0	9999999999.98 µA	9999999999.97 µA	9999999999.98 µA	9999999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 60	9999999999.98 µA	9999999999.98 µA	9999999999.98 µA	9999999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	
VALORES 1000	9999999999.98 µA	9999999999.98 µA	9999999999.98 µA	9999999999.98 µA	0.300 µA	0.0000	2.007E-01	2.330E-01	2.3E-02	2.037E-01	0.4574 µA	

Figura 71

Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 6



Centro de Calibración de Instrumentos de Medición Eléctrica

---

Centro de metrología especializado en la calibración de instrumentos de medición eléctrica

Página 6 de 7

**Para la función de Resistencia Eléctrica:**

## RESISTENCIA ELÉCTRICA

Punto del ciclo de calibración	PARO DEL INSTRUMENTO Indicador del punto	VALOR D Indicador del Punto correspondiente	Letra Promedio	Error Promedio	Incert. Faltada	Resolución	Corrección	Incert. Del Instrumento	Resolución	TOTAL	INCERTIDUMBRE EXPANSA
0.07	50.000 Ω	50.000 Ω	49.98 Ω	-0.0207 Ω	0.0E+00	2.000E-03	0.294E-03	1.0E-04	2.000E-03	5.245E-03	0.019401 Ω
0.07	450.00 Ω	449.998 Ω	449.98 Ω	-0.018 Ω	2.0E-06	2.000E-03	1.402E-03	3.0E-04	2.000E-03	1.594E-02	0.003329 Ω
0.000	0.0000 kΩ	0.000000 kΩ	0.0000 kΩ	-0.000000 kΩ	0.0E+00	2.000E-05	1.518E-05	3.5E-07	2.000E-05	4.3543E-05	0.0000000000 kΩ
0.000	4.5000 kΩ	4.49994 kΩ	4.4967 kΩ	-0.00324 kΩ	0.0E+00	2.000E-05	1.0007E-04	1.3E-05	2.000E-05	1.7037E-04	0.000200751 kΩ
0.000	0.0000 MΩ	0.000000 MΩ	0.0000 MΩ	0.000000 MΩ	0.0E+00	2.000E-04	1.5263E-04	1.3E-05	2.000E-04	4.2303E-04	0.000047270 MΩ
0.000	45.000 MΩ	44.99987 MΩ	44.998 MΩ	-0.00197 MΩ	0.0E+00	2.000E-04	1.0007E-03	1.3E-04	2.000E-04	1.5203E-03	0.0023093 MΩ
0.000	50.000 MΩ	50.00000 MΩ	50.00 MΩ	0.000000 MΩ	0.0E+00	2.000E-05	1.50E-05	1.3E-04	2.000E-05	4.2303E-04	0.00004731 MΩ
0.000	450.00 MΩ	449.9987 MΩ	450.04 MΩ	0.0400 MΩ	0.0E+00	2.000E-05	1.000E-03	1.3E-04	2.000E-05	1.254E-03	0.024328 MΩ
0.000	0.0000 MΩ	0.000000 MΩ	0.0000 MΩ	-0.000000 MΩ	0.0E+00	2.000E-05	1.2000E-04	1.3E-04	2.000E-05	4.2372E-04	0.0000000000 MΩ
0.000	4.5000 MΩ	4.49992 MΩ	4.5006 MΩ	0.00076 MΩ	0.0E+00	2.000E-05	3.1000E-04	2.4E-05	2.000E-05	5.3000E-04	0.0000000000 MΩ
0.000	5.0000 MΩ	4.99998 MΩ	5.0000 MΩ	0.000000 MΩ	0.0E+00	2.000E-04	3.0000E-04	2.4E-05	2.000E-04	8.4000E-04	0.0000000000 MΩ
0.000	27.0000 MΩ	26.9994 MΩ	27.028 MΩ	0.028 MΩ	1.700E-04	2.000E-04	3.0000E-03	1.00E-03	2.000E-04	3.0200E-03	0.007007 MΩ
0.000	30.000 MΩ	29.9994 MΩ	30.02 MΩ	0.020 MΩ	0.0E+00	2.000E-05	3.0000E-03	1.00E-03	2.000E-05	5.7000E-03	0.010500 MΩ
0.000	45.000 MΩ	44.999 MΩ	45.04 MΩ	0.040 MΩ	0.0E+00	2.000E-05	3.0000E-03	1.0E-03	2.000E-05	1.0000E-02	0.021723 MΩ
0.000	50.00 MΩ	49.999 MΩ	50.1 MΩ	0.10 MΩ	0.0E+00	2.00E-05	1.000E-03	1.0E-03	2.00E-05	4.200E-02	0.00000 MΩ
0.000	250.00 MΩ	249.998 MΩ	250.4 MΩ	0.4 MΩ	0.0E+00	2.00E-05	3.000E-03	3.0E-03	2.00E-05	3.200E-02	0.007 MΩ

Laboratorio de Electricidad
Laboratorio de Presión
Laboratorio de Temperatura
Laboratorio de Fotometría

Av. Guillermo Dansey Nro. 1094 (3er Piso) Lima - Lima
Celulares: 981 034 839 / 998 364 674
E-mail: calibraciones@promecal.com.pe

**Figura 72**

*Informe de Validación N°002-19 para la hoja de cálculo de calibración de multímetros digitales Parte 7*



**PromeCal**  
Centro de Calibración de Instrumentos de Medición Eléctrica

Página 7 de 7

---

**4. Conclusiones:**

Los cálculos realizados por el software estadístico R corresponden con los cálculos hechos por Excel, lo cual demuestra la fidelidad del uso de los datos y de los recursos estadísticos, así como de los criterios de cálculo brindados por el procedimiento PC-021.

**5. Anexo**

PC-021-Segunda Edición-Marzo 2016 "Procedimiento para calibración de Multímetros Digitales- INACAL

El arte de programar en R: Un lenguaje para la estadística, Julio Sergio Santana y Efraín Mateos Farfán México– Noviembre 2014.

Laboratorio de ElectricidadLaboratorio de PresiónLaboratorio de TemperaturaLaboratorio de Fotometría

---

 Av. Guillermo Dansey Nro. 1094 (3er Piso) Lima - Lima Celulares: 981 034 839 / 998 364 674 E-mail: [calibraciones@promecal.com.pe](mailto:calibraciones@promecal.com.pe)

- Como resultado del tercer objetivo específico se elaboró la capacidad de medición y calibración para la calibración de multímetros digitales (PC-021), en las Figuras 73 y 74 se muestra la CMC de PROMECAL S.A.C. del 2019 que se puede obtener atrás de la página web de INACAL-DA. Se implementó la capacidad de medición y calibración para la calibración de multímetros digitales.

Figura 73

Información obtenida de la página Web de INACAL-DA alcance de laboratorios acreditados Parte 1

**DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN**  
**ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE CALIBRACIÓN**  
**Capacidad de Medición y Calibración (CMC)**

**PROMECAL S.A.C.**

Dirección: J.° Guillermo Dansey N° 1094 (3er piso) - Lima  
Código de Registro: LC-040  
Acreditado con la Norma: NTP ISO/IEC 17025:2017  
Expediente: N° 0230-2019-DA  
Vigencia de la Acreditación: Del 2019-12-17 al 2022-12-16  
Fecha de Actualización: 2021-09-10

Disciplina/Magnitud		Tensión DC		Intervalo de Medición o Alcance de Medición			Condiciones de Medición/Variables Independientes			Incertidumbre Expandida			Incertidumbre Expandida del Laboratorio			Incertidumbre Expandida del Instrumento/Artículo a Calibrar			Patrón de Referencia usado en la calibración		Lista de las Comparaciones que sirven como referencias metrologías	Comentarios						
N°	Subdisciplina	Instrumentos de medición y/o artefactos	Método de Calibración	Procedimiento de Calibración	Valor Mínimo	Valor Máximo	Unidades	Parámetro	Especificaciones	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Patrón	Punto de la Transición	Lista de las Comparaciones que sirven como referencias metrologías	Comentarios
1	Electrónica (Resistencia DC)	Multímetros Digitales (D)	Comparación directa	NI 001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos Digitales" (Resistencia DC)	0.000	0.000	V	Resistencia DC	20°C ± 0.5°C	Metro 1	V	2	95%	No	Metro 1	V	2	95%	No	Metro 1	V	2	95%	No	Calibración realizada en el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Digitales	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	
Nota: Ver lista a los procedimientos para ver sus especificaciones.																												
Disciplina/Magnitud		Tensión AC		Intervalo de Medición o Alcance de Medición			Condiciones de Medición/Variables Independientes			Incertidumbre Expandida			Incertidumbre Expandida del Laboratorio			Incertidumbre Expandida del Instrumento/Artículo a Calibrar			Patrón de Referencia usado en la calibración		Lista de las Comparaciones que sirven como referencias metrologías	Comentarios						
N°	Subdisciplina	Instrumentos de medición y/o artefactos	Método de Calibración	Procedimiento de Calibración	Valor Mínimo	Valor Máximo	Unidades	Parámetro	Especificaciones	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Patrón	Punto de la Transición	Lista de las Comparaciones que sirven como referencias metrologías	Comentarios
1	Electrónica (Resistencia AC)	Multímetros Digitales (D)	Comparación directa	NI 001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos Digitales" (Resistencia AC)	0.000	0.000	V	Resistencia AC	20°C ± 0.5°C	Metro 1	V	2	95%	No	Metro 1	V	2	95%	No	Metro 1	V	2	95%	No	Calibración realizada en el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Digitales	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	
Nota: Ver lista a los procedimientos para ver sus especificaciones.																												
Disciplina/Magnitud		Intensidad DC		Intervalo de Medición o Alcance de Medición			Condiciones de Medición/Variables Independientes			Incertidumbre Expandida			Incertidumbre Expandida del Laboratorio			Incertidumbre Expandida del Instrumento/Artículo a Calibrar			Patrón de Referencia usado en la calibración		Lista de las Comparaciones que sirven como referencias metrologías	Comentarios						
N°	Subdisciplina	Instrumentos de medición y/o artefactos	Método de Calibración	Procedimiento de Calibración	Valor Mínimo	Valor Máximo	Unidades	Parámetro	Especificaciones	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Patrón	Punto de la Transición	Lista de las Comparaciones que sirven como referencias metrologías	Comentarios
1	Electrónica (Resistencia DC)	Multímetros Digitales (D)	Comparación directa	NI 001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos Digitales" (Resistencia DC)	0.000	0	A	Resistencia DC	20°C ± 0.5°C	Metro 1	A	2	95%	No	Metro 1	A	2	95%	No	Metro 1	A	2	95%	No	Calibración realizada en el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Digitales	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	
2	Electrónica (Resistencia DC)	Multímetros Digitales (D)	Método indirecto	NI 001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos Digitales" (Resistencia DC)	0.000	0	A	Resistencia DC	20°C ± 0.5°C	Metro 2	A	2	95%	No	Metro 2	A	2	95%	No	Metro 2	A	2	95%	No	Calibración realizada en el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Digitales	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	
3	Electrónica (Resistencia DC)	Multímetros Digitales (D)	Método indirecto	NI 001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos Digitales" (Resistencia DC)	0	0	A	Resistencia DC	20°C ± 0.5°C	Metro 3	A	2	95%	No	Metro 3	A	2	95%	No	Metro 3	A	2	95%	No	Calibración realizada en el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Digitales	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	
4	Electrónica (Resistencia DC)	Multímetros Digitales (D)	Método indirecto	NI 001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos Digitales" (Resistencia DC)	0	0	A	Resistencia DC	20°C ± 0.5°C	Metro 4	A	2	95%	No	Metro 4	A	2	95%	No	Metro 4	A	2	95%	No	Calibración realizada en el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Digitales	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	
5	Electrónica (Resistencia DC)	Multímetros Digitales (D)	Método indirecto	NI 001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos Digitales" (Resistencia DC)	0.000	0.000	A	Resistencia DC	20°C ± 0.5°C	Metro 5	A	2	95%	No	Metro 5	A	2	95%	No	Metro 5	A	2	95%	No	Calibración realizada en el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Digitales	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	Metrologías de Referencia: Metrologías de Referencia	
Nota: Ver lista a los procedimientos para ver sus especificaciones.																												

Figura 74

Información obtenida de la página Web de INACAL-DA alcance de laboratorios acreditados Parte 2

DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN  
ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE CALIBRACIÓN  
Capacidad de Medición y Calibración (CMC)

Disciplina/Magnitud : **Intensidad AC**

No.	Calibración o Servicio de Medición				Intervalo de Medición o Alcance de Medición			Condiciones de Medición/Variables Independientes		Incertidumbre Expandida					Incertidumbre Expandida del Laboratorio					Incertidumbre Expandida del Instrumento/Artefacto a calibrar					Patrón de Referencia usado en la calibración		Lista de las Comparaciones que apoyan este servicio de calibración/medición	Comentarios
	Subdisciplina	Instrumentos de medición o Artefacto	Método de Calibración	Procedimiento de Calibración	Valor Mínimo	Valor Máximo	Unidades	Parámetro	Especificaciones	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Patrón	Fuente de la Trazabilidad		
1	Electricidad (Intensidad AC)	Multímetros Digital (2) Pines Multímetros (2)	Comparación directa	IC-021 "Procedimiento para la Calibración de Multímetros Digitales" Segunda Edición 2018	0,0000	0	A	Temperatura Ambiente	20 °C ± 1 °C	Metro 10	A	2	95%	No	Metro 10	A	2	95%	No	Metro 10	A	2	95%	No	Calibrador certificado de alta exactitud Pate 12226	Pate Calibration - International Laboratory	INACAL-0204-01-02/ INACAL-020-01-02	
								Exactitud Relativa	< 0,1%																			
								Exactitud	0,01% ± 1,5%																			
2	Electricidad (Intensidad AC)	Pines Impedancia (2) Pines Multímetros (2)	Método indirecto	IC-021 "Procedimiento para la Calibración de Pines Impedancia" Primera edición 2019	0,004	0,1	A	Temperatura Ambiente	20 °C ± 1 °C, a lo que indica el manual	Metro 20	A	2	95%	No	Metro 20	A	2	95%	No	Metro 20	A	2	95%	Calibrador certificado Pate 12226	Pate Calibration - International Laboratory	INACAL-0204-01-02/ INACAL-020-01-02		
								Exactitud Relativa	0,1% ± 0,10% en la parte inferior del manual																			
								Exactitud	0,01%																			
3	Electricidad (Intensidad AC)	Pines Impedancia (2) Pines Multímetros (2)	Método indirecto	IC-021 "Procedimiento para la Calibración de Pines Impedancia" Primera edición 2019	0,1	100	A	Temperatura Ambiente	20 °C ± 1 °C, a lo que indica el manual	Metro 10	A	2	95%	No	Metro 10	A	2	95%	No	Metro 10	A	2	95%	Calibrador certificado Pate 12226 - Impedancia del Transmisor de Potencia Pate 12226-01	Pate Calibration - International Laboratory	INACAL-0204-01-02/ INACAL-020-01-02		
								Exactitud Relativa	0,1% ± 0,10% en la parte inferior del manual																			
								Exactitud	0,01%																			
4	Electricidad (Intensidad AC)	Pines Impedancia (2) Pines Multímetros (2)	Método indirecto	IC-021 "Procedimiento para la Calibración de Pines Impedancia" Primera edición 2019	0,1	100	A	Temperatura Ambiente	20 °C ± 1 °C, a lo que indica el manual	Metro 10	A	2	95%	No	Metro 10	A	2	95%	No	Metro 10	A	2	95%	Calibrador certificado Pate 12226 - Impedancia del Transmisor de Potencia Pate 12226-01	Pate Calibration - International Laboratory	INACAL-0204-01-02/ INACAL-020-01-02		
								Exactitud Relativa	0,1% ± 0,10% en la parte inferior del manual																			
								Exactitud	0,01%																			
5	Electricidad (Intensidad AC)	Pines Impedancia (2) Pines Multímetros (2)	Método indirecto	IC-021 "Procedimiento para la Calibración de Pines Impedancia" Primera edición 2019	0,001	1000	A	Temperatura Ambiente	20 °C ± 1 °C, a lo que indica el manual	Metro 07	A	2	95%	No	Metro 08	A	2	95%	No	Metro 09	A	2	95%	Calibrador certificado Pate 12226 - Impedancia del Transmisor de Potencia Pate 12226-01	Pate Calibration - International Laboratory	INACAL-0204-01-02/ INACAL-020-01-02		
								Exactitud Relativa	0,1% ± 0,10% en la parte inferior del manual																			
								Exactitud	0,01%																			
6	Electricidad (Intensidad AC)	Pines Impedancia (2) Pines Multímetros (2)	Método indirecto	IC-021 "Procedimiento para la Calibración de Pines Impedancia" Primera edición 2019	0,001	1000	A	Temperatura Ambiente	20 °C ± 1 °C, a lo que indica el manual	Metro 05	A	2	95%	No	Metro 05	A	2	95%	No	Metro 03	A	2	95%	Calibrador certificado Pate 12226 - Impedancia del Transmisor de Potencia Pate 12226-01	Pate Calibration - International Laboratory	INACAL-0204-01-02/ INACAL-020-01-02		
								Exactitud Relativa	0,1% ± 0,10% en la parte inferior del manual																			
								Exactitud	0,01%																			

*Nota: Ver más a los resultados por ser un ejemplo.*

Disciplina/Magnitud : **Resistencia**

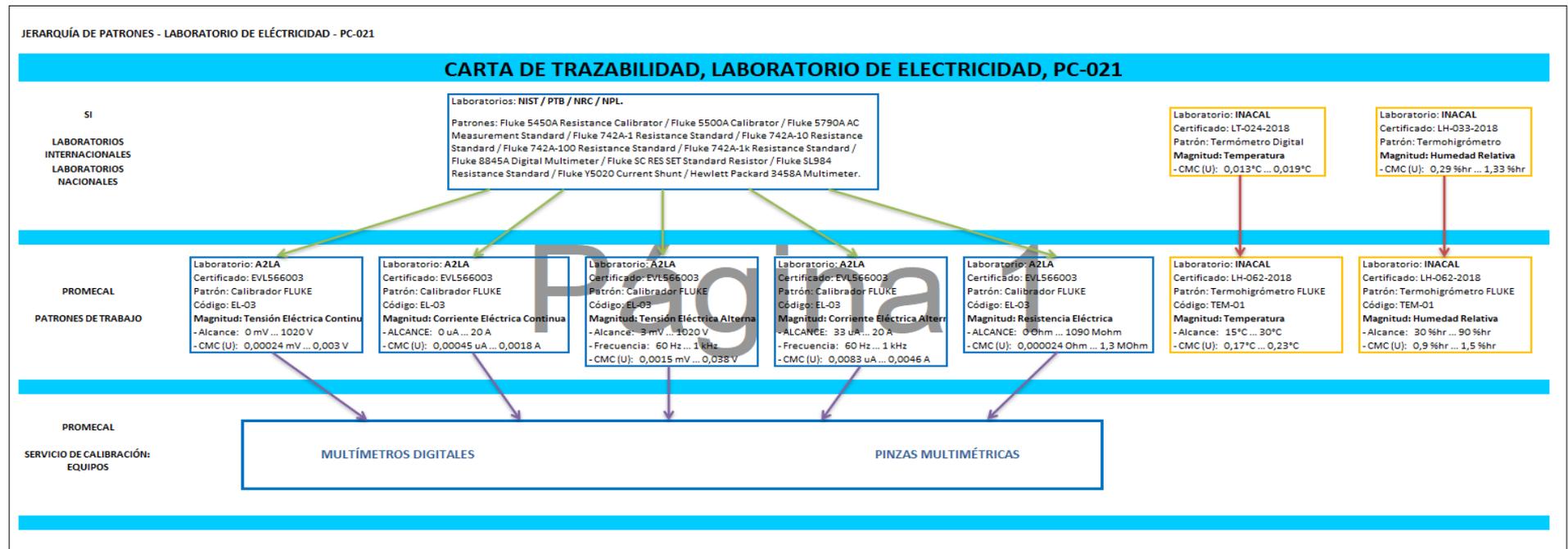
No.	Calibración o Servicio de Medición				Intervalo de Medición o Alcance de Medición			Condiciones de Medición/Variables Independientes		Incertidumbre Expandida					Incertidumbre Expandida del Laboratorio					Incertidumbre Expandida del Instrumento/Artefacto a calibrar					Patrón de Referencia usado en la calibración		Lista de las Comparaciones que apoyan este servicio de calibración/medición	Comentarios
	Subdisciplina	Instrumentos de medición o Artefacto	Método de Calibración	Procedimiento de Calibración	Valor Mínimo	Valor Máximo	Unidades	Parámetro	Especificaciones	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Expresión	Unidades	Factor de Cobertura	Nivel de Confianza	¿LA Incertidumbre Expandida es relativa?	Patrón	Fuente de la Trazabilidad		
1	Electricidad (Resistencia)	Multímetros Digital (2) Pines Multímetros (2)	Comparación directa	IC-021 "Procedimiento para la Calibración de Multímetros Digitales" Segunda Edición 2018	0,1	20000000	Ω	Temperatura Ambiente	20 °C ± 1 °C	Metro 10	Ω	2	95%	No	Metro 10	Ω	2	95%	No	Metro 10	Ω	2	95%	No	Calibrador certificado de alta exactitud Pate 12226	Pate Calibration - International Laboratory	INACAL-0204-01-02/ INACAL-020-01-02	
								Exactitud Relativa	< 0,1%																			

- Como resultado del cuarto objetivo específico se documentó la carta de Trazabilidad para la calibración de multímetros digitales (PC-021), en la Figura 75 se muestra la carta de trazabilidad del 2019 de PROMECAL S.A.C. para la calibración de multímetros digitales.

Se implementó la carta de trazabilidad para la calibración de multímetros digitales (PC-021-INACAL).

**Figura 75**

*Carta de trazabilidad para la calibración de multímetros digitales – (PC-021 - INACAL)*







**Figura 78**

Participación en el ensayo de aptitud de multímetros digitales, (a) y (b) extractos del Informe Final de la evaluación de desempeño DM-LE-06 y (c) Oficio N°589-2018-INACAL-DM, donde indica el código de laboratorio



**Instituto Nacional de Calidad**

**Informe Final de la Evaluación de Desempeño DM - LE - 06**

**Comparación Interlaboratorios**  
"Comparación de multímetros digitales de hasta 5 ½ dígitos"

**Marzo – Setiembre 2018**

Informe final, DM-LE-06      06 de setiembre de 2018      Página 1 de 27  
Calle De La Prosa 150 – San Borja, LIMA-PERU

N° 4.1 Esquema de circulación, empezando y terminando el ítem en el Laboratorio de Electricidad de la Dirección de Metrología del INACAL:

Tabla N° 4.1. Esquema de circulación

Número	Laboratorio participante	Fecha de recojo	Fecha de devolución	Fecha de envío de resultados
1	INACAL	---	---	---
2	CERTIF-CA	2018-03-12	2018-03-15	2018-03-22
3	INMETRO	2018-03-19	2018-03-22	2018-03-29
4	SELEC	2018-04-02	2018-04-05	2018-04-12
5	ICM	2018-04-09	2018-04-12	2018-04-19
6	JJJ	2018-04-16	2018-04-19	2018-04-26
7	METROL	2018-04-23	2018-04-26	2018-05-03
8	PROMEVAL	2018-05-03	2018-05-04	2018-05-10
9	INSPEP	2018-05-07	2018-05-10	2018-05-17
10	LINMETRO	2018-05-14	2018-05-17	2018-05-24
11	LO JUSTO	2018-05-21	2018-05-24	2018-05-31
12	INACAL	---	---	---

FIN DE LA COMPARACION: 2018-05-08

El tiempo máximo que dispuso cada laboratorio participante para la calibración del multímetro fue de 4 días, incluidos los tiempos de recojo y devolución, debido a que todo se encuentran en la ciudad de Lima, a excepción del laboratorio participante LO JUSTO (ubicado en ciudad Arequipa) que dispuso de 5 días debido a su lejanía de la ciudad de Lima. Fue responsabilidad de cada laboratorio participante tener los cuidados necesarios durante el transporte del multímetro utilizando los medios apropiados para ello.

**5. VALORES DE REFERENCIA**

El laboratorio de referencia obtuvo los valores de referencia empleando el procedimiento PC-021 "Procedimiento para la Calibración de Multímetros Digitales", Segunda Edición - Marzo 2015.

Antes y durante la comparación se evaluó la estabilidad del multímetro para evaluar su continuo desempeño durante la comparación. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla N° 5.1 Resultados obtenidos del multímetro por el laboratorio piloto antes y durante la comparación

---

Informe final, DM-LE-06      06 de setiembre de 2018      Página 4 de 27  
Calle De La Prosa 150 – San Borja, LIMA-PERU

(a)
(b)



Ministerio de la Producción

Instituto Nacional de Calidad INACAL

Dirección de Metrología

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

San Borja, 10 de setiembre de 2018

**OFICIO N° 589-2018-INACAL/DM**

Señora  
Alheil Moreno Román  
PROMEVAL S.A.C.  
[calibraciones2@promecal.com.pe](mailto:calibraciones2@promecal.com.pe)  
Presente.-

Estimada señora Moreno:

Nos dirigimos a usted en atención a la Comparación que se llevó a cabo bajo la coordinación de la Dirección de Metrología del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

Al respecto, adjuntamos el Informe Final de la Evaluación de Desempeño DM-LE-06 "Comparación de multímetros digitales hasta 5 ½ dígitos" en el cual su código de participación es:

Laboratorio	Código
PROMEVAL S.A.C.	LAB 7

A su vez deseamos agradecerles por la participación esmerada de su laboratorio. Esperamos poder contar con su valiosa participación en eventos futuros.

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes.

Atentamente,



José Dajes Castro  
Director de Metrología

Adj. Informe Final

(c)

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Según los resultados obtenidos del capítulo III, sección 3.1.4 en las Figuras 57, 58 y 59 donde se evidencia que se implementó los instructivos y procedimientos que tuvo como finalidad de cumplir con los requisitos técnicos de las normativas emitidas por INACAL, lo cual es un procedimiento indispensable para cumplir uno de los requisitos para lograr la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales -PC-021 – INACAL. La búsqueda de información, el diseño, la elaboración y revisión tomo aproximadamente 6 meses. Este paso es importante porque permite que un laboratorio se ajuste a lineamientos para dar parte del cumplimiento de su competencia técnica como laboratorio de calibración.

Para realizar dicha implementación se revisaron documentos en los que mencionan lo siguiente:

- “Para la capacitación al personal del laboratorio debe ser permanente de tal forma que contribuya al crecimiento personal y laboral de los trabajadores”, según (Quintero, 2008).
- (Orjuela, 2020) indicó que se debe “realizar una revisión y posterior diagnóstico de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017 para una futura implementación y conseguir la acreditación para el laboratorio de métodos y tiempo”.
- (Losano, 2020) consideró que “las organizaciones privadas o públicas que en el interior de sus procesos tienen un laboratorio de ensayo o calibración y que presten servicios a usuarios, conocen la importancia y la necesidad de acreditar las metodologías y demostrar sus competencias técnicas de laboratorio como estrategia para obtener reconocimiento y posicionamiento en el sector y darle a sus resultados solidez y confianza frente a la competencia del mercado”.
- (Pedraza, 2020) elaboró “una propuesta metodológica para la acreditación del laboratorio de calidad y gestión metrológica de la Universidad Católica de Colombia, la cual analiza y propone documentos de cumplimiento para cada una de las secciones solicitadas por la norma ISO/IEC 17025:2017”.

- (Giraldo, 2020) indicó que “El laboratorio de metrología CALYMED, busca implementar un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) claro y competente, con el fin de obtener la acreditación en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017”.
- Para (Rojas, 2021) “la intensificación de la competencia internacional y el crecimiento de los mercados en todos los ámbitos ha exigido que el nivel de calidad de los productos y/o servicios brindados por una organización sea cada vez más elevado, buscando generar una ventaja competitiva. Por ello, se han establecido el uso de estándares o normas internacionales para unificar las actividades de una organización y garantizar a los clientes el nivel de calidad que posee. Tal es el caso de la norma ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración” que permite a los laboratorios demostrar su capacidad técnica y de gestión para garantizar la eficiencia y eficacia de sus actividades, la veracidad de sus resultados y, con ello, la confiabilidad en los servicios que ofrecen”.
- (López, 2019 ) consideró que “La participación de todos los actores es necesaria, incluyendo el involucramiento directo de la alta dirección. La capacitación es igualmente esencial. Es necesario que se den a conocer de manera oportuna en qué consiste cada uno de los requerimientos de la acreditación del laboratorio y que se asignen responsabilidades. A este respecto, la evaluación del desempeño de los participantes debe realizarse de manera continua y permanente”.
- (Lizaraburo, 2018 ) elaboró “Los procesos y procedimientos de los componentes de la metodología de implementación para la acreditación de laboratorios de ensayo conforme a los requisitos que exige la Norma NTP-ISO/IEC 17025:2017”.

Para desarrollar la hoja de cálculo es necesario considerar los siguientes criterios:

- Conocimiento de la estimación de la incertidumbre - GUM.
- Procedimiento de calibración de multímetros digitales- PC-021-INACAL.
- Hojas de Cálculo y documentación de la empresa PROMECAL S.A.C. que sirvieron de consulta.

- Experiencia en el conocimiento de instrumentos eléctricos, como por ejemplo multímetros digitales, calibradores eléctricos multifunción, medidores y registradores de temperatura y humedad, entre otros equipos.

Todo lo antes mencionado permitió que se implemente la hoja de cálculo mediante el uso del Excel todos los datos. Y para desarrollar su validación se utilizó el programa estadístico RStudio, es un software de acceso libre y orientado a los cálculos estadísticos, lo cual permite el manejo y administrar de la mejor manera los datos tanto cualitativo como cuantitativo. Según las Figuras 61 al 65 del capítulo III, sesión 3.1.4.

Para la capacidad de medición y calibración de multímetros digitales se tuvo en cuenta:

- El registro de las mediciones realizadas con el multímetro fluke 289 y el calibrador multifunción fluke 5522A, haciendo uso de la hoja de cálculo F02-CCAL-PR-07, para obtener la mejor incertidumbre expandida de medición, incertidumbre de medición del laboratorio e incertidumbre del ítem bajo calibración.
- Participación del ensayo de aptitud en calibración de multímetros digitales.

En las Figuras 66 y 67 se muestra la capacidad de medición y calibración de PROMECAL S.A.C.

En cuanto a la documentación de la carta de trazabilidad para la calibración de multímetros digitales es necesario tener en cuenta:

- La CMC de multímetros digitales de PROMECAL S.A.C.
- El certificado de calibración del Patrón de trabajo.

Para mostrar que se cumple con la trazabilidad al sistema internacional de unidades.

Para llevar a cabo la capacitación, entrenamiento, evaluación y autorización al personal de PROMECAL SAC en el procedimiento de calibración de multímetros digitales (PC-021) se siguió los pasos indicados en el instructivo

técnico CCAL-IT-01- Evaluación de la competencia y autorización del personal, en las Figuras 29 al 65 y las Figuras 76 y 77 del capítulo III muestran todo lo desarrollado para dar el cumplimiento.

En cuanto, para llevar a cabo el proceso de gestión para la participación del ensayo de aptitud de calibración de multímetros digitales de inicio a fin es una actividad importante ya que es necesario de la participación y aprobación para dar cumplimiento a uno de los requisitos que establece la norma NTP ISO/IEC 17025, en las Figuras 27 y 28 del capítulo III muestran la participación y aprobación de PROMECAL S.A.C. en el ensayo de aptitud.

#### **4.2. Conclusiones**

- Se elaboró y revisó la documentación la documentación según (figuras) donde evidencias los procedimientos e instructivos técnicos para la calibración de multímetros digitales basados según la norma NTP ISO/IEC 17025 para la empresa PROMECAL S.A.C.
- Se desarrolló la hoja de cálculo y validación para la calibración de multímetros digitales en base al procedimiento PC-021-INACAL, norma NTP ISO/IEC 17025:2017 y la GUM- Guía para expresar la incertidumbre en la medición.
- Se elaboró la capacidad de medición y calibración para la calibración de multímetros digitales basado en la hoja de cálculo validada que permitió encontrar todas las incertidumbres de medición asociadas.
- Se documentó la carta de trazabilidad para la calibración de multímetros digitales en base a la capacidad de medición y calibración halladas y los certificados de calibración de los patrones de trabajo.
- Se realizó la capacitación, entrenamiento, evaluación y autorización al personal de PROMECAL SAC en el procedimiento de calibración de multímetros digitales siguiendo los procedimientos e instructivos del sistema integrado de PROMECAL S.AC.
- Se gestionó la participación del ensayo de aptitud de calibración de multímetros digitales dando cumplimiento a uno de los requisitos de la norma NTP ISO/IEC 17025:2017.

- Se cumplió satisfactoriamente con la implementación de los requisitos técnicos que permite la acreditación en el procedimiento de multímetros digitales bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 de la empresa PROMECAL S.A.C., cumpliendo al 100 % de los estándares y requisitos aplicables, todo ello basándose en el certificado de acreditación NTP ISO/IEC 17025 emitida por INACAL-DA, ver anexo D.

## V. RECOMENDACIONES

El logro de la acreditación de la empresa PROMECAL S.A.C. y cuyos objetivos alcanzados es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Tener los procedimientos e instructivos técnicos bajo los lineamientos de la norma NTP ISO/IEC 17025 y las directrices de acreditación para poner en cartera el servicio de calibración de multímetros digitales acreditado. Muestra de ello se ve reflejado el ingreso de servicios acreditados a PROMECAL S.A.C.
- Es necesario contar con el personal capacitado para dar cumplimiento a uno de los requisitos de la norma NTP ISO/IEC 17025 y las directrices de acreditación, lo cual conlleva a tener las competencias y el resultado repercute en la mejora del servicio de la empresa.
- Para lograr optimizar el tiempo en la emisión certificados para multímetros digitales, es necesario contar con una hoja de medición y cálculo (en excel en modo macros, lo cual permite actualizar la hoja de manera rápida) que se encuentre validada para lograr obtener los resultados de las mediciones y aportantes de la incertidumbre de la medición.
- Se recomienda que es necesario contar con la acreditación de multímetros digitales bajo la NTP ISO/IEC 17025:2017 lo cual, repercute en el buen servicio y la confianza al usuario.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Giraldo, V. R. (2020). *Apoyo integral para el proceso de acreditación del laboratorio Calymed bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017* . Antioquia.
- Google. (1 de noviembre de 2022). [www.google.com.pe/maps/](http://www.google.com.pe/maps/). Obtenido de [www.google.com.pe/maps/](http://www.google.com.pe/maps/):  
<https://www.google.com.pe/maps/place/Av.+Guillermo+Dansey+1094,+Lima+15082/>
- Instituto Nacional de Calidad. (2012). *Vocabulario internacional de metrología-conceptos básicos y generales, y términos asociados (VIM)*. Lima, Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad. (marzo de 2016). *PC-021- Procedimiento para la calibración de multímetros digitales*. Lima, Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad. (3 de enero de 2018). *NTP ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo*. Lima, Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Calidad. (4 de enero de 2021). *NTP ISO/IEC 17000:2020 Evaluación de la conformidad. Vocabulario y principios generales*. Lima, Lima, Perú.
- Lizaraburo, M. E. (2018 ). *Desarrollar una metodología de implementación de la norma NTP-ISO/IEC 17025:2017 para la acreditación de laboratorios de ensayo de suelos, concretos y pavimentos en universidades privadas del Perú* . Tacna .
- López, V. G. (2019 ). *Guía de implementación y acreditación de un sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 17025 para un laboratorio de ensayo en la industria de la construcción en la sub-rama del concreto* . Puebla.
- Losano, L. M. (2020). *Guía metodológica para cumplimiento de los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración NTC-ISO/IEC 17025:2017 articulada con la NTC-ISO 9001:2015 en la dirección de laboratorios del servicio geológico colombiano*. Bogota.
- Orjuela, J. P. (2020). *Propuesta para lograr la Acreditación del Laboratorio de Ingeniería de Métodos de la Universidad Católica de Colombia con base en la Norma NTC-ISO/IEC 17025:2017* . Bogota.
- Pedraza, L. C. (2020). *Desarrollo de los requisitos contenidos en la norma ISO/IEC 17025:2017 como propuesta para la acreditación del laboratorio de control de calidad y gestión metrológica de la universidad católica de Colombia* . Bogota.
- Promecal S.A.C. (1 de noviembre de 2022). [www.promecal.com.pe](http://www.promecal.com.pe). Obtenido de [www.promecal.com.pe](http://www.promecal.com.pe):  
<http://www.promecal.com.pe/pdf/POLITICASIGDEPROMECAL.pdf>
- Promecal S.A.C. (1 de noviembre de 2022). [www.promecal.com.pe](http://www.promecal.com.pe). Obtenido de [www.promecal.com.pe](http://www.promecal.com.pe): <http://www.promecal.com.pe/>
- Quintero, R. M. (2008). *Diseño, documentación e implementación de la norma técnica colombiana NTC ISO/IEC 17025 al Laboratorio de ensayos de TK ASME API Ingeniería E.U.* . Bucaramanga.
- Rojas, E. A. (2021). *Investigación sobre metodologías de implementación de la norma ISO/IEC 17025:2017 en laboratorios de calibración y ensayo* . Lima.

# ANEXOS

## Anexo 1. Declaración Jurada del Bachiller

**ROLANDO E. CONTRERAS VARGAS**  
NOTARIO DE LIMA  
Av. San Juan 1097-A, 3er piso, San Juan de Miraflores

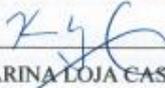
**HORARIO CORRIDO**  
L - V: 8:30 a 18:00 Hrs.  
Sábados: 9:00 a 14:00 Hrs.  
Tel: (51) (1) 466-4761 / 223-1639 / Cel.: 997048899  
(Ref. Avícola San Fernando - Botánicas Mifloras, S.A.S. - Lima)

### DECLARACION JURADA

Yo, **KARINA LOJA CASTRO**, identificada con DNI N° 42009566, con código de matrícula 0129301 y con domicilio en Jr. Baltazar Grados N° 235 Zona C San Juan de Miraflores, **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, de fecha 30 de junio del 2021. Así mismo, **DECLARO** que conozco las normas, reglamentos y directivas que rigen este proceso del I ciclo taller para titulación por modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional.

Lima, 15 de diciembre 2022.



  
KARINA LOJA CASTRO  
DNI: 42009566

**CERTIFICACIÓN A LA VUELTA** 



0086756941



**NOTARIA  
CONTRERAS VARGAS ROLANDO FELIX  
SERVICIO DE AUTENTICACIÓN E IDENTIFICACIÓN BIOMÉTRICA**



**INFORMACIÓN PERSONAL**  
DNI 42009566  
Primer Apellido LOJA  
Segundo Apellido CASTRO  
Nombres KARINA

**CORRESPONDE**

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



**LOJA CASTRO, KARINA  
DNI 42009566**

**INFORMACIÓN DE CONSULTA DACTILAR**

Operador: 44029520 - Catern  
Carmen Vargas Rosa  
Fecha de Transacción: 15-12-2022  
17:24:52  
Entidad: 10013186486 -  
CONTRERAS VARGAS ROLANDO  
FELIX

**VERIFICACIÓN DE CONSULTA**

Puede verificar la información en línea en:  
<https://servicioabiometricos.reniec.gob.pe/identifica/verificacion.do>  
Número de Consulta: 0086756941



**CERTIFICACION Nro. 11117**

ROLANDO FELIX CONTRERAS VARGAS ABOGADO - NOTARIO DE LIMA, CERTIFICO: QUE LA FIRMA QUE APARECE EN EL PRESENTE DOCUMENTO CORRESPONDE A: =====  
KARINA LOJA CASTRO, QUIEN SE IDENTIFICÓ CON DNI N° 42009566, HA UTILIZADO LA COMPARACIÓN BIOMÉTRICA DE LAS HUELLAS DACTILARES, A TRAVÉS DE RENIEC, CONFORME AL LITERAL A DEL ARTICULO 55° DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1049, MODIFICADO POR DECRETO LEGISLATIVO N° 1232. =====  
SE LEGALIZA LA FIRMA MAS NO EL CONTENIDO, EL NOTARIO NO ASUME RESPONSABILIDAD DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO, SEGUN EL ARTICULO 108 DE LA LEY DEL NOTARIADO, DOY FE. =====  
SAN JUAN DE MIRAFLORES, QUINCE DIAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTIDOS. =====



## Anexo 2. Autorización de consentimiento otorgada por la empresa



**PromeCal**  
Centro de Calibración de Instrumentos de Medición Eléctrica



---

Centro de metrología especializado en la calibración de instrumentos de medición eléctrica

### AUTORIZACIÓN

Por medio de la presente, autorizamos a la Sra. Karina Loja, titular del DNI Nro. 42009566. A utilizar la documentación obtenida en el proceso de acreditación y mantenimiento de la certificación de NTP ISO /IEC 17025, para fines de documentar su experiencia laboral como parte de los requisitos exigidos para la obtención de su titulación profesional.

Lima, 26 de septiembre de 2022



PROMECA S.A.C.  
.....  
MARIELSY PEREZ SAVINO  
SUB GERENTE DE RECURSOS HUMANOS

---

Laboratorio de ElectricidadLaboratorio de PresiónLaboratorio de TemperaturaLaboratorio de Fotometría

---

 Dirección: Av. Guillermo Dansey Nro. 1094 (3er Piso) Lima - Lima Teléfono: +51 715 4200 E-mail: [calibraciones@promecal.com.pe](mailto:calibraciones@promecal.com.pe)

## Anexo 3. Instrumentos Validados

### 3.1. Constancia de designación de funciones



#### CONSTANCIA DE DESIGNACIÓN DE FUNCIONES

**Alhelí Moreno Román**  
**Administrador General**

Suscribe, que la Sra. Karina Loja Castro, identificada con DNI:42009566, quien se desempeña como jefe de Laboratorio de Calibración en PROMECAL SAC ha formado parte del proceso de acreditación bajo la norma NTP ISO/IEC 17025 en los procedimientos PC-021 "Procedimiento de calibración de multímetros digitales" y PC-025 "Procedimiento de calibración de pinzas amperimétricas" desde el 2018, además de mantener vigente la acreditación mediante auditorías de seguimiento y recertificación que realiza INACAL-DA hasta la actualidad.

Las funciones realizadas, durante los procesos antes mencionados son las siguientes:

- Elaboración y revisión de la documentación correspondiente a la acreditación.
- Capacitación, evaluación y autorización al personal del laboratorio en los procedimientos de calibración antes mencionados.
- Participación en los ensayos de aptitud organizados por INACAL-DM.
- Seguimiento de los servicios de calibración en el laboratorio.
- Elaboración, revisión y emisión de certificados de calibración.

Sin otro particular, se expide al interesado para fines que considere pertinente.

Lima, 30 de setiembre de 2022.

Atentamente

**PROMECAL S.A.C.**  
*Alhelí Moreno Román*  
ALHELÍ MORENO ROMAN  
ADMINISTRADOR GENERAL

Av. Guillermo Dansey Nro. 1094 (3er Piso) Lima - Lima - Lima  
Telf.: (51-1) 715 4250 / Celular: 981 034 839 / 945 289 488  
E-mail: calibraciones@promecal.com.pe

3.2. Pasantía en el Laboratorio de Electricidad – Calibración de Multímetros hasta 5 ½ dígitos



### 3.3. Curso de Calibración instrumentos de medición



### 3.4. Aseguramiento (Validez de Resultados)



### 3.5. Estimación de la Incertidumbre



### 3.6. Evaluación e interpretación de certificados



3.7 Formación de auditores internos de las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2007



### 3.8 Interpretación de la Norma ISO/IEC 17025:2017



### 3.9 Metrología Básica



## Anexo 4 Evidencias Fotográficas

### 4.1 Certificado de acreditación NTP ISO/IEC 17025

<b>Certificado</b>	 <b>INACAL</b> Instituto Nacional de Calidad Acreditación
	La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente Certificado de Acreditación a:
<b>PROMECA S.A.C.</b> Laboratorio de Calibración	
En su sede ubicada en: Jr. Guillermo Dansey N° 1094 (3er piso), distrito de Lima, provincia y departamento de Lima	
Con base en la norma <b>NTP- ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración</b>	
Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.	
Fecha de Acreditación: 17 de diciembre de 2019 Fecha de Vencimiento: 16 de diciembre de 2022	
 <b>ESTELA CONTRERAS JUGO</b> Directora, Dirección de Acreditación - INACAL	
Cédula N° : 0958-2019-INACAL/DA Contrato N° : 060-2019-INACAL-DA Registro N° : LC - 040	Fecha de emisión: 20 de diciembre de 2019
<small>El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web <a href="http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados">www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados</a> al momento de hacer uso del presente certificado. La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).</small>	
DA-acr-01P-02M Ver. 02	