

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE INCLUIR VARIABLES
ELÉCTRICAS EN EL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DEL
NEGOCIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y ALUMBRADO
PÚBLICO DE LA ESPH, MEDIANTE DMAIC Y ANÁLISIS DE
BRECHA CONTRA LA NORMA INTE-ISO/IEC 17025:2017**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: FABIÁN JOSÉ VILLEGAS ALPÍZAR

TUTOR: ING. JOEL PICADO SANABRIA

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA
DICIEMBRE, 2024**

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA	I
CÉDULA DE IDENTIDAD	II
SOLICITUD DE DEFENSA.....	III
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR	V
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO	VI
CARTA DE ENTENDIMIENTO.....	VII
CONTENIDO	VIII
TABLAS.....	XIV
FIGURAS.....	XVI
DEDICATORIA	XX
AGRADECIMIENTOS.....	XXI
EPÍGRAFE	XXII
RESUMEN.....	XXIII
CAPÍTULO I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 ANTECEDENTES	5
1.4.1 Antecedentes nacionales.....	5
1.4.2 Antecedentes internacionales.....	7
1.5 PROYECCIONES.....	9
1.5.1 Alcances	10
1.5.2 Limitaciones	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES	12
2.1.1 Metodología DMAIC.....	12

2.1.2	Análisis cuantitativo.....	13
2.1.3	Análisis cualitativo.....	13
2.1.4	Lluvia de ideas	14
2.1.5	Análisis PESTEL	14
2.1.6	Metodología 7S de McKinsey.....	15
2.1.7	Análisis FODA.....	16
2.1.8	Análisis CAME	17
2.1.9	Modelo de negocio.....	18
2.1.10	Encuesta	19
2.1.11	Gráfico de pastel	20
2.1.12	Diagramas de flujo	21
2.1.13	Mapa de flujo de valor.....	22
2.1.14	Análisis de brecha.....	23
2.1.15	Gráfico de radar	24
2.1.16	Gráfico de barras	25
2.1.17	Análisis de riesgos	26
2.1.18	Mapa de calor	27
2.1.19	Diagrama de Ishikawa.....	28
2.1.20	Multivotación	29
2.1.21	Diagrama de Pareto	29
2.1.22	Diagrama de Gantt.....	31
2.1.23	Gráficos de control	32
2.1.24	Manual de procedimientos	33
2.1.25	Kaizen.....	34
2.1.26	Análisis de costo-beneficio.....	34
2.1.27	Plazo del retorno de la inversión	35
2.2	CONCEPTOS BÁSICOS	36
2.2.1	Gestión de calidad	36
2.2.2	Ley 10473	37
2.2.3	Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017	37
2.2.4	Calibración	38

2.2.5 Variables eléctricas.....	38
2.2.6 Ente Costarricense de Acreditación (ECA)	39
2.2.7 Metrología	40
2.2.8 Incertidumbre de medición.....	40
2.2.9 Calibrador multiproducto 5522A.....	41
2.2.10 Amperímetro	42
2.2.11 Multímetro	43
2.3 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	43
2.3.1 Visión/misión.....	44
2.3.2 Antecedentes históricos	44
2.3.3 Ubicación geográfica.....	45
2.3.4 Estructura organizacional.....	45
2.3.5 Cantidad de empleados	49
2.3.6 Tipos de productos.....	49
2.3.7 Mercado de exportación.....	49
2.3.8 Descripción general del proceso productivo	49
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	51
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	55
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS	56
3.5 INSTRUMENTOS.....	58
3.5.1 Observación.....	58
3.5.2 Entrevista	58
3.5.3 Análisis de brecha.....	59
3.5.4 Técnica grupal (reunión)	59
3.5.5 Registros históricos.....	60
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	60
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	63
4.1 DEFINIR	64
4.1.1 Análisis PESTEL	65

4.1.2	Análisis 7S de McKinsey	72
4.1.3	Análisis FODA.....	79
4.1.4	Análisis CAME	84
4.1.5	Modelo de negocios Canvas.....	92
4.1.6	Encuesta a usuarios del servicio.....	99
4.1.7	Diagrama de flujo actual	103
4.2	MEDIR	105
4.2.1	Cantidad de multímetros y amperímetros en la ESPH.....	105
4.2.2	Costos operativos por calibraciones anuales.....	107
4.2.3	Mapa de flujo de valor actual	110
4.2.4	Análisis de brecha contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.....	111
4.2.4.1	Capítulo 4 “Requisitos generales”	112
4.2.4.2	Capítulo 5 “Requisitos relativos a la estructura”	114
4.2.4.3	Capítulo 6 “Requisitos relativos a los recursos”	115
4.2.4.4	Capítulo 7 “Requisitos del proceso”	121
4.2.4.5	Capítulo 8 “Requisitos del sistema de gestión”	134
4.2.4.6	Cumplimiento general de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017	136
4.2.5	Análisis de riesgos	139
4.2.6	Mapa de calor del análisis de riesgos	142
4.3	ANALIZAR	146
4.3.1	Causas del problema	146
4.3.2	Multivotación	153
4.3.3	Diagrama de Pareto.....	153
CAPÍTULO V. PROPUESTA		155
5.1	MEJORAR	156
5.1.1	Propuesta 1: Calibración del equipo patrón	156
5.1.2	Propuesta 2: Adaptación de documentos a variables eléctricas.....	158
5.1.3	Propuesta 3: Capacitación en variables eléctricas.....	160
5.1.4	Propuesta 4: Procedimiento de calibración.....	161
5.1.5	Propuesta 5: Estimación de fuentes de incertidumbre	162
5.1.6	Propuesta 6: Nueva distribución física del laboratorio	164

5.1.7 Propuesta 7: Comprobación de las condiciones ambientales.....	170
5.1.8 Propuesta 8: Creación del certificado de calibración	174
5.1.9 Costo por mano de obra en la implementación de las propuestas.....	175
5.1.10 Cumplimiento de la norma con implementación de las propuestas	176
5.1.11 Gráfico de radar con la implementación de las propuestas	178
5.1.12 Diagrama de flujo con la implementación de las propuestas	179
5.1.13 Mapa de flujo de valor con la implementación de las propuestas	180
5.1.14 Comparativa de tiempos	181
5.1.15 Porcentaje de ahorro de tiempo	182
5.1.16 Valoración de los riesgos con la implementación de las propuestas	182
5.2 CONTROLAR	185
5.2.1 Plan de calidad.....	185
5.2.2 Reuniones kaizen.....	186
5.2.3 Aseguramiento de la validez de los resultados	186
5.2.4 Auditoría interna.....	187
5.3 CÁLCULO DE BENEFICIOS	188
5.3.1 Inversión de la capacitación.....	189
5.3.2 Gastos administrativos del proyecto	190
5.3.3 Gastos operativos del proyecto.....	191
5.3.4 Cálculo de los costos de la inversión	192
5.3.5 Análisis costo-beneficio.....	192
5.3.6 Retorno de la inversión	193
5.3.7 Proyección de ingresos.....	194
5.3.8 Cálculo del ahorro de gastos operativos por año.....	194
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	196
CONCLUSIONES	197
RECOMENDACIONES	199
REFERENCIAS	201
APÉNDICES Y ANEXOS.....	210
APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS	211
APÉNDICE 2: ANÁLISIS DE BRECHA CONTRA LA NORMA INTE-ISO/IEC 17025.....	213

APÉNDICE 3: PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS.....	233
APÉNDICE 4: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PARA VARIABLES ELÉCTRICAS.....	249
ANEXO 1: COTIZACIÓN DEL PROVEEDOR EXTERNO ACREDITADO PARA LA CALIBRACIÓN DEL MULTÍMETRO Y AMPERÍMETRO.....	254
ANEXO 2: COTIZACIÓN DEL PROVEEDOR DE FLUKE PARA LA CALIBRACIÓN DEL EQUIPO MULTIPRODUCTO 5522A.....	255
ANEXO 3: COTIZACIÓN DEL PROVEEDOR SCM PARA LA CALIBRACIÓN DEL EQUIPO MULTIPRODUCTO 5522A	256
ANEXO 4: COTIZACIÓN PARA LA CAPACITACIÓN DEL CALIBRADOR MULTIPRODUCTO 5522A.....	258
ANEXO 5: COTIZACIÓN DE SOLICITUD DE LA AMPLIACIÓN AL ECA	259
ANEXO 6: TIPO DE CAMBIO DEL DÓLAR EN COSTA RICA EN EL PRIMER SEMESTRE 2024..	260

TABLAS

Tabla 2.1: Distribución de los empleados por área de trabajo.....	49
Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico.....	57
Tabla 4.1: Análisis PESTEL de la gestión estratégica del Laboratorio de Calibración ..	65
Tabla 4.2: Análisis 7S de McKinsey de la gestión estratégica del Laboratorio de Calibración.....	73
Tabla 4.3: Matriz del análisis CAME para las fortalezas identificadas.....	85
Tabla 4.4: Matriz del análisis CAME para las oportunidades identificadas.....	87
Tabla 4.5: Matriz del análisis CAME para las debilidades identificadas	89
Tabla 4.6: Matriz del análisis CAME para las debilidades identificadas	90
Tabla 4.7: Detalle de los multímetros por departamento en la ESPH.....	106
Tabla 4.8: Detalle de los amperímetros por departamento en la ESPH	106
Tabla 4.9: Costo trimestral por contratar proveedores externos para la calibración de multímetros y amperímetros	107
Tabla 4.10: Costo semestral por contratar proveedores externos para la calibración de multímetros y amperímetros	108
Tabla 4.11: Costo por contratar proveedores externos para la calibración de multímetros y amperímetros una vez al año.....	109
Tabla 4.12: Costo total anual por contratar proveedores externos para la calibración de multímetros y amperímetros	109
Tabla 4.13: Análisis del apartado 7.3 “Muestreo”	124
Tabla 4.14: Cumplimiento del apartado 7.8 “Informe de resultados”	128
Tabla 4.15: Cumplimiento del apartado 7.8.3 “Requisitos específicos para los informes de ensayo”	129
Tabla 4.16: Cumplimiento del apartado 7.8.5 “Información de muestreo requisitos específicos”	130
Tabla 4.17: Cumplimiento del apartado 7.8.7 “Información sobre opiniones e interpretaciones”	131
Tabla 4.18: Tabla resumen del cumplimiento actual de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.....	138

Tabla 4.19: Valoración de los riesgos identificados en el Laboratorio de Calibración .	142
Tabla 4.20: Multivotación de las causas del problema identificadas	153
Tabla 5.1: Ofertas por servicios de calibración del calibrador multiproducto 5522A....	157
Tabla 5.2: Documentación con cumplimiento parcial del sistema de gestión del Laboratorio de Calibración.....	159
Tabla 5.3: Ofertas por servicios de capacitación en el uso del calibrador multiproducto 5522A.....	160
Tabla 5.4: Condiciones ambientales requeridas del calibrador multiproducto 5522A..	171
Tabla 5.5: Detalle sobre el costo equivalente por mano de obra a la realización de cada actividad.....	176
Tabla 5.6: Comparativa del cumplimiento de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017	177
Tabla 5.7: Comparativa de tiempos entre la situación actual y la situación propuesta	182
Tabla 5.8: Valoración de los riesgos con la implementación de las propuestas de solución en el Laboratorio de Calibración.....	183
Tabla 5.9: Comparativa de la mejora en los riesgos identificados.....	185
Tabla 5.10: Detalle de la inversión por concepto de capacitación al personal.....	189
Tabla 5.11: Gastos administrativos del proyecto	190
Tabla 5.12: Gastos operativos del proyecto	191
Tabla 5.13: Cuantificación total de la implementación de las propuestas de solución	192
Tabla 5.14: Proyección de las ganancias por concepto de calibración de las variables eléctricas	194

FIGURAS

Figura 2.1: Metodología DMAIC	12
Figura 2.2: Ejemplo de la matriz del análisis PESTEL.....	15
Figura 2.3: Esquema del modelo 7S de McKinsey	16
Figura 2.4: Ejemplo de la matriz de análisis FODA	17
Figura 2.5: Factores del análisis CAME.....	18
Figura 2.6: Ejemplo de la metodología Canvas para crear un modelo de negocio.....	19
Figura 2.7: Ejemplo de un gráfico de pastel	21
Figura 2.8: Ejemplo de un diagrama de flujo	22
Figura 2.9: Ejemplo de un mapa de valor.....	23
Figura 2.10: Ejemplo de un gráfico de radar.....	25
Figura 2.11: Ejemplo de un gráfico de barras.....	26
Figura 2.12: Ejemplo de una matriz de riesgos	27
Figura 2.13: Ejemplos de mapas de calor 3x3 y 5x5	28
Figura 2.14: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa.....	29
Figura 2.15: Ejemplo de un diagrama de Pareto	31
Figura 2.16: Ejemplo de un diagrama de Gantt.....	32
Figura 2.17: Ejemplo de un gráfico de control	33
Figura 2.18: Fórmula para calcular el costo-beneficio	35
Figura 2.19: Calibrador multiproducto 5522A	42
Figura 2.20: Amperímetro Fluke 376	42
Figura 2.21: Multímetro Victor 77	43
Figura 2.22: Mapa satelital de la ubicación geográfica del Laboratorio de Calibración de la ESPH	45
Figura 2.23: Organigrama administrativo de la ESPH	48
Figura 3.1 Metodología DMAIC para realizar la investigación.....	54
Figura 3.2: Esquema del análisis de datos	61
Figura 4.1: Matriz del análisis FODA de la gestión estratégica del Laboratorio de Calibración.....	80
Figura 4.2: Modelo de negocio propuesto para el Laboratorio de Calibración.....	93

Figura 4.3: Posibles clientes internos del servicio de calibración de variables eléctricas	94
Figura 4.4: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas	99
Figura 4.5: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas	100
Figura 4.6: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas	100
Figura 4.7: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas	101
Figura 4.8: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas	102
Figura 4.9: Encuesta a posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas	102
Figura 4.10: Diagrama de flujo actual del proceso de calibración de variables eléctricas	104
Figura 4.11: Mapa de Flujo de Valor actual del proceso de calibración de variables eléctricas en la ESPH	110
Figura 4.12: Cumplimiento del apartado 4.1 “Imparcialidad”	113
Figura 4.13: Cumplimiento del apartado 4.2 “Confidencialidad”	114
Figura 4.14: Cumplimiento del apartado 4.1 “Imparcialidad”	115
Figura 4.15: Cumplimiento del apartado 6.1 “Generalidades”	116
Figura 4.16: Cumplimiento del apartado 6.2 “Personal”	117
Figura 4.17: Cumplimiento del apartado 6.3 “Instalaciones y condiciones ambientales”	118
Figura 4.18: Cumplimiento del apartado 6.4 “Equipamiento”	119
Figura 4.19: Cumplimiento del apartado 6.5 “Trazabilidad metrológica”	120
Figura 4.20: Cumplimiento del apartado 6.6 “Productos y servicios suministrados externamente”	121
Figura 4.21: Cumplimiento del apartado 7.1 “Revisión de solicitudes, ofertas y contratos”	122

Figura 4.22: Cumplimiento del apartado 7.2.1 “Selección y verificación de los métodos”.....	123
Figura 4.23: Cumplimiento del apartado 7.2.2 “Validación de los métodos”.....	124
Figura 4.24: Cumplimiento del apartado 7.4 “Manipulación de los ítems de ensayo o calibración”	125
Figura 4.25: Cumplimiento del apartado 7.5 “Registros técnicos”	126
Figura 4.26: Cumplimiento del apartado 7.6 “Evaluación de la incertidumbre de medición”	127
Figura 4.27: Cumplimiento del apartado 7.7 “Aseguramiento de la validez de resultados”	128
Figura 4.28: Cumplimiento del apartado 7.8.4 “Requisitos específicos para los certificados de calibración”	129
Figura 4.29: Cumplimiento del apartado 7.8.6 “Información sobre declaraciones de conformidad”	130
Figura 4.30: Cumplimiento del apartado 7.8.8 “Modificaciones a los informes”.....	131
Figura 4.31: Cumplimiento del apartado 7.9 “Quejas”	132
Figura 4.32: Cumplimiento del apartado 7.10 “Trabajo no conforme”	133
Figura 4.33: Cumplimiento del apartado 7.11 “Control de los datos y gestión de la información”	134
Figura 4.34: Cumplimiento del apartado 8.1 “Generalidades”	135
Figura 4.35: Cumplimiento total de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.....	136
Figura 4.36: Apartados con incumplimientos en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017	137
Figura 4.37: Gráfico de radar del cumplimiento actual de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.....	138
Figura 4.38: Mapa de calor de los riesgos estratégicos identificados en el Laboratorio de Calibración.....	143
Figura 4.39: Causas por afinidad.....	147
Figura 4.40: Diagrama de Ishikawa de las no conformidades presentadas en el Laboratorio de Calibración.....	147
Figura 4.41: Estructura documental.....	148
Figura 4.42: Distribución actual de las áreas del Laboratorio de Calibración	151

Figura 4.43: Diagrama de Pareto de las causas del problema identificadas	154
Figura 5.1: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 1	158
Figura 5.2: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 2	160
Figura 5.3: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 3	161
Figura 5.4: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 4	162
Figura 5.5: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 6	163
Figura 5.6: Banco de calibración de medidores de energía eléctrica	165
Figura 5.7: Estación de trabajo del calibrador multiproducto 5522A	166
Figura 5.8: Fuente de alimentación n.º 1 dentro del Laboratorio	167
Figura 5.9: Fuente de alimentación n.º 2 dentro del Laboratorio	167
Figura 5.10: Fuentes de alimentación dentro del Laboratorio	168
Figura 5.11: Distribución física propuesta para las actividades del Laboratorio de Calibración	169
Figura 5.12: Diseño 3D de la propuesta de reacomodo dentro del Laboratorio	170
Figura 5.13: Gráfica de control de la temperatura durante el mes de febrero en el Laboratorio	172
Figura 5.14: Gráfica de control de la humedad relativa durante el mes de febrero en el Laboratorio	173
Figura 5.15: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 7	174
Figura 5.16: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 7	175
Figura 5.17: Cumplimiento total de la norma con la implementación de las propuestas	177
Figura 5.18: Gráfico de radar del cumplimiento de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 con las propuestas de solución implementadas	178
Figura 5.19: Diagrama de flujo propuesto para la calibración de las variables eléctricas	179
Figura 5.20: Mapa de flujo de valor propuesto para la calibración de variables eléctricas	181
Figura 5.21: Mapa de calor si son implementadas las propuestas de solución	184

DEDICATORIA

Se lo dedico a mis padres, por el esfuerzo de toda una vida, por entregarlo absolutamente todo con tal de ver a sus hijos salir adelante, por creer en mí durante todo este proceso y, sobre todo, porque me han amado de forma sin igual hasta hoy.

Del mismo modo, se lo dedico a mi esposa por estar a mi lado apoyándome en todo momento de manera incondicional, y siendo la compañía perfecta para que este y muchos otros sueños más sean posibles.

A Dionisio y Cecilia, porque en esta última etapa de mi vida se convirtieron en todo un ejemplo a seguir; así, gracias a su compañía y calidad humana, me han hecho una mejor persona.

Por último, a las personas allegadas a mi vida, porque sé que sus deseos son los mejores y por estar siempre presentes.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero darle gracias a Dios por haber despertado de alguna forma en mí los deseos y las fuerzas para culminar esta etapa tan importante de mi vida que por algún tiempo estuvo relegada.

A mis compañeros del Laboratorio, por su colaboración en todo momento y sus buenos deseos para culminar esta etapa de la mejor manera.

A la profe Joel, por su profesionalismo, acompañamiento y recomendaciones para realizar el mejor trabajo posible.

Y, por último, a todos los que de alguna manera colaboraron en la realización de este trabajo de investigación.

EPÍGRAFE

*“Todos llevamos dentro una insospechada fuerza,
que emerge cuando la vida nos pone a prueba”.*

Isabel Allende

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, específicamente en el departamento llamado Laboratorio de Calibración. Al respecto, mediante el DMAIC se llevó a cabo un análisis de la situación actual para identificar posibles nichos de mercado en donde el Laboratorio de Calibración podría ofrecer sus servicios. Además, con el objetivo de garantizar la competencia técnica que se pretende brindar a los posibles consumidores del servicio, se efectuó un análisis de brecha contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 para determinar los principales problemas que de momento imposibilitan la ampliación del alcance acreditado en la calibración de variables eléctricas.

Durante el análisis, se evidenció una oportunidad de crecimiento, esta consiste en solventar las necesidades de una serie de clientes a nivel interno de la empresa, ya que en la actualidad invierten aproximadamente 106 días en el proceso de calibración de sus equipos. Sin embargo, para brindarles el servicio, se requiere la ampliación del alcance acreditado del Laboratorio ante el ECA al conocerse, por medio del análisis de brecha de la norma, que existe un incumplimiento del 51 % de los requisitos. Adicional, con el análisis de causa raíz del problema, se identificaron las principales causas de los incumplimientos que impiden la ampliación del alcance de acreditación y se agrupan en los siguientes aspectos: documentación, equipamiento, instalaciones, personal y procedimiento.

A partir de los diferentes análisis hechos, se plantearon ocho propuestas de solución para erradicar los incumplimientos detectados, siendo la calibración del equipo calibrador multiproducto 5522A la más importante para solucionar el problema. Todas las propuestas tienen una inversión total de ₡ 7 036 258, con un retorno de la inversión de 0,55 años. Asimismo, se realizó una proyección, la cual indica que los clientes internos reducirían hasta en un 95,77 % el tiempo de calibración de sus equipos si se compara con la situación actual.

Palabras clave: DMAIC, análisis de brecha, calibración, norma ISO 17025.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente estudio se realiza en el Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), en adelante Laboratorio de Calibración. Esta empresa de carácter público proporciona servicios de electricidad, agua potable, alcantarillado y telecomunicaciones a sus clientes, principalmente en la provincia de Heredia.

Como requisito impuesto por parte de ARESEP, y cumpliendo de esta manera con lo establecido por la Ley 10473, Sistema Nacional para la Calidad, el Laboratorio de Calibración se acreditó en la norma INTE-ISO/IEC17025:2017 en junio de 2023 en la calibración de medidores de energía eléctrica alterna con frecuencia de 60 Hz, tanto monofásicos como polifásicos, con exactitudes de 0,2 % y menos exactos.

Esto ha significado una inversión para la empresa; primero, en lograr dicho reconocimiento y, luego, en mantener este sistema de gestión a lo largo del tiempo. Por lo tanto, este reconocimiento le crea gastos adicionales al Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público, al ser necesario por tratarse de un requisito legal aplicable a las empresas distribuidoras de energía eléctrica en el país. Sin embargo, la Alta Dirección del Laboratorio ve en esta situación una oportunidad de negocio al potenciar la acreditación como una ventaja competitiva que puede generar un valor agregado a las partes interesadas, aprovechando los recursos con los que ya cuenta el Laboratorio de Calibración.

En la actualidad, el Laboratorio de Calibración se financia mediante presupuesto ordinario, el cual a efectos contables es considerado como gasto, sin embargo, seguidamente se presenta un cálculo que implicaría para la ESPH contratar las calibraciones de medidores de energía eléctrica en el mercado nacional a otros laboratorios acreditados. Se debe señalar que en el año 2023 se calibró un total de 1638 medidores, promediando 137 medidores calibrados por mes. Para la ESPH la contratación por servicios de calibración de estos medidores a otros laboratorios hubiera representado alrededor de ₡ 89 000 000, tomando como base un promedio de las tarifas de los precios de dicho mercado, esto demuestra la importancia de contar con un laboratorio debidamente acreditado, así como la competencia y el potencial de crecimiento de este departamento.

Cabe indicar que en la actualidad el Laboratorio de Calibración tiene dentro de su partida presupuestaria para la ejecución de sus operaciones un total de ₡ 23 658 000, este monto se ejecuta durante el periodo del año 2024 y se gasta según las necesidades que surjan durante ese lapso; además, se desglosa en tres rubros: bienes y servicios, materiales y suministros, y bienes duraderos. Estos apartados responden a diferentes necesidades operativas del proceso, incluidos los gastos correspondientes al plan de auditorías anual que solicita el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), el cual se ubica dentro del rubro llamado “servicios”.

La visión de la Alta Dirección del Laboratorio de Calibración es la diversificación de la oferta de servicios para generar nuevos ingresos que, a su vez, ayuden a cubrir los gastos asociados a la gestión del Laboratorio de Calibración por motivo del cumplimiento del requisito legal mencionado, así como a solventar las necesidades que permiten seguir manteniendo el reconocimiento ante el ECA. Todo lo expuesto implicaría ampliar el alcance de los servicios ofertados ante el ECA, destacando que el servicio por agregar al alcance acreditado sería la calibración de variables eléctricas, con lo cual en un inicio se podrían calibrar multímetros digitales y pinzas amperimétricas.

Al respecto, es fundamental mencionar que uno de los mayores intereses para analizar y atacar el problema durante el estudio de la situación actual nace a raíz de que el Laboratorio de Calibración, además de contar con un sistema de gestión ya establecido, personal capacitado e instalaciones aptas y compatibles, tanto para la calibración de medidores de energía eléctrica como la calibración de variables eléctricas, desde hace varios años tiene en su poder el equipo llamado calibrador multiproducto 5522A que funcionaría para realizar las calibraciones de variables eléctricas, pero que por diferentes motivos aún no se ha contado con la capacidad para ponerlo en funcionamiento.

Por tales razones, se pretende llevar a cabo un diagnóstico y análisis con el fin de evaluar y proyectar potenciales nichos de mercado que le permitan al Laboratorio de Calibración ampliar su oferta de servicios en función del material con el que cuenta y, al mismo tiempo, hacer un análisis de la gestión con que opera hoy el Laboratorio, según lo establecido en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, de manera que se puedan

determinar los puntos críticos para formular propuestas de solución y crear un nuevo modelo de negocio; así, se plantea: ¿Cómo sería posible eliminar la brecha existente entre lo que se hace y lo que se requiere de acuerdo con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar la viabilidad de incluir la calibración de variables eléctricas dentro de los servicios acreditados ante el ECA en el Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH, mediante la aplicación de DMAIC y análisis de brecha contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, para reducir los costos operativos asociados en al menos un 50 %.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir los factores que actualmente intervienen en el funcionamiento del servicio de calibración de variables eléctricas en la ESPH, para determinar su desempeño global dentro de la organización.
- Medir el impacto que existe con la brecha de cumplimiento actual contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y los riesgos asociados ante los incumplimientos presentados.
- Analizar las causas que provocan un nivel de incumplimiento según los hallazgos presentados en el análisis de brecha, para evidenciar las más críticas.
- Proponer mejoras y controles para elevar el nivel de cumplimiento de los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, con la finalidad de lograr costos operativos más bajos y aumentar los servicios que podría ofrecer el Laboratorio de Calibración, en beneficio de la ESPH.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La mejora continua que implica la acreditación de un laboratorio ante una norma internacional como lo es la INTE-ISO/IEC17025:2017, sumado a las exigencias de los

clientes que hacen uso de los servicios brindados por la ESPH, ha provocado que la Alta Dirección del Laboratorio deba pensar en diversificar y mejorar su oferta de servicios.

Por esto, primero, para que las operaciones de los servicios brindados por un laboratorio reúnan las características deseadas por sus clientes, se debe actuar en apego a las buenas prácticas internacionales, siendo el Laboratorio de Calibración una muestra de ello.

Así, este análisis se enfoca inicialmente en estudiar las oportunidades del Laboratorio de Calibración dentro del mercado para expandir su oferta de servicios y que, a la vez, sean la base para determinar la viabilidad de ampliar el alcance acreditado ante el ECA, al proyectarse los beneficios económicos esperados por parte de la Alta Dirección.

Además, es fundamental realizar un mapeo sobre cómo en la actualidad se ejecutan las labores para establecer cuáles requisitos solicitados por la norma INTE-ISO/IEC17025:2017 se cumplen y qué otras acciones se deben implementar para lograr la totalidad del cumplimiento, ya que, por medio de esta vía, el Laboratorio de Calibración de la ESPH demuestra competencia técnica y credibilidad en los nuevos servicios acreditados que pretende ofrecer.

1.4 ANTECEDENTES

Como componente importante de este caso de investigación, se resalta que la acreditación de los laboratorios de calibración, en su razón de ser, giran en torno al campo de la metrología, siendo demostrada la competencia de estos por medio de una serie de lineamientos establecidos en la norma INTE/ISO IEC 17025:2017.

A continuación, se describen investigaciones y casos tanto a nivel nacional como internacional relacionados a dicho campo de laboratorios acreditados o en vías de acreditación.

1.4.1 Antecedentes nacionales

La primera tesis nacional pertenece a la estudiante Alexandra Fallas Araya, llamada: *Propuesta basada en la gestión profesional de proyectos, para la acreditación de un ensayo en el Laboratorio de Materiales del MOPT bajo la norma ISO/IEC17025*, en la

que desarrolla una propuesta para lograr la acreditación de un ensayo en el Laboratorio de Materiales del MOPT. La estudiante realiza un análisis con base en los requisitos de la norma ISO 17025 para establecer un diagnóstico de la situación actual y también lleva a cabo un análisis de brecha para iniciar el proceso de acreditación. Además, mediante el modelo de administración de proyectos, formula una propuesta para facilitar el proceso de acreditación. Lo anterior tiene similitud con la investigación en curso porque se debe hacer un análisis de los requisitos normativos mediante el análisis de brecha y conocer cómo presentar las propuestas de solución para ampliar el alcance de acreditación.

La segunda tesis nacional es de las estudiantes Diana Charit Mora Campos y María Teresa López Maietta (2019), titulada: *Modelo de un sistema de gestión integrado bajo las normas INTE-ISO/IEC 17025:2017 e INTE/ISO 31000:2011 para laboratorios de ensayo con vinculación externa de la Universidad Nacional*, quienes basan su estudio principalmente en un análisis cuantitativo, asimismo este trabajo implica un gran aporte para la presente investigación al permitir conocer cómo se analizan otros sistemas de gestión en el ámbito nacional en torno a la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, ya que en su proyecto muestran cómo generar la documentación requerida para lograr el 100 % del cumplimiento requerido para acreditarse. En el presente estudio se busca analizar desde el punto de vista financiero la rentabilidad que significaría agregar la calibración de variables eléctricas al alcance de los servicios que el Laboratorio de Calibración oferta; al respecto, las estudiantes realizan un análisis financiero bastante detallado empleado como ejemplo para la investigación.

La tercera tesis nacional pertenece a Ivannia Alpízar Barquero (2021), denominada: *Estrategia de actualización del Sistema de Gestión de Calidad de IIG Laboratorios basado en la norma ISO-IEC 17025:2017 y los criterios del Ente Costarricense de Acreditación como propuesta de mejora ante la nueva versión*. En esta, se utilizan los métodos de investigación analítico y deductivo para la revisión de requisitos, lo cual conlleva a que luego se aplique un enfoque cuantitativo para continuar con la investigación. En ese proyecto se efectúa una revisión ante los cambios ocurridos entre la anterior versión de la norma y la que rige en la actualidad. Además, en el trabajo realizado por la estudiante, se hace una distinción entre la afinidad de los

procedimientos actuales de la empresa en relación con los requerimientos de la norma INTE/ISO/IEC 17025:2017 y los criterios de acreditación del ECA, lo que es de gran utilidad para el análisis por llevar a cabo, porque se debe realizar un estudio de la situación actual, lo cual implica reconocer qué material del sistema de gestión actual del Laboratorio de Calibración es aplicable para ser utilizado en la ampliación de servicios y qué otro material se requiere desarrollar por completo.

La cuarta tesis nacional es de Jocelyn Estrella Miranda Quesada (2022), llamada: *Fortalecimiento del sistema de gestión de laboratorio según lo dispuesto en la norma ISO/IEC 17025 (2017) para la acreditación de un laboratorio en una empresa de alimentos ubicada en Liberia, Guanacaste*, la cual es de gran relevancia para lo que se pretende realizar, ya que la estudiante se enfoca en el desarrollo documental requerido para declarar conformidad con lo que solicita la norma. El aporte de esta estudiante es muy significativo, al hacer un análisis de brecha como el que se pretende llevar a cabo en el presente estudio. De esa manera, identifica necesidades en el laboratorio donde ejecuta su trabajo de investigación y plantea un plan de trabajo para fortalecer cada uno de los requisitos normativos.

La quinta tesis nacional pertenece a las estudiantes Yolany Monge Brenes y Raquel Vargas Moya (2023), denominada: *Diseño de un sistema de gestión de riesgos en el Laboratorio de Ciencia de las Mediciones Aplicadas (LACIMA) de la Sede Interuniversitaria de Alajuela*. En la investigación, como eje central se propone desarrollar un sistema de gestión de riesgos, identificando mediante un diagnóstico la gestión de riesgos en la actualidad y proponiendo herramientas para controlar y mejorar en la práctica la gestión de los riesgos. Este estudio es de mucha ayuda para lo que se pretende, al ser lo ideal aplicar un análisis de los riesgos a los que se enfrenta el Laboratorio de Calibración de la ESPH y entender la forma de realizar una gestión más eficaz de estos.

1.4.2 Antecedentes internacionales

La primera tesis internacional es de Yesenia Susana Cano Calderón (2023), llamada: *Implementación del sistema de gestión de calidad aplicando la norma ISO/IEC 17025:2017 para la acreditación de un laboratorio geotécnico*. En cuanto a este

antecedente, la investigadora recolecta una serie de datos cualitativos y cuantitativos para hacer mediciones y determinar el nivel de cumplimiento del sistema de gestión del Laboratorio Geotécnico de la empresa 3R Geoingeniería S.A.C. Este proyecto es un gran ejemplo de lo que se pretende realizar en el análisis del nivel de cumplimiento del Laboratorio de Calibración de la ESPH, porque la estudiante investiga los requisitos relativos a la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y, luego, lleva a cabo el diseño e implementación de un sistema documental, además de que se formulan recomendaciones que pueden ser de gran utilidad al ser tomadas como ejemplo en el eje de la presente investigación.

La segunda tesis internacional es de María Etelvina Duarte Lizarzaburo (2018), titulada: *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*. Esta investigación brinda un seguimiento importante sobre la metodología que posibilita analizar las opciones para implementar los requisitos establecidos en la norma técnica en cuestión. En su estudio, se desarrolla un estudio situacional similar al realizado en el Laboratorio de Calibración de la ESPH; además, se aportan ejemplos sobre cómo elaborar procedimientos o mejoras a la documentación ya existente.

La tercera tesis internacional es de Giezi Abraham Ramírez Cabrera (2020), denominada: *Evaluación y acreditación de la EMA con base a la norma ISO-IEC 17025 (NMX-EC-17025)*. Al respecto, se brinda una serie de aportes sobre cómo hacer el análisis de los requerimientos solicitados en la norma INTE-ISO IEC 17025:2017, en relación con determinar los parámetros y requerimientos que deben ser mejorados, con el fin de gestionar la documentación y realizar las actividades aplicando buenas prácticas, de este modo se logra demostrar la eficiencia en la implementación de lo requerido en la norma. Adicional, por medio de su estudio, se acredita la EMA en la magnitud que se propone en su proyecto. Por lo tanto, es un gran ejemplo para brindar recomendaciones valiosas, en cuanto a una posible implementación del proyecto, a la Alta Dirección del Laboratorio.

La cuarta tesis internacional es de Daniel Gustavo Ortiz García (2023), llamada: *Implementación y acreditación de un procedimiento para la calibración de pesas de*

clase de exactitud M2 y M3 en cumplimiento con los requisitos de la INTE ISO/IEC 17025:2017. En esta se describe el esquema propuesto para la implementación del procedimiento desarrollado, además se aplican los enfoques cualitativo y cuantitativo para la recolección de datos. Así, se explican los requisitos del procedimiento para la calibración de pesas según el procedimiento para la calibración de pesas, demostrando un dominio del tema en cuanto el análisis de los equipos con los que cuenta para su laboratorio, lo cual también debe ser considerando en el presente estudio, además de un buen acondicionamiento de la infraestructura que también se debe analizar en el Laboratorio de Calibración de la ESPH. En conclusión, se aplica de manera satisfactoria el proceso de implementación para acreditar el procedimiento de calibración de pesas de acuerdo a los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y de la aplicación de un sistema documental eficiente.

La quinta tesis internacional es de Dayanna Karen Sánchez Calzada (2023), titulada: *Desarrollo de un sistema integrado de gestión para una empresa del rubro eléctrico acreditada en las normas NTP ISO/IEC 17020:2012 como organismo de inspección y NTP ISO/IEC 17025:2017 como laboratorio de calibración.* En esta se utiliza la metodología no experimental, transversal y descriptiva, lo que le permite el análisis de los datos recolectados asociados a las características identificadas como necesarias en su estudio base y en el desarrollo del sistema de gestión. Adicional, emplea técnicas estadísticas como pruebas de normalidad, test de probabilidad como el t-student y Wilcoxon, para determinar la viabilidad de la tesis. Por último, concluye y resalta la necesidad de contar con personal capacitado y con experiencia, como lo es el caso actual del Laboratorio de Calibración de la ESPH en el ámbito de las acreditaciones, además muestra cómo lleva a cabo el análisis de cumplimiento de requisitos con la intención de evitar no conformidades en su sistema de gestión.

1.5 PROYECCIONES

A partir del diagnóstico de la situación actual y las recomendaciones que resulten de este análisis, se busca que la Alta Dirección del Laboratorio tome decisiones importantes en cuanto a las prioridades por atacar para cerrar la brecha existente en cuanto al porcentaje de incumplimiento que resulte de la medición realizada, con el fin

de que en el corto plazo se logre un cumplimiento total de los requisitos que permita un desempeño del 100 % necesario para la ampliación del alcance de los servicios acreditados que busca ofrecer el Laboratorio de Calibración.

1.5.1 Alcances

El presente estudio se desarrolla en el Laboratorio de Calibración de la ESPH, para analizar la viabilidad de incluir la calibración de variables eléctricas dentro de los servicios que brinda el mismo.

La empresa se beneficia con este diagnóstico al tener un panorama mucho más claro de las oportunidades que hay en el mercado para comercializar los nuevos servicios que planea acreditar, además de identificar cuáles requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 se están incumpliendo con el objetivo de presentar propuestas de solución para lograr un 100 % del cumplimiento.

Con la implementación de las propuestas de solución documentadas en el capítulo V, la empresa sería beneficiada y podría calibrar sus propios equipos de variables eléctricas por medio del Laboratorio de Calibración; de esta forma, ahorraría en costos operativos en más de un 50 %.

Asimismo, para la ESPH representa una gran oportunidad ofrecer estos servicios a clientes externos, lo que significa el ingreso de nuevas fuentes de ingresos y el posicionamiento a nivel comercial en esta rama.

1.5.2 Limitaciones

Para la elaboración del estudio, no se presentó limitación alguna.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

Inicialmente se detallan las herramientas ingenieriles consultadas y utilizadas durante el desarrollo de la investigación en el Laboratorio de Calibración de la ESPH.

2.1.1 Metodología DMAIC

En cuanto a esta metodología, SafetyCulture (2024b) indica:

DMAIC es un ciclo de mejora basado en datos que ayuda a las organizaciones a medir y mejorar su rendimiento. DMAIC es el acrónimo de cinco pasos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

El objetivo principal de DMAIC es identificar y eliminar los residuos en un proceso empresarial. Esto puede hacerse mediante la aplicación de herramientas y técnicas *lean* y *six sigma*.

El DMAIC puede ser una forma eficaz de mejorar el rendimiento de la empresa, ya que puede ayudarle a identificar y resolver problemas, realizar mejoras y hacer un seguimiento de los resultados.

Figura 2.1: Metodología DMAIC



Fuente: Corral, s.f.

2.1.2 Análisis cuantitativo

Respecto al análisis cuantitativo, Kerlinger (2002) (como se citó en Sánchez, 2019) explica:

La investigación bajo el enfoque cuantitativo se denomina así porque trata con fenómenos que se pueden medir (esto es, que se les puede asignar un número, como por ejemplo: número de hijos, edad, peso, estatura, aceleración, masa, nivel de hemoglobina, cociente intelectual, entre otros) a través de la utilización de técnicas estadísticas para el análisis de los datos recogidos, su propósito más importante radica en la descripción, explicación, predicción y control objetivo de sus causas y la predicción de su ocurrencia a partir del desvelamiento de las mismas, fundamentando sus conclusiones sobre el uso riguroso de la métrica o cuantificación, tanto de la recolección de sus resultados como de su procesamiento, análisis e interpretación, a través del método hipotético-deductivo. En ese sentido, tiene un mayor campo de aplicación dentro de las ciencias naturales como la biología, química, física, neurología, fisiología, psicología, etc.

2.1.3 Análisis cualitativo

Con relación al análisis cuantitativo, Ortega (2023) establece:

Es un proceso para estudiar datos no estructurados y heterogéneos, que no se reflejan en forma numérica o cuantificable. El análisis de datos cuantitativos se lleva a cabo a partir de un conjunto de técnicas que permiten la extracción de información en forma textual o narrativa, e incluso en formatos gráficos como las imágenes.

El valor que el análisis de datos cualitativos brinda a las empresas, radica en la profundidad del conocimiento que se llega a obtener sobre realidades subjetivas, como lo son las preferencias, los sentimientos, las sensaciones y las motivaciones de los clientes. De acuerdo con los expertos en análisis de datos en Cegid Ekon, una empresa líder global proveedora de soluciones de gestión

empresarial en la nube para los sectores de finanzas, recursos humanos y contabilidad, la gran ventaja del análisis de datos cualitativo es que permite a los negocios adelantarse a las próximas tendencias de los diferentes mercados.

Tipos de análisis de datos cualitativo

Un análisis de datos tipo cualitativo es un proceso que puede realizarse de diversas maneras. Enseguida te compartimos las diferentes categorías.

- Análisis cualitativo de contenido.
- Análisis cualitativo narrativo.
- Análisis cualitativo del discurso.
- Análisis cualitativo del marco de trabajo.

2.1.4 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas se define de la siguiente forma:

Técnica de pensamiento creativo utilizada para estimular la producción de un elevado número de ideas, por parte de un grupo, acerca de un problema y de sus soluciones.

Los principios para el desarrollo de la tormenta de ideas son:

- La crítica no está permitida.
- La libertad de pensamiento es indispensable.
- La cantidad es fundamental.
- La combinación y la mejora deben ponerse en práctica (Vázquez, s.f.).

2.1.5 Análisis PESTEL

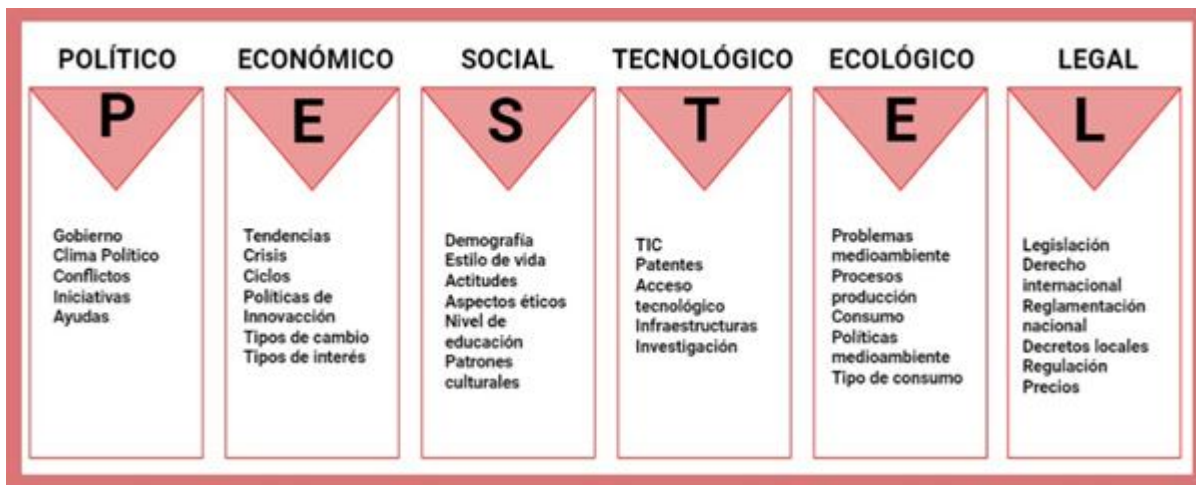
De acuerdo con Saavedra (2023):

El análisis PESTEL de una empresa es una herramienta de *marketing* para la planificación empresarial a largo plazo, que te permite tener en cuenta la influencia de los factores de tu entorno. La técnica se usa para explorar el mercado potencial al lanzar un nuevo producto, para evaluar las principales tendencias, así como para identificar riesgos y oportunidades.

La abreviatura está formada por cuatro palabras en inglés:

- P–*Politics* (política).
- E–*Economics* (economía).
- S–*Socio-culture* (sociedad y cultura).
- T–*Technology* (tecnología).
- E–*Environment* (ecología).
- L–*Law* (legislación).

Figura 2.2: Ejemplo de la matriz del análisis PESTEL



Fuente: Saavedra, 2023.

2.1.6 Metodología 7S de McKinsey

Referente a este concepto, Aster (2022) menciona:

Esta metodología estratégica integra tanto los aspectos susceptibles de ser cuantificados y medidos, como los elementos cualitativos y dinámicos de la organización.

El modelo de las «7S» se deriva de las iniciales de las palabras que integran la versión original, en inglés, del esquema:

- *Strategy* (estrategia).
- *Structure* (estructura).
- *Systems* (sistemas).

- *Style* (estilo).
- *Staff* (personal).
- *Skills* (habilidades).
- *Shared Values* (valores compartidos).

Figura 2.3: Esquema del modelo 7S de McKinsey



Fuente: Aster, 2022.

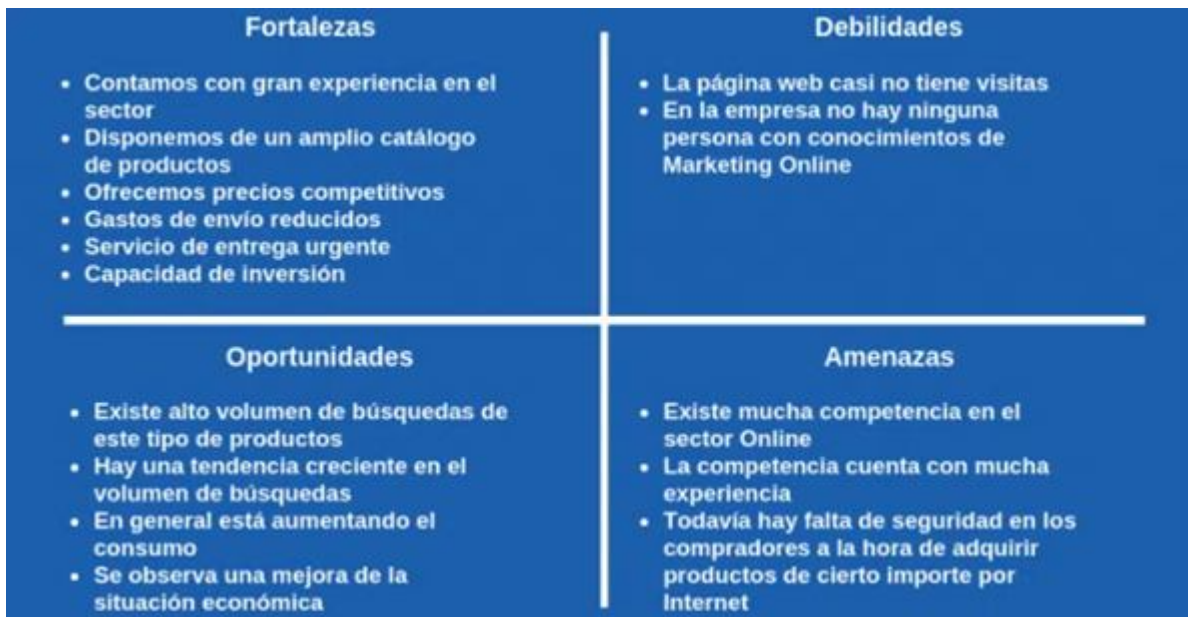
2.1.7 Análisis FODA

Según Raeburn (2024):

El análisis FODA o DAFO, es una técnica que se usa para identificar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas del negocio o, incluso, de algún proyecto específico. Si bien, por lo general, se usa muchísimo en pequeñas empresas, organizaciones sin fines de lucro, empresas grandes y otras organizaciones; el análisis FODA se puede aplicar tanto con fines profesionales como personales.

El análisis FODA es una herramienta simple y, a la vez, potente que te ayuda a identificar las oportunidades competitivas de mejora. Te permite trabajar para mejorar el negocio y el equipo mientras te mantienes a la cabeza de las tendencias del mercado.

Figura 2.4: Ejemplo de la matriz de análisis FODA



Fuente: Cervilla, 2022.

2.1.8 Análisis CAME

En cuanto a esta herramienta, Fernández (2022) determina:

El análisis CAME es un instrumento con el que podrás definir las estrategias a seguir para abordar las conclusiones que hayas obtenido de tu análisis FODA.

Dicho con otras palabras, es una herramienta de planificación que tiene como principal objetivo el estructurar los pasos a seguir con la organización. Permite aterrizar las ideas establecidas en el DAFO para instalarlas en un plano de actividad real.

El análisis CAME se deriva de las iniciales de las palabras que integran la versión original en inglés:

- *Correct* (corregir).

- *Adapt* (adaptar).
- *Maintain* (mantener).
- *Explore* (explorar).

Figura 2.5: Factores del análisis CAME



Fuente: Fernández, 2022.

2.1.9 Modelo de negocio

Respecto a este concepto, SYDLE (2023) detalla:

El modelo de negocio es la forma en que la empresa crea, entrega y capta valor. En otras palabras, son los pasos previamente definidos sobre el negocio. Básicamente, se refiere a "cómo se hace".

El modelo de negocio es una herramienta que documenta y define las fases del negocio y permite que las diferentes áreas trabajen de forma integrada.

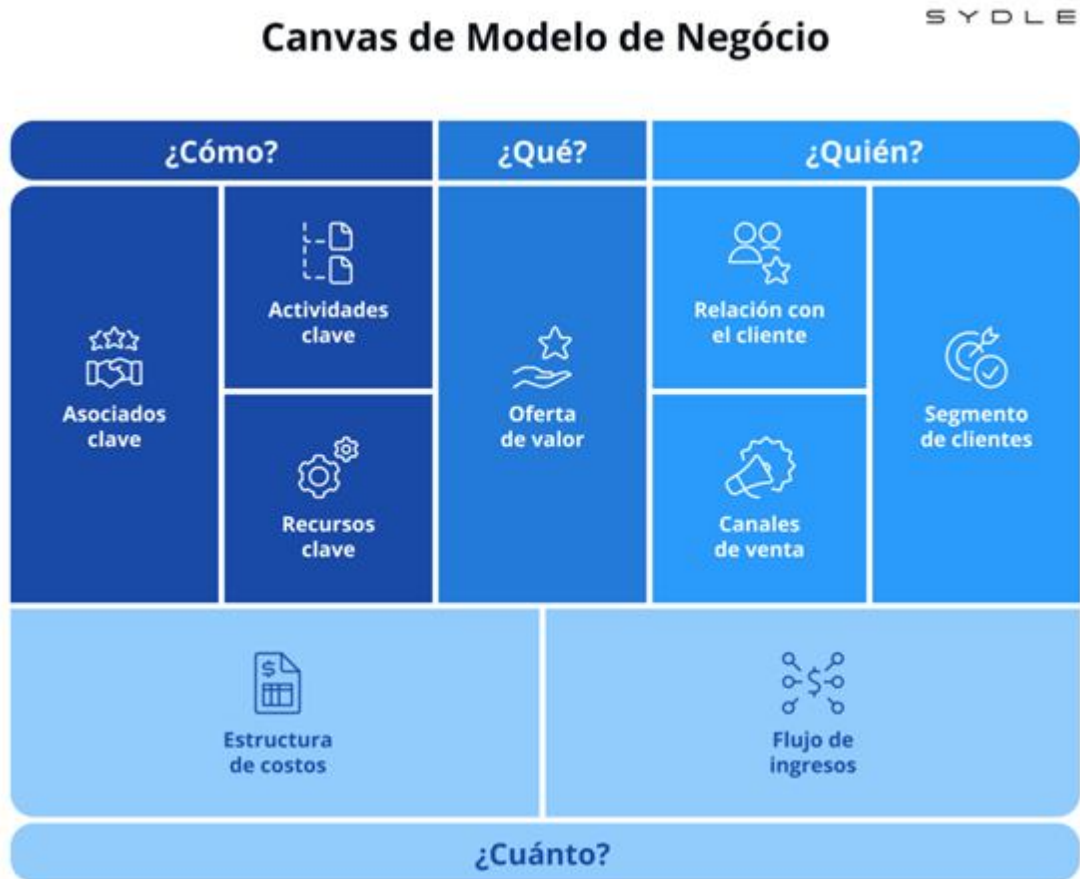
Esta herramienta debe incluir todas las actividades de la empresa, permitiendo una visión 360° del negocio, saber cuáles son las interfaces entre las áreas y qué puntos necesitan más atención en la planificación estratégica.

El modelo de negocio debe responder a preguntas relacionadas con:

- La propuesta de valor: ¿Qué es lo que ofreces? ¿Cuáles son los factores de diferenciación? ¿Qué innovación propones?
- El público objetivo: ¿A quién va a vender tu empresa?
- Cómo: ¿Qué operaciones serán posibles?
- La monetización: ¿Cómo va a generar dinero tu empresa?

El modelo Canvas es la forma más popular de realizarlo. Consiste en un marco dividido en nueve etapas, que permite entender, de forma visual, la estructura de la empresa. Comprende mejor cómo rellenar cada etapa.

Figura 2.6: Ejemplo de la metodología Canvas para crear un modelo de negocio



Fuente: SYDLE, 2023.

2.1.10 Encuesta

Westreicher (2020) define la encuesta y cómo elaborar una a continuación:

Las encuestas son entonces una herramienta para conocer las características de un grupo de personas. Puede tratarse de variables económicas, como el nivel de ingresos (cuantitativa), o de otro tipo, como las preferencias políticas (cualitativo).

Para realizar una encuesta, el investigador debe elaborar un formulario de preguntas. Estas dependerán de los objetivos del estudio. [...]

Para elaborar una encuesta, podemos seguir, a grandes rasgos, los siguientes pasos:

- Definir los objetivos: Se debe establecer cuál es el fin del estudio. Por ejemplo, si se busca medir el crecimiento económico o la brecha salarial en un país.
- Formular el cuestionario: Se deben elaborar las preguntas con base en los objetivos. Entonces, si el estudio es sobre desigualdad social, por ejemplo, es necesario consultar sobre el nivel de ingresos y el acceso a servicios básicos como agua y saneamiento.
- Trabajo de campo: Se realiza un despliegue para recoger los datos, usualmente, sobre una muestra representativa de la población objetivo. Así, un grupo de personas responde al cuestionario previamente definido.
- Procesamiento: Los resultados de la encuesta son procesados. De ese modo, se podrán obtener datos estadísticos como, por ejemplo, el promedio o la mediana de la variable estudiada.

2.1.11 Gráfico de pastel

Con relación a ese tipo de gráfico, Rodó (2020) señala:

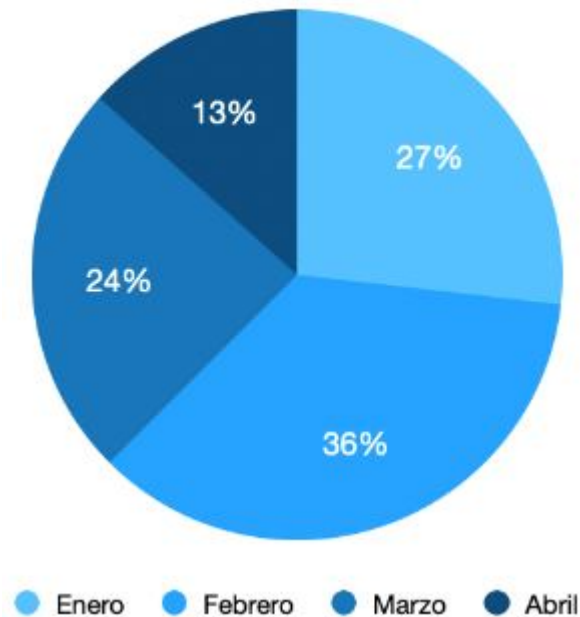
Un gráfico pastel es la representación de la frecuencia relativa de las categorías de una variable, tanto cualitativa como cuantitativa. No obstante, y a pesar de lo mencionado anteriormente, debemos destacar que el gráfico circular puede representar también frecuencias absolutas.

Es importante tener en cuenta que las variables cualitativas o que pretenden representar un orden o una categoría siempre tienen que ir ligadas a

un índice numérico mayor que 0 para que pueda aparecer en el gráfico y se puedan calcular los estadísticos correspondientes.

También recibe otros nombres como gráfico de sectores o gráfico circular.

Figura 2.7: Ejemplo de un gráfico de pastel
Número de esquiadores que visitan la estación de esquí AlpineSki



Fuente: Rodó, 2020.

2.1.12 Diagramas de flujo

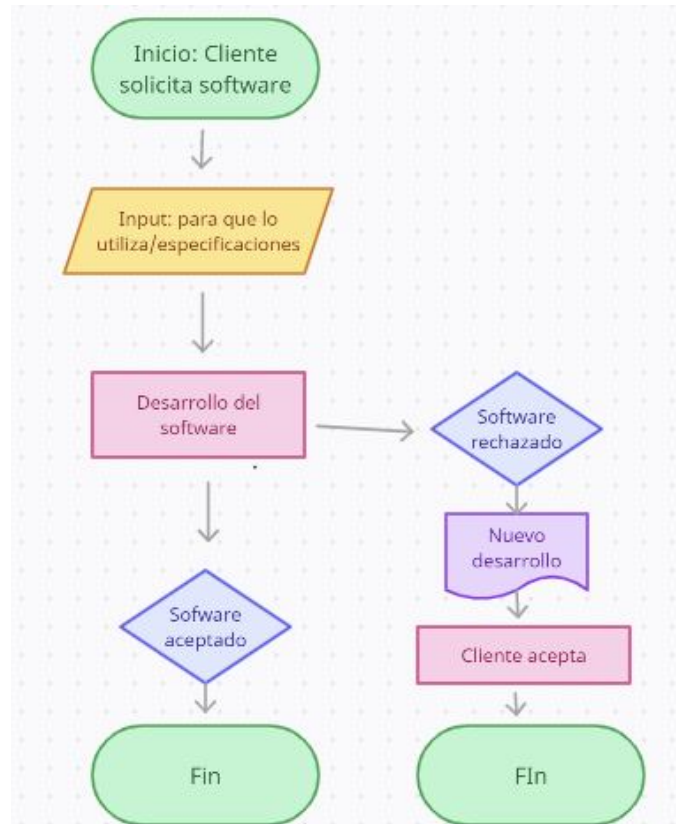
De acuerdo con Cantarero (2023):

Un diagrama de flujo, también llamado flujograma, es la representación gráfica de procesos, sistemas o algoritmos informáticos a través de formas geométricas y flechas conectoras. Las formas normalmente indican etapas del proceso u opciones de desarrollo. Las flechas representan secuencias de tareas y la relación entre los pasos.

Las organizaciones usan diagramas de flujo para simplificar sus procesos al transmitirlos de manera visual. Cada paso del flujograma indica cuál es la siguiente acción a realizar. Al estar ordenados cronológicamente, resultan fáciles

de seguir y útiles a la hora de tomar decisiones, ordenar procesos, identificar errores, etc. Por ejemplo, una empresa de *software* aplica un diagrama de flujo para lanzar una aplicación, los nuevos empleados para completar una tarea de manera ordenada, y el departamento de calidad para asegurarse que sus productos cumplen con los protocolos necesarios.

Figura 2.8: Ejemplo de un diagrama de flujo



Fuente: Cantarero, 2023.

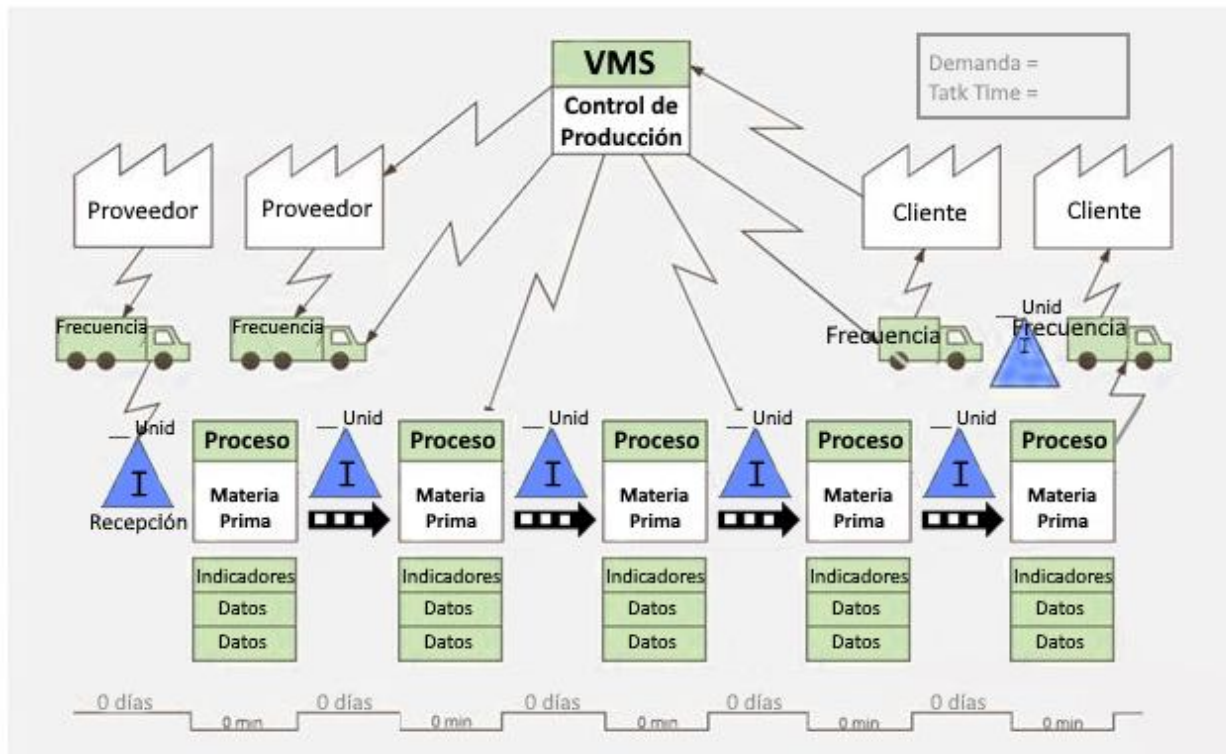
2.1.13 Mapa de flujo de valor

Referente a esta herramienta, Marte (2020) indica:

El mapa de flujo de valor (VSM) es un diagrama o mapa que tiene como objetivo visualizar, analizar y mejorar el flujo dentro de un proceso de producción. Este flujo hace referencia a los procesos y la información que se realizan desde el inicio del proceso hasta su entrega al cliente.

El principal objetivo del VSM es identificar aquellas actividades o tareas que no generan valor en el proceso de fabricación de un producto. Para ello, representa el flujo de materias primas, el flujo de información y los indicadores clave a lo largo de todos los procesos de la cadena de producción.

Figura 2.9: Ejemplo de un mapa de valor



Fuente: Marte, 2020.

2.1.14 Análisis de brecha

Castelan (2023) explica este tipo de análisis y enumera sus características a continuación:

El análisis de brechas es un proceso de medición utilizado por las empresas para comparar el estado actual de su rendimiento con el desarrollo o los objetivos esperados en el futuro. La importancia del análisis radica en su poder para valorar factores como el uso del tiempo, dinero y fuerza laboral, lo cual permite

entender si el trabajo está generando resultados y descubrir posibles deficiencias por corregir.

Características del análisis de brechas:

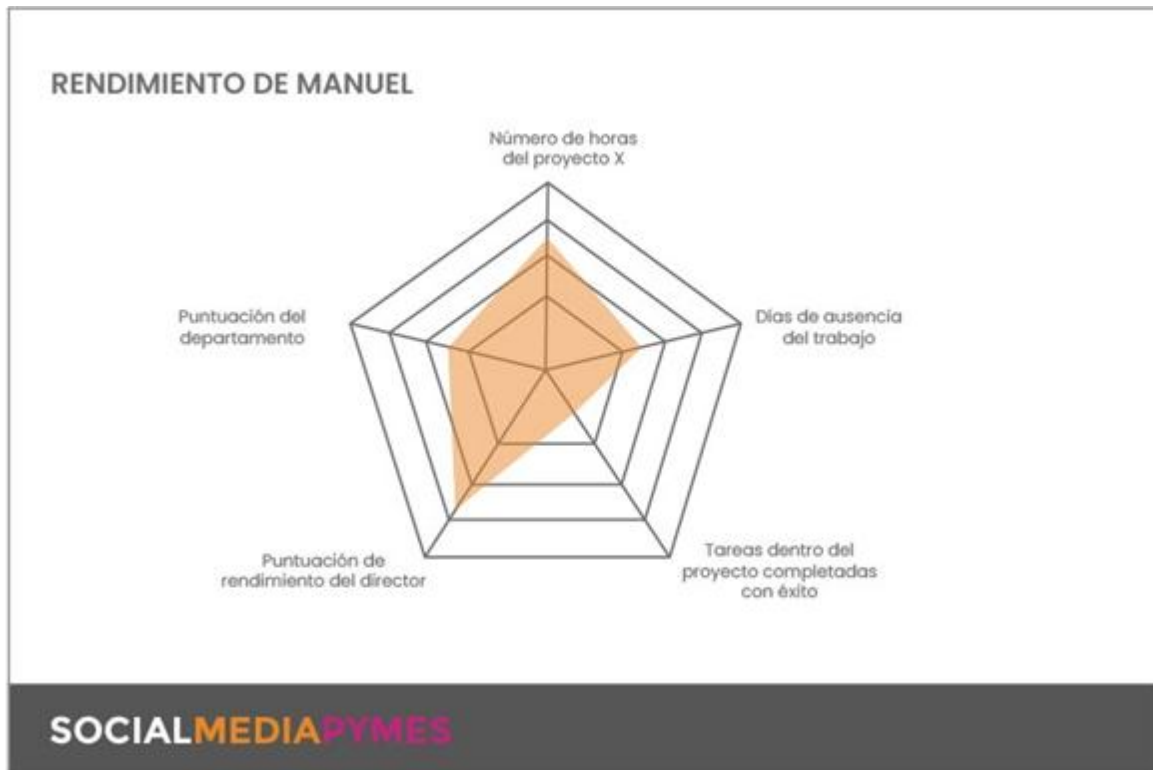
- Permite evaluar las diferencias entre el desempeño real y el esperado en una organización o negocio.
- Permite identificar brechas de desempeño y determinar las causas subyacentes.
- Proporciona información valiosa para la toma de decisiones y la definición de estrategias.
- Puede ser utilizado para evaluar el desempeño de los empleados y cerrar brechas de habilidades.
- Es útil para evaluar el desempeño de un producto y detectar brechas con las expectativas de los clientes.
- Ayuda a priorizar las áreas de mejora y a definir planes de acción para cerrar las brechas.

2.1.15 Gráfico de radar

Según Díaz (2022):

Los gráficos de araña, también llamados gráficos de radar, se utilizan cuando quieres mostrar datos de varias dimensiones únicas. Se utiliza normalmente cuando se desea mostrar datos en varias dimensiones únicas. Aunque hay excepciones, estas dimensiones suelen ser cuantitativas y normalmente oscilan entre cero y un valor máximo. El rango de cada dimensión se normaliza entre sí, de modo que cuando se dibuja un gráfico de araña, la longitud de una línea desde cero hasta el valor máximo de una dimensión será la misma para cada dimensión.

Figura 2.10: Ejemplo de un gráfico de radar



Fuente: Díaz, 2022.

2.1.16 Gráfico de barras

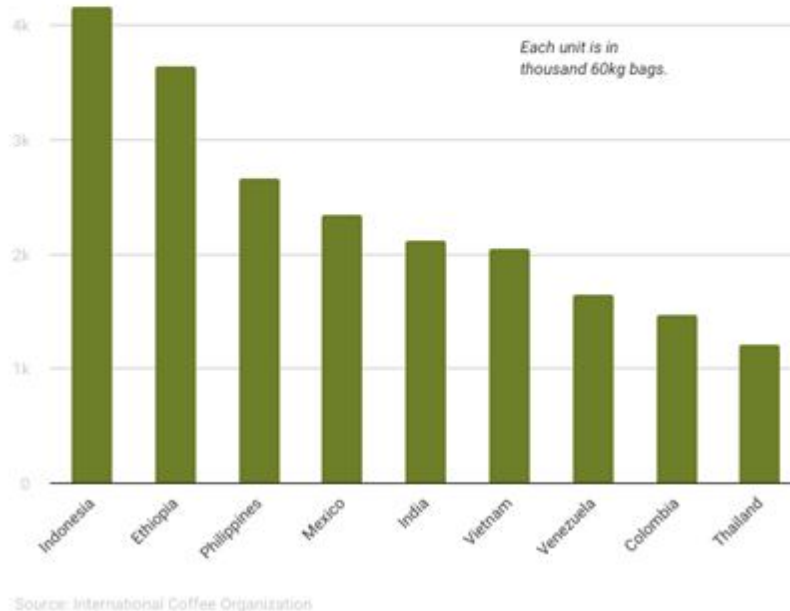
En cuanto a este tipo de gráficos, Gaskin (2021) establece:

Una gráfica de barras es un gráfico que usa barras rectangulares para visualizar datos en categorías. Las categorías representadas pueden ir desde ocupaciones hasta años, países (como el ejemplo mostrado anteriormente), grupos demográficos y más. Una de las razones que hacen a los gráficos de barras tan populares, es que son simples pero versátiles.

Figura 2.11: Ejemplo de un gráfico de barras

World Coffee Consumption

Today, Indonesia's coffee plantations cover a total area of approximately 1.24 million hectares, 933 hectares of robusta plantations and 307 hectares of arabica plantations. More than 90 percent of total plantations are cultivated by small-scale growers.



Fuente: Gaskin, 2021.

2.1.17 Análisis de riesgos

Respecto a este análisis, Ortega (s.f.) menciona:

El análisis de riesgos es una forma de encontrar y tratar problemas que podrían perjudicar a proyectos o iniciativas empresariales importantes. Sin embargo, también puede aplicarse a proyectos no empresariales, como la planificación de eventos o incluso la compra de una vivienda.

Para realizar un análisis de riesgos, primero debes identificar las amenazas potenciales a las que te enfrentas, después estimar sus consecuencias probables si se producen y, por último, calcular la probabilidad de que estas amenazas se produzcan.

Utilizando la matriz de análisis de riesgos clasifica los riesgos en función de su probabilidad y gravedad. Es una forma de ver los riesgos de forma

cualitativa. Su objetivo es ayudar a los directivos a clasificar los riesgos y elaborar un plan para reducir el impacto o la probabilidad de las amenazas.

Figura 2.12: Ejemplo de una matriz de riesgos

		Probabilidad			
		Muy probable	Probable	Improbable	Altamente improbable
Consecuencias	Fatalidad	Alto	Alto	Alto	Medio
	Lesiones importantes	Alto	Alto	Medio	Medio
	Lesiones leves	Alto	Medio	Medio	Bajo
	Lesiones insignificantes	Medio	Medio	Bajo	Bajo

Fuente: SafetyCulture, 2024a.

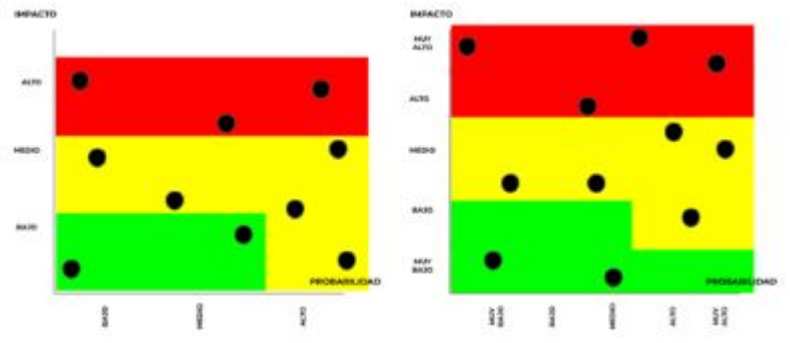
2.1.18 Mapa de calor

Con relación a esta herramienta, Preve (2023) determina:

El mapa de calor es una herramienta importante ya que nos permite una visualización gráfica de los riesgos de la empresa. En su versión más conocida, muestra los riesgos en un mapa delimitado por dos ejes cartesianos que miden: (i) la probabilidad de ocurrencia, y (ii) su impacto. Normalmente los mapas se suelen ver en un formato donde los ejes tienen una escala de 3x3, es decir, "alto, medio y bajo", o una escala de 5x5, "muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo". Los mapas suelen asimismo tener un código de colores que ayuda a visualizar rápidamente la situación del riesgo; su ubicación en el mapa, dependiendo de los

ejes y los colores, nos permitirán trabajar respecto de los planes de mitigación, las herramientas de cobertura, y los esfuerzos de seguimiento que se haga de los mismos.

Figura 2.13: Ejemplos de mapas de calor 3x3 y 5x5



Fuente: Preve, 2023.

2.1.19 Diagrama de Ishikawa

De acuerdo con Medina (s.f.):

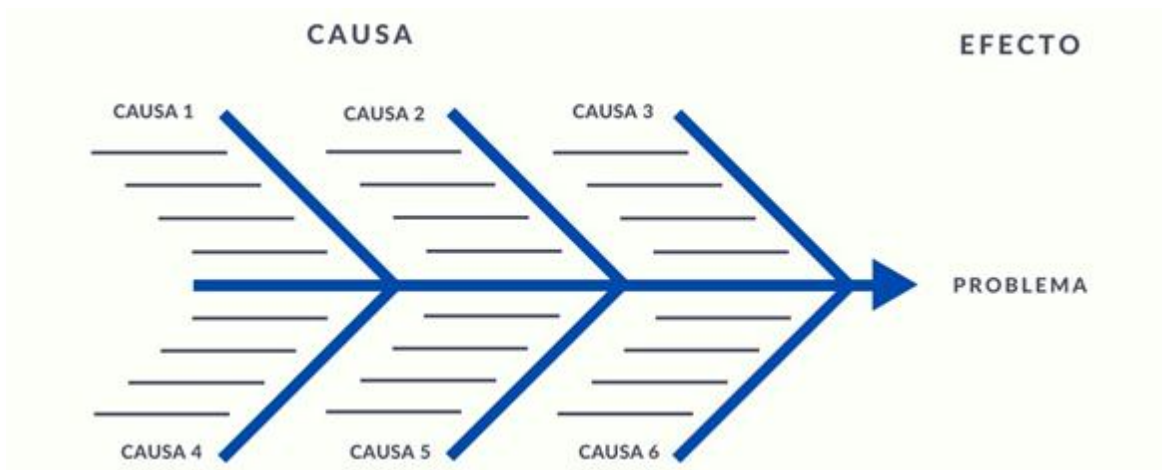
El diagrama de Ishikawa es una herramienta de análisis que permite identificar problemas y fallos de calidad y darles solución.

El diagrama Ishikawa representa, en una especie de gráfico con forma de espina de pez, los factores y variantes que participan en la ejecución de un proceso y que generan como efecto final un problema. De este modo, de manera muy visual, detectamos los distintos fallos que se suman para generar el problema.

Veamos a continuación los elementos que forman el diagrama de pescado son:

- Cabeza: donde se representan los problemas.
- Espinas: representan las causas del problema. El número varía según las posibles causas que estén provocando el problema.
- Espinas menores: salen de las espinas mayores, son espinas más pequeñas con las que se representan las causas menores.

Figura 2.14: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa



Fuente: Medina, s.f.

2.1.20 Multivotación

Marín (s.f.) define esta herramienta de la siguiente manera:

Es una técnica que le permite a un grupo de trabajo priorizar cuando se tiene una larga lista de temas, problemas o soluciones que se deban realizar.

Se genera una lista de asuntos a priorizar, se anota en una lista donde cada asunto va a estar representado por una letra y cada participante los evalúa de acuerdo a su criterio. Se puede evaluar de dos formas:

1. Numerándolos de 1 a n, en “orden inverso”.
2. Distribuyendo un 100 % entre todos los asuntos.

Al final el facilitador concentra las valoraciones de todos y suma los puntos para determinar las prioridades.

2.1.21 Diagrama de Pareto

Referente a este diagrama, Muñoz (s.f.) detalla su definición y los pasos para elaborarlos:

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un

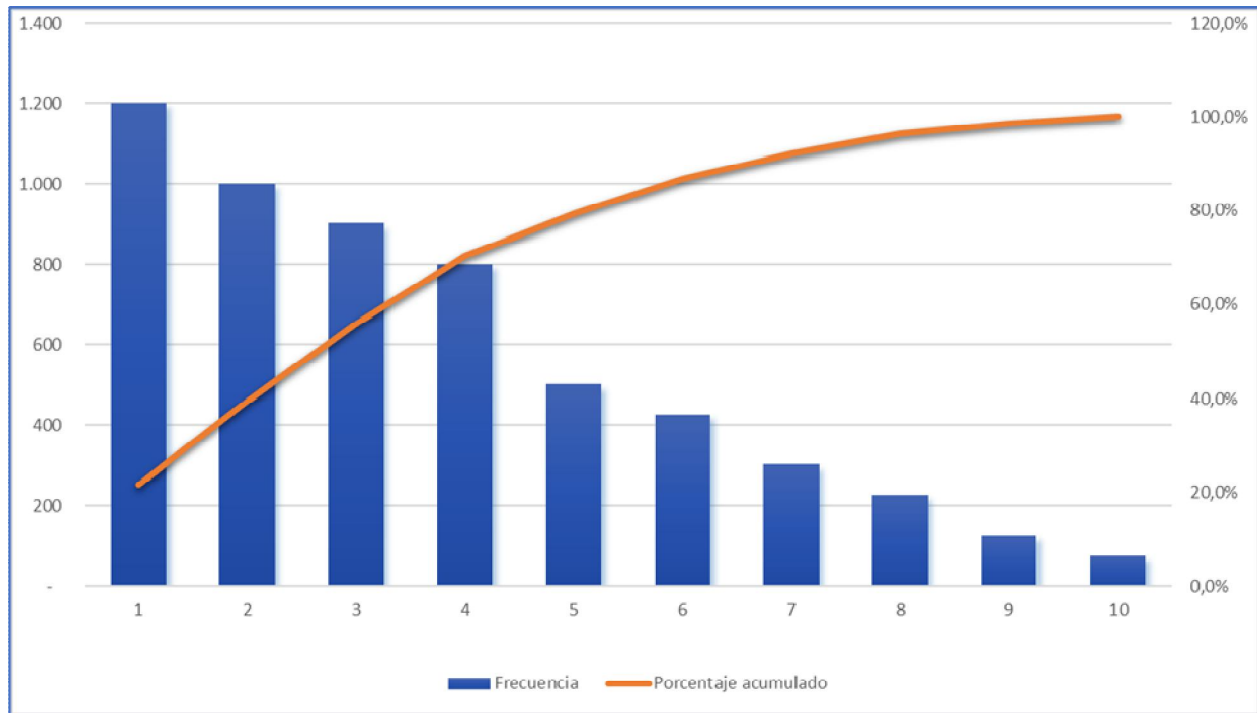
orden de prioridades. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los “pocos que son vitales” a la izquierda y los “muchos triviales” a la derecha.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal, sino que el 20 % de las causas totales hace que sean originados el 80 % de los efectos y rebotes internos del pronosticado. El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarla.

Pasos que dar para su elaboración:

- 1) Identificar el problema principal a estudiar y sus potenciales causas.
- 2) Decidir cómo se van a recopilar los datos y recoger el número de repeticiones de cada causa del problema.
- 3) Elaborar la tabla con todos los datos.
- 4) Organizar los ítems de mayor a menos en función del número de repeticiones.
- 5) Realizar los cálculos a partir de los datos ordenados, calculando el acumulado, el porcentaje y el porcentaje acumulado.
- 6) Dibujar dos ejes verticales y el horizontal. En el “x” situaremos las causas, en el “y” izquierdo la frecuencia de la causa, y en el “y” el derecho el porcentaje acumulado. Este último se utiliza para dibujar la curva.

Figura 2.15: Ejemplo de un diagrama de Pareto



Fuente: Muñoz, s.f.

2.1.22 Diagrama de Gantt

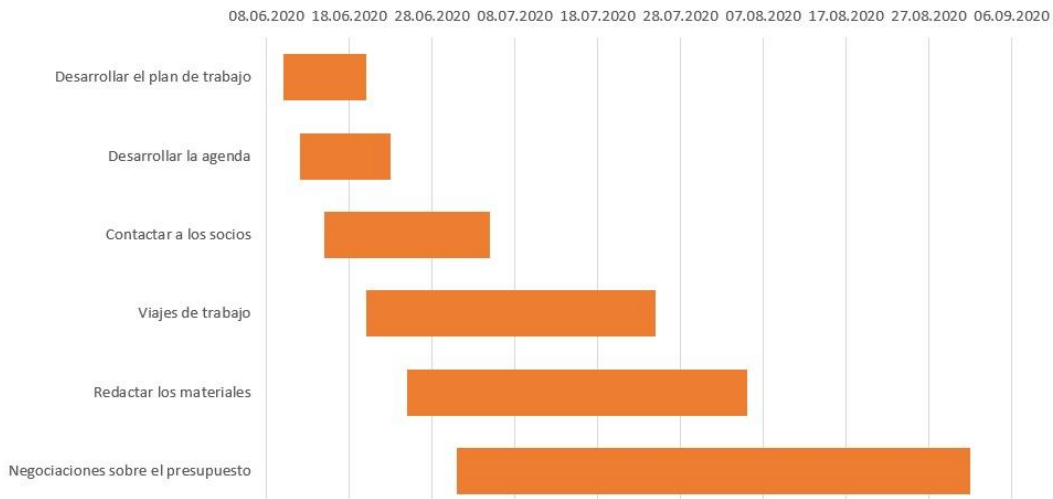
Según Stsepanets (2023):

La definición del diagrama de Gantt es muy simple. Es un gráfico de barras con dos ejes: uno horizontal y otro vertical. El primero se usa para definir fechas de inicio y finalización, mientras que el segundo se usa para presentar tareas.

La gráfica de Gantt en un proyecto muestra todas las asignaciones y las fechas a lo largo de una línea de tiempo. En otras palabras, el diagrama de Gantt, es un plan (gráfico) claro y visualmente atractivo de sus tareas y las de su equipo con fechas que se pueden conectar entre sí.

Con un diagrama de Gantt, sabrá qué trabajo queda por hacer, el trabajo actual que tiene y lo que ya se ha completado. El diagrama también ayuda a controlar el progreso de su plan o proyecto y estar al tanto de todas las fechas límites de antemano.

Figura 2.16: Ejemplo de un diagrama de Gantt



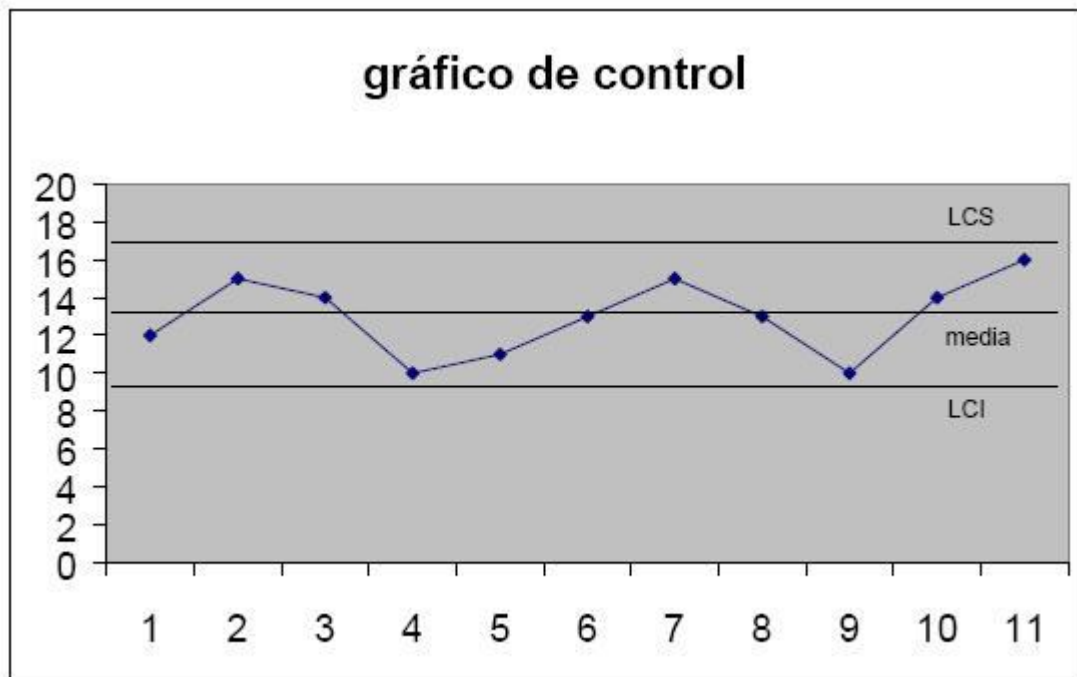
Fuente: Stsepanets, 2023.

2.1.23 Gráficos de control

En cuanto a este tipo de gráfico, Stubbs (2003) describe:

Un gráfico de control es una herramienta de gestión basada en métodos estadísticos utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. De acuerdo con Roth (1990) "es un gráfico que contiene una línea central, un límite de control superior y un límite de control inferior. La línea central representa el promedio del proceso. Los límites superior e inferior representan los extremos de aceptabilidad en torno al mencionado promedio. En el eje horizontal se representa el tiempo en el que fueron obtenidas las muestras y en el eje vertical se representan los valores de esas muestras".

Figura 2.17: Ejemplo de un gráfico de control



Fuente: Stubbs, 2003.

2.1.24 Manual de procedimientos

Respecto a este manual, De Miguel (s.f.) señala:

Un manual de procedimientos de empresa es una herramienta donde documentar y describir en detalle los pasos específicos a seguir para realizar diferentes tareas y actividades dentro de una organización.

Sirve como guía detallada que brinda información clara y concisa sobre los procesos internos, políticas, normas y reglamentos establecidos por la empresa.

Este manual es un recurso fundamental para las personas que trabajan en la empresa, ya que permite comprender y ejecutar correctamente las operaciones diarias y las funciones asignadas.

El manual de procedimientos también abarca aspectos más amplios de la empresa, como la toma de decisiones, el manejo de crisis, la gestión de proyectos y cualquier otra área relevante para el funcionamiento exitoso de la organización.

2.1.25 Kaizen

Con relación a este concepto, Laoyan (2024b) indica:

La palabra *kaizen* proviene de dos términos japoneses: *kai*, que significa “mejora”, y *zen*, que significa “bueno” o “bienestar”. La combinación de estas palabras crea el concepto de mejora continua. *Kaizen* se refiere al proceso de mejora continua en todos los aspectos de un negocio, desde las prioridades estratégicas hasta las operaciones diarias. El principio de mejora continua se basa en la idea de que si realizamos pequeñas mejoras de forma continua a lo largo del tiempo, estas pueden conducir a cambios importantes a largo plazo.

El objetivo de este proceso es optimizar las actividades que generan valor agregado para los clientes y eliminar las ineficiencias. Al igual que en los procesos *lean*, el principio de mejora continua tiene como objetivo eliminar tres tipos de desperdicio.

2.1.26 Análisis de costo-beneficio

Rodrigues (2023) explica este análisis seguidamente:

El análisis de costo-beneficio es un proceso que se realiza para medir la relación que existe entre los costes de un proyecto y los beneficios que otorga. Su objetivo es determinar si una próxima inversión es rentable o no para una empresa.

El costo-beneficio (B/C) también es conocido como índice neto de rentabilidad. Esta herramienta es muy utilizada por las empresas, ya que les permite llevar la administración financiera en hojas de cálculo, sustentada en bases de datos. Esto ayuda a los dirigentes a tomar decisiones más acertadas acerca de la inversión y manejo de recursos.

El valor del costo-beneficio se obtiene al dividir el valor actual de los ingresos totales netos (VAN) o beneficios netos entre el valor actual de los costos de inversión (VAC) o costos totales.

Una vez que realices todo el procedimiento correspondiente podrás hacer una interpretación del resultado al compararlo con el número 1, bajo las siguientes reglas:

B/C mayor a 1: quiere decir que los ingresos son superiores a los costos, por lo que el proyecto es rentable.

B/C igual a 1: significa que no hay ni ganancias ni pérdidas, ya que uno absorbe al otro, así el proyecto no es viable.

B/C menor a 1: indica que los costos sobrepasan a los beneficios por lo que el proyecto no es rentable.

Figura 2.18: Fórmula para calcular el costo-beneficio

Fórmula para el cálculo costo-beneficio

$$\frac{\text{Beneficios netos}}{\text{Costos de inversión}} = \text{Valor de costo-beneficio}$$

HubSpot

Fuente: Rodrigues, 2023.

2.1.27 Plazo del retorno de la inversión

Según Camargo (2021):

El plazo y las razones de retorno sobre la inversión es el indicador que muestra cuánto tiempo pasará hasta que se devuelva la contribución financiera inicial.

Imagina que los fundadores de una *startup* quieren saber el tiempo hasta que la empresa comienza a generar ganancias. Deben utilizar el PRI para realizar el cálculo y elaborar un plan estratégico a partir de él.

La métrica también se usa ampliamente para evaluar el rendimiento que tendrá un emprendedor al invertir en una franquicia.

Es una proyección basada en información del propio negocio para comprender más sobre el escenario futuro. Se trata, por tanto, del cálculo del tiempo necesario para recuperar la inversión que se realizó para sacar un negocio del papel.

La fórmula utilizada para calcular el plazo y razones de retorno sobre la inversión es muy simple:

$$\text{Inversión inicial/flujo de caja anual} = \text{el plazo y razones de retorno sobre la inversión (PRI)}.$$

2.2 CONCEPTOS BÁSICOS

2.2.1 Gestión de calidad

En cuanto a la gestión de la calidad, Alonso (2022) se refiere a la importancia de esta en una empresa:

La gestión de calidad es el conjunto de actividades y procesos que se llevan a cabo en una organización con el objetivo de garantizar y mejorar los estándares de los productos o servicios de calidad que ofrece. Consiste en planificar, coordinar, controlar y evaluar todas las etapas y aspectos relacionados con la calidad, desde el diseño y desarrollo hasta la producción, distribución, la gestión de la demanda y atención al cliente.

La gestión de calidad sirve para establecer estándares y normas de calidad, implementar sistemas y procesos para cumplir con esos estándares, realizar el seguimiento y control de calidad, y tomar medidas correctivas y preventivas para asegurar que se cumplan los requisitos de calidad establecidos.

También implica la capacitación y participación de los empleados en la mejora continua de los procesos, y en la satisfacción del cliente.

2.2.2 Ley 10473

La Asamblea Legislativa de Costa Rica (2024) menciona sobre la Ley 10473 lo siguiente:

Esta ley tiene como propósito establecer el Sistema Nacional para la Calidad (SNC), como marco estructural para las actividades vinculadas al desarrollo, la demostración de la calidad y su marco normativo, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales y nacionales en materia de evaluación de la conformidad; contribuya al desarrollo, la competitividad de las actividades económicas; fortalecer la protección del consumidor; proporcionar confianza en la transacción de productos y servicios y velar por el cumplimiento de los objetivos legítimos.

El SNC incluye, además, otras actividades de apoyo, difusión y coordinación establecidas en esta ley y sus reglamentos.

2.2.3 Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017

ESGinnova Group (2023) detalla la utilidad de esta norma:

La certificación normativa ISO/IEC 17025 fue desarrollada con el propósito de orientar a los laboratorios en aspectos relacionados con la gestión de la calidad y los requisitos técnicos para asegurar su funcionamiento adecuado. Esta norma cumple con los requerimientos técnicos establecidos por la familia ISO 9000. Por lo tanto, cualquier organización que cumpla con los requisitos de ISO/IEC 17025 también cumplirá con los de ISO 9000.

Es importante destacar que los requisitos de ISO 9000 son de carácter genérico y aplicables a diversas organizaciones, mientras que los requisitos de ISO/IEC 17025 están específicamente diseñados para los laboratorios de ensayo y calibración. Esta norma aborda cuestiones fundamentales, como la

competencia técnica del personal, la ética en el trabajo, el uso de ensayos y procedimientos de calibración bien definidos, la participación en ensayos de aptitud y la elaboración de informes de ensayos y certificados.

El objetivo principal de la norma ISO/IEC 17025 es certificar la competencia técnica y la confiabilidad de los resultados analíticos producidos por los laboratorios. Para alcanzar esta meta, la norma se apoya tanto en requisitos de gestión como en requisitos técnicos que contribuyen a mejorar la calidad del trabajo realizado en los laboratorios. Estos requisitos se utilizan como herramientas para difundir conocimiento colectivo, facilitar la integración del personal, brindar flexibilidad para adaptarse a cambios en el entorno y detectar problemas con anticipación para resolverlos eficazmente.

ISO/IEC 17025 fue publicada por primera vez en diciembre de 1999, luego fue revisada en mayo de 2005 y se actualizó por última vez en el año 2017. Esta norma es el resultado de la colaboración entre la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

2.2.4 Calibración

LATU (2020) describe este concepto como se aprecia a continuación:

Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, 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 medida a partir de una indicación.

2.2.5 Variables eléctricas

Respecto a las variables eléctricas, METCAL (s.f.) señala:

La calibración de variables eléctricas es de suma importancia ya que permite calibrar equipos que pueden medir y generar resistencia, voltaje alterno y directo,

así como corriente alterna y directa, también equipos que miden y generan frecuencia, inductancia, capacitancia y potencia eléctrica, además, es una variable que se relaciona con otras variables como temperatura, presión, pH entre otras.

2.2.6 Ente Costarricense de Acreditación (ECA)

El ECA (2023) brinda la siguiente información sobre esta institución:

El ECA, es la organización responsable de otorgar y emitir las acreditaciones en el país, contribuyendo a mejorar la calidad y la productividad de empresas e instituciones en sus productos, bienes y servicios. Permitiendo así cumplir los objetivos legítimos del Estado.

Es una entidad pública de carácter no estatal y es el único ente competente con potestad para emitir las acreditaciones a nivel nacional, en las áreas de laboratorios de ensayo y calibración, laboratorios clínicos, organismos de inspección, organismos de certificación y organismos validadores/verificadores de gases de efecto invernadero, contribuyendo así, a mejorar la calidad y la productividad de empresas e instituciones en sus productos, bienes y servicios.

El ECA se encarga de:

- Acreditar previo cumplimiento de los requisitos, conforme a las buenas prácticas internacionales.
- Estimular la acreditación en todos los ámbitos tecnológicos y científicos del país.
- Garantizar la competencia técnica y credibilidad de los entes acreditados. Para ello, podrá realizar las investigaciones y ordenar las medidas cautelares que considere necesarias, incluso la suspensión temporal de la acreditación.
- Resolver, previo cumplimiento del debido proceso, las denuncias que, en materia de su competencia, se presenten contra los entes acreditados.

- Promover la suscripción de convenios de reconocimiento mutuo y otros instrumentos de entendimiento que propicien el reconocimiento de la acreditación otorgada por él ante órganos de acreditación similares.
- Participar en las instancias internacionales de acreditación.

2.2.7 Metrología

Con relación a este concepto, Equipos y Laboratorio de Colombia (s.f.) indica:

La metrología es la ciencia e ingeniería de la medida, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesos y medidas. Actúa tanto en los ámbitos científico, industrial y legal, como en cualquier otro demandado por la sociedad. Su objetivo fundamental es la obtención y expresión del valor de las magnitudes, garantizando la trazabilidad de los procesos y la consecución de la exactitud requerida en cada caso; empleando para ello instrumentos métodos y medios apropiados.

La metrología tiene dos características muy importantes: el resultado de la medición y la incertidumbre de medida.

2.2.8 Incertidumbre de medición

Referente a esta característica de la metrología, MideBien (s.f.) explica:

Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

La incertidumbre es un concepto fundamental en el mundo de la metrología, aunque su definición puede ser un poco confusa, básicamente la incertidumbre es un parámetro que representa cuantitativamente la “duda” que tenemos sobre la medición realizada. Todos los valores obtenidos en una medición poseen un componente de duda, relacionada a cuán confiable es la medición que estamos realizando

2.2.9 Calibrador multiproducto 5522A

Fluke Calibration (2024) define este calibrador:

El Calibrador Multiproducto 5522A se encarga de una amplia carga de trabajo de calibración e incluye características de protección interna y externa que lo protegen de daños y hacen que sea fácil de transportar para realizar calibraciones *in situ* o móviles. Es el calibrador ideal para profesionales de la metrología que necesiten calibrar muchos tipos diferentes de equipos electrónicos y quieran disponer de un instrumento portátil que ofrezca una alta rentabilidad.

El calibrador 5522A cubre muchas de las herramientas de pruebas electrónicas que usa para que su empresa siga trabajando, lo que incluye:

- Multímetros manuales y de banco (analógicos y digitales) de hasta 6,5 dígitos.
- Pinzas amperimétricas.
- Termopares y RTD.
- Calibradores de procesos.
- Registradores de datos.
- Grabadoras de gráficos de banda.
- Watthorímetros.
- Analizadores de armónicos de potencia.
- Medidores de panel.
- Multímetros gráficos.
- Analizadores de calidad de la energía (con opción).
- Osciloscopios manuales y de banco analógicos o digitales de 600 MHz o 1,1 GHz (con opciones).

Figura 2.19: Calibrador multiproducto 5522A



Fuente: Fluke Calibration, 2024.

2.2.10 Amperímetro

En cuanto a esta herramienta, Electricity Magnetism (s.f.) menciona: “Un amperímetro es un instrumento de medición utilizado en el campo de la electricidad para medir la intensidad de la corriente eléctrica que pasa por un determinado circuito”.

Figura 2.20: Amperímetro Fluke 376



Fuente: Intronica, s.f.

2.2.11 Multímetro

De acuerdo con TECSA (s.f.):

Un multímetro es un instrumento electrónico usado ampliamente por técnicos e ingenieros electricistas. Este sirve para medir las tres características eléctricas básicas: voltaje, corriente y resistencia, aunque también puede ser empleado para probar la continuidad entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Este dispositivo tiene distintas funcionalidades, ya que puede usarse como amperímetro, voltímetro y óhmetro. Un multímetro puede ser empleado para probar baterías, cableado eléctrico, motores eléctricos y fuentes de energía.

Figura 2.21: Multímetro Victor 77



Fuente: TECSA, s.f.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

La ESPH es una empresa distribuidora de los servicios de energía eléctrica, alumbrado público, agua potable y alcantarillado sanitario. Está ubicada en la provincia de Heredia.

2.3.1 Visión/misión

Visión

“Ser una empresa competitiva a nivel nacional por los servicios que brinda” (ESPH, 2024).

Misión

“Somos una empresa que brinda servicios de calidad en el sector de agua, energía, saneamiento, infocomunicaciones y otros, que aporta valor y desarrollo a la sociedad mediante la mejora continua de su gestión” (ESPH, 2024).

2.3.2 Antecedentes históricos

La ESPH (2024) detalla sobre la historia de la empresa:

Conocida inicialmente como la Junta Administradora del Servicio Eléctrico Municipal de Heredia (JASEMH), fundada el 25 de octubre de 1949.

Con la base del decreto de ley n.º 767 la JASEMH tenía obligaciones fundamentales: procurar la conservación de las instalaciones de generación hidráulica, transmisión y distribución de energía, además de mejorar los incipientes servicios eléctricos.

Para el año de 1976, la JASEMH se transforma en la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), donde, poco a poco, con esta transformación, se fueron dando ligeros pasos que beneficiaron a todos sus clientes.

En 1996 se alió el cantón de San Rafael y dos años después, San Isidro. Los cambios sociales, el avance tecnológico y la pujanza de un mercado más agresivo obligaron a la ESPH a transformarse en una sociedad anónima, mediante la Ley n.º 7789 del 28 de abril de 1998.

Esta ley creó un híbrido jurídico: una empresa municipal herediana que maneja recursos públicos y cuyo patrimonio está constituido por todos los acueductos de los municipios asociados.

Esta estudiada estructura jurídica se derivó de un análisis de especialistas y los objetivos de la ESPH: hacerla tan ágil que pudiera hacer compras y obras públicas a la velocidad de la empresa privada, pero cumpliendo la normativa y legislación de las empresas bajo la lupa del Estado.

Así la empresa se liberó de un régimen restrictivo y se orienta a trabajar con responsabilidad social y ambiental en la búsqueda del desarrollo local.

2.3.3 Ubicación geográfica

El Laboratorio de Calibración, perteneciente al Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH, se encuentra en el cantón central de Heredia, 1 km al oeste del Estadio Rosabal Cordero, costado oeste de la plaza de deportes.

Figura 2.22: Mapa satelital de la ubicación geográfica del Laboratorio de Calibración de la ESPH

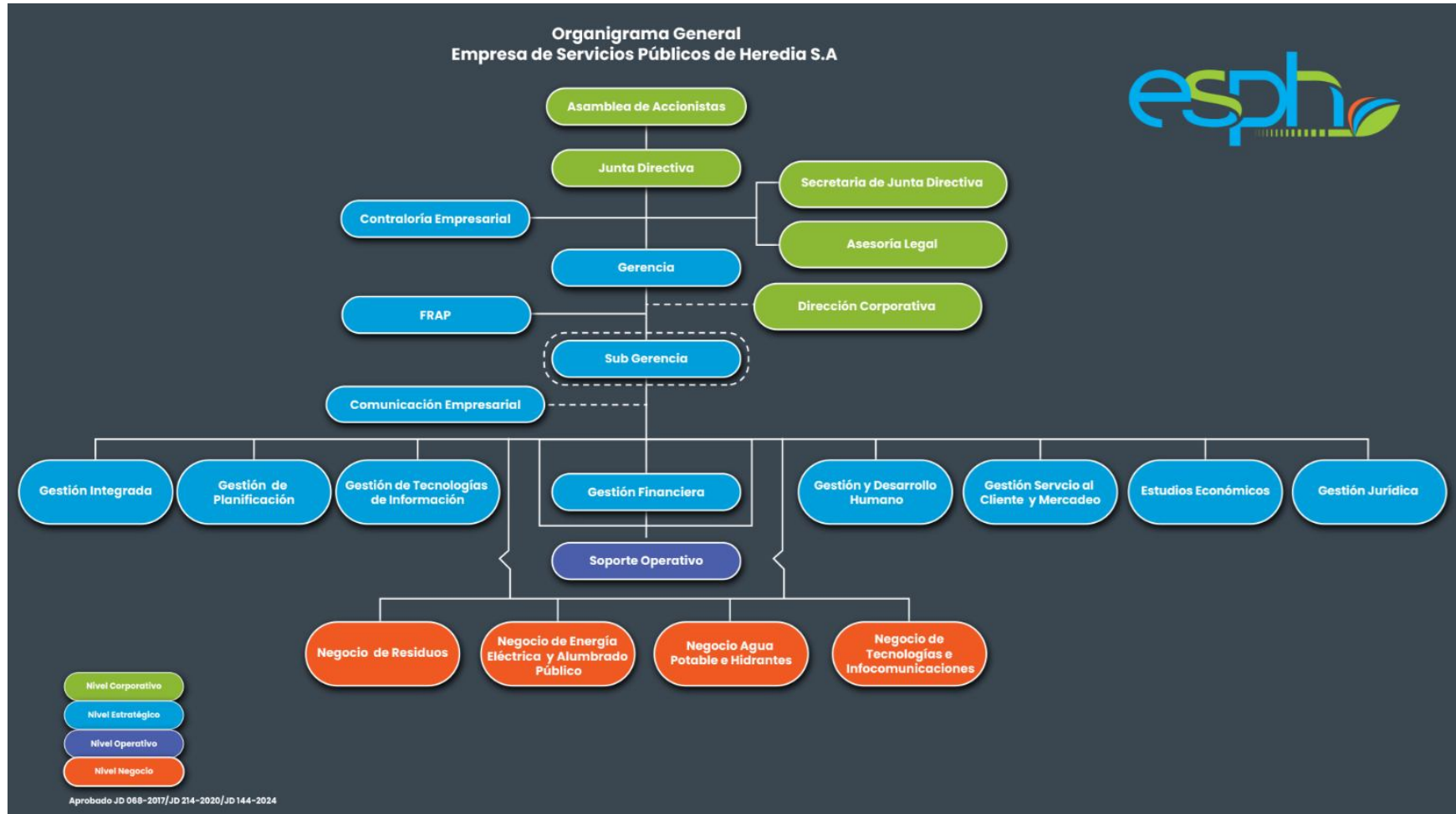


Fuente: Google Maps, 2024.

2.3.4 Estructura organizacional

A continuación, se muestra la estructura organizacional de la ESPH:

Figura 2.23: Organigrama administrativo de la ESPH



Fuente: ESPH, s.f.

2.3.5 Cantidad de empleados

En la actualidad la ESPH cuenta con la colaboración de 683 empleados, quienes se distribuyen en las diferentes áreas, como se muestra en la tabla 2.1:

Tabla 2.1: Distribución de los empleados por área de trabajo

ADMINISTRACIÓN	247
AGUA POTABLE	150
ALUMBRADO PÚBLICO	9
ENERGÍA ELÉCTRICA	114
GENERACIÓN	65
RESIDUOS	48
TARIFA HÍDRICA	2
TELECOMUNICACIONES	35

Fuente: ESPH, 2024.

2.3.6 Tipos de productos

Hoy, más de 45 años después de su fundación, la ESPH brinda los servicios de alumbrado público, telecomunicaciones, alcantarillado sanitario, agua potable y energía eléctrica.

2.3.7 Mercado de exportación

Por su naturaleza, la ESPH es una entidad de carácter público que se limita a brindar servicios principalmente en la provincia de Heredia, por esta razón, no realiza exportación de productos al extranjero.

2.3.8 Descripción general del proceso productivo

La ESPH S. A. es una institución que se orienta a ofrecer servicios públicos diferenciados por su alta calidad.

Dentro de sus estrategias empresariales, cuenta con objetivos definidos para alcanzar las metas de los negocios de acuerdo con la implementación de proyectos

programados de obra pública que le permiten fortalecer la gestión institucional para la prestación de los servicios.

En la actualidad los servicios que ofrece la ESPH son gestionados por medio de la plataforma de servicios, esta pertenece a la Gestión de Servicio al Cliente y Mercadeo, y por medio de esta es posible canalizar las necesidades de los abonados que requieran un determinado servicio como, por ejemplo, realizar alguna diligencia relacionada con agua potable, energía eléctrica, alumbrado público o alcantarillado sanitario.

Además, si se trata de un cliente industrial, comercial o empresarial de la ESPH y debe efectuar alguna diligencia vinculada con los servicios, existe la atención especializada en servicio al cliente empresarial.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación consta de un enfoque mixto, el cual se desarrolla como un proceso que recolecta, analiza y posee una conexión de datos cuantitativos (estadísticas, causa-efecto, proceso, secuencial, deductivo, probatorio, análisis objetivo, generalización, control, precisión, réplica, predicción) y cualitativos (significados, inductivo, interpretativo, realidad subjetiva, profundiza ideas, amplitud, contextualiza).

Al respecto, Hernández et al. (2014), según el texto citado, indican que “es necesario tener una secuencia en la investigación y mantenerla para cumplir con éxito cada parte y al ser con enfoque cuantitativo, se debe acotar y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación” (p. 4).

Además, los autores agregan acerca del enfoque cualitativo:

[...] guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de datos (Hernández et al., 2014, p. 7).

Por lo tanto, el estudio responde a la utilización de los dos enfoques ya que aplica en ambos debido a las necesidades requeridas en el Laboratorio de Calibración.

En cuanto a lo expuesto, se debe hacer una revisión documental y de aspectos técnicos para determinar los elementos que en la actualidad se encuentran en cumplimiento respecto a la norma INTE/ISO-IEC 17025:2017, por lo que en referencia a ese aspecto se presentan las características del enfoque cuantitativo, pues, por ejemplo, se lleva a cabo un análisis de brecha para determinar qué requisitos se cumplen, encuestas a los líderes de los departamentos internos de la ESPH que podrían ser los clientes del Laboratorio de Calibración, entre otros.

Todas las técnicas son empleadas por medio de la metodología DMAIC, con la intención de obtener los mejores resultados y que estos sean la base para realizar propuestas y alternativas de solución que logren satisfacer los intereses de la Alta

Dirección, al tratarse de contar con un 100 % de los requisitos que deben demostrarse al ECA en cuanto al cumplimiento de requisitos para optar por la ampliación del alcance acreditado.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método o diseño, según Hernández et al. (2014), “se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de resolver al planteamiento del problema” (p. 128). Asimismo, de acuerdo con estos autores:

Una vez que se precisó el planteamiento del problema, se definió el alcance inicial de la investigación y se formularon las hipótesis (o no se establecieron debido a la naturaleza del estudio), el investigador debe visualizar la manera práctica y concreta de contestar las preguntas de investigación, además de cumplir con los objetivos fijados. Esto implica seleccionar o desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlos al contexto particular de su estudio (Hernández et al., 2014, p. 128).

Así, la metodología DMAIC es de mucha utilidad para realizar el estudio al ser posible llevar a cabo una revisión a profundidad mediante las mediciones y el análisis, esto para alcanzar por medio de la mejora continua una correcta aplicación de las mejoras que permitan poner en práctica las alternativas de solución y recomendaciones originadas de este análisis, con el propósito de que los objetivos y el alcance propuesto puedan materializarse.

Además, siguiendo la línea de una investigación con enfoque cuantitativo, en este caso de estudio debe aclararse que el tipo de enfoque seleccionado es el conocido como investigación descriptiva.

Todo esto posibilita diagnosticar y analizar la gestión actual del Laboratorio de Calibración y, a partir de esa evaluación, desarrollar los otros objetivos planteados.

Seguidamente, se muestra un diagrama de flujo donde se detallan las etapas por seguir mediante la metodología DMAIC:

Figura 3.1 Metodología DMAIC para realizar la investigación



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la etapa definir, se emplea una serie de herramientas ingenieriles para realizar un análisis estratégico del Laboratorio de Calibración, estas herramientas son: análisis PESTEL, análisis 7S de McKinsey, análisis FODA, análisis CAME y modelo de negocio. Adicional, por medio de una encuesta, se conoce un poco más del entorno y los resultados que esta arroje se ilustran a partir de gráficos pastel. Por último, en esta etapa de reconocimiento, se elabora un diagrama de flujo para saber cómo es el proceso en la actualidad.

Respecto a la etapa medir, las herramientas ingenieriles por utilizar se aplican para calcular el grado de desempeño actual del proceso y, de esa manera, determinar cuáles son los aspectos críticos de la situación actual. Se utiliza el mapa de flujo de valor, el análisis de brecha, el gráfico de barra, el gráfico pastel, el gráfico de radar, el análisis de riesgos y el mapa de calor.

En la etapa analizar, se realiza el estudio aplicando las distintas herramientas de investigación de causas como lo son la lluvia de ideas, el diagrama de Ishikawa, la multivotación y el diagrama de Pareto, para determinar las causas críticas.

Con relación a la etapa mejorar, se emplea una serie de herramientas en las propuestas de solución como: procedimiento, gráficos de control y diagrama de Gantt. Luego, se miden los aspectos evidenciados en el capítulo IV, aplicando de nuevo el diagrama de flujo, el mapa de flujo de valor, el análisis de riesgos y el mapa de calor.

Por último, en la etapa controlar, se brindan todas las actividades de control necesarias para una implementación eficaz de las propuestas, como el plan de calidad, reuniones *kaizen*, aseguramiento de la validez de resultados, auditorías y los respectivos índices de resultados con análisis de costo beneficio y el retorno de la inversión.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

En cuanto a los insumos de este proyecto, se trabaja con fuentes primarias de información con el fin de establecer la problemática del manejo de inventarios que afecta el desarrollo de la actividad comercial y el producto final obtenido para el cliente y la empresa. Así, se investiga y consulta en documentos teóricos, con miembros de la organización, y mediante la recolección de datos y muestras.

Según Barrantes (2014): “La recolección de datos es un proceso tan importante como los anteriores y requiere de prudencia, paciencia y orden. Esto implica la necesidad de utilizar instrumentos capaces de captarlos tal cual son, con sus medidas apropiadas y su exacto valor” (p. 193).

Asimismo, Hernández et al. (2006), citando a Dahnke, distinguen tres tipos básicos de fuentes de información, y mencionan que estas se componen de fuentes primarias o directas, secundarias y terciarias. Al respecto, Buonocore (1980) define las fuentes primarias de información como “las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, monografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano [...]” (p. 229), incluyen la producción documental electrónica de calidad.

Para la investigación, la fuente de información principal consultada es el control documental empresarial, ya que el Sistema de Gestión Integrado de la ESPH indica los

lineamientos para el adecuado control de los documentos por departamento y, por ende, toda la información relacionada con el sistema de gestión del Laboratorio de Calibración se encuentra en ese sitio. Por lo tanto, para poder realizar el análisis de brecha, es necesaria una revisión documental.

Por otra parte, se cuenta con algún tipo de información que brinda el gestor de calidad del Laboratorio de Calibración en cuanto a información propia del departamento. También se consulta a los líderes de los diferentes departamentos empresariales que son de interés para el estudio, a quienes se les realizan algunas preguntas sobre el uso de sus equipos como lo son los multímetros y amperímetros; además, como parte de la etapa de medición, se les aplica una encuesta.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

El estudio de las variables se lleva a cabo en un marco conceptual, operacional e instrumental, que sirve para medir, controlar y estudiar un proyecto de investigación. Según Hernández et al. (2014):

Conceptual: Es el proceso a través del cual se definen teóricamente las variables de estudio. Son definiciones de diccionario, de libro especializado y describen la esencia o las características reales de un objeto o fenómeno.

Operacional: Se expone la forma en que se aplican los criterios de medición y evaluación de cada variable. Es la que describe las actividades que un observador debe realizar para indicar la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado.

Instrumental: Muestra el o los instrumentos utilizados para medir cada variable.

Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Definir los factores que actualmente intervienen en el funcionamiento del servicio de calibración de variables eléctricas en la ESPH, para determinar su desempeño global dentro de la organización.	Análisis del entorno	Proceso por el cual se pueden identificar factores estratégicos del entorno y diferenciar entre oportunidades y amenazas.	Se evalúa el entorno empresarial para evidenciar aspectos que pueden ser mejorados dentro de la organización.	Análisis PESTEL Análisis 7S de McKinsey Análisis FODA Análisis CAME Modelo de negocio Encuesta Gráfico de pastel Diagrama de flujo
Medir el impacto que existe con la brecha de cumplimiento actual contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y los riesgos asociados ante los incumplimientos presentados.	Análisis de brecha	Evaluar las diferencias entre el desempeño real y el desempeño esperado.	Recopilación de datos para analizar el nivel de cumplimiento de cada apartado de la norma, y el nivel de riesgo de los factores asociados.	Gráfico de pastel Mapa de flujo de valor Análisis de brecha Gráfico de barras Gráfico de radar Análisis de riesgos Mapa de calor
Analizar las causas que provocan un nivel de incumplimiento según los hallazgos presentados en el análisis de brecha, para evidenciar las más críticas.	Análisis de causas	Levantamiento de las causas raíz de un problema, analizando todos los factores que provocan incumplimientos.	Se revisan todas las causas y sus efectos para determinar los factores que tienen mayor grado de afectación en el nivel de cumplimiento actual.	Lluvia de ideas Diagrama de Ishikawa Multivotación Diagrama de Pareto
Proponer mejoras y controles para elevar el nivel de cumplimiento de los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, con la finalidad de lograr costos operativos más bajos y aumentar los servicios que podría ofrecer el Laboratorio de Calibración, en beneficio de la ESPH.	Mejora del proceso	Análisis del proceso actual para la detección de actividades que se pueden mejorar, con el objetivo de reducir el incumplimiento.	Plantear mejoras de manera que se obtenga la ampliación de los servicios apropiados a las condiciones y necesidades de la ESPH.	Diagrama de Gantt Procedimiento de calibración Gráficos de control Gráfico de radar con mejora Diagrama de flujo con mejora Mapa de flujo de valor con mejora Análisis de riesgos con mejora Mapa de calor con mejora Reuniones <i>kaizen</i> Análisis costo-beneficio Retorno de la inversión

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.5 INSTRUMENTOS

En esta sección se describen las herramientas ingenieriles por utilizar para la recolección de datos durante la realización del presente estudio.

Al respecto, Barrantes (2014) indica: “En la investigación se dispone de instrumentos para medir las variables y las interrogantes, a fin de recolectar la información necesaria. Se puede utilizar uno o varios de estos instrumentos, según sea el enfoque en el que estemos trabajando” (p. 259).

Para ayudar en la recolección de la información respecto de los conceptos y las variables fijadas en los objetivos de este proyecto, se selecciona una serie de instrumentos que se amplían a continuación.

3.5.1 Observación

Respecto a la observación, Barrantes (2014) señala:

[...] la ciencia que comienza con la observación y, finalmente, tiene que volver a ella para su validación final. En cualquier sector de la investigación científica, cabe la observación para descubrir y poner en evidencia las condiciones de los fenómenos (puede ser cotidiana o científica). Ambas se utilizan para obtener conocimientos, pero la segunda es la que debe aplicarse en la investigación (p. 259).

Se efectúa una observación del lugar donde se lleva a cabo el proyecto de investigación, para tener una idea general de cómo es la situación en la cual se desarrollan las actividades dentro del Laboratorio de Calibración.

3.5.2 Entrevista

De acuerdo con Bernal (2010), la entrevista es:

Técnica orientada a establecer contacto directo con las personas que se consideren fuente de información. A diferencia de la encuesta, que se ciñe a un cuestionario, la entrevista, si bien puede soportarse en un cuestionario muy

flexible, tiene como propósito obtener información más espontánea y abierta. Durante la misma, puede profundizarse la información de interés para el estudio (p. 194).

Con la intención de conocer aún más el entorno y los posibles clientes internos de la ESPH sobre el servicio que se busca ofrecer, se identifican los departamentos empresariales que pueden llegar a utilizar los servicios ofertados y, por medio de una conversación personalizada, se aplica una breve encuesta a partir de un formulario de Google Formularios que se envía por correo electrónico a los líderes de estos departamentos, con el objetivo de saber datos y opiniones de lo que se propone como resultado del estudio.

3.5.3 Análisis de brecha

Laoyan (2024a) define el análisis de brecha como: “[...] proceso que se usa para comparar el desempeño real de la empresa con el desempeño deseado. La ‘brecha’ se entiende como el espacio entre donde se encuentra tu negocio actualmente y donde te gustaría que esté”.

De este modo, se lleva a cabo un análisis de brecha de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, en donde se realiza un barrido de todos los apartados de los requisitos que este documento les exige a los laboratorios de ensayo y calibración para poder acreditarse.

Por lo tanto, se revisa uno a uno los capítulos de la norma, desde el capítulo 4 hasta el capítulo 8, los cuales detallan los requisitos que un laboratorio debe cumplir en su totalidad para acreditarse. Estos se analizan para determinar el nivel de cumplimiento actual de la gestión del Laboratorio de Calibración, con la finalidad de ampliar el alcance de los servicios acreditados.

3.5.4 Técnica grupal (reunión)

Según Pastrana (s.f.):

Las técnicas grupales son una serie de métodos y actividades que se utilizan para estimular la participación y colaboración en un grupo. Estas técnicas son especialmente útiles en entornos donde se busca fomentar la creatividad, el aprendizaje colaborativo y la resolución de problemas. A través de estas estrategias, se busca promover la comunicación, el intercambio de ideas y el trabajo en equipo.

Por medio de esta técnica, se obtiene información sobre la problemática planteada en el proyecto. Se considera la participación de diversos colaboradores que están involucrados en las diferentes etapas de la construcción de obras de la empresa y también se realizan reuniones con el equipo de trabajo requerido en distintas etapas de la investigación.

3.5.5 Registros históricos

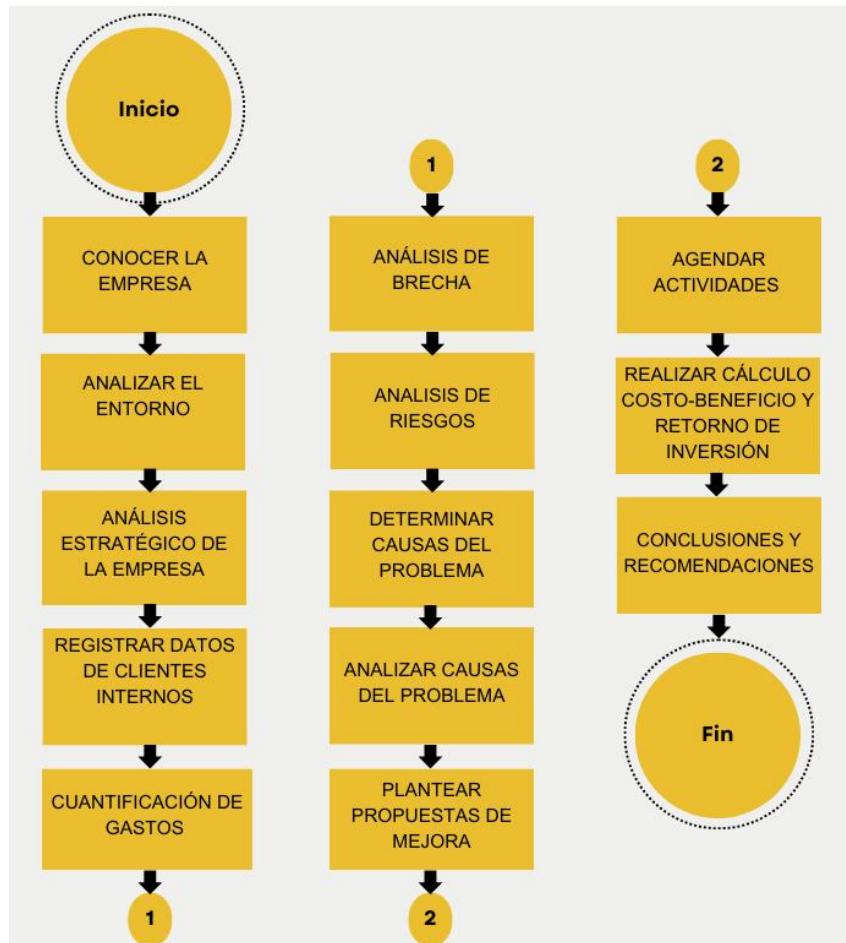
Para Arguinzoni (s.f.), “Los registros históricos son documentos que proporcionan información sobre el pasado. Pueden ser de cualquier tipo, desde documentos escritos hasta objetos físicos. Son importantes porque nos ayudan a comprender cómo era la vida en el pasado y cómo hemos llegado a ser lo que somos hoy”.

Los registros históricos registran determinados mensajes operacionales y de estado que están relacionados con todos los trabajos del sistema. Se puede iniciar la investigación de un problema visualizando el registro histórico y, a continuación, haciendo referencia a un registro de trabajo específico para obtener detalles.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

La siguiente figura muestra el esquema de aplicación de la metodología DMAIC; adicional, se mencionan las herramientas utilizadas durante las diferentes etapas del análisis del problema por solucionar:

Figura 3.2: Esquema del análisis de datos



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Inicialmente se investiga la información más importante de la ESPH y los servicios que brinda, así como otros datos relevantes en torno a esta. Luego, se analiza el entorno del departamento llamado Laboratorio de Calibración y se conoce cuál es la situación que se desea mejorar.

Después, utilizando algunas herramientas ingenieriles, se aplica un análisis de contexto empresarial y cómo se relaciona con el Laboratorio de Calibración, para identificar factores tanto positivos como negativos, con el propósito de implementar el negocio que se propone.

A nivel empresarial, se identifican posibles clientes internos que en la actualidad buscan la calibración de variables eléctricas de manera externa a la ESPH.

Para determinar los gastos en que incurren los clientes internos, se cuantifica el aproximado de cuánto se gasta hoy al contratar servicios de calibración de variables eléctricas a laboratorios externos a la ESPH y el tiempo que les toma enviar sus equipos a laboratorios externos.

Por medio de un análisis de brecha contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 acerca del cumplimiento actual del Laboratorio de Calibración, se determina el grado de cumplimiento con el que cuenta en la actualidad este departamento, para establecer qué es necesario implementar o corregir para lograr demostrar competencia ante el ECA y, así, optar por la ampliación del alcance de acreditación del Laboratorio de Calibración.

Una vez identificado el nivel de incumplimiento, se determinan y analizan los riesgos que pueden afectar la implementación del proyecto.

Por medio de los resultados arrojados durante el análisis de brecha, se evidencia una serie de causas raíz del problema que hoy imposibilitan la ampliación del alcance de acreditación, esto lleva a que dichas causas sean analizadas para determinar cómo solucionarlas.

Con base en el análisis realizado en la etapa del análisis de causa, se plantean las propuestas de solución al problema para cumplir al 100 % en términos de los requisitos que solicita la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.

Además, se hacen las estimaciones en caso de implementarse las propuestas, de cuánto se mejoraría en aspectos como el tiempo de atención de los clientes y la mejora en los riesgos asociados al problema formulados con anterioridad.

Por último, se lleva a cabo un análisis del costo-beneficio y retorno de la inversión que se da con la implementación del proyecto en beneficio de la empresa. Sumado a esto, también se brindan las conclusiones y recomendaciones finales según corresponda.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente estudio se desarrolla en el Laboratorio de Calibración de la ESPH, en donde se analiza la situación actual en la búsqueda de potenciales grupos de consumidores, con la finalidad de proponer alternativas para obtener una ampliación de los servicios ofrecidos por parte del Laboratorio.

Se espera generar con esto un beneficio económico importante y, a la vez, invertir el mismo en las operaciones del departamento. Por otra parte, también se procura que los servicios brindados por el Laboratorio de Calibración ayuden a solventar las necesidades de otros departamentos empresariales que harían uso de estos.

De este modo, se analiza y conoce a profundidad el entorno en el cual se establecería el proyecto, con el propósito de que la Alta Dirección del Laboratorio pueda realizar una adecuada planeación de las estrategias para incursionar en el mercado.

Es fundamental destacar que la intención de llevar a cabo este análisis nace en función de aprovechar que el Laboratorio de Calibración ya se encuentra acreditado en la norma INTE-ISO/IEC17025:2017, en la calibración de medidores de energía eléctrica; por esta razón, la Alta Dirección ve la oportunidad para maximizar y potenciar los recursos con los que ya cuenta, considerando los factores asociados a su sistema de gestión, equipos, instalaciones y personal, los cuales representan un gran avance en la visión de la Alta Dirección, a saber, brindar servicios de calidad.

Por consiguiente, ante la situación actual, la Alta Dirección busca expandir los servicios acreditados del Laboratorio de Calibración y, así, obtener nuevos ingresos económicos para la ESPH al aprovechar sus condiciones.

En consecuencia, se analizan las oportunidades del Laboratorio y los posibles nichos de mercado para las actividades que se pretenden poner en marcha, esto para la creación de un modelo de negocio que le permita a la Alta Dirección la toma de decisiones.

A continuación, se procede con el análisis de la situación actual del Laboratorio de Calibración, con el objetivo de comprender el entorno del mercado en que se encuentra.

4.1 DEFINIR

En la etapa inicial de este proyecto, y bajo la metodología DMAIC, primero se definen e identifican los aspectos que en la actualidad representan una problemática y requieren

una solución para lograr incluir la ampliación del alcance acreditado ante el ECA en la calibración de variables eléctricas por parte del Laboratorio de Calibración.

4.1.1 Análisis PESTEL

La Alta Dirección, junto a los integrantes del Laboratorio de Calibración, compuesto por el líder del laboratorio, el gestor de calidad y los dos técnicos de calibración, llevan a cabo una sesión grupal donde se genera una lluvia de ideas para realizar un análisis de los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales, conocido como PESTEL, en el que se identifican oportunidades, amenazas y limitantes en relación con estos factores, lo cual se muestra a continuación:

Tabla 4.1: Análisis PESTEL de la gestión estratégica del Laboratorio de Calibración

FACTOR	P OLÍTICO	E CONÓMICO	S OCIAL	T ECNOLÓGICO	E cológico	L EGAL
O PORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> -Estabilidad -Política comercial 	<ul style="list-style-type: none"> -Nuevas fuentes de ingresos para la ESPH S.A. -Diversificación de los servicios -Mayor reconocimiento en el mercado 	<ul style="list-style-type: none"> -Credibilidad de los usuarios -Percepción positiva de los clientes -Mayor promoción a nivel país de la infraestructura eléctrica -Nuevas estrategias de publicidad 	<ul style="list-style-type: none"> -Explotar recursos tecnológicos existentes -Aplicación de nuevas tecnologías -Incrementar el conocimiento del personal -Innovación 	<ul style="list-style-type: none"> -Implementar buenas prácticas ambientales en los servicios brindados -Reducción del CO2 -Entorno adecuado para poner en marcha las actividades -Certificación ISO 	<ul style="list-style-type: none"> -Cumplimiento de la Ley 10473 -Acreditación
A MENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> -Probabilidad de cambios a nivel político -Conflictos a nivel interno empresarial 	<ul style="list-style-type: none"> -Existencia de competidores en el mercado -Tipo de cambio -Inflación 	<ul style="list-style-type: none"> -Reconocimiento en el mercado -Exigencia por parte de los clientes -Oposición a nuevas tecnologías -Falta de interés del mercado meta 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de capacitación -Capacidad de la competencia para implementar nuevas tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> -No se detectaron amenazas en relación a este factor 	<ul style="list-style-type: none"> -Incumplimiento de la Ley 10473
L IMITANTES	<ul style="list-style-type: none"> -Empresa de carácter público -Dificultad para desarrollar nuevos proyectos -Presupuesto 	<ul style="list-style-type: none"> -Enfoque de inversiones equivocado -Financiamiento crediticios -Tarifas de ARESEP 	<ul style="list-style-type: none"> -Algun tipo de información que se brinda al cliente no aporta valor 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de capacitación del personal -Experiencia 	<ul style="list-style-type: none"> -No se detectaron limitantes en relación a este factor 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta ampliar el alcance de los servicios acreditados

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con la finalidad de profundizar aún más en el análisis hecho durante la sesión, se detallan los factores identificados en el análisis PESTEL y cómo estos se vinculan a sus oportunidades, amenazas y limitantes.

Oportunidades del análisis PESTEL

Las oportunidades son las situaciones identificadas y que pueden aprovecharse para llevar a cabo una idea o, como es el caso del Laboratorio de Calibración, implementar un nuevo negocio por medio del cual se puedan obtener ganancias. Las oportunidades detectadas son las siguientes:

- Oportunidades de carácter político

- 1) La ESPH tiene una base políticamente estable, que a nivel de reconocimiento nacional es un aspecto positivo para el desarrollo de nuevos proyectos.
- 2) Cuenta con políticas comerciales establecidas que determinan el rumbo estratégico del modelo de negocio pretendido por la empresa.

- Oportunidades de carácter económico

- 1) Dentro de la visión de la ESPH, crear nuevas fuentes de ingresos es de suma importancia porque en un mercado tan competitivo es necesario el aprovechamiento de las oportunidades para la generación de recursos económicos.
- 2) Con el propósito de lograr lo mencionado, es clave la diversificación de sus servicios, evitando apegarse solo a lo ofrecido tradicionalmente por parte de la empresa. Por esta razón, se pretende llevar al mercado una nueva oferta de los servicios mediante la calibración de variables eléctricas, con lo cual se podría llegar a empresas privadas que requieran los servicios, o bien, participar en licitaciones para darles el servicio a instituciones del sector público.
- 3) Aumentar su nivel de reconocimiento por los servicios que brinda y la reputación en el mercado que esto le pueda generar.

- Oportunidades de carácter social

- 1) Existe una buena imagen de los servicios que brinda la ESPH, por esto hay una muy buena credibilidad por parte de los usuarios de la empresa.
- 2) A su vez, esto representa una ocasión valiosa para aumentar la percepción positiva por parte de los clientes hacia la ESPH, porque al haber un aumento en cuanto a los servicios comercializados, se crean muchas expectativas de crecimiento.

3) La calibración de variables eléctricas forma parte de los servicios asociados a la infraestructura eléctrica del país; por esto, considerando que la ESPH ya tiene un nivel alto de reconocimiento ganado durante las últimas décadas y experiencia, se busca que por medio del Laboratorio de Calibración se planee comercializar inicialmente la calibración de variables eléctricas, sin descartar nuevos servicios a futuro.

4) En la actualidad, el éxito de que los productos y servicios se posicionen correctamente en el mercado es gracias a las estrategias de publicidad y mercadeo implementadas; al respecto, la ESPH tiene una base sólida en este sentido, lo cual puede aprovechar al máximo como plataforma para promocionar nuevos servicios.

- Oportunidades de carácter tecnológico

1) Un aspecto clave en la propuesta radica en que el Laboratorio de Calibración ya se encuentra acreditado en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, lo cual en primera instancia representa una base bastante firme para llevar a cabo las operaciones necesarias con el fin de brindar el servicio y, además, ya se cuenta con herramientas tecnológicas que permitirían dar el servicio, como lo son condiciones de las instalaciones y el patrón 5522A marca Fluke.

2) Una oportunidad valiosa es que el Laboratorio de Calibración se enfrentaría a la aplicación de nuevas tecnologías antes, durante y después de una posible implementación en sus métodos e, incluso, de la propuesta a futuro de nuevos servicios.

El incremento de los conocimientos del personal potenciaría considerablemente la reputación del Laboratorio de Calibración, a la vez esto significaría que el reconocimiento sea mayor dentro del mercado al que se planea llegar.

3) Para alcanzar los objetivos planteados, se necesita mucha innovación en todos los campos, siendo esencial en el factor tecnológico, por lo que debe desde luego ser una gran oportunidad.

- Oportunidades de carácter ambiental

1) La ESPH se ha caracterizado por la implementación de buenas prácticas ambientales en sus diferentes procesos y actividades, el Laboratorio de Calibración es

un ejemplo de ello, por lo que esto es una oportunidad para mantener o aumentar su reputación en cuanto al cuidado del medio ambiente.

2) Representa una gran oportunidad para la reducción de emisiones de CO₂, al pretenderse que los principales clientes de los servicios de calibración de variables eléctricas sean clientes internos, por lo cual esto representaría una importante reducción de los gases de dióxido de carbono, al no ser necesario el traslado en distintos momentos del año de estos equipos hacia las instalaciones de un tercero.

3) Ratificar el compromiso adquirido con la certificación ISO 14001, reconocimiento que ostenta la ESPH.

- Oportunidades de carácter legal

1) La ESPH, en su deber como empresa que brinda servicios públicos de manera responsable y siendo el Laboratorio de Calibración parte de esta, responde ante la ley por medio de buenas prácticas en cuanto a calidad, en este caso la Ley 10473; por ende, las nuevas actividades que se realizan no deben escapar de actuar en compromiso con la calidad.

2) Contar con un laboratorio acreditado, el cual asegure que los resultados emitidos se logran por medio de personal competente y en apego a las mejores prácticas en cuanto a calidad e imparcialidad, le da a la ESPH una extraordinaria plataforma para potenciar sus cualidades. Lo anterior es una de las mayores oportunidades identificadas y que sustentan este estudio.

Amenazas del análisis PESTEL

A continuación, se contemplan las amenazas que podrían materializarse de alguna forma y afectar estratégicamente la planeación del Laboratorio de Calibración para la propuesta de negocio por implementar.

- Amenazas de carácter político

1) Aunque el nivel de riesgo identificado de que se materialice es muy bajo, se debe tener en cuenta que posibles cambios a nivel político en la organización representan de

alguna manera una amenaza para los diferentes procesos empresariales, siendo el Laboratorio de Calibración uno de ellos.

2) Un conflicto a nivel interno de la empresa podría derivar en acciones políticas perjudiciales para las operaciones del Laboratorio de Calibración, por lo que también es necesario identificar dicha amenaza y su nivel de riesgo en cuanto a una posible materialización.

- Amenazas de carácter económico

1) Existen competidores en el mercado que brindan los servicios que el Laboratorio de Calibración pretende comercializar, de ahí la necesidad de realizar un adecuado análisis de la estrategia por implementar.

2) El tipo de cambio de la moneda podría representar una amenaza negativa en cuanto a la oferta como la demanda de los bienes y servicios existentes dentro de la economía nacional, por lo tanto, es necesario conocer de la mejor manera esta situación y cómo podría afectar las operaciones del Laboratorio de Calibración.

3) Similar a lo mencionado, la inflación podría afectar considerablemente los factores que influyen en la venta de un servicio, como lo son los precios, posibles barreras comerciales, o bien, la preferencia de los clientes por adquirir el servicio brindado por el otro oferente.

- Amenazas de carácter social

1) La falta de experiencia en el ámbito donde se planea incursionar genera que de momento no exista ningún tipo de reconocimiento en el mercado por parte de los potenciales consumidores, por consiguiente, esto se debe tener en cuenta para crear estrategias de mercadeo correctas.

2) La alta exigencia por parte de los clientes debe identificarse como una amenaza, ya que de materializarse pone en peligro la reputación del Laboratorio de Calibración, esto con la intención de siempre mantener las mejores prácticas en cuanto a calidad y mejora continua.

3) Se identifica una amenaza que aún hoy prevalece en la sociedad y se debe considerar para este análisis, como lo es la oposición a nuevas tecnologías, porque,

aunque en un nivel muy bajo, podría darse cierta resistencia a la aplicación de estas por parte de los clientes internos de la ESPH.

4) Al no existir una trayectoria en el campo de calibración de variables eléctricas que le dé un grado de reconocimiento en el mercado, puede que esto afecte negativamente la venta de los servicios por la falta de interés del mercado meta. Por esta razón, una adecuada planeación respecto a la comercialización de la oferta de los servicios es clave para alcanzar el éxito deseado.

- Amenazas de carácter tecnológico

1) Actualmente el personal del Laboratorio de Calibración no cuenta con una capacitación en la rama de variables eléctricas, esto lo convierte en una necesidad que se debe solventar para cerrar esa brecha.

2) Las empresas privadas cuentan con mucha facilidad para la adquisición de bienes y tecnologías, esto si se compara con la ESPH, ya que al ser empresa de carácter público, si no se asignan los presupuestos requeridos, este aspecto podría complicarse.

- Amenazas de carácter ambiental

1) No se identifican amenazas en relación con este factor.

- Amenazas de carácter legal

1) Una mala aplicación de las prácticas dentro de las actividades realizadas por el Laboratorio de Calibración podría legalmente afectar a la ESPH por incumplimientos a la Ley 10473, o bien, podría desencadenar en una suspensión de la acreditación del Laboratorio, por lo que se debe hacer una buena planeación estratégica de las actividades por llevar a cabo.

Limitantes del análisis PESTEL

Para el caso del Laboratorio de Calibración, se encuentran limitantes que pueden afectar el desarrollo de la planeación estratégica, por esto es fundamental identificarlas

en relación con los factores asociados. Seguidamente se detallan las limitaciones halladas.

- Limitantes de carácter político

1) La ESPH, al ser una entidad pública, tiene ciertas limitaciones para competir en el mercado en cuanto a las facilidades que puede ofrecer un competidor privado, por lo que es importante apoyarse en la capacidad y facilidad existente por medio de la subsidiaria para la comercialización de los servicios.

2) Se halla dificultad para el desarrollo de nuevos proyectos, esto por la misma razón de que en el sector público es mucho más complicado la implementación y ejecución de los mismos, sobre todo por temas relacionados a trabas o impedimentos en la aprobación de tarifas.

3) La ejecución de actividades por medio de presupuestos, como lo es el caso del Laboratorio de Calibración, es un factor por tener en cuenta durante la fase de planeación y preparación de las actividades que se pretenden hacer durante el año. Es fundamental maximizar lo que se planea llevar a cabo y controlar el presupuesto priorizando eficazmente las necesidades.

- Limitantes de carácter económico

1) A nivel empresarial han existido casos de enfoques erróneos de las inversiones que se realizan en los diferentes negocios, por esta razón, la Alta Dirección del Laboratorio de Calibración debe efectuar una muy buena planeación estratégica que justifique posibles inversiones presupuestarias por recibir.

2) Una limitante identificada como muy relevante corresponde al hecho de que gran cantidad de los presupuestos provienen de financiamientos crediticios, esto de alguna manera genera que se deban cuidar muy bien los presupuestos destinados a cada proceso de la ESPH.

3) De modo similar ocurre con las tarifas aprobadas en favor de la ESPH, al dependerse de la debida justificación de necesidades que hace la empresa para que luego se dé la aprobación de dichas tarifas por parte de ARESEP, lo cual tiene una

dependencia relacionada al factor económico que incide en los presupuestos empresariales.

- Limitantes de carácter social

- 1) Mucha de la información que se brinda de cara al cliente no le aporta valor a este estudio, por consiguiente, es muy importante generar las mejores estrategias enfocadas en llegar a un público meta de posibles consumidores que hagan uso de los servicios de calibración de variables eléctricas.

- Limitantes de carácter ambiental

- 1) No se identifican limitantes en relación con este factor.

- Limitantes de carácter legal

- 1) Durante la realización del análisis, se determina que para lograr los objetivos planteados es esencial solventar el hecho de que el Laboratorio de Calibración no se encuentra acreditado en la calibración de variables eléctricas, por lo cual es de carácter prioritario llevar a cabo un plan para solventar la limitante que esto representa por incumplir dicho requisito.

4.1.2 Análisis 7S de McKinsey

Al continuar con el análisis estratégico del Laboratorio de Calibración llevado a cabo por el personal involucrado en la lluvia de ideas, y como complemento a la herramienta utilizada con anterioridad, se propone hacer un análisis por medio de la metodología de las 7S de McKinsey, en el que se identifican y evalúan las fortalezas, debilidades y limitantes en cuanto a los siguientes factores: estrategia, estructura, sistemas, estilo de liderazgo, personal, habilidades y valores compartidos. A continuación, se aprecia el análisis hecho:

Tabla 4.2: Análisis 7S de McKinsey de la gestión estratégica del Laboratorio de Calibración

FACTOR	S trategy (Estrategia)	S tructure (Estructura)	S ystems (Sistemas / Procesos / TI)	S tyle (Estilo de Liderazgo)	S taff (Personal)	S kills (Habilidades)	S hared Values (Valores compartidos)
FORTALEZA	-Existencia de clientes internos -Iniciativa para incursionar en nuevos mercados -Existencia de un departamento de Mercadeo -Diversificación de los servicios -Apertura a los cambios	-Estructura del Laboratorio definida -Responsabilidades definidas -Buena comunición	-Procesos competentes -Existe documentación del proceso -Existe apoyo por parte de TI al proceso	-Liderazgo establecido dentro del Laboratorio -Competitividad -Accesibilidad en liderazgo	-Buen desempeño del personal -Personal motivado -Personal con deseos de adquirir nuevos conocimientos	-Laboratorio acreditado en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 -Experiencia en sistemas de gestión -Personal competente	-Los valores se encuentran bien definidos en el plan estratégico y se alinean con la cultura organizacional
DEBILIDADES	-Calibración de variables eléctricas no se encuentran dentro del alcance acreditado de la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 -No existe una estrategia de negocio -Reconocimiento en el mercado meta	-No se detectaron debilidades en relación a este factor	-A nivel económico no siempre se cuenta con los recursos para adquirir soluciones a nivel de sistemas y procesos	-No se detectaron debilidades en relación a este factor	-No se detectaron debilidades en relación a este factor	-Falta capacitación	-No se detectaron debilidades en relación a este factor
LIMITANTES	-Empresa de carácter público -Presupuesto -Dificultad para desarrollar nuevos proyectos	-No se detectaron limitantes en relación a este factor	-Presupuesto	-Capacidad de toma de decisiones	-No se detectaron limitantes en relación a este factor	-Dependencia en la aprobación de la tarifa	-No se detectaron limitantes en relación a este factor

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Se exponen los diferentes enfoques encontrados por el personal durante la sesión de la lluvia de ideas y recabados en el análisis de 7S de McKinsey, con la intención de profundizar aún más en el análisis que se efectúa sobre la evaluación de los siete factores básicos en relación con la estructura organizativa del Laboratorio de Calibración, los cuales se comentan con mayor detalle seguidamente.

Fortalezas del análisis 7S de McKinsey

- Fortalezas de carácter estratégico

1) El estudio se realiza en función de que el Laboratorio de Calibración cuenta con un potencial grupo de consumidores que harían uso de los servicios, ya que dentro de la ESPH están identificados los departamentos que a lo largo del año constantemente requieren la calibración de sus equipos de variables eléctricas, pero contratan a laboratorios externos, además cumplen con la condición de que se encuentran acreditados. Por lo tanto, esta es la mayor de las fortalezas del Laboratorio de Calibración para iniciar con la propuesta de un modelo de negocio.

2) Otra fortaleza es la iniciativa de incursionar en nuevos mercados, esto a su vez generaría mayor reconocimiento dentro de los mercados en los que se desenvuelve la ESPH.

3) También se debe recalcar y aprovechar que ya se cuenta con un departamento de mercadeo establecido a nivel empresarial, esto es una fortaleza porque sería un gran soporte en todo lo vinculado a temas de publicidad, tanto a nivel interno como nivel externo.

4) Continuando en la línea de que hay iniciativas orientadas a incursionar en nuevos mercados, esto se asocia con la fortaleza de que existen intenciones claras por diversificar los servicios que ofrece la ESPH, con la finalidad de posicionarse en nuevos mercados, originar nuevas fuentes de ingreso y aumentar la reputación.

5) Una fortaleza resultante de la planeación estratégica empresarial implementada en el último periodo es la creación de una cultura empresarial que influye de manera positiva en cuanto a la apertura a los cambios, ya que de otra forma no sería posible aspirar a conseguir visualizar la implementación de nuevas estrategias de negocio que permitan la diversificación de los servicios.

- Fortalezas de carácter de la estructura

1) Existe una estructura del Laboratorio de Calibración muy bien definida dentro de la organización; así, se detallan con claridad las funciones de este y los aportes que puede realizar en cuanto a las aspiraciones empresariales esperadas.

2) Gracias a lo señalado en el punto anterior, las responsabilidades también están claramente definidas, para responder de la mejor manera al compromiso establecido por parte del Laboratorio en relación con lo que puede aportar.

3) En el ámbito de la comunicación, el Laboratorio cuenta con muy buen desempeño en todos los procesos empresariales afines al departamento, por lo que eso es muy positivo en términos de contar con la mayor colaboración posible de las partes interesadas.

- Fortalezas de carácter de los sistemas/procesos/TI

- 1) La ESPH tiene dentro de su estructura procesos muy bien definidos, a su vez estos cuentan con la mayor de las competencias para la resolución de problemas y la implementación de nuevas actividades.

- 2) Como apoyo a la continuidad de los servicios y la actividad de los diferentes procesos, existe muy buena documentación de todos los procesos empresariales, siendo el Laboratorio un ejemplo de ello, esto con la finalidad de tener siempre a mano los respaldos de todas las actividades que se realizan.

- 3) Para dar el mayor soporte a todo esto, y de la mano con la implementación de las nuevas tecnologías, existe un departamento muy competente de TI, que siempre está dispuesto a colaborar con todo lo relacionado a la aplicación de las distintas herramientas tecnológicas vinculadas a los procesos de la empresa.

- Fortalezas de carácter del estilo de liderazgo

- 1) El liderazgo dentro del Laboratorio está muy bien definido, gracias a que la estructura lo está también dentro de la organización de la ESPH; además, al encontrarse el Laboratorio acreditado, el liderazgo de este es un requisito que se debe cumplir y demostrar indiscutiblemente ante el ECA.

- 2) Se evidencia que la competitividad demostrada dentro del estilo de liderazgo por parte de la ESPH y del Laboratorio es un factor clave para vender el servicio de calibración de variables eléctricas, dando un servicio de calidad.

- 3) Aunado a esto, se ha demostrado que existe mucha apertura y accesibilidad de escuchar ideas y propuestas por parte de quienes lideran el proyecto, en este caso es la Alta Dirección del Laboratorio, para el desarrollo de proyectos.

- Fortalezas de carácter relacionadas al personal

- 1) Se ha demostrado con el paso del tiempo, siendo la acreditación lograda en junio del año 2023 ejemplo de ello, que el personal del Laboratorio se ha desempeñado de la mejor manera, tanto individualmente como en conjunto.

- 2) A su vez, es producto de que el personal se encuentra muy motivado en cuanto a alcanzar las metas y objetivos trazados, además al hecho de que se aspira a lograr

ampliar el alcance de la acreditación para poder brindar servicios de calibración de variables eléctricas.

3) El personal está muy motivado en adquirir nuevos conocimientos con el objetivo de ser competentes en el ámbito que se desea incursionar y, para ello, es necesario poner en práctica y aplicar la experiencia adquirida hoy en realizar las labores de la mejor manera posible.

- Fortalezas de carácter relacionadas a las habilidades del personal

1) El personal del Laboratorio cuenta con una fortaleza de mucho peso respecto a lo que se pretende, pues la experiencia que significa haber logrado la acreditación del Laboratorio en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 es de mucho prestigio dentro del ámbito de la metrología, de ahí nace la posibilidad de aprovechar esta fortaleza.

2) Demostrar competencia en la implementación de sistemas de gestión para las funciones en general del Laboratorio es otra de las capacidades del personal de este departamento; adicional, esta habilidad es fundamental para agregar los servicios de calibración de variables eléctricas, por tal razón, es una fortaleza que de igual modo se cuenta con experiencia en este campo.

3) Se ha demostrado que el personal del Laboratorio es competente para la implementación de un nuevo negocio, por sus conocimientos en electricidad y de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, de ahí surge la necesidad de apoyar los planes de capacitación para completar el nivel de competencia requerido.

- Fortalezas de carácter relacionadas a los valores compartidos

1) La ESPH posee un debido plan estratégico, el cual es claro en cuanto a los valores que se pretenden transmitir por parte de los colaboradores, y aplica también para el Laboratorio, los mismos están alineados con la cultura organizacional.

Debilidades del análisis 7S de McKinsey

Ahora, se exponen las debilidades que se identifican y podrían incidir en los 7 factores analizados. A continuación, se explican estos hallazgos.

- Debilidades de carácter estratégico

1) A pesar de que el Laboratorio se encuentra acreditado desde junio del año 2023 en la calibración de medidores de energía eléctrica y cuenta con un muy buen sistema de gestión, es completamente necesario ampliar el alcance de los servicios acreditados que se brindan, para esto es requisito demostrar ante el ECA y acorde a lo solicitado por la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, la competencia técnica requerida y de gestión en relación con la calibración de variables eléctricas.

2) Para el caso de los servicios de calibración de variables eléctricas, al tratarse de un nuevo negocio que se realiza en este estudio, aún no se cuenta con una estrategia de negocio definida ni implementada.

3) Además, se necesitan presentar al mercado las diferentes estrategias comerciales de los servicios, ya que hoy no existe reconocimiento dentro del mercado.

- Debilidades de carácter de la estructura

1) No se identifican debilidades relacionadas a este factor.

- Debilidades de carácter de los sistemas/procesos/TI

1) A nivel de recursos económicos, no siempre se cuenta con los recursos para adquirir soluciones a nivel de sistemas y procesos, esto se debe identificar dentro de los presupuestos que se le asignan al Laboratorio, con la finalidad de que contar con las facilidades de sacar adelante el modelo de negocio.

- Debilidades de carácter del estilo de liderazgo

1) No se identifican debilidades relacionadas a este factor.

- Debilidades de carácter relacionadas al personal

1) No se identifican debilidades relacionadas a este factor.

- Debilidades de carácter relacionadas a las habilidades del personal

1) Se identifica que una debilidad existente al momento es que el personal del Laboratorio necesita incrementar los conocimientos para aplicarlos en la calibración de variables eléctricas, siendo necesaria la capacitación afín a estas actividades.

- Debilidades de carácter de valores compartidos

1) No se identifican debilidades relacionadas a este factor.

Limitantes análisis 7S de McKinsey

Seguidamente, se describen las limitantes que se necesitan resolver para lograr incursionar en el mercado de la calibración de variables eléctricas.

- Limitantes de carácter estratégico

1) Existe la limitante de que para la ESPH, al pertenecer al ámbito del sector público, es mucho más complicado competir en el mercado contra otras empresas del sector privado que tienen mucha más facilidad y menos burocracia para poner en marcha un negocio.

2) Otra limitante identificada es el tema presupuestario y cómo se manejan los recursos financieros en una empresa pública como lo es la ESPH, para ello se deben establecer con claridad las prioridades y necesidades del Laboratorio, con el objetivo de poder cumplir con las metas que se determinan en su modelo de negocio.

3) También, al tratarse la ESPH una empresa pública, existen ciertas limitaciones para desarrollar nuevos proyectos que incursionen en nuevos mercados.

- Limitantes de carácter estructural

1) No se identifican limitantes relacionadas a este factor.

- Limitantes de carácter de los sistemas/procesos/TI

1) La única limitante asociada a este factor es de nuevo el tema de los presupuestos y la dificultad que esto representa. Por lo tanto, se debe realizar una planeación adecuada de las necesidades para que estas logren ser cubiertas.

- Limitantes de carácter del estilo de liderazgo
 - 1) Es importante mitigar los obstáculos que puedan presentarse ante una limitación en cuanto a la capacidad de toma de decisiones por parte de la Alta Dirección, de ahí la necesidad de justificar muy bien el proyecto.

- Limitantes de carácter del personal
 - 1) No se identifican limitantes relacionadas a este factor.

- Limitantes de carácter de las habilidades del personal
 - 1) Una limitante para la ESPH es que siempre depende de la aprobación de tarifas por parte de ARESEP, por lo que esto representa una limitante en caso de materializarse; de este modo, se debe trabajar las proyecciones presupuestarias de la mejor manera.

- Limitantes de carácter de los valores compartidos
 - 1) No se identifican limitantes relacionadas a este factor.

4.1.3 Análisis FODA

Con la finalidad de tener un panorama más amplio de la situación, consolidar la información recabada y continuar con el análisis tanto interno como externo de lo que sucede en torno a la gestión estratégica del Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH, se efectúa un análisis FODA con la intención de generar un diagnóstico más certero y útil para detectar ventajas competitivas, dificultades internas y externas, y determinar el curso por seguir para explotar las características de valor del negocio.

Así, para analizar estos aspectos, tanto positivos como negativos, se complementan las dos herramientas previamente utilizadas, en donde se identifican las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de los factores vinculados al análisis estratégico actual de los servicios que el Laboratorio planea ofrecer, estos se clasifican según el orden de importancia que el personal involucrado en la sesión de lluvia de

ideas considera dentro de los factores mencionados, para esto se utiliza una matriz del análisis FODA, la cual se presenta a continuación:

Figura 4.1: Matriz del análisis FODA de la gestión estratégica del Laboratorio de Calibración

Aspectos positivos		Aspectos negativos	
Fortalezas		Debilidades	
F1	Laboratorio acreditado en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017	D1	Calibración de variables eléctricas no se encuentran dentro del alcance acreditado de la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017
F2	Existencia de clientes internos	D2	Falta capacitación relacionada a la calibración de variables eléctricas
F3	Existencia de un departamento de Mercadeo	D3	No existe una estrategia de negocio
F4	Liderazgo establecido dentro del Laboratorio	D4	Reconocimiento en el mercado meta
F5	Competitividad	D5	A nivel económico no siempre se cuenta con los recursos para adquirir soluciones a nivel de sistemas y procesos
F6	Experiencia en sistemas de gestión		
F7	Procesos competentes		
F8	Apertura a los cambios		
F9	Buen desempeño del personal		
Oportunidades		Amenazas	
O1	Nuevas fuentes de ingresos para la ESPH S.A.	A1	Reconocimiento en el mercado
O2	Diversificación de los servicios	A2	Existencia de competidores en el mercado
O3	Explotar recursos tecnológicos existentes	A3	Exigencia por parte de los clientes
O4	Acreditación	A4	Capacidad de la competencia para implementar nuevas tecnologías
O5	Aplicación de nuevas tecnologías	A5	Falta de interés del mercado meta
O6	Innovación	A6	Incumplimiento de la Ley 10473
O7	Percepción positiva de los clientes		
O8	Mayor reconocimiento en el mercado		

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Mediante la utilización del análisis FODA, se observa que los aspectos se clasifican según el orden de importancia e impacto de cada uno de acuerdo con lo establecido por

el personal involucrado en la sesión de lluvia de ideas. Seguidamente, se amplían los aspectos clasificados en la matriz del análisis FODA.

Fortalezas

- 1) Laboratorio acreditado en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017: se pretende aprovechar al máximo la experiencia que el personal del Laboratorio de Calibración adquirió en el proceso relacionado a la acreditación en la calibración de medidores de energía eléctrica, lo cual es considerado como una fortaleza de mucho peso para aspirar a ampliar el alcance en la calibración de variables eléctricas.
- 2) Existencia de clientes internos: el Laboratorio de Calibración tiene conocimiento de un potencial grupo de usuarios del servicio, pues dentro de la organización existen departamentos que requieren la calibración de sus equipos de variables eléctricas, pero en la actualidad se ven en la necesidad de contratar los servicios de laboratorios externos acreditados.
- 3) Existencia de un Departamento de Mercadeo: se debe aprovechar al máximo el Departamento de Mercadeo de la empresa al ser un gran aliado para la publicidad que se realice tanto a nivel interno como a nivel externo de la ESPH.
- 4) Liderazgo establecido dentro del Laboratorio: el liderazgo en el Laboratorio que se establece como requisito de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 se encuentra muy bien definido dentro de la organización de la ESPH.
- 5) Competitividad: la competitividad demostrada por el Laboratorio en el tiempo que se ha mantenido acreditado en el servicio de calibración de medidores de energía eléctrica provoca que el Laboratorio posea las condiciones óptimas para aspirar a vender el servicio de calibración de variables eléctricas.
- 6) Experiencia en sistemas de gestión: la experiencia que adquirió el personal en la implementación de sistemas de gestión motiva a la aspiración de aumentar la capacidad de los servicios brindados por el Laboratorio de Calibración, al aplicar los conocimientos en la ampliación de los servicios de calibración de variables eléctricas.
- 7) Procesos competentes: aprovechar la estructura departamental existente dentro de la ESPH, reconociendo que la empresa se caracteriza por ser bastante estable

dentro del mercado en el cual se desenvuelve y que puede desempeñarse adecuadamente en la diversificación de los servicios ofrecidos.

8) Apertura a los cambios: la cultura empresarial existente dentro de la ESPH permite un espacio en cuanto a la escucha de propuestas y la apertura a los cambios en beneficio de la empresa y sus clientes.

9) Buen desempeño del personal: además de contar con personal competente y un excelente liderazgo, el Laboratorio ha demostrado que el personal tiene muy buen desempeño en la consecución de los objetivos.

Oportunidades

1) Nuevas fuentes de ingresos para la ESPH: la evolución de los mercados y de la economía a nivel nacional e internacional provoca que, dentro de su visión, la ESPH busque la manera de crear nuevas fuentes de ingresos que se traduzcan en la generación de nuevos recursos económicos.

2) Diversificación de los servicios: la nueva oferta de servicios originados por medio de la calibración de variables eléctricas podría ser una opción atractiva para empresas tanto privadas como públicas y que requieran los servicios, por lo cual se participaría en procesos de licitaciones públicas.

3) Explotar recursos tecnológicos existentes: se cuenta con herramientas tecnológicas que permitirían dar el servicio, como lo son las condiciones del laboratorio y el patrón 5522A marca Fluke.

4) Acreditación: el aseguramiento de que los resultados son los correctos representa beneficios para la empresa y el cliente, también demuestra que los trabajos se llevan a cabo por medio de personal competente, esto le da a la ESPH una extraordinaria plataforma para la ampliación de la oferta de servicios.

5) Aplicación de nuevas tecnologías: impulsar a nivel empresarial la aplicación de nuevos conocimientos en campos y herramientas tecnológicas es la base para el desarrollo a futuro al cual apunta la ESPH.

6) Innovación: continuar impulsando la innovación como plataforma para el desarrollo en el factor tecnológico.

- 7) Percepción positiva de los clientes: aumentar la percepción positiva por parte de los clientes hacia la ESPH, mediante la ampliación de la oferta de los servicios y al asegurar que estos son llevados a cabo con calidad.
- 8) Mayor reconocimiento en el mercado: incrementar el reconocimiento del Laboratorio de Calibración en el ámbito del sector eléctrico del país, para ser reconocidos por el servicio de calidad que se pretende ofrecer.

Debilidades

- 1) La calibración de variables eléctricas no se encuentra dentro del alcance acreditado en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017: es un requisito fundamental lograr la ampliación del alcance de los servicios acreditados, para esto se debe demostrar ante el ECA el cumplimiento de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 en su totalidad.
- 2) Falta de capacitación relacionada a la calibración de variables eléctricas: se requiere una preparación óptima por parte del personal que ejecutaría las labores en el Laboratorio de Calibración, por lo tanto, se debe identificar qué tipo de capacitación se necesita.
- 3) No existe una estrategia de negocio: no se cuenta con una estrategia de negocio definida, por esta razón se deben analizar los aspectos estratégicos para la ampliación de la oferta de servicios.
- 4) Reconocimiento en el mercado meta: al tratarse de un nuevo campo en el que la ESPH planea incursionar, y siendo de conocimiento la existencia de otros proveedores de servicio a nivel nacional, es una debilidad identificada que no se cuenta con reconocimiento dentro del mercado.
- 5) A nivel económico no siempre se cuenta con los recursos para adquirir soluciones a nivel de sistemas y procesos: en la actualidad no se cuenta con un presupuesto asignado para las actividades que se pretenden poner en marcha, por consiguiente, es estrictamente necesario presentar a la Alta Dirección del Laboratorio un plan estratégico atractivo para la asignación de recursos.

Amenazas

- 1) Reconocimiento en el mercado: se deben tomar en cuenta los posibles cambios a nivel político en la organización, ya que estos representan de alguna manera una amenaza para los diferentes procesos empresariales, siendo el Laboratorio de Calibración uno de ellos.
- 2) Existencia de competidores en el mercado: la existencia de laboratorios acreditados en el mercado que ya brindan estos servicios de calibración representa una amenaza y una desventaja competitiva para el Laboratorio de Calibración.
- 3) Exigencia por parte de los clientes: la alta exigencia por parte de los clientes debe identificarse como una amenaza, porque de materializarse pone en peligro la reputación del Laboratorio de Calibración.
- 4) Capacidad de la competencia para implementar nuevas tecnologías: para el Laboratorio de Calibración puede representar una amenaza el hecho de que al tratarse de una empresa del sector público se dificulta la aprobación de presupuestos, esto podría afectar un cambio repentino en la aplicación de nuevas tecnologías si se compara con el sector privado.
- 5) Falta de interés en el mercado meta: se puede materializar la amenaza de que los servicios que ofrece el Laboratorio de Calibración no sean atractivos, por distintos motivos, para los posibles clientes externos de la ESPH.
- 6) Incumplimiento de la Ley 10473: la calibración de medidores de energía eléctrica, servicio que en la actualidad brinda el Laboratorio de Calibración, está regulado por la legislación; de este modo, una mala aplicación de las prácticas dentro de las actividades realizadas por el Laboratorio de Calibración podría legalmente afectar a la ESPH por incumplimientos a la Ley 10473, o bien, desencadenar en una suspensión de la acreditación del Laboratorio.

4.1.4 Análisis CAME

Por medio de la aplicación de esta herramienta, se proponen medidas para corregir las debilidades, afrontar las amenazas, mantener las fortalezas y explotar las oportunidades detectadas mediante el análisis FODA desarrollado con anterioridad.

Fortalezas del análisis CAME

Para la aplicación de esta herramienta, se inicia por el análisis de las fortalezas con las que cuenta el Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH, con la intención de identificar cómo dichas fortalezas se pueden mantener dentro de la planeación estratégica para seguir beneficiándose de estas y, a la vez, cómo se pueden reforzar. De esta manera, en la siguiente tabla se expone el análisis realizado para este factor.

Tabla 4.3: Matriz del análisis CAME para las fortalezas identificadas

Fortalezas		Mantener las Fortalezas	
F1	Laboratorio acreditado en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017	MF1	Priorizar la mejora continua dentro de las actividades llevadas a cabo por el Laboratorio
F2	Existencia de clientes internos	MF2	Explotar los recursos de mercadotecnia empresariales
F3	Existencia de un departamento de Mercadeo	MF3	Continuar involucrando a los procesos internos relacionados al Laboratorio
F4	Liderazgo establecido dentro del Laboratorio		
F5	Competitividad		
F6	Experiencia en sistemas de gestión		
F7	Procesos competentes		
F8	Apertura a los cambios		
F9	Buen desempeño del personal		

Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Mantener las fortalezas

1) MF1: la principal fortaleza dentro de los atestados con los que cuenta el Laboratorio de Calibración de Energía Eléctrica y Alumbrado Público es que este ya se encuentra acreditado ante el ECA en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, lo cual le permite aspirar a realizar una solicitud de la ampliación de la oferta de los servicios brindados. Por esta razón, se insta a la Alta Dirección y al personal del Laboratorio a continuar con las mejores prácticas relacionadas a la mejora continua, para seguir garantizando la calidad de los servicios ejecutados y asegurar la competencia de este.

2) MF2: la ESPH posee un sólido Departamento de Mercadeo para los diferentes servicios que ofrece a nivel empresarial de todos sus negocios, por esto sería una oportunidad valiosa hacer uso de los recursos ya existentes dentro de la organización con el propósito de que la calibración de variables eléctricas sea incluida dentro de los proyectos comercializados en las distintas plataformas comerciales establecidas para el Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público. De ser así, esta actividad sería clave en la planeación estratégica que se pretende con el objetivo de difundir y promocionar los servicios a nivel nacional.

3) MF3: es clave para el éxito del proyecto continuar involucrando a los procesos internos de la ESPH vinculados con el Laboratorio. Por lo tanto, es necesario identificar quiénes serían los socios clave y qué impacto tendrían dentro de la planeación estratégica, lo que además sería muy positivo dentro de las aspiraciones de la Alta Dirección, pues se mantendrían las buenas prácticas de comunicación con los involucrados, esto con la intención de lograr un flujo constante de ideas de carácter positivo y, así, aportar al proyecto recursos de valor y soluciones para la toma de decisiones adecuadas.

Oportunidades del análisis CAME

Se identifican oportunidades bastante positivas y de mucho valor alrededor del entorno actual del Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH, es decir, se cuenta con factores claves para sustentar el estudio y, de conformidad con estos hallazgos, se busca la posibilidad de extraer el máximo potencial de los mismos para conseguir la venta de los servicios de calibración de variables eléctricas.

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el análisis CAME realizado a este factor, con el fin de brindar recomendaciones para explotar las oportunidades:

Tabla 4.4: Matriz del análisis CAME para las oportunidades identificadas

Oportunidades		Explotar las Oportunidades	
O1	Nuevas fuentes de ingresos para la ESPH S.A.	EO1	Innovar para ampliar la oferta de servicios que brinda la ESPH S.A. para generar recursos económicos
O2	Diversificación de los servicios	EO2	Sacar el máximo provecho de recursos existentes en cuanto a sistema de gestión, equipos, personal e instalaciones
O3	Explotar recursos tecnológicos existentes		
O4	Acreditación	EO3	Aprovechar la acreditación del Laboratorio en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 para ampliar el alcance de los servicios
O5	Aplicación de nuevas tecnologías		
O6	Innovación		
O7	Percepción positiva de los clientes		
O8	Mayor reconocimiento en el mercado		

Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Explotar las oportunidades

1) EO1: ante la situación actual del Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH, surge una oportunidad para innovar y sacar el máximo provecho de los conocimientos adquiridos por el personal mediante la diversificación de los servicios que se ofrecen, con la intención de crear un nuevo servicio que esté a disposición tanto de los clientes internos como de los clientes externos interesados en la calibración de variables eléctricas, lo cual representaría la generación de nuevos recursos económicos.

2) EO2: el Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH, como parte de los requisitos que debió cumplir y demostrar para alcanzar inicialmente la acreditación en la calibración de medidores de energía eléctrica, demostró poseer los recursos en cuanto a un sistema de gestión apto, equipos, personal e instalaciones. Sumado a esto, ya se cuenta con el patrón que se utilizaría para efectuar las calibraciones de variables eléctricas, por lo tanto, no es necesario incurrir en un gasto extra para adquirirlo. Este equipo es un calibrador multiproducto 5522A, marca Fluke, el cual es de primera calidad para llevar a cabo estas funciones, pero por razones de incumplimiento de requisitos de la norma INTE-

ISO/IEC 17025:2017 no se ha contado con la capacidad de sacar el máximo provecho del mismo, por esto la Alta Dirección determinó que es una prioridad y una valiosa oportunidad para poner en marcha los servicios de calibración de variables eléctricas.

3) EO3: tener un laboratorio ya acreditado en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y los conocimientos sobre cómo dar tratamiento a los diferentes requerimientos para la acreditación de un servicio de calibración, es lo que visualiza la Alta Dirección respecto a la viabilidad de contar con las habilidades necesarias para proponer que se logre un alcance de los servicios brindados por el Laboratorio. Solo al conseguir el alcance mencionado se abriría la posibilidad de atraer clientes del sector privado o, por otra parte, participar en licitaciones de instituciones del sector público que necesiten el servicio.

Debilidades del análisis CAME

Continuando con el análisis CAME, ahora se analizan los factores de aspecto negativo y que deben ser considerados dentro del análisis de la gestión estratégica actual. De este modo, se exponen las debilidades identificadas y asociadas a la creación de un nuevo negocio para el Laboratorio, con el objetivo de brindar las recomendaciones respectivas para corregirlas, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.5: Matriz del análisis CAME para las debilidades identificadas

Debilidades		Corregir las Debilidades	
D1	Calibración de variables eléctricas no se encuentran dentro del alcance acreditado de la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017	CD1	Realizar un diagnóstico de la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 a fin de determinar la brecha de incumplimiento de requisitos
D2	Falta capacitación relacionada a la calibración de variables eléctricas	CD2	Crear un modelo de negocio que permita crear las mejores estrategias para la comercialización del servicio que se ofrece
D3	No existe una estrategia de negocio	CD3	Identificar las necesidades de presupuesto para implementar el proyecto
D4	Reconocimiento en el mercado meta		
D5	A nivel económico no siempre se cuenta con los recursos para adquirir soluciones a nivel de sistemas y procesos		

Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Corregir las debilidades

1) CD1: la Alta Dirección del Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH en su propuesta de valor pretende ofrecer servicios que le ofrezcan al cliente resultados técnicamente válidos. Así, es preciso realizar un diagnóstico de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, con la intención de establecer el grado de incumplimiento actual de los requisitos por parte del Laboratorio en relación con la calibración de variables eléctricas, para identificar el nivel de brecha existente y, de esta manera, tomar las medidas necesarias para lograr un cumplimiento del 100 % y ampliar el alcance de los servicios por comercializar.

2) CD2: la Alta Dirección reconoce que el Laboratorio posee una gran debilidad, a saber, no tiene reconocimiento dentro del mercado de la calibración de variables eléctricas, por lo que para corregir esta debilidad se necesita la creación de un modelo de negocio, con la finalidad de plantear una estrategia adecuada para la consecución de los objetivos deseados, donde se identifiquen los aspectos claves en los cuales se

debe llevar a cabo un análisis profundo para crear propuestas y obtener un panorama mucho más claro de todos los factores que el servicio le va a ofrecer al mercado.

3) **CD3**: al tratarse de la implementación de un nuevo servicio, se determina como una debilidad el presupuesto, porque no están identificados los costos asociados a la inversión que se debe realizar para poner en marcha los servicios de calibración de variables eléctricas. Por consiguiente, para corregir esta debilidad, se plantea investigar los montos económicos necesarios con el motivo de agregarlos a la partida presupuestaria del Laboratorio.

Amenazas del análisis CAME

Ahora se consideran los aspectos con potencial de causar efectos negativos y que podrían limitar el desarrollo del planteamiento estratégico del nuevo negocio del Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH, con el propósito de aportar iniciativas para afrontar dichas amenazas. A continuación, se expone la tabla que representa la matriz del análisis CAME para este factor:

Tabla 4.6: Matriz del análisis CAME para las debilidades identificadas

Amenazas		Afrontar las Amenazas	
A1	Reconocimiento en el mercado	AA1	Creación de una propuesta atractiva para darse a conocer y captar nuevos clientes
A2	Existencia de competidores en el mercado	AA2	Capacitar al personal para que adquiera nuevos conocimientos y no incurrir en no conformidades
A3	Exigencia por parte de los clientes		
A4	Capacidad de la competencia para implementar nuevas tecnologías	AA3	Identificar las obligaciones presupuestarias para cubrir las necesidades
A5	Falta de interés del mercado meta		
A6	Incumplimiento de la Ley 10473		

Fuente: Elaboración propia, 2024.

- Afrontar las amenazas

1) AA1: ante la falta de reconocimiento y promoción en el mercado en el que se quiere incursionar y ante la existencia de competidores, como parte de las estrategias por crear para llegar a un público meta, se requiere formular una propuesta atractiva para el cliente externo, además de competitiva. Así, esta recomendación se relaciona con la recomendación dada en el apartado de las debilidades, en la que se propone la creación de un modelo de negocio a fin de ofrecerle al cliente un servicio atractivo y acorde a sus necesidades.

2) AA2: también se evidencia que con la intención de nivelar los conocimientos requeridos para la consecución de los objetivos planteados se debe capacitar al personal, por esta razón, se investiga qué capacitaciones son necesarias con la finalidad de obtener los conocimientos necesarios para desempeñar las funciones de manera efectiva en la calibración de variables eléctricas; adicional, se debe investigar qué proveedor podría ofrecer estas capacitaciones, para así obtener la cotización por estos servicios e incluirlas dentro del presupuesto del Laboratorio.

3) AA3: para afrontar las amenazas vinculadas al reto de la propuesta y la correcta implementación de la misma, es necesario mantener el reconocimiento de la acreditación que ya se posee en la calibración de medidores de energía eléctrica, esto para no generar un incumplimiento de la Ley 10473, por ende, se requiere tener completamente identificadas todas las necesidades presupuestarias con el propósito de cumplir con la planeación estratégica del Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH.

Conclusiones del análisis CAME

Luego de analizar los resultados obtenidos por medio del análisis CAME, se mencionan las principales conclusiones para atacar el problema en investigación, las cuales se detallan a continuación:

- CD1: se debe realizar un análisis de brecha del sistema de gestión actual del Laboratorio de Calibración contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, con que el objetivo de establecer qué se requiere para ampliar el alcance del servicio acreditado ante el ECA.

- CD2: proponer la creación de un modelo de negocio para contar con un plan estratégico inicial que le permita al Laboratorio de Calibración posicionarse ante potenciales usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas.

4.1.5 Modelo de negocios Canvas

A partir de las debilidades y amenazas identificadas y siguiendo una de las conclusiones resultantes del análisis CAME, se formula una propuesta para crear un modelo de negocio que contemple los aspectos clave del mercado meta en el que se planea incursionar, con la intención de diseñar soluciones comerciales para vender el servicio de calibración de variables eléctricas por parte del Laboratorio de Calibración de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH.

Para realizar el modelo de negocio, se utiliza la metodología Canvas, en la que se puede analizar, evaluar y visualizar los principales elementos de la gestión estratégica y, a la vez, reconocer los aspectos clave del negocio que se pretende implementar.

Al utilizar esta metodología, se detallan nueve aspectos esenciales que posibilitan encontrar las actividades relevantes para la optimización de los recursos con los que se cuenta, con el fin de aprovecharlos de la mejor manera y, así, contar con una oferta de servicios atractiva. A continuación, se muestra la figura para el modelo de negocio del Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH:

Figura 4.2: Modelo de negocio propuesto para el Laboratorio de Calibración

Socios Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con Clientes	Segmento de Clientes
<ul style="list-style-type: none"> Líderes de proceso Servicio al Cliente y Mercadeo Estudios económicos Proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> Ampliación del alcance de los servicios que actualmente ofrece el Laboratorio Comercialización del servicio fuera de la ESPH S.A. Identificación de las necesidades para la implementación del proyecto 	<p>Ofrecer servicios de calidad, asegurando la competencia técnica y validez de los resultados a través de la acreditación de la calibración de variables eléctricas en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Clientes internos: Asistencia personalizada. Clientes externos: A través de los canales de comunicación establecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Agua Potable e Hidrantes Alumbrado Público Centro de Control Clientes Externos Construcción Generación de Energía Laboratorio de Calibración Optimización Protecciones y Automatizaciones Servicio al Cliente y Mercadeo Subestaciones y Subterráneo Tecnología e Infocomunicaciones
Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> Instalaciones del Laboratorio Personal Equipos Sistema de gestión Experiencia en acreditación Intelectual: "know how" (saber cómo) 			Canales <ul style="list-style-type: none"> Llamada telefónica Correo electrónico Plataforma de servicios Plataforma de servicios web 	
Estructura de Costos			Fuente de Ingresos	
<p>El negocio que se propone se encuentra en un punto intermedio entre el modelo basados en costos y el modelo basado en valor.</p>			<ul style="list-style-type: none"> Venta de servicios de calibración de variables eléctricas Ahorro por contratación de laboratorios externos a la ESPH S.A. 	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Propuesta de valor

La propuesta de valor definida para el modelo de negocio de calibración de variables eléctricas se basa en ofrecer al cliente interno y externo un servicio de calidad, asegurando la competencia técnica por medio de un servicio acreditado ante la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, lo cual les asegure a los usuarios que los resultados de las calibraciones son correctos y confiables.

Segmento de clientes

A lo interno de la ESPH se identifica un grupo de departamentos que hace uso constante de equipos como amperímetros y multímetros, los mismos se clasifican dentro de las variables eléctricas. Estos equipos de trabajo tienen la necesidad de calibrar sus equipos todos los años para mantener vigentes sus certificados de calibración y utilizarlos en las diferentes tareas llevadas a cabo por los usuarios de estos.

De acuerdo con lo anterior, en la segmentación de los posibles clientes internos del Laboratorio de Calibración de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH se determinan los siguientes departamentos empresariales dentro del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público: Alumbrado Público, Centro de Control, Construcción, Generación de Energía, Laboratorio de Calibración, Optimización, Protecciones y Automatizaciones, y Subestaciones y Subterráneo. Además, se investiga en los otros negocios de la ESPH y se encuentra que en los negocios de Agua Potable e Hidrantes, Tecnología e Infocomunicaciones, y Servicio al Cliente y Mercadeo también se emplean equipos de multímetros y amperímetros.

Figura 4.3: Posibles clientes internos del servicio de calibración de variables eléctricas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Asimismo, dentro de los objetivos que la Alta Dirección del Laboratorio pretende alcanzar, está comercializar el servicio a consumidores fuera de la ESPH, porque a nivel nacional existe un amplio mercado industrial privado y de instituciones públicas

que necesitan hacer uso del servicio de calibración de variables eléctricas, y en la actualidad estos recurren a otros laboratorios ya establecidos y de carácter privado.

Para esto, se plantea contar con tarifas competitivas y atractivas; adicional, con la colaboración del Departamento de Mercadeo, elaborar un plan de acción para llegar a posibles consumidores y convertirlos en clientes de la ESPH.

Canales

Los canales son la manera de dar a conocer el servicio que se brinda y las ventajas competitivas que el Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH ofrece a sus clientes.

Al respecto, con los clientes de carácter interno del Laboratorio, se continuaría trabajando de la misma forma establecida para el servicio de calibración de medidores de energía eléctrica, es decir, a través del correo electrónico empresarial o, inclusive, por medio de llamadas telefónicas.

Y en cuanto a los clientes externos de la ESPH, se sugieren las siguientes alternativas de comunicación con los usuarios, con la intención de llevar la propuesta de valor a los segmentos de clientes establecidos:

- 1) Información: mediante la plataforma web el cliente puede conocer a detalle el servicio de calibración de variables eléctricas.
- 2) Compra: por medio de la plataforma de servicios ubicada en el edificio de Servicio al Cliente y Mercadeo, así como en la plataforma virtual, el cliente puede efectuar el trámite respectivo para adquirir el servicio que requiera.
- 3) Entrega: el cliente coordina y recibe el servicio en coordinación directa mediante los diferentes medios de comunicación con el Laboratorio.
- 4) Evaluación: por medio de la plataforma web de la ESPH, y a efectos de retroalimentación y mejora continua, el cliente evalúa el servicio que se le otorga.

Relación con los clientes

Se definen los tipos de relación que se desea tener con cada segmento de clientes, lo cual experimenta cierto grado de variación dependiendo de si se trata de clientes internos o externos; estos se describen a continuación:

- Clientes internos: con estos existe mucha facilidad de interacción al encontrarse ambas partes dentro de la organización. Al conocerse el comportamiento y la manera de trabajar de los distintos departamentos, se puede brindar una atención mucho más personalizada, con lo que se aseguran los principios de confidencialidad e imparcialidad de los servicios realizados.
- Clientes externos: la mayor parte de la interacción se canaliza a través de los medios de comunicación establecidos, como lo son la plataforma de servicios, la plataforma virtual, o bien, la comunicación por vía telefónica y correo electrónico con el personal del Laboratorio.

Fuente de ingresos

Los beneficios asociados a las fuentes de ingresos que serían recibidas por la venta del servicio de calibración de variables eléctricas se divide en dos:

- Venta de servicios: se ofrece la venta de servicios de calibración de variables eléctricas al mercado que considere adecuada la oferta de la ESPH y contrate esta.
- Ahorro por contratación de otros laboratorios: para la ESPH representa una excelente oportunidad aprovechar las capacidades técnicas y de recursos con los que ya cuenta el Laboratorio, con la finalidad de generar un ahorro considerable en el rubro que año tras año deben invertir los departamentos de la empresa en la contratación de laboratorios externos para la calibración de amperímetros y multímetros.

Recursos clave

Respecto a los recursos clave con los que se cuenta, se refiere a los activos más significativos para crear y ofrecer la propuesta de valor, con el propósito de que el negocio planteado funcione en la realidad. Dentro de los recursos, están:

- Instalaciones del laboratorio.
- Personal.
- Equipos.
- Sistema de gestión.

- Experiencia en acreditación.
- Intelectual: *know how* (saber cómo).

Actividades clave

Es necesario realizar actividades clave, las cuales son las acciones más importantes para que el modelo de negocio que se está creando funcione de manera exitosa. Estas se vinculan con las necesidades que deben ser propuestas en las alternativas de solución para conseguir el éxito esperado. A continuación, se presenta el detalle de estas:

- Ampliación del alcance de los servicios que actualmente ofrece el Laboratorio: asociado a la propuesta de valor que el modelo de negocio propone, es de carácter prioritario demostrar ante el ECA que el Laboratorio reúne las condiciones necesarias para demostrar competencia técnica ante la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 en la calibración de variables eléctricas.
- Comercialización del servicio fuera de la ESPH: para darse a conocer en el mercado existente y obtener nuevos clientes fuera del ámbito interno de la empresa, se deben emplear, mediante el Departamento de Mercadeo, estrategias competitivas y atractivas, además los precios se deben apegar a esas características.
- Identificar las necesidades para la implementación del proyecto: se deben tener cuantificados los requerimientos del presupuesto para solventar las necesidades de implementación y presentar una proyección de los beneficios que se esperan con la venta de estos servicios.

Socios clave

En este apartado, se identifica la red de socios que contribuyen al correcto funcionamiento del modelo de negocio propuesto, con el fin de optimizarlo, reducir riesgos, adquirir recursos o realizar actividades en conjunto. Estos se describen a continuación:

- Líderes de los procesos: para el éxito del modelo de negocio propuesto, se debe contar con la máxima colaboración de los clientes internos que se determinan con anterioridad. Por lo tanto, debe existir una muy buena comunicación y coordinación con

los respectivos líderes de los departamentos involucrados para la ejecución de las actividades y, así, conseguir el beneficio que significaría la implementación del proyecto.

- Servicio al cliente y mercadeo: este es un socio realmente clave para la ejecución del modelo de negocio, ya que todo el aspecto comercial se canalizaría por medio de esta unidad, esto porque las estrategias comerciales para llegar al público meta y vender los servicios de calibración de variables eléctricas, al igual que el restante grupo de servicios que brinda la ESPH, sería ejecutado por dicho departamento.
- Estudios económicos: el Departamento de Estudios Económicos es el encargado de efectuar los respectivos análisis para la fijación de tarifas, por esa razón, se debe considerar como un socio clave en este estudio.
- Proveedores: como parte de las actividades necesarias de un laboratorio acreditado, existen proveedores de servicios de calibración para los equipos con los cuales se ejecutan las labores diarias del Laboratorio, esto es necesario ya que forma parte de los requisitos para dar trazabilidad a los equipos y asegurarse de que estos se encuentran dentro de las condiciones óptimas. Por consiguiente, se deben tener identificados cuáles entes son competentes para brindar este servicio a la ESPH.

Estructura de costos

Es fundamental determinar los costos más relevantes involucrados para hacer frente a la propuesta de valor.

El negocio que se propone se encuentra en un punto intermedio entre el modelo basado en costos, cuyo enfoque es minimizarle los costos a la empresa al brindarles los servicios de calibración a los clientes internos, de este modo no existiría la necesidad de buscar laboratorios externos a la ESPH. Por otro lado, se encuentra el modelo basado en valor, el cual se enfoca en la creación de valor por medio de los servicios que se planean vender de manera externa a la ESPH, por esto no se habla estrictamente de ganancias, sino de un rédito para el desarrollo que permite invertir en el mismo negocio.

4.1.6 Encuesta a usuarios del servicio

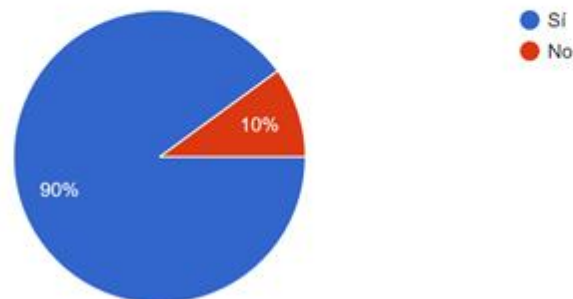
Como resultado de la identificación del segmento de clientes del modelo de negocio del punto 4.1.5, se procede con el envío de una encuesta a los 11 líderes de los procesos donde se evidencia la existencia de equipos como multímetros y amperímetros.

La aplicación de esta herramienta se realiza con la intención de tener un conocimiento acerca del interés de estos posibles consumidores del servicio y cómo estos se pueden expresar en relación con los servicios que el Laboratorio pretende brindar.

Así, de los 11 líderes de los procesos identificados, se encuesta a 10. Seguidamente, mediante gráficos pastel, se muestran los resultados obtenidos de las preguntas hechas por medio de la herramienta de Google Formularios.

Figura 4.4: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas

¿Calibra con cierta frecuencia los multímetros y/o amperímetros que existen en el departamento al cual lidera?
10 respuestas



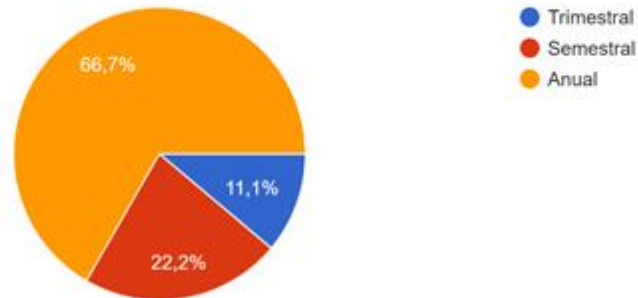
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura anterior, un volumen bastante alto del 90 % de departamentos en la actualidad calibra multímetros y/o amperímetros, esto significa que se están contratando los servicios de calibración a algún laboratorio externo de la ESPH. Por otra parte, solo un 10 % de los departamentos de momento no calibra con cierta regularidad sus equipos.

Figura 4.5: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas

En caso de haber indicado que sí en la respuesta anterior, por favor indique con qué frecuencia los calibra.

9 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la información que brinda la figura anterior, la cual contestan los departamentos que envían sus equipos a calibración, estos se ven en la necesidad de enviar a calibrar los equipos con diferentes frecuencias en el lapso de un año, según la importancia que cada caso requiere.

A partir de los datos obtenidos de esta pregunta, se estima el monto en el que actualmente la ESPH incurre por concepto de contratación externa del servicio de calibraciones.

Figura 4.6: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas

¿Contempla adquirir nuevos equipos como multímetros y/o amperímetros en el futuro para su proceso?

10 respuestas



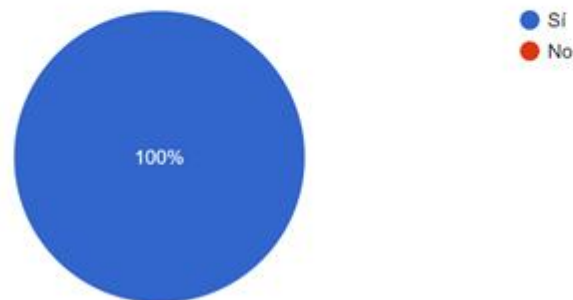
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Además, respecto a la información que se aprecia en la figura anterior, en donde se consulta a los líderes sobre la posibilidad de adquirir nuevos equipos como multímetros y amperímetros, se observa que la totalidad indica sí planear hacerlo. También esta información es muy valiosa para proyectar que en el futuro el costo de enviar estos equipos a calibrar externamente podría ser aún mayor.

Figura 4.7: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas

¿Tiene conocimiento de la importancia de que los equipos de medición se encuentren calibrados por parte de un laboratorio acreditado en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017?

10 respuestas



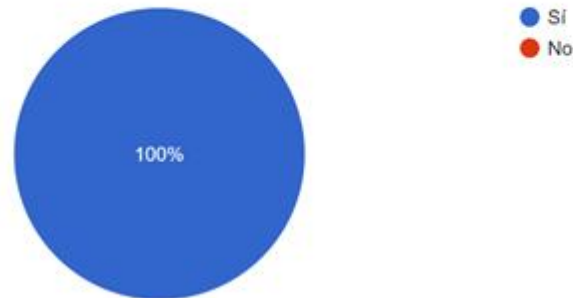
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Los resultados mostrados en la figura anterior evidencian que por parte de los líderes de los diferentes procesos existe conocimiento del valor que implica la acreditación en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017. Esta información es de suma relevancia al demostrar que existe un consenso en cuanto a lo que se pretende como organización en la búsqueda de ofrecer servicios de calidad a los clientes.

Figura 4.8: Encuesta a los posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas

¿Considera que existen ventajas de que el servicio de calibración de multímetros y/o amperímetros lo ofrezca un laboratorio acreditado de la ESPH?

10 respuestas



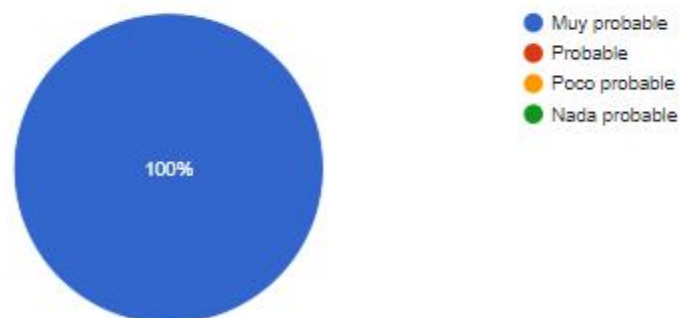
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según los datos de la figura anterior, todos aseguran que realmente existen ventajas de que el servicio de calibración de variables eléctricas lo ofrezca el Laboratorio de Calibración, pues esto trae beneficios para los distintos departamentos en términos de presupuesto y tiempos invertidos para la calibración de sus equipos.

Figura 4.9: Encuesta a posibles usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas

Considerando que el Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público se acredite en la norma anteriormente mencionada y logre ofrecer las mismas condiciones otros laboratorios existentes dentro del mercado ¿Cuál sería la probabilidad de utilizar los servicios del Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público para calibrar multímetros y/o amperímetros?

10 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

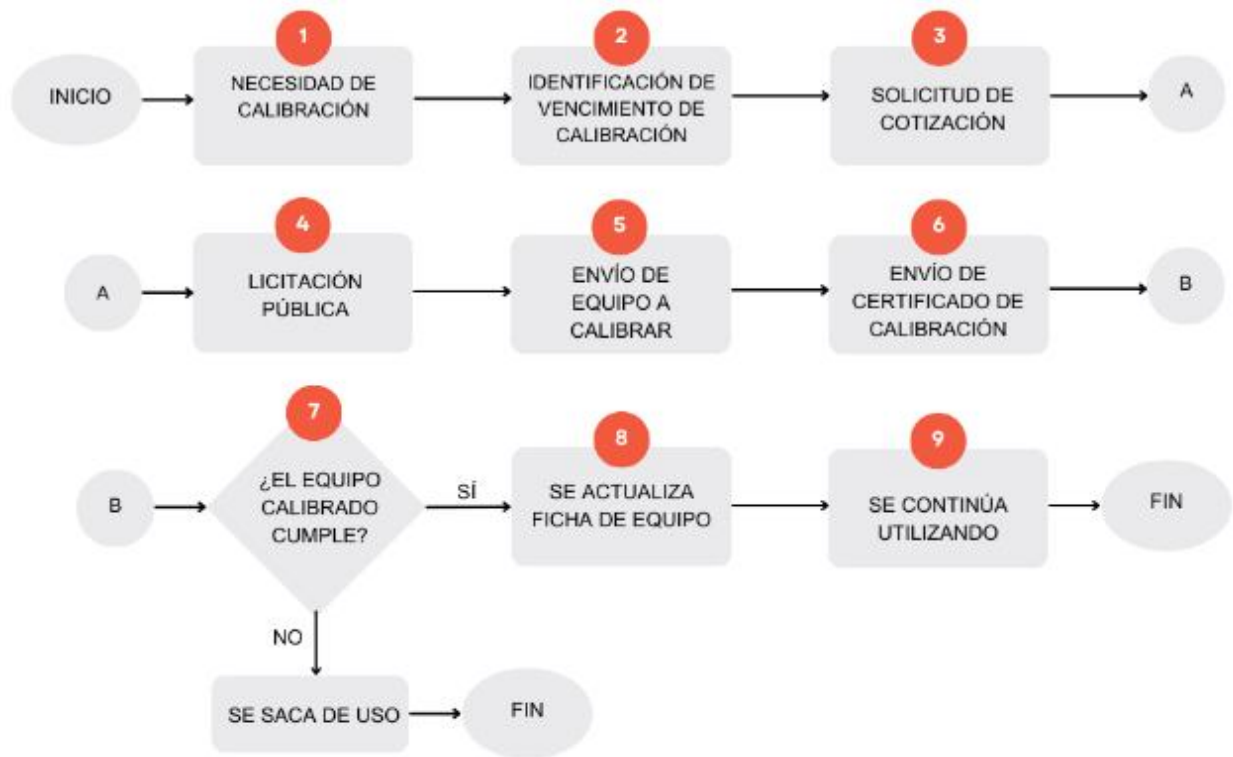
Por último, en la figura anterior se indica que existe un 100 % de interés en utilizar los servicios que ofrecería el Laboratorio y estos posibles usuarios calibrarían sus equipos por medio de este.

4.1.7 Diagrama de flujo actual

Posteriormente, una vez realizada la encuesta a los posibles clientes internos del Laboratorio de Calibración, se describe cómo en la actualidad estos usuarios del servicio desarrollan el flujo de actividades cuando se ven en la necesidad de calibrar sus multímetros y/o amperímetros, las mismas se aprecian en el diagrama de flujo donde se muestran los pasos por seguir cuando se detecta que un equipo está próximo a vencer su calibración y se requiere iniciar el proceso para enviarlo al laboratorio de un proveedor externo con el propósito de que este lo calibre.

Cabe destacar que cada departamento, por medio de su líder del proceso, es responsable de velar por los respectivos planes de calibración, además de ejecutar los presupuestos y planes de licitación pública correspondientes, así como coordinar con el proveedor del servicio de calibración ganador en la licitación hecha.

Figura 4.10: Diagrama de flujo actual del proceso de calibración de variables eléctricas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- 1) Necesidad de calibración: como se establece con anterioridad en la encuesta realizada a los usuarios del servicio de calibración de variables eléctricas, existen diferentes departamentos que constantemente se ven en la necesidad de encontrar una solución para calibrar sus multímetros y amperímetros.
- 2) Identificación del vencimiento de la calibración: el proceso inicia una vez que se detecta que un determinado equipo requiere calibrarse según la periodicidad establecida para cada caso en específico.
- 3) Solicitud de la cotización: el líder del proceso se encarga de solicitar cotizaciones a laboratorios externos a la ESPH para analizar si el presupuesto con el que cuenta el departamento es suficiente para iniciar el proceso de licitación pública.
- 4) Licitación pública: cuando se revisa el tema presupuestario y se determina que se pueden ejecutar los montos requeridos para cancelar los servicios de un proveedor específico, el líder del proceso inicia el proceso de licitación pública y todo lo que esta conlleva.

- 5) Envío del equipo a calibrar: posteriormente, una vez que la licitación pública se asigna a uno de los oferentes del servicio, el encargado de los equipos coordina con este los temas de logística para la recolección y envío de los equipos al laboratorio contratado, así como el retorno de los equipos a las instalaciones de la ESPH cuando esté realizada la calibración.
- 6) Envío del certificado de calibración: después de que los equipos retornan a la ESPH, el laboratorio externo procesa los datos obtenidos en la calibración hecha y confecciona los certificados de calibración asociados a cada equipo enviado para la prestación del servicio.
- 7) Revisión del certificado de calibración: cuando el líder del proceso tiene en su poder los certificados de calibración emitidos, efectúa un análisis técnico para determinar si los equipos calibrados se encuentran dentro de los parámetros de exactitud adecuados o, si por el contrario, estos no cumplen y deben retirarse del uso previsto.
- 8) Se actualiza la ficha del equipo: luego de hacer dicho análisis y tomar decisiones con base en los resultados obtenidos, se actualiza la ficha del equipo, en donde se anotan los datos necesarios para contar con un control adecuado de la información relevante de cada equipo y la nueva fecha de vencimiento del plazo de calibración establecido para cada caso en específico.
- 9) Se continúa utilizando: por último, si luego de haber sido calibrado, el equipo cumple con los parámetros requeridos, regresa al área de trabajo asignada.

4.2 MEDIR

En cuanto al segundo paso de la metodología DMAIC, llamado medir, se realiza una cuantificación del desempeño actual del problema que requiere ser solucionado para optar por la ampliación del alcance acreditado, y de esta manera resaltar la magnitud de los aspectos que conviene mejorarse para lograrlo.

4.2.1 Cantidad de multímetros y amperímetros en la ESPH

Con la finalidad de estimar los costos operativos en que incurren los diferentes departamentos identificados al calibrar los multímetros y amperímetros por medio de

laboratorios externos, primero se hace un levantamiento de los equipos que forman parte de la ESPH y en la actualidad requieren calibración según la frecuencia establecida por cada departamento.

En la siguiente tabla, se detallan los multímetros identificados durante el levantamiento:

Tabla 4.7: Detalle de los multímetros por departamento en la ESPH

Departamento	Cantidad
Alumbrado Público	4
Centro de Control	6
Construcción	2
Generación de Energía	7
Laboratorio de Calibración	2
Optimización	8
Protecciones y Automatizaciones	4
Subestaciones y Subterráneo	4
Negocio Agua Potable e Hidrantes	3
Negocio Tecnología e Infocomunicaciones	5
Negocio Servicio al Cliente y Mercadeo	10
Total	55

Fuente: Elaboración propia, 2024.

A continuación, se indican los amperímetros de los distintos departamentos empresariales:

Tabla 4.8: Detalle de los amperímetros por departamento en la ESPH

Departamento	Cantidad
Alumbrado Público	3
Centro de Control	3
Construcción	2
Generación de Energía	12
Laboratorio de Calibración	1
Optimización	5
Protecciones y Automatizaciones	2
Subestaciones y Subterráneo	4
Negocio Agua Potable e Hidrantes	2
Negocio Tecnología e Infocomunicaciones	1
Negocio Servicio al Cliente y Mercadeo	3
Total	38

Fuente: Elaboración propia, 2024.

4.2.2 Costos operativos por calibraciones anuales

Luego de realizar la encuesta a los 10 líderes de los procesos que contestan la misma y de identificar la totalidad de equipos de variables eléctricas a nivel empresarial, se lleva a cabo el cálculo de los costos operativos que implica la contratación de laboratorios externos.

Este cálculo se efectúa considerando la información de la Figura 4.5, en relación con la frecuencia con que cada departamento calibra durante el periodo de un año.

Al tomar como base dicha información sobre la frecuencia con que cada departamento calibra, donde se evidencia que actualmente existen diferentes necesidades en cuanto a las calibraciones de cada caso en específico, se determina que algunos departamentos calibran en más de una ocasión en el periodo de un año.

Por consiguiente, se establece el costo aproximado del gasto en el que se incurre en la actualidad por contratar los servicios de calibración externos. Para ello, se solicita una cotización a un laboratorio acreditado existente en el mercado, respecto a la calibración tanto de un multímetro como de un amperímetro. Estas ofertas se encuentran en el anexo 1.

Con la información brindada en dicha oferta, se estiman los costos operativos, tomando como base el conocimiento de que los equipos se están calibrando en distintas etapas a lo largo del año.

En principio se calcula el costo de calibrar los equipos trimestralmente, porque mediante la encuesta se conoce que el Negocio de Agua Potable e Hidrantes de la ESPH envía trimestralmente a calibración los equipos, esto según su consideración y necesidades.

Tabla 4.9: Costo trimestral por contratar proveedores externos para la calibración de multímetros y amperímetros

Ítem	Rubro	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Multímetro	3	\$ 180,86	\$ 542,58
2	Amperímetro	2	\$ 241,95	\$ 483,9
Total				\$ 1026,48

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior se estiman los costos incurridos por calibrar 3 multímetros y 2 amperímetros pertenecientes al Negocio de Agua Potable e Hidrantes de la ESPH cada tres meses, donde se establece que se genera un gasto trimestral aproximado a los \$ 1 026,48, esto implica que el monto total por realizar 3 veces las calibraciones en el periodo de un año ascienda a \$ 3079,44.

Ahora se estima el gasto asociado a calibrar los equipos cada seis meses y, según la encuesta, en la actualidad hay dos departamentos que envían sus equipos a calibrar en dicho intervalo de tiempo, a saber, Negocio de Servicio al Cliente y Mercadeo, y Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía y Alumbrado Público.

Tabla 4.10: Costo semestral por contratar proveedores externos para la calibración de multímetros y amperímetros

Ítem	Rubro	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Multímetro	12	\$ 180,86	\$ 2170,32
2	Amperímetro	4	\$ 241,95	\$ 967,8
Total				\$ 3138,12

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según el cálculo de la tabla anterior, el costo por calibrar cada seis meses el equipo identificado, correspondiente a 12 multímetros y 4 amperímetros, es de \$ 3 138,12. Es decir, el monto por enviar estos equipos dos veces al año es de aproximadamente \$ 6 276,24.

Luego, se hace el cálculo de los restantes equipos que en la actualidad están siendo enviados a calibración solo una vez al año, los cuales pertenecen a los departamentos: Alumbrado Público, Construcción, Generación de Energía, Optimización, Protecciones y Automatizaciones, Subestaciones y Subterráneo, y Negocio Tecnología e Infocomunicaciones.

El líder del proceso del Departamento Centro de Control no indica la periodicidad con la que calibra sus equipos, al ser el único encuestado en responder que no los calibra.

Sin embargo, los equipos pertenecientes a este departamento son considerados en el cálculo, esto para determinar cuál sería el costo si se enviara a calibrar la totalidad de los equipos y también para obtener un panorama total de los beneficios que más

adelante se estiman en caso de que el Laboratorio ofrezca el servicio de calibración de variables eléctricas.

Tabla 4.11: Costo por contratar proveedores externos para la calibración de multímetros y amperímetros una vez al año

Ítem	Rubro	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Multímetro	40	\$ 180,86	\$ 7234,4
2	Amperímetro	32	\$ 241,95	\$ 7742,4
Total				\$ 14 976,8

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior, se muestra el cálculo de los equipos que se calibran solo una vez al año, lo cual representa un monto de \$ 14 976,8.

Por último, se unifican todos los montos calculados con anterioridad, incluyendo las tres calibraciones para los equipos que se calibran trimestralmente y las dos calibraciones de los equipos que se calibran por semestre.

Con ello se puede tener claro el panorama de los costos anuales por concepto de contratación de laboratorios externos.

Tabla 4.12: Costo total anual por contratar proveedores externos para la calibración de multímetros y amperímetros

Periodicidad de la calibración	Monto
Trimestral	\$ 3079,44
Semestral	\$ 6276,24
Anual	\$ 14 976,8
Total	\$ 24 332,48

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, basándose en la cotización realizada, el monto total anual que invierte la ESPH en calibrar estos equipos es de 24 332,48 dólares estadounidenses

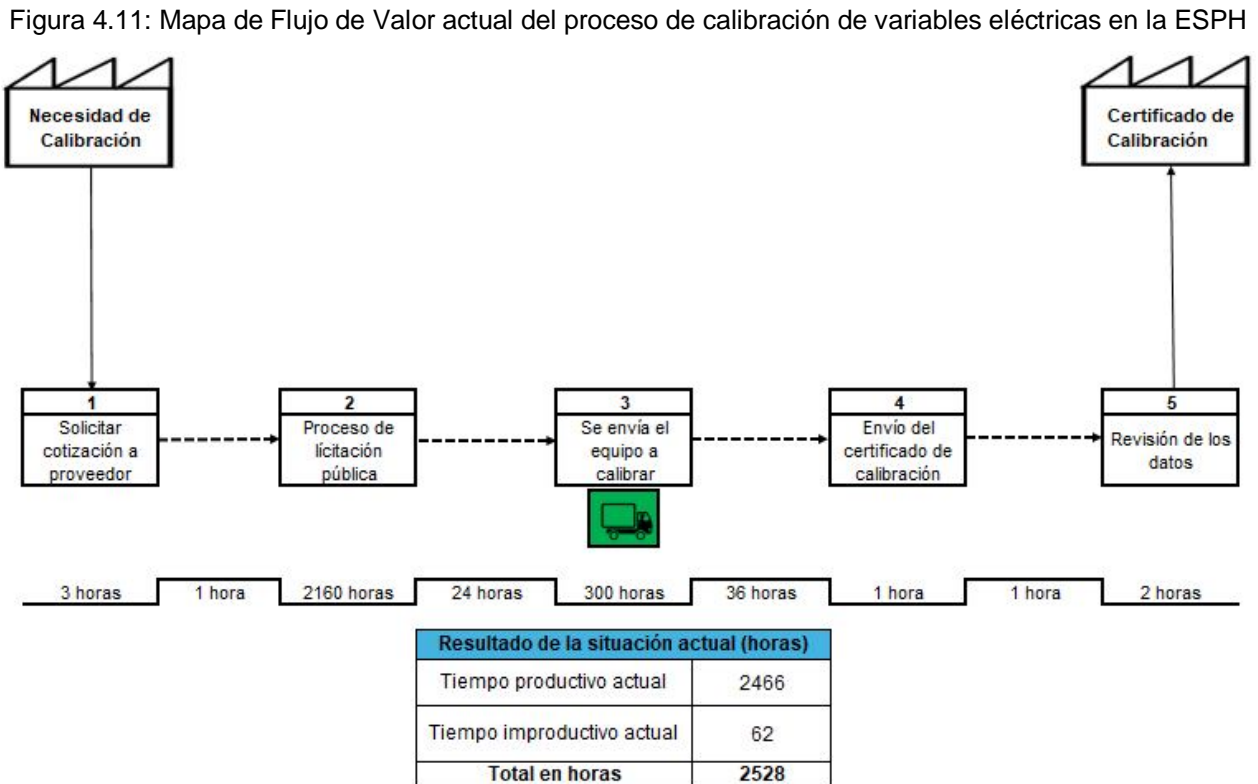
Por esto, para determinar el contexto actual del Laboratorio dentro de la ESPH y cómo este puede representar una valiosa opción para que la organización madre decida maximizar las capacidades del departamento, se lleva a cabo un análisis estratégico de la situación sobre cómo se desenvuelve este dentro de la organización y las oportunidades de crecimiento en cuanto a los servicios por ofrecer.

4.2.3 Mapa de flujo de valor actual

Parte de la problemática analizada en el presente estudio recae en el hecho de que existe un proceso muy extenso desde que se inicia el proceso de la licitación hasta brindar el servicio por parte del laboratorio externo contratado para calibrar los multímetros y amperímetros.

Además, el tiempo que toma enviar los equipos a las instalaciones de un proveedor del servicio es sumamente considerable, lo cual afecta la disponibilidad de los mismos para las labores diarias de los departamentos empresariales.

Para obtener una visión más amplia de los tiempos de las etapas que conlleva realizar el proceso en la actualidad, a continuación se expone un mapa de flujo de valor:



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el mapa de flujo de valor, se aprecian los tiempos del proceso y los tiempos improductivos existentes en la ejecución de este por parte de los departamentos de la ESPH, lo que da como resultado una suma muy elevada de tiempo en horas. Al respecto, se destinan 2466 horas en tiempo productivo total y 62 horas en tiempo

improductivo total, y al sumar ambos aspectos 2528 horas. Ahora bien, al efectuar una conversión de horas a días, se obtiene una totalidad de 105,33 días.

Cabe aclarar que, como se observa en el mapa de flujo de valor, el proceso de licitación pública representa una cantidad de tiempo cercano al 88 % de la totalidad que se requiere desde el inicio hasta el final.

Esto demuestra lo beneficioso que sería para la ESPH evitar diversos procesos de licitaciones públicas, el ahorro de tiempo y costos operativos que estos implican, y la facilidad de manejar las necesidades de calibraciones por medio del Laboratorio de Calibración.

4.2.4 Análisis de brecha contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017

Como conclusión del análisis CAME, se procede con un análisis de brecha del sistema de gestión actual del Laboratorio de Calibración contra los requisitos que solicita la norma INTE-ISO/IEC17025:2017, abarcando por completo desde el capítulo 4 al capítulo 8 de la norma, al ser estos los capítulos que detallan los requisitos que un laboratorio debe cumplir en su totalidad para lograr acreditarse, o bien, como es el caso del presente estudio, ampliar el alcance de los servicios acreditados ante el ECA, al demostrar que el sistema de gestión implementado es técnicamente competente y los resultados son técnicamente válidos.

Por lo tanto, para realizar un análisis más profundo, con el fin de nivelar los requisitos solicitados para ampliar el alcance en la calibración de variables eléctricas en relación con lo que en la actualidad se implementa por parte del Laboratorio de Calibración en el sistema de gestión actual, se llevan a cabo sesiones de trabajo en conjunto con el líder del Laboratorio de Calibración y el gestor de calidad, en donde uno a uno se comentan e identifican los requisitos implícitos en la norma INTE-ISO/IEC17025:2017.

Referente a dicha evaluación, se aplica el siguiente criterio para cada apartado: “sí cumple”, “no cumple” o “parcial”.

Dado que la norma INTE-ISO/IEC17025:2017 es la base del cumplimiento para el presente estudio, a continuación se brinda el criterio de análisis aplicado a cada uno de los apartados de la misma y se determina el cumplimiento de la siguiente manera:

- “Sí cumple”: Se clasifican así los requisitos que tienen un 100 % de cumplimiento en el apartado analizado.
- “No cumple”: Este calificativo se les asigna a los apartados en los que el cumplimiento del Laboratorio de Calibración es del 0 %.
- “Parcial “: El cumplimiento parcial se asigna a los apartados en los cuales se evidencia cierto cumplimiento, mas no el total para completar el requisito.

Se establecen las posibles causas de los incumplimientos de requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, las cuales hoy son un impedimento para solicitar una ampliación del alcance de acreditación, ya que para obtener esta, se debe demostrar total cumplimiento ante el ECA.

El análisis de cada apartado de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 se observa en el apéndice 2, por ello, para disponer de los datos de una manera mucho más simple, se utiliza la técnica de gráfico pastel, en donde se muestra de una forma visual el nivel de cumplimiento de los requisitos de cada capítulo, lo cual se describe a continuación.

4.2.4.1 Capítulo 4 “Requisitos generales”

El análisis de brecha se inicia en el capítulo 4 de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, el cual evalúa la imparcialidad y la confidencialidad con la que se desempeñan los laboratorios. Seguidamente, se observa el nivel de cumplimiento que el Laboratorio de Calibración tiene respecto a estos compromisos fundamentales.

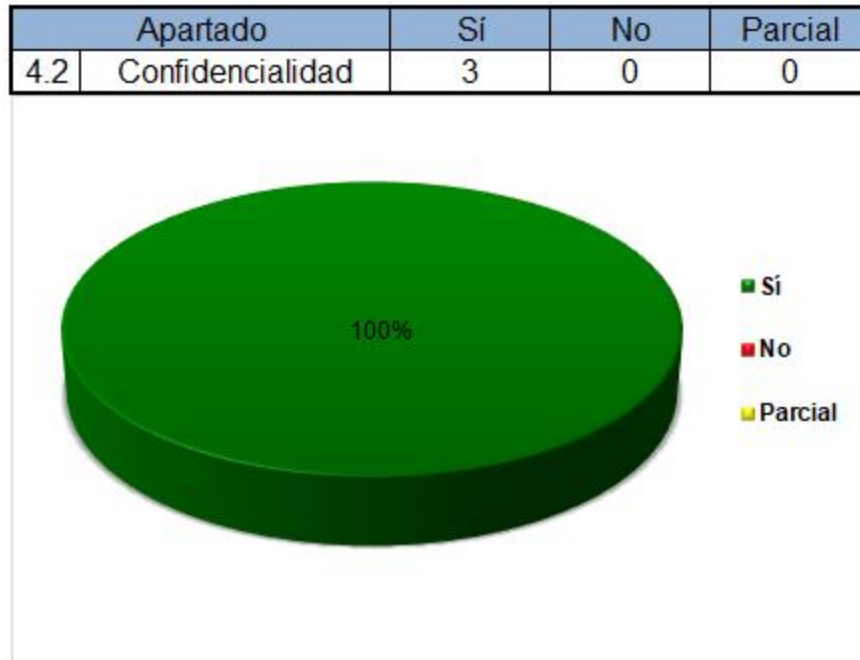
Figura 4.12: Cumplimiento del apartado 4.1 "Imparcialidad"



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En cuanto a los requisitos del apartado 4.17, en la gráfica de pastel se aprecia un nivel de cumplimiento del 100 %, por lo cual se ha demostrado la existencia de mecanismos para que las actividades ejecutadas se realicen manteniendo la imparcialidad. De este modo, no es necesario efectuar un análisis del apartado, pues el mismo se cumple y está debidamente implementado en el sistema de gestión del Laboratorio de Calibración.

Figura 4.13: Cumplimiento del apartado 4.2 “Confidencialidad”



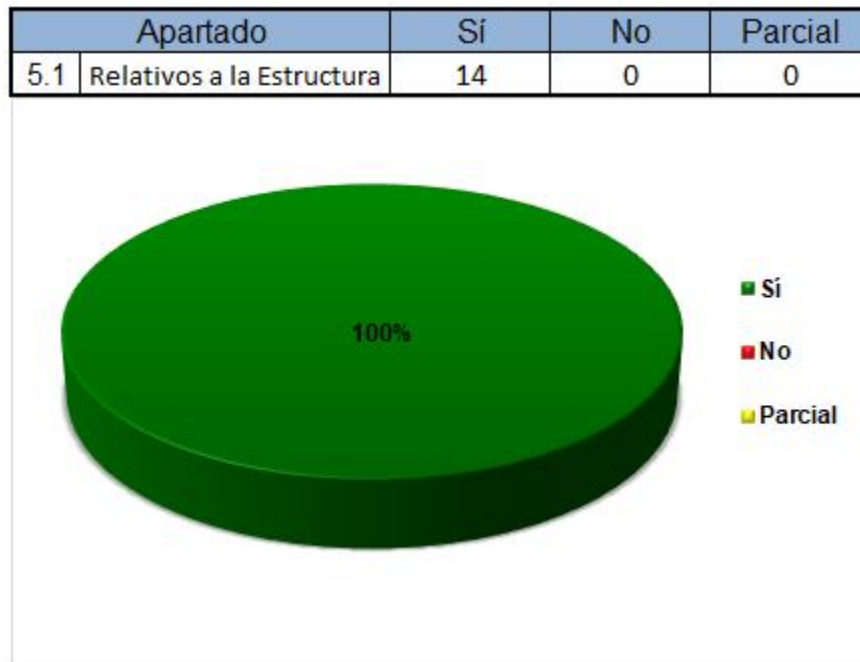
Fuente: Elaboración propia, 2024.

El cumplimiento de los requisitos del apartado 4.2 también es del 100 % según la gráfica de pastel, ya que el tema de la imparcialidad y confidencialidad se han trabajado en conjunto porque están estrechamente relacionados; por ende, los controles que se han implementado han sido bastante eficaces en ambos casos. De esta manera, tampoco es necesario efectuar análisis adicionales para este apartado, al cumplirse y estar debidamente implementado en el sistema de gestión.

4.2.4.2 Capítulo 5 “Requisitos relativos a la estructura”

En términos generales, la norma señala los aspectos organizacionales y de gestión del sistema de calidad que deben tomarse en cuenta para la definición de la estructura del Laboratorio de Calibración, así como la definición de funciones. Por lo tanto, se consideran los apartados analizados a continuación:

Figura 4.14: Cumplimiento del apartado 4.1 "Imparcialidad"



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Al respecto, se aprecia un 100 % en el cumplimiento de los requisitos del capítulo 5, porque lo implementado en la actualidad se refiere a los requisitos relativos a la estructura, lo cual puede adaptarse a lo solicitado en la ampliación del alcance, por lo que tampoco se realiza un análisis de este apartado al cumplirse en su totalidad.

4.2.4.3 Capítulo 6 "Requisitos relativos a los recursos"

Seguidamente, se presenta la gráfica del cumplimiento de los requisitos del capítulo 6, en el cual se indican los relativos a los recursos que el Laboratorio de Calibración debe disponer.

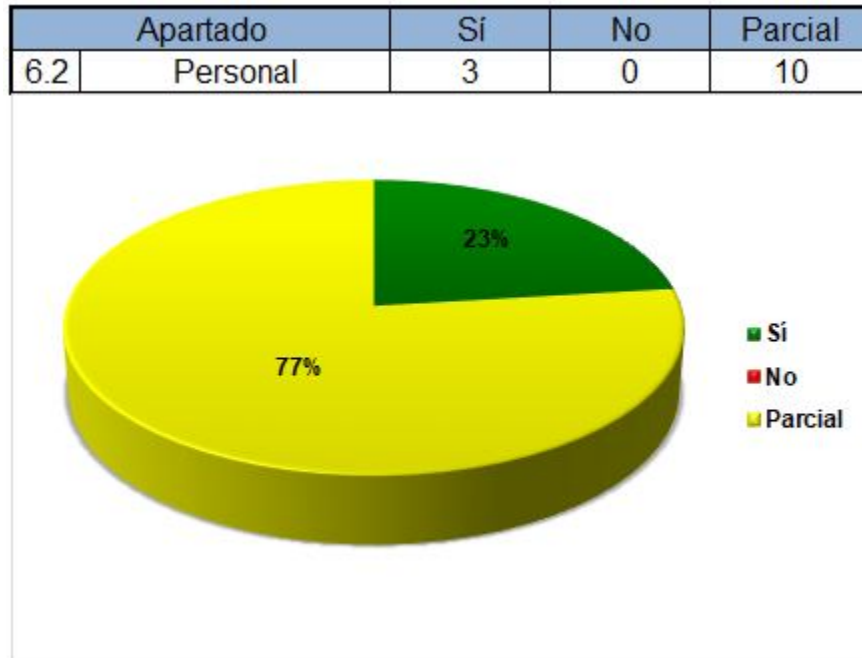
Figura 4.15: Cumplimiento del apartado 6.1 “Generalidades”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

El apartado 6.1 posee un nivel de cumplimiento parcial del 100 %, porque en dicho apartado se habla de los requisitos que debe cumplir el Laboratorio de Calibración en términos generales y se identifica que hay incumplimientos en cuanto a la capacitación del personal.

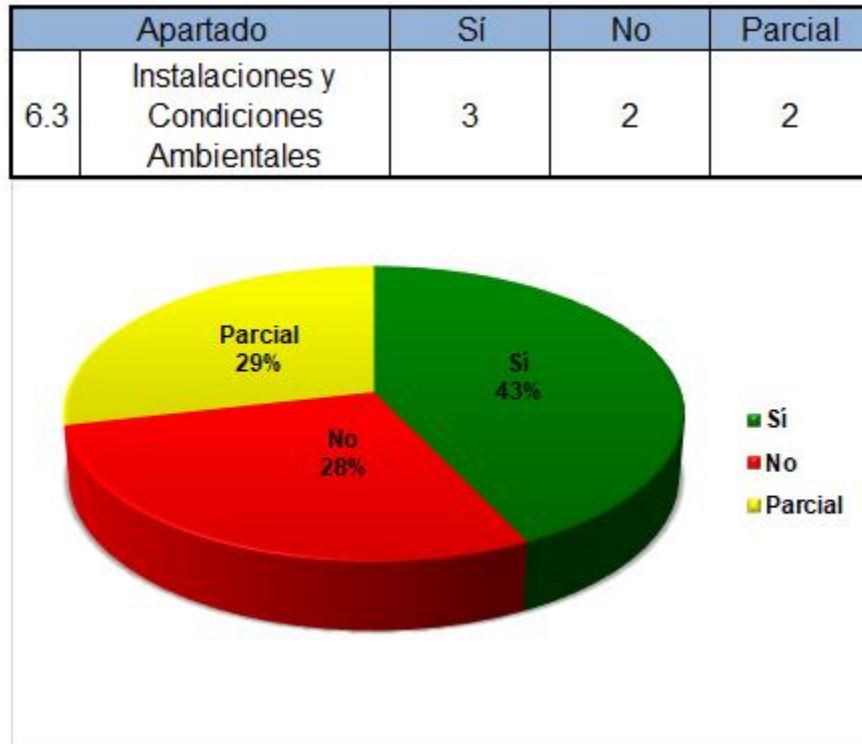
Figura 4.16: Cumplimiento del apartado 6.2 "Personal"



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el gráfico de pastel del apartado 6.2 "Personal", se indica que el Laboratorio de Calibración tiene un cumplimiento de apenas el 23 % y un 77 % de cumplimiento parcial, porque estos requisitos están implementados en su sistema de gestión, pero es necesaria su adaptación en cuanto a la calibración de variables eléctricas, esto relacionado a la formación del personal, los registros de competencia de formación del personal, los registros de formación del personal, la supervisión del personal, la autorización del personal y el seguimiento del personal.

Figura 4.17: Cumplimiento del apartado 6.3 “Instalaciones y condiciones ambientales”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Referente al cumplimiento del apartado 6.3, existe un 43 % que se cumple, un 29 % de cumplimiento parcial y un 28 % de incumplimiento total. Al respecto, hay controles y se registran las condiciones ambientales, se controla el acceso de las áreas claves y se mantiene la limpieza del Laboratorio de Calibración; sin embargo, es necesario revisar el manual del equipo calibrador multiproducto 5522A, con el fin de establecer si las condiciones ambientales actuales del Laboratorio de Calibración son convenientes para el adecuado funcionamiento de este o no.

Figura 4.18: Cumplimiento del apartado 6.4 “Equipamiento”



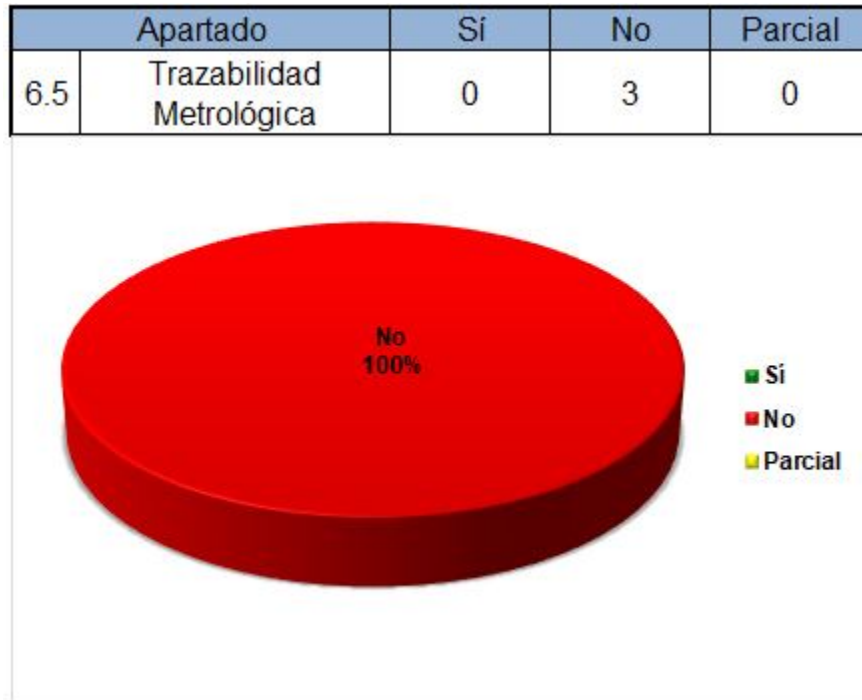
Fuente: Elaboración propia, 2024.

La gráfica de pastel del apartado 6.4 “Equipamiento” arroja un nivel alto de cumplimiento en torno a los requerimientos en las instalaciones del Laboratorio de Calibración y procedimientos relacionados a este apartado, lo cual es de un 80 %, esto porque están implementados los procedimientos y registros para la debida administración de los equipos que son parte del control metrológico.

No obstante, existe un 10 % de cumplimiento parcial al contarse con el calibrador multiproducto 5522A, el cual es el patrón por utilizar para efectuar las calibraciones de variables eléctricas, pero el mismo debe ser incluido dentro de dicho control metrológico de los equipos del Laboratorio de Calibración, esto para que sea abarcado en el plan de calibraciones de equipos del departamento y se cuente con la trazabilidad necesaria para asegurar la validez de los resultados emitidos con este equipo.

Por último, se registra un 10 % de incumplimiento total porque el calibrador multiproducto 5522A se encuentra fuera de uso porque no se ha calibrado, por lo cual en la actualidad es imposible determinar la capacidad para lograr su exactitud de medida y la incertidumbre de medición.

Figura 4.19: Cumplimiento del apartado 6.5 "Trazabilidad metrológica"



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Referente al apartado 6.5 "Trazabilidad metrológica", se evidencia que hay un incumplimiento total del 100 %, pues no existe ningún tipo de control metrológico relacionado al calibrador multiproducto 5522A, al estar fuera de uso por no encontrarse calibrado.

Figura 4.20: Cumplimiento del apartado 6.6 “Productos y servicios suministrados externamente”



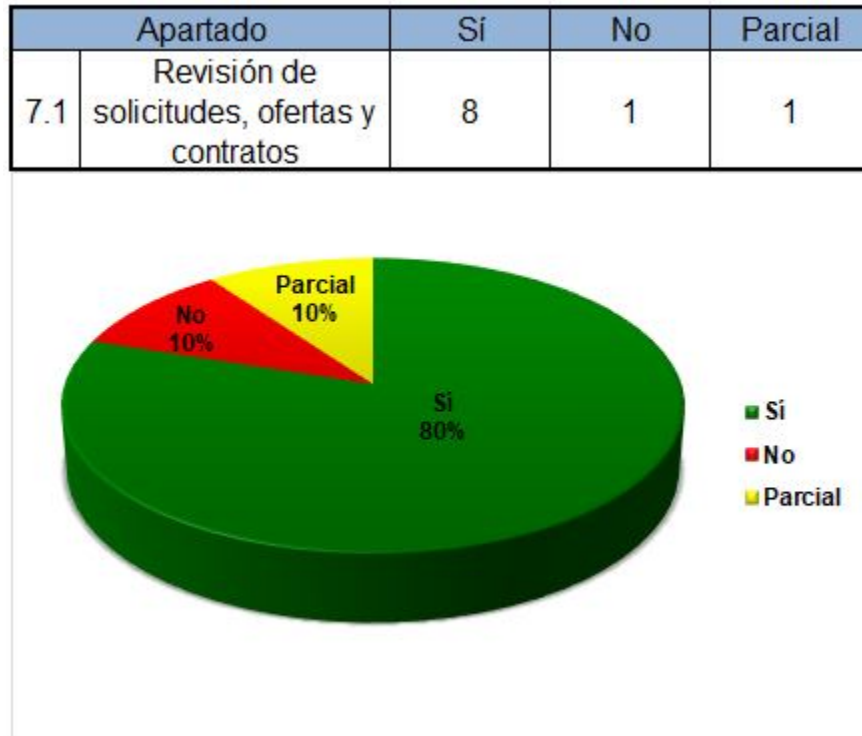
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Respecto a los productos y servicios suministrados externamente que se mencionan en el apartado 6.6, existe un 100 % de cumplimiento, debido a que el Laboratorio de Calibración tiene implementados los procedimientos que marcan la pauta para la adquisición de productos y servicios; además, al ser una empresa de carácter público, la ESPH se rige por los lineamientos establecidos para este tipo de instituciones, por lo que en la actualidad se debe canalizar este tipo de adquisiciones por medio de la plataforma SICOP.

4.2.4.4 Capítulo 7 “Requisitos del proceso”

Seguidamente, se indican los apartados de requisitos del capítulo 7 de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 necesarios y que también el Laboratorio de Calibración debe disponer y demostrar.

Figura 4.21: Cumplimiento del apartado 7.1 “Revisión de solicitudes, ofertas y contratos”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la gráfica de pastel se aprecian los resultados para el apartado 7.1, el cual se trata de la revisión de solicitudes, ofertas y contratos que el Laboratorio de Calibración establece con sus clientes.

Como el Laboratorio de Calibración ya cuenta con clientes para la calibración de medidores de energía eléctrica, al ser el alcance en el que en la actualidad se encuentra acreditado, existen controles y procedimientos en relación con este apartado. En el análisis hecho, se determina un 82 % de cumplimiento, pero hay un 9 % de cumplimiento parcial porque el actual contrato de servicios se debe adaptar también para la calibración de variables eléctricas, y un 9 % de incumplimiento total vinculado a que no se ha definido una regla de decisión para la declaración de conformidad de los resultados emitidos por la calibración de variables eléctricas.

Figura 4.22: Cumplimiento del apartado 7.2.1 “Selección y verificación de los métodos”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En cuanto al apartado 7.2.1, “Selección y verificación de los métodos”, se presenta un 100 % de incumplimiento de los requisitos, porque no se ha desarrollado un método que dicte el procedimiento por seguir para realizar las calibraciones de variables eléctricas.

Figura 4.23: Cumplimiento del apartado 7.2.2 “Validación de los métodos”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Estrechamente vinculado al apartado 7.2.1, “Selección y verificación de métodos”, en cuanto al apartado 7.2.2, “Validación de los métodos”, se determina un alto nivel de incumplimiento total del 75 %, al no haber un método desarrollado para la calibración de variables eléctricas, por lo cual es imposible validarlo. Por otra parte, hay un 25 % de cumplimiento parcial al existir un procedimiento de validación que marca los lineamientos por seguir en caso de llevar a cabo la validación de un método por parte del Laboratorio de Calibración.

Tabla 4.13: Análisis del apartado 7.3 “Muestreo”

Apartado		Sí	No	Parcial
7.3	Muestreo	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2024.

El apartado 7.3, “Muestreo”, no aplica debido a que, por la naturaleza de los servicios brindados por el Laboratorio de Calibración, el cliente es quien selecciona y entrega los equipos que se deseen o necesiten calibrar.

Figura 4.24: Cumplimiento del apartado 7.4 “Manipulación de los ítems de ensayo o calibración”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Asociado al apartado 7.4, “Manipulación de los ítems de ensayo o calibración”, se determina un 100 % de cumplimiento parcial porque en la actualidad el Laboratorio de Calibración realiza las actividades siguiendo las pautas vinculadas al procedimiento de prestación del servicio, por lo que es necesario ampliarlo con el fin de que se alinee con las actividades de calibración de variables eléctricas.

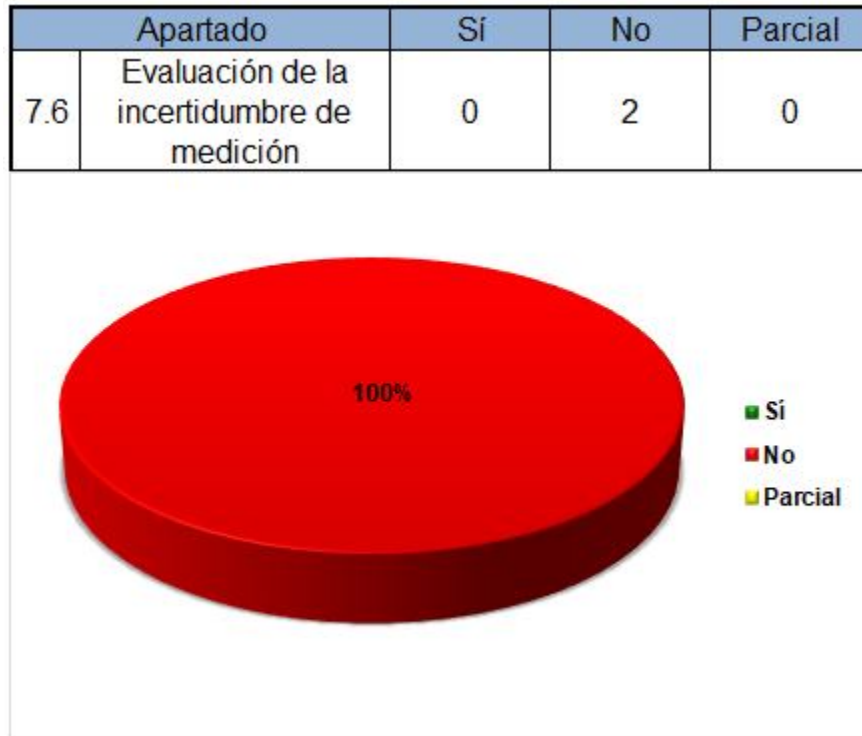
Figura 4.25: Cumplimiento del apartado 7.5 “Registros técnicos”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Existe un nivel de incumplimiento total del 100 % del apartado 7.5, “Registros técnicos”, al no haber un certificado de calibración del que se parta como base en la realización de un registro para el análisis de los registros técnicos de las actividades vinculadas a la calibración de variables eléctricas.

Figura 4.26: Cumplimiento del apartado 7.6 “Evaluación de la incertidumbre de medición”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la gráfica de pastel relacionada al apartado 7.6, “Evaluación de la incertidumbre de medición”, hay un 100 % de incumplimiento total de los requisitos, porque no han sido identificadas las contribuciones a la incertidumbre de medición y, por lo tanto, tampoco se han evaluado.

Figura 4.27: Cumplimiento del apartado 7.7 “Aseguramiento de la validez de resultados”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En cuanto al apartado 7.7, “Aseguramiento de la validez de resultados”, se determina un 100 % de cumplimiento parcial respecto a este requisito por parte del Laboratorio de Calibración, al haber procedimientos que en la actualidad se emplean para asegurar y demostrar evidencias en cuanto al cumplimiento del mismo para la calibración de medidores de energía eléctrica, pero es necesario ampliarlo y adaptarlo a la calibración de variables eléctricas.

Tabla 4.14: Cumplimiento del apartado 7.8 “Informe de resultados”

Apartado		Sí	No	Parcial
7.8	Informe de resultados	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Por la naturaleza de las actividades llevadas a cabo por el Laboratorio de Calibración, este no emite un informe de resultados, solo certificados de calibración; de este modo, el apartado 7.8, “Informe de resultados”, no aplica.

Tabla 4.15: Cumplimiento del apartado 7.8.3 “Requisitos específicos para los informes de ensayo”

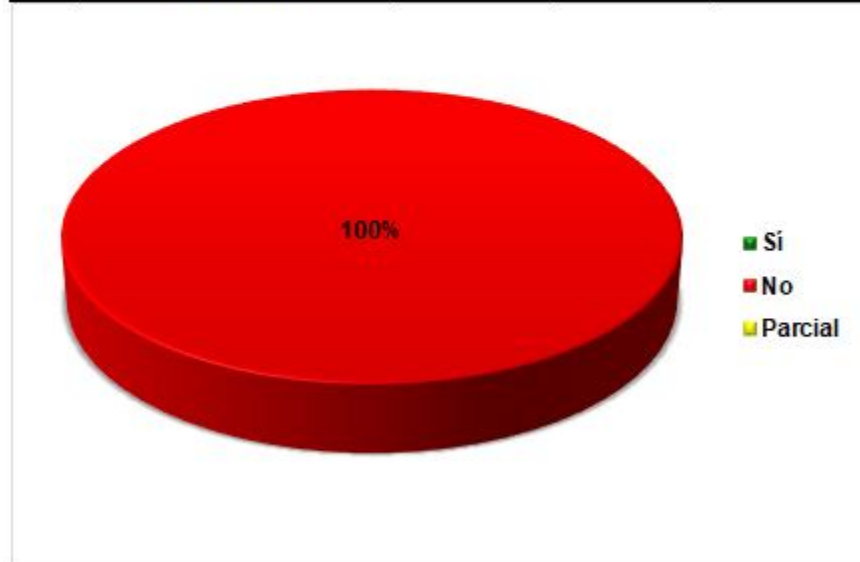
Apartado		Sí	No	Parcial
7.8.3	Requisitos específicos para los informes de ensayo	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia, 2024.

El apartado 7.8.3, “Requisitos específicos para los informes de ensayo, no aplica en el análisis de brecha porque el Laboratorio de Calibración es una entidad que realiza calibraciones, no ensayos.

Figura 4.28: Cumplimiento del apartado 7.8.4 “Requisitos específicos para los certificados de calibración”

Apartado		Sí	No	Parcial
7.8.4	Requisitos específicos para los certificados de calibración	0	7	0



Fuente: Elaboración propia, 2024.

El apartado 7.8.4, “Requisitos específicos para los certificados de calibración”, presenta un nivel de incumplimiento total del 100 %, ya que no existe un certificado de calibración desarrollado para el servicio de calibración de variables eléctricas.

Tabla 4.16: Cumplimiento del apartado 7.8.5 “Información de muestreo requisitos específicos”

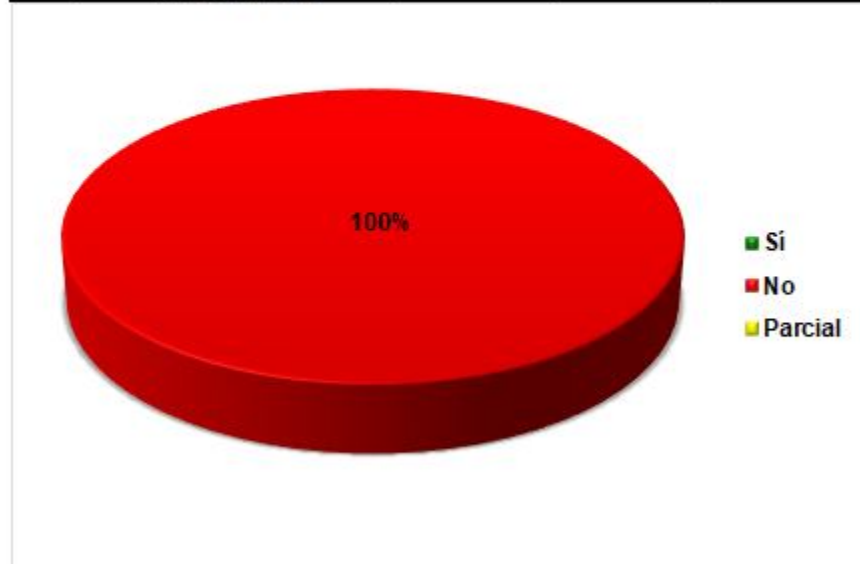
Apartado		Sí	No	Parcial
7.8.5	Información de muestreo – requisitos específicos	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia, 2024.

El apartado 7.8.5, “Información de muestreo requisitos específicos”, no aplica pues, por la naturaleza de los servicios que ofrece el Laboratorio de Calibración, no se llevan a cabo muestreos.

Figura 4.29: Cumplimiento del apartado 7.8.6 “Información sobre declaraciones de conformidad”

Apartado		Sí	No	Parcial
7.8.6	Información sobre declaraciones de conformidad	0	4	0



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Respecto al apartado 7.8.6, “Información sobre declaraciones de conformidad”, existe un incumplimiento total del 100 %, porque en la actualidad no hay un método desarrollado para la calibración de variables eléctricas, por lo que no se pueden dar declaraciones de conformidad a los potenciales clientes.

Tabla 4.17: Cumplimiento del apartado 7.8.7 “Información sobre opiniones e interpretaciones”

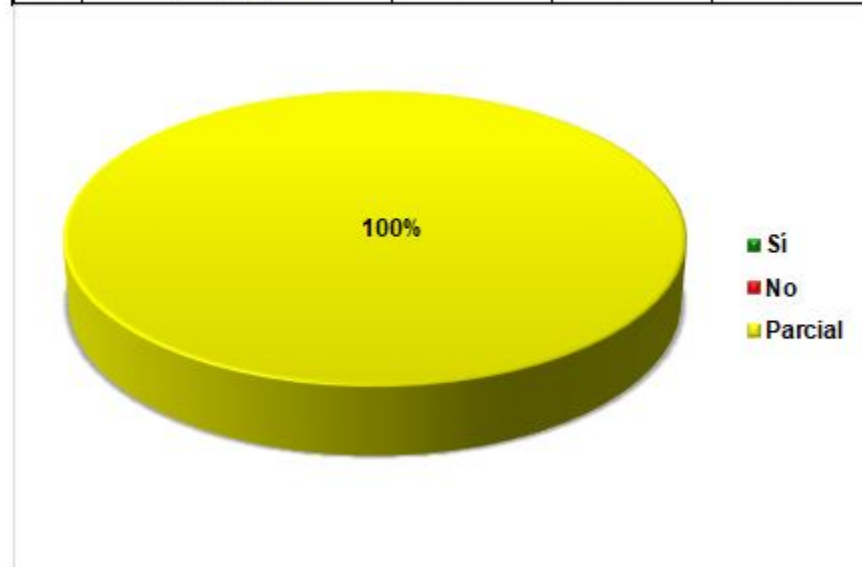
Apartado		Sí	No	Parcial
7.8.7	Información sobre opiniones e interpretaciones	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia, 2024.

El apartado 7.8.7, “Información sobre opiniones e interpretaciones”, no aplica dentro del análisis ya que, por la naturaleza de las actividades del Laboratorio de Calibración, este no emite opiniones ni interpretaciones.

Figura 4.30: Cumplimiento del apartado 7.8.8 “Modificaciones a los informes”

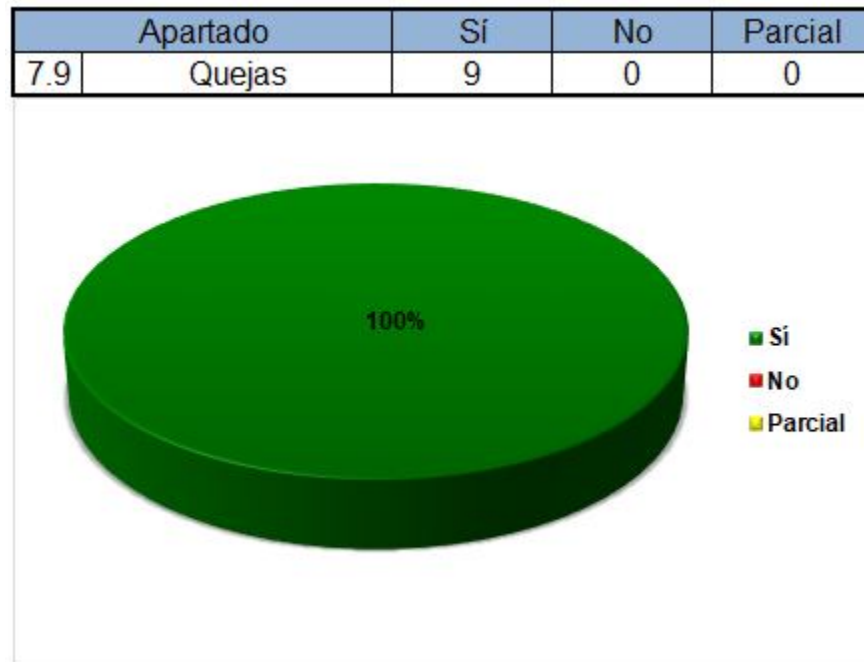
Apartado		Sí	No	Parcial
7.8.8	Modificaciones a los informes	0	0	3



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Referente al apartado 7.8.8, “Modificaciones a los informes”, se determina un 100 % de cumplimiento parcial de los requisitos de dicho apartado, al haber un procedimiento de prestación del servicio que abarca las necesidades en torno a este aspecto, pero para la calibración de medidores de energía eléctrica, por lo cual se debe ampliar con el propósito de que este incluya la calibración de variables eléctricas.

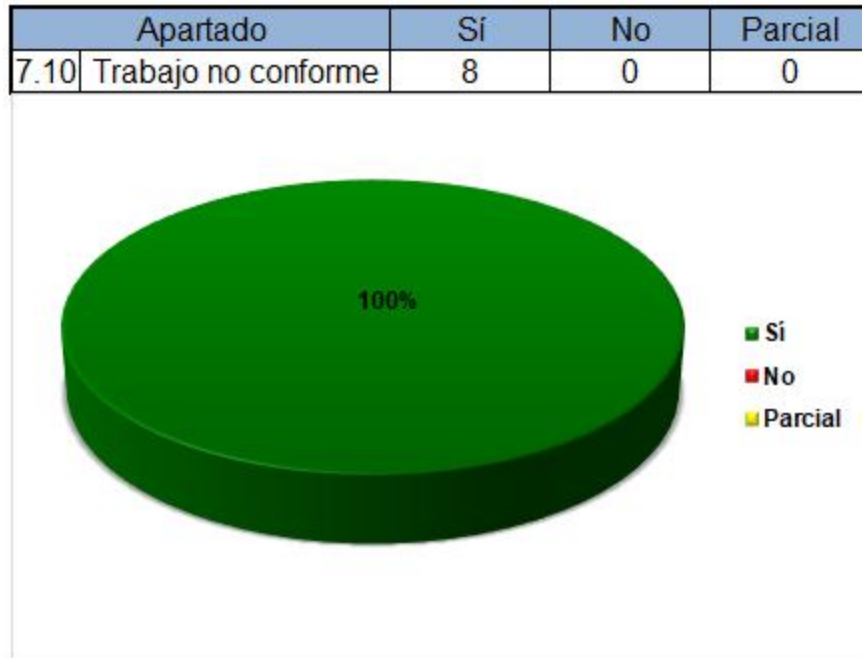
Figura 4.31: Cumplimiento del apartado 7.9 “Quejas”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la gráfica de pastel relacionada al apartado 7.9, “Quejas”, se muestra que se encuentran implementados controles y procedimientos adecuados para la atención de las quejas por parte de los clientes del Laboratorio de Calibración, los cuales pueden ser parte del servicio de calibración de variables eléctricas.

Figura 4.32: Cumplimiento del apartado 7.10 "Trabajo no conforme"



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Se ha demostrado que el Laboratorio de Calibración tiene implementado un debido procedimiento para atender los requisitos solicitados en el apartado 7.10, "Trabajo no conforme"; así, existe un 100 % de cumplimiento total de los requisitos asociados a este apartado.

Figura 4.33: Cumplimiento del apartado 7.11 “Control de los datos y gestión de la información”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la gráfica de pastel del apartado 7.11, “Control de los datos y gestión de la información”, se muestra que existe un cumplimiento del 100 % de los requisitos que solicita el apartado, pues la ESPH le brinda al Laboratorio de Calibración la posibilidad de tener un adecuado portal digital llamado Control Documental, que permite resguardar toda la información del sistema de gestión de manera sencilla y confiable.

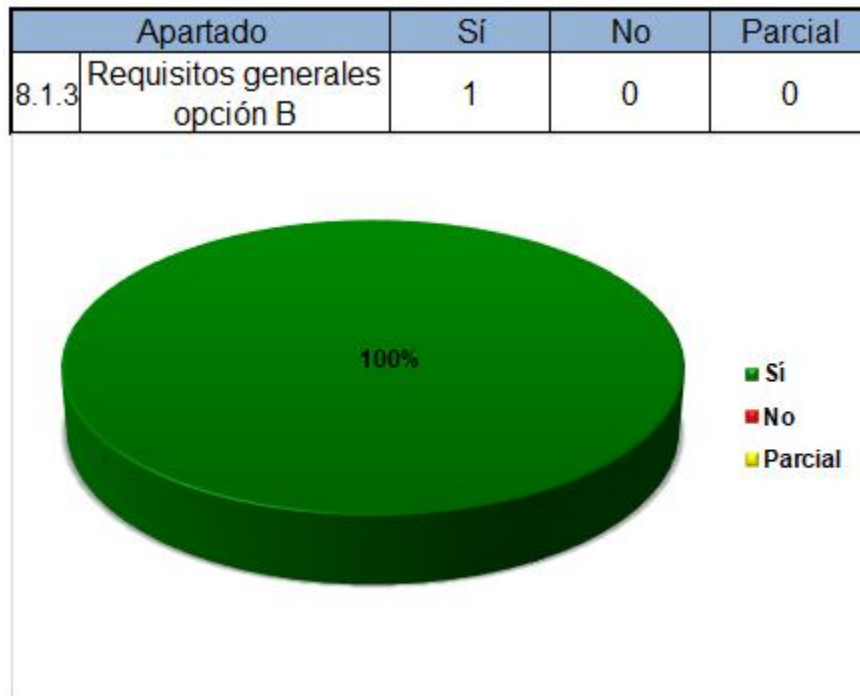
4.2.4.5 Capítulo 8 “Requisitos del sistema de gestión”

El capítulo 8, relacionado a los requisitos solicitados para el sistema de gestión de los laboratorios, es el último que se analiza en cuanto al cumplimiento de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017. Este capítulo ofrece a las organizaciones dos opciones para abordar los requisitos solicitados en el mismo, las cuales se describen a continuación:

- Opción A: cumplir con los requisitos de gestión necesarios para el control de documentos y registros, mejora, acciones correctivas, auditorías internas y revisión por la dirección.

- Opción B: contar con un sistema de gestión de la calidad existente bajo la certificación INTE/ISO 9001, lo cual demuestra ante la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 que con la certificación en ISO 9001 se cumplen los requerimientos solicitados en la opción A.

Figura 4.34: Cumplimiento del apartado 8.1 “Generalidades”



Fuente: Elaboración propia, 2024.

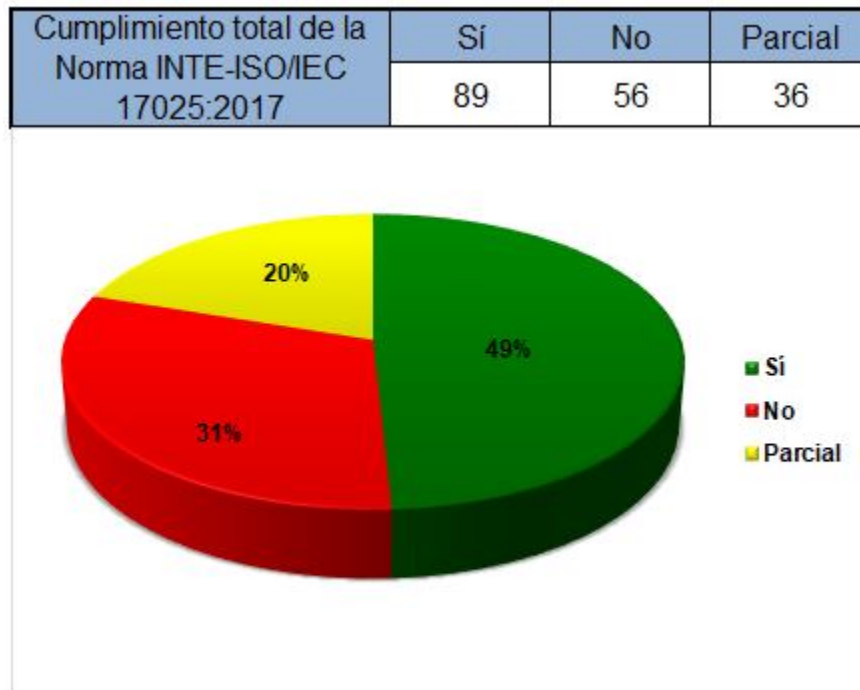
Relacionado al apartado 8.1, “Generalidades”, existe un cumplimiento de requisitos de manera parcial del 100 %, debido a que el Laboratorio de Calibración demuestra que cuenta con un sistema de gestión debidamente implementado para la calibración de medidores de energía eléctrica, el cual se encuentra acreditado en la actualidad, por lo tanto, es necesario hacer una revisión general de dicho sistema con el fin de adaptar a este la calibración de variables eléctricas.

La ESPH está certificada en la norma INTE/ISO 9001, esto genera que el Laboratorio de Calibración se ubique dentro de la opción B, por lo cual se realiza el análisis de brecha tomando el apartado de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 para esta opción y no para la opción A, ya que esta no aplica.

4.2.4.6 Cumplimiento general de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017

Por último, se expone la gráfica que consolida la totalidad de requisitos de los capítulos analizados con anterioridad como parte del estudio de brecha desarrollado, donde se observa de manera generalizada el nivel de cumplimiento implementado por el Laboratorio de Calibración, respecto a lo que es necesario solucionar para lograr la ampliación del alcance de acreditación.

Figura 4.35: Cumplimiento total de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017



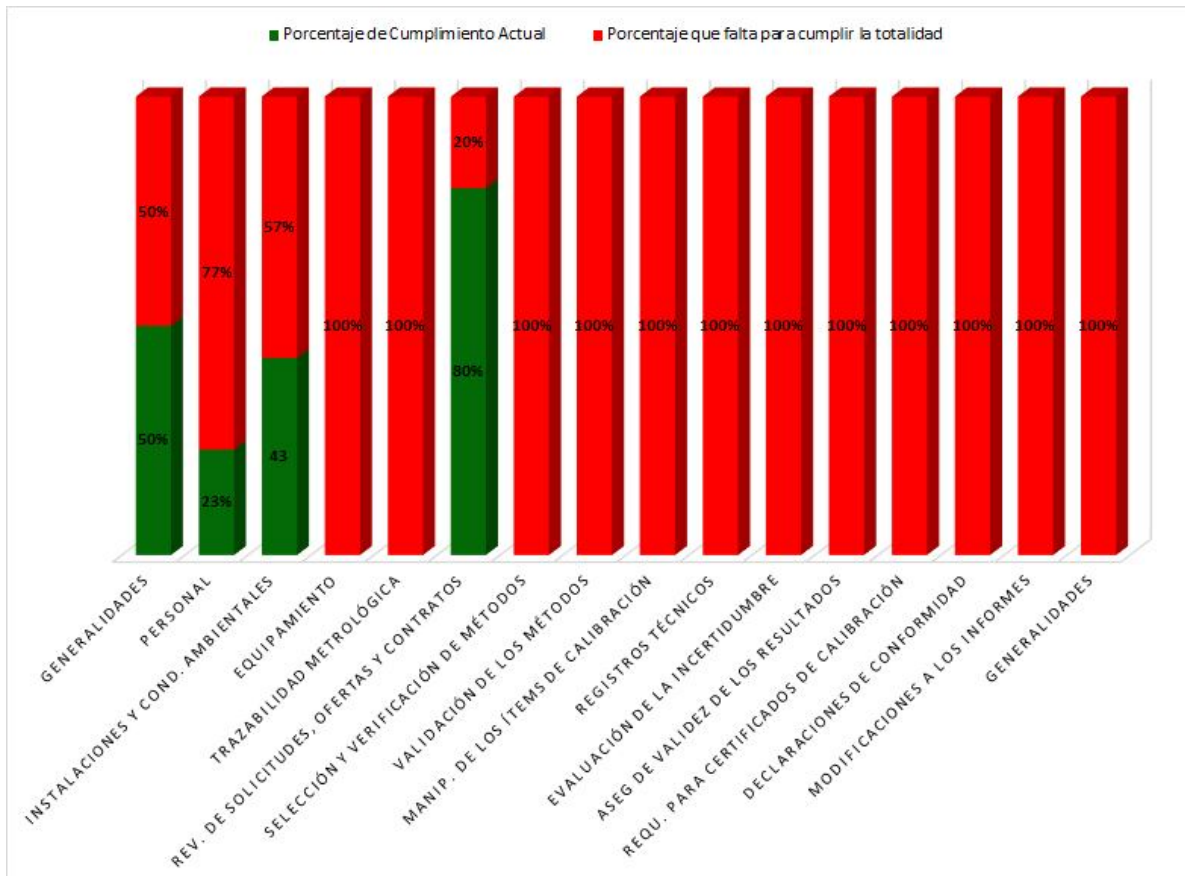
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con la finalización del análisis de brecha de los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 que deben ser demostrados ante el ECA para optar por la ampliación del alcance de los servicios acreditados, se determina que existe un 49 % de cumplimiento total de requisitos, un 20 % de cumplimiento parcial que debe ser mejorado para adaptarlo a la calibración de variables eléctricas y un 31 % de incumplimiento total que debe ser analizado de manera mucho más profunda con la intención de lograr un cumplimiento total.

Para contextualizar aún más el análisis de brecha y la situación actual, se elabora una gráfica de barras, en donde se muestran solo los apartados que cuentan con un grado

de incumplimiento y el porcentaje de los mismos representado en color rojo; al respecto, deben analizarse las razones por las que se presentan estos incumplimientos.

Figura 4.36: Apartados con incumplimientos en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Además, se realiza un cuadro resumen del porcentaje de cumplimiento actual de la totalidad de capítulos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 que se revisan en el análisis de brecha, obteniéndose los siguientes resultados:

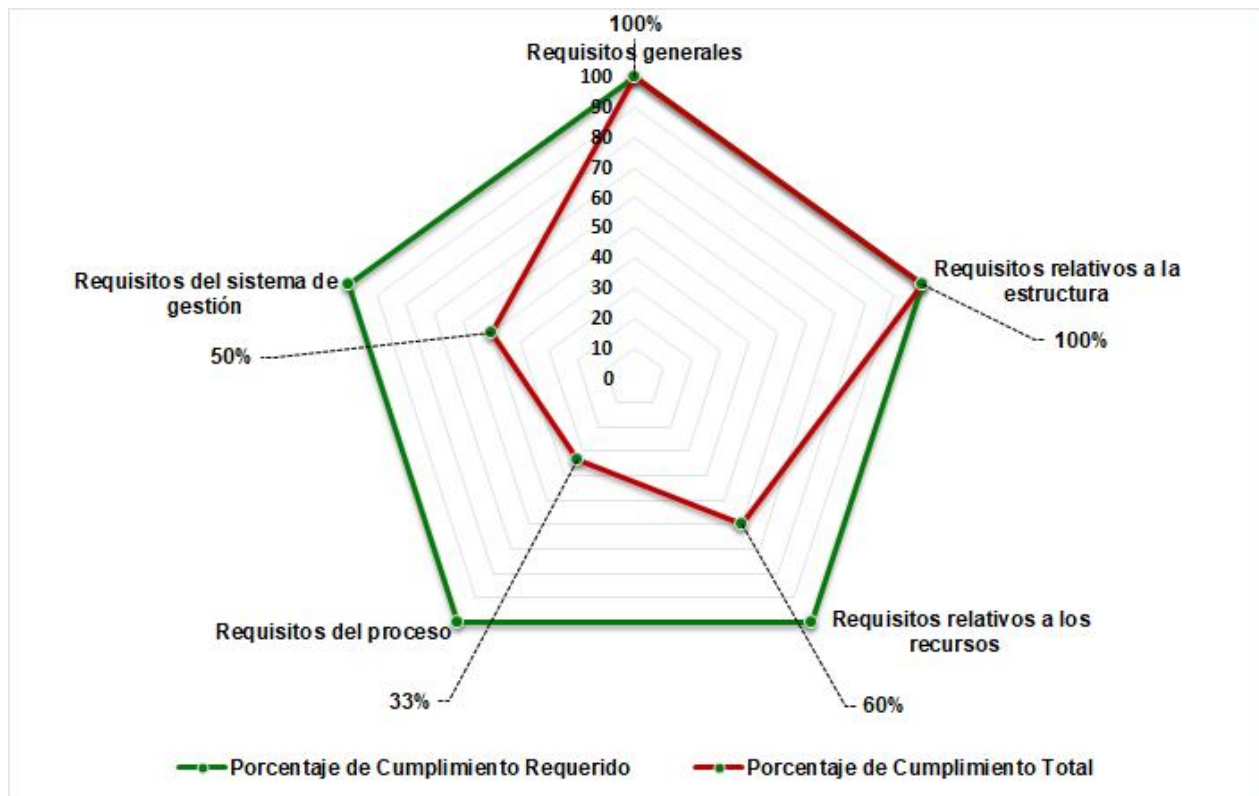
Tabla 4.18: Tabla resumen del cumplimiento actual de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017

Capítulos de la Norma 17025:2017	Cumple	No cumple
Requisitos generales	100%	0%
Requisitos relativos a la estructura	100%	0%
Requisitos relativos a los recursos	60%	40%
Requisitos del proceso	33%	67%
Requisitos del sistema de gestión	50%	50%

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Mediante la información de la tabla anterior, se construye un gráfico de radar en el que se observan, desde otra perspectiva, los cinco capítulos analizados de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y cómo algunos de estos incurren en un incumplimiento de los requisitos que deben ser cumplidos al 100 % por parte del Laboratorio de Calibración.

Figura 4.37: Gráfico de radar del cumplimiento actual de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el gráfico de radar, el eje de color rojo indica el nivel de cumplimiento alcanzado en cada capítulo de los apartados de la norma y qué porcentaje de cumplimiento tiene cada uno respecto al 100 % representado en el eje de color verde y que es requerido.

En este se aprecia que los capítulos 6, “Requisitos relativos a los recursos”, y 7, “Requisitos del proceso”, tienen un nivel de cumplimiento del 60 % y 33 % respectivamente, lo cual evidencia un muy bajo cumplimiento. Estos dos capítulos requieren de una mayor intervención para cumplir en su totalidad. Por otra parte, si bien el capítulo llamado “Requisitos del sistema de gestión” muestra un cumplimiento del 50 %, este no es tan crítico como los anteriores porque solo evalúa 2 apartados, aunque también se revisa.

Los resultados del análisis de brecha evidencian que gran parte de los requisitos cuentan con un nivel de cumplimiento parcial, lo cual es positivo porque facilita en buena medida la implementación de acciones, es decir, solo es necesario efectuarle adaptaciones al sistema de gestión enfocadas a la calibración de variables eléctricas; sin embargo, se debe aclarar que a efectos del gráfico de radar, los requisitos de cumplimiento parcial se consideran como si no cumplieran del todo por lo que deben intervenir para poder cumplir al 100 % con lo solicitado.

4.2.5 Análisis de riesgos

Se procede con la identificación de los posibles riesgos que afronta la implementación del proyecto, los cuales deben atenderse para evaluar los posibles impactos que pueden presentarse, con el objetivo de definir los medios y consideraciones de necesidades dentro de las actividades que el Laboratorio de Calibración debe realizar para atender puntualmente cada riesgo y darle el tratamiento adecuado.

Producto del análisis FODA, se determina una serie de riesgos que se toman en cuenta con el propósito de abordarlos y proponer acciones para mitigarlos, o bien, reducir el impacto que estos puedan tener.

Primero, se construye una tabla de valoración de riesgos que agrupa los hallazgos considerados como riesgos dentro del estudio, los cuales se valoran de la siguiente forma:

(P) probabilidad: para determinar la posibilidad de que uno de los riesgos suceda realmente, estos se califican del 1 al 3, según los criterios detallados a continuación:

1. Bajo: el hecho de que se presente el riesgo es muy poco probable. Las consecuencias son mínimas y la afectación en el cumplimiento de los objetivos es leve.
2. Medio: el riesgo puede ocurrir o no. Las probabilidades de que suceda son 50/50. Las consecuencias afectan parcialmente el cumplimiento de los objetivos.
3. Alto: es bastante seguro que el riesgo ocurrirá en algún momento. Las consecuencias son graves y pueden generar un cumplimiento deficiente de los objetivos.

(I) impacto: con este aspecto se mide qué tan graves son las consecuencias de cada riesgo; para ello, se califican del 1 al 3, de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Bajo: de presentarse, el riesgo generaría pocas consecuencias.
2. Medio: las consecuencias del riesgo tardarán en mitigarse.
3. Alto: las consecuencias del riesgo serán bastante perjudiciales y es muy complejo solucionarlas.

(Pxl) severidad: la severidad es el resultado de realizar una multiplicación del valor de la probabilidad y el valor del impacto de cada riesgo identificado. El valor resultante se asigna al daño que se produciría si se materializara dicho riesgo y se califica de la siguiente manera:

1. Bajo: si el valor resultante se encuentra entre 1 y 2, se considera como baja la relevancia de que se materialice un riesgo.
2. Medio: si el valor resultante se encuentra entre 3 y 4, se considera como media la relevancia de que se materialice un riesgo.
3. Alto: si el valor resultante se encuentra entre 6 y 9, se considera como alta la relevancia de que se materialice un riesgo.

Tipo de mitigación: a partir de la identificación de los riesgos, las estrategias se clasifican de la siguiente forma según el tipo de riesgo encontrado:

- Aceptar: implica reconocer los riesgos y aceptarlos como parte del proyecto.
- Evitar: esta estrategia se basa en identificar los riesgos y tomar las medidas para eliminarlos por completo.

- Reducir: se trata de tomar medidas para minimizar el impacto que un determinado riesgo puede ocasionar.
- Transferir: esta medida transfiere la responsabilidad del riesgo a otra parte del entorno.

A continuación, se aprecia la tabla de valoración de riesgos con aquellos identificados dentro de la planeación estratégica que se desarrolla en el estudio para el servicio de calibración de variables eléctricas:

Tabla 4.19: Valoración de los riesgos identificados en el Laboratorio de Calibración

	Descripción del Evento (¿Qué puede ocurrir?)	(P) PROBABILIDAD	(I) IMPACTO	(P x I) SEVERIDAD	Tipo de Mitigación:
		1. Bajo 2. Medio 3. Alto	1. Bajo 2. Medio 3. Alto	1 a 2: Bajo 3 a 4: Medio 6 a 9: Alto	Aceptar Evitar Reducir Transferir
1	Los clientes internos podrían preferir el servicio de calibración por medio de un laboratorio externo	1	1	1	Reducir
2	No contar con presupuesto para implementar el proyecto	1	3	3	Transferir
3	Incumplimiento de requisitos ante el ECA	2	3	6	Evitar
4	Incurrir en no conformidades	2	3	6	Evitar
5	Falta recursos tecnológicos	1	1	1	Transferir
6	Falta de conocimiento por parte del personal	1	3	3	Transferir
7	Retrasos en los procesos de contratación de las capacitaciones	1	1	1	Transferir

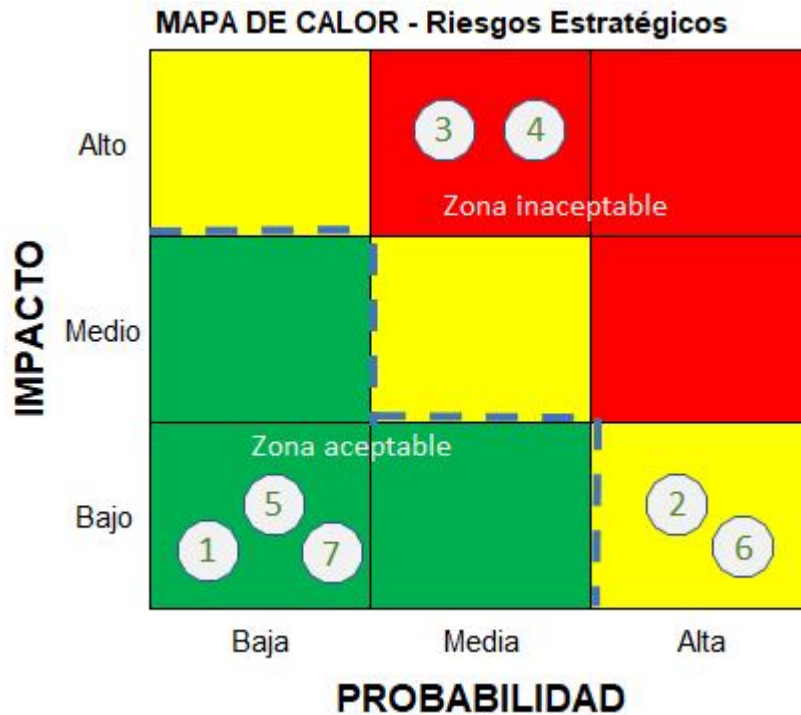
Fuente: Elaboración propia, 2024.

4.2.6 Mapa de calor del análisis de riesgos

Seguidamente, con la intención de analizar la severidad de los riesgos detectados en la valoración de los riesgos, estos se clasifican de acuerdo con el nivel de severidad resultante de la tabla de valoración de los riesgos y se identifican dentro de un círculo

con la numeración asociada a las líneas de dicha tabla; luego, se ubican donde corresponda en el mapa de calor, dependiendo del impacto y la probabilidad de que un riesgo específico se materialice.

Figura 4.38: Mapa de calor de los riesgos estratégicos identificados en el Laboratorio de Calibración



Fuente: Elaboración propia, 2024.

A continuación, se analizan los riesgos según el nivel en que se categorizan en el mapa de calor; además, se describen las actividades de mitigación propuestas para cada caso.

Riesgos de severidad baja: en caso de presentarse los eventos de las líneas 1, 5 y 7 de la tabla de análisis de riesgos, existe una severidad y, por ende, una relevancia muy baja, por lo que es mucho más sencillo solucionarlos. En los siguientes párrafos, se mencionan junto con las actividades de mitigación propuestas para cada uno.

- Evento n.º 1. Los clientes internos podrían preferir el servicio de calibración por medio de un laboratorio externo: para este riesgo, se establece que el tipo de mitigación sea reducirlo, al ser imposible eliminarlo del todo; a su vez, se propone crear

estrategias a nivel interno de la ESPH con el objetivo de concientizar a las diferentes áreas que requieren los servicios de calibración de variables eléctricas acerca de que el Laboratorio de Calibración tiene la competencia para brindarles el servicio y este les ofrece muchas más facilidades para calibrar sus equipos.

Como otra medida de mitigación, el Laboratorio de Calibración debe escuchar al cliente interno para lograr adaptarse a sus necesidades.

- Evento n.º 5. Falta de recursos tecnológicos: se identifica como riesgo la posibilidad de que el Laboratorio de Calibración no cuente con todos los recursos tecnológicos necesarios para la implementación de la calibración de variables eléctricas, por lo cual el tipo de mitigación se transfiere como una responsabilidad que debe afrontar la Alta Dirección. Inicialmente, por medio del análisis, se determinan las necesidades en cuanto a recursos tecnológicos y posibles proveedores, para luego formularse una propuesta, incluyendo el tema presupuestario requerido, a la Alta Dirección del Laboratorio de Calibración y, así, solventar lo que sea necesario.

- Evento n.º 7. Retrasos en los procesos de contratación de las capacitaciones: para este evento, se transfiere la mitigación a la Alta Dirección del Laboratorio. Es fundamental que en el análisis de la situación actual se determinen las necesidades en relación con la formación del personal, pero existe el riesgo de que por una mala planeación surja un atraso en cuanto a la disponibilidad de recursos económicos para cumplir con el plan de capacitaciones. Por esto, se debe concientizar a la Alta Dirección sobre la importancia y los beneficios económicos que podría generar la implementación del proyecto, y así contar en todo momento con los recursos económicos necesarios dentro del presupuesto del Laboratorio de Calibración.

También, se debe identificar en el mercado cuáles proveedores son calificados de acuerdo a los lineamientos del Laboratorio de Calibración referente a sus necesidades de formación del personal.

Riesgos de severidad media: si se originan los eventos de las líneas 2 y 6 de la tabla de análisis de riesgos, se genera una severidad media, por lo que se les debe prestar un poco más de atención para solucionarlos. A continuación, se citan junto con las actividades de mitigación para cada uno:

- Evento n.º 2. No contar con presupuesto para implementar el proyecto: se decide transferir este riesgo a la Alta Dirección por el alto impacto que significaría no disponer de los recursos para la implementación de actividades que ayuden a lograr la ampliación del alcance de los servicios acreditados. Por esta razón, se deben analizar todos los componentes en cuanto a necesidades y, por otra parte, los réditos económicos que la calibración de variables eléctricas podría implicar para la ESPH si se implementa el proyecto, así se evidencia la importancia de que se incluya en el presupuesto todo lo necesario para solventar los requerimientos del Laboratorio de Calibración.

- Evento n.º 6. Falta de conocimiento por parte del personal. El alto impacto de que el personal no sea capaz de realizar las actividades relacionadas a la calibración de variables eléctricas sería ampliamente negativo porque no se podría demostrar competencia; por esto, para mitigar el riesgo, este se transfiere a la Alta Dirección del Laboratorio, con el fin de que se dispongan los recursos para solventar la necesidad de formación.

Por consiguiente, se efectúa un análisis de las necesidades y qué proveedores podrían cubrir las, para presentarle un plan a la Alta Dirección del Laboratorio.

Riesgos de severidad alta: en caso de presentarse los eventos de las líneas 2 y 3 de la tabla de análisis de riesgos, existe una severidad alta, por lo que se les debe prestar toda la atención requerida para solucionarlos o al menos controlarlos. A continuación, se indican junto con las actividades de mitigación para cada uno.

- Evento n.º 3. Incumplimiento de los requisitos ante el ECA: se requiere específicamente ampliar el alcance de los servicios acreditados ante la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 por parte del Laboratorio de Calibración, por lo cual no cumplir con la totalidad de los requisitos que se deben evidenciar ante el ECA representa una severidad muy alta. Este riesgo para mitigarlo se debe evitar; por lo tanto, es necesario realizar un análisis de brecha de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 con la intención de establecer qué se requiere para cumplir con la totalidad de los requisitos y, de este modo, poder demostrar competencia ante el ECA.

Así, se deben implementar recursos y llevar a cabo una serie de actividades para cumplir con los requisitos. Adicional, se debe evaluar el sistema de gestión del Laboratorio de Calibración una vez que estos sean implementados.

- Evento n.º 4. Incurrir en no conformidades: esto es un riesgo muy alto en caso de materializarse, ya que podría evitar la ampliación del alcance en la calibración de variables eléctricas, o bien, afectar los servicios de calibración de medidores de energía eléctrica que se brindan en la actualidad.

Al respecto, deben identificarse las actividades que responden a cada proceso y cómo el sistema de gestión podría adecuarse a ambos casos, por lo que se debe realizar un análisis de brecha de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.

4.3 ANALIZAR

El tercer paso de la metodología DMAIC se llama “analizar”, este se lleva a cabo con la finalidad de profundizar en el análisis de la situación que se está presentado y provoca la problemática del no cumplimiento de los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 por parte del Laboratorio de Calibración. De esta forma, se efectúa un análisis de las causas halladas que ocasionan el impedimento de poder ampliar el alcance ante el ECA.

4.3.1 Causas del problema

Para identificar la problemática, se hace una sesión con los funcionarios del Laboratorio de Calibración, en donde se exponen los apartados que presentan un incumplimiento de requisitos y, luego, utilizando la técnica de lluvia de ideas, cada funcionario brinda sus ideas; así, se obtiene como resultado una lista de causas que según el criterio de los expertos generan el no cumplimiento de los requisitos.

Seguidamente, se indica dicha lista de causas asociadas a los requisitos con problemas de cumplimiento; al mismo tiempo, con la finalidad de poder tener un panorama más claro de la situación, las mismas se agrupan en categorías que las engloban por afinidad.

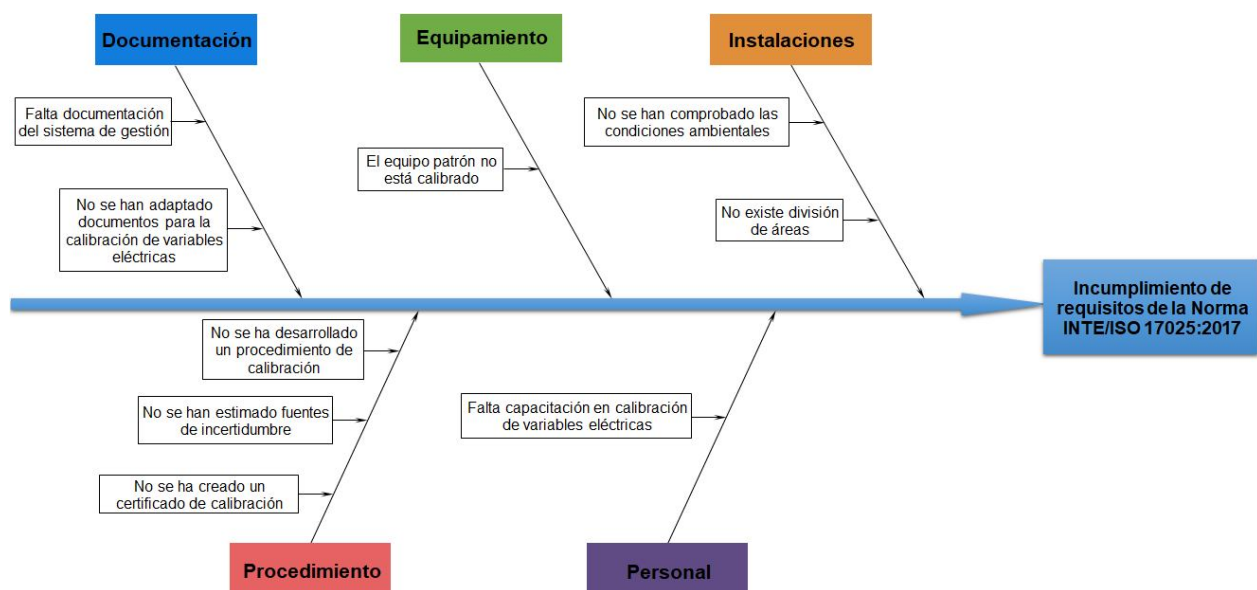
Figura 4.39: Causas por afinidad



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Identificadas las causas responsables de que el Laboratorio de Calibración no pueda lograr la ampliación del alcance en la calibración de variables eléctricas, se elabora un diagrama de Ishikawa con la lista de causas por afinidad que se aportan durante la sesión de lluvia de ideas; adicional, esto es la base para el análisis de futuras propuestas de mejora, con el objetivo de plantear soluciones ante la Alta Dirección del Laboratorio.

Figura 4.40: Diagrama de Ishikawa de las no conformidades presentadas en el Laboratorio de Calibración



Fuente: Elaboración propia, 2024.

A continuación, se explican las causas y subcausas agrupadas por afinidad en el diagrama de Ishikawa y que resultan de la sesión de lluvia de ideas.

Documentación

1) Falta de documentación del sistema de gestión: el Laboratorio de Calibración cuenta con un sistema de gestión bastante robusto en cuanto a documentación, el cual en su momento se evalúa por el ECA para la calibración de medidores de energía eléctrica, demostrando que es apto para lograr la acreditación; después, se han implementado constantes acciones de mejora continua y en evaluaciones posteriores se ha confirmado la competencia de dicho sistema documental.

A continuación, se muestra la estructura documental establecida para el sistema documental del Laboratorio de Calibración:

Figura 4.41: Estructura documental



Fuente: Manual de Calidad del Laboratorio de Calibración, 2024.

Como se muestra en la figura que representa la estructura documental, el Manual de Calidad se encuentra en la escala más alta del sistema documental, ya que es el eje central de la documentación y la guía de todo el proceso, en él se detallan las políticas de calidad y se describe la estructura de los demás documentos del Laboratorio de Calibración.

Más abajo del Manual de Calidad, en la pirámide documental, se encuentran tanto los procedimientos e instructivos y los formularios y registros. Esta documentación abarca

la mayor parte del sistema documental, ya que los procedimientos detallan los diferentes procesos existentes dentro del Laboratorio de Calibración y cómo proceder para ejecutar las diversas tareas, y por medio de los formularios se registran las distintas evidencias del proceso. Toda esa información está disponible en el Control Documental y es accesible mediante la Intranet Empresarial.

El Sistema de Gestión Integrado de la ESPH establece los lineamientos para el adecuado control de los documentos, incluyendo los del Laboratorio de Calibración, y asegura que:

- Las versiones aprobadas estén disponibles.
- Los documentos son revisados periódicamente.
- Los documentos inválidos u obsoletos se retiran de todos los puntos de emisión o uso.
- Los documentos obsoletos se identifican como tales para evitar su uso involuntario.
- Se establecen los plazos de conservación de los documentos.

En la actualidad el Laboratorio de Calibración cuenta con un alto grado de madurez de su sistema, evidenciado en las auditorías tanto internas como las programadas por el ECA, esto sumado a la experiencia adquirida en cuanto al desarrollo e implementación de documentos y registros técnicos en apego a lo solicitado por la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.

2) No se han adaptado documentos para la calibración de variables eléctricas: se debe realizar un levantamiento de toda la documentación existente y determinar cómo se puede incluir el proceso de calibración de variables eléctricas por completo en ella. Por esto, se pretende asumir el reto de aplicar los conocimientos por parte del personal involucrado en las operaciones del Laboratorio de Calibración, con el fin de crear una adaptación compatible que aplique y acoja las actividades relacionadas a la calibración de variables eléctricas.

Equipamiento

1) El equipo patrón no está calibrado: el Laboratorio de Calibración desde hace varios años posee el equipo llamado calibrador multiproducto 5522A, el cual es de

primera calidad en cuanto a las prestaciones de los servicios que brinda; sin embargo, por las causas expuestas y analizadas en este estudio, no se ha tenido la capacidad de iniciar operaciones para sacar el máximo provecho del mismo y de la inversión que en su momento significó adquirirlo.

Pero al analizarlo desde otra perspectiva, no se debe incurrir en un elevado gasto de adquisición del mismo, por el contrario, surge una gran oportunidad para darle el funcionamiento por el cual es diseñado y adquirido, esto a la vez se convierte para la ESPH, y específicamente para el Laboratorio de Calibración, en una importante coincidencia que le permite la ampliación de la oferta de sus servicios acreditados en su alcance y la captación de nuevos recursos orientados a la continuidad de operaciones, mantenimiento del sistema y mejora continua de las actividades.

Cabe destacar que, en relación con este equipo, se evidencian puntualmente incumplimientos en el requisito “6.4 Equipamiento” de la norma, el mismo indica que para realizar calibraciones, un equipo patrón, en este caso el calibrador multiproducto 5522A, debe tener un programa de trazabilidad de calibraciones por parte de un equipo de mayor exactitud de medida, el cual demuestre que el equipo es apto para llevar a cabo las calibraciones, asegurando la exactitud y la incertidumbre de medición requeridas. En la actualidad, como dicho equipo se encuentra fuera de uso, no se cuenta dentro del control metrológico de equipos utilizados en el Laboratorio de Calibración, es decir, se debe analizar y definir cómo solucionar este aspecto para cumplir con la correcta trazabilidad metrológica del calibrador multiproducto 5522A.

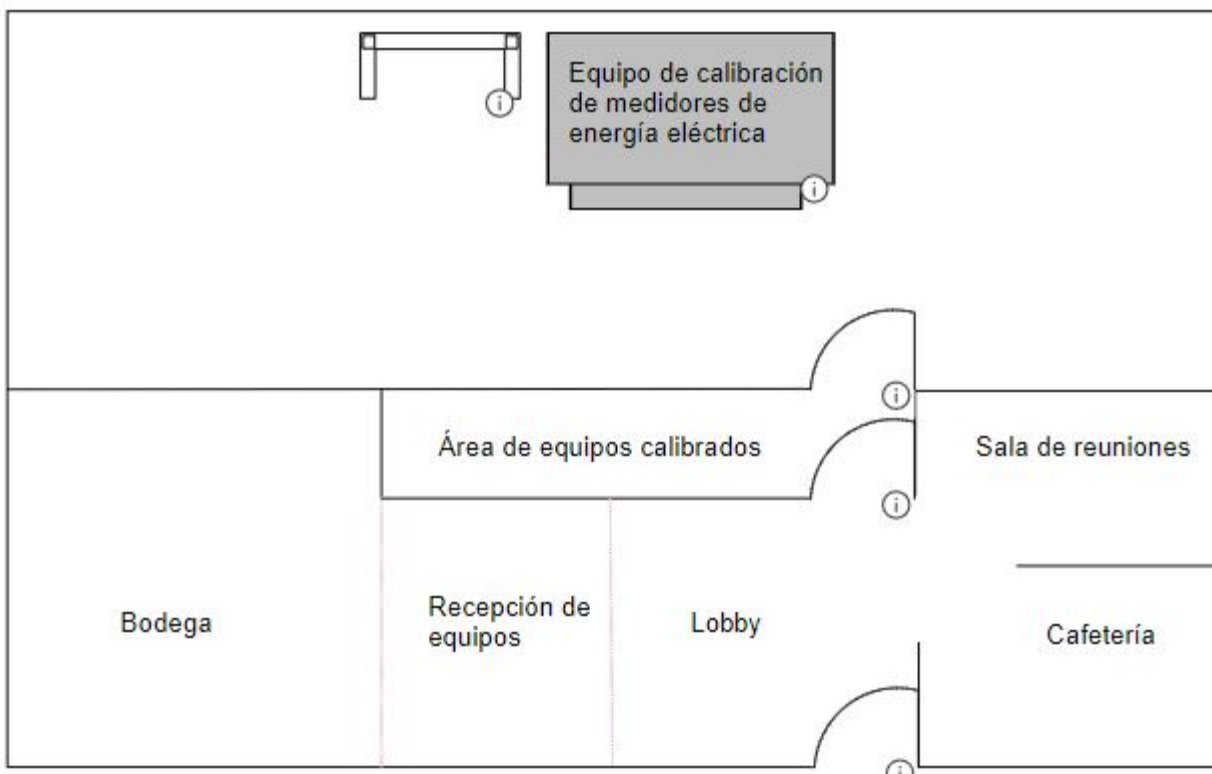
Instalaciones

1) No se han comprobado las condiciones ambientales: respecto a este apartado, el cual es uno de los resultados del análisis de los requisitos llevado a cabo, se determina que es necesario revisar los requerimientos en cuanto a las condiciones ambientales por parte del calibrador multiproducto 5522a; de esta manera, se puede concluir qué grado de compatibilidad hay entre la calibración de variables eléctricas y las operaciones ya existentes por parte de la calibración de medidores de energía eléctrica, con el fin de establecer qué acciones son necesarias de ejecutar para que dentro del espacio de trabajo convivan ambas actividades.

2) No existe división de áreas: continuando en la misma línea de investigación, en torno a las instalaciones del Laboratorio de Calibración, también se debe analizar si dentro de las instalaciones es necesario efectuar un reacomodo de los equipos para que exista separación física de las actividades dentro del laboratorio, tanto para la calibración de medidores de energía eléctrica como para las variables eléctricas y, así, evitar el choque de las mismas e inconvenientes a futuro.

En la siguiente figura se muestra la distribución actual de las áreas del Laboratorio.

Figura 4.42: Distribución actual de las áreas del Laboratorio de Calibración



Fuente: Elaboración propia, 2024.

El espacio físico existente parece ser holgado en términos de agregar una sección para las actividades relacionadas a la calibración de variables eléctricas, pero se deben analizar los aspectos de compatibilidad ya mencionados, como lo son las condiciones ambientales.

Procedimiento

- 1) No se ha desarrollado un procedimiento de calibración: en referencia al procedimiento para la calibración de variables eléctricas, se detecta que este es uno de los apartados con un mayor incumplimiento de requisitos, lo cual se relaciona estrechamente con el hecho de que no ha existido una disposición de poner en marcha los servicios de calibración del calibrador multiproducto 5522A, por lo tanto, al día de hoy no se ha desarrollado ni documentado un procedimiento por parte del Laboratorio de Calibración, que sea la base del fundamento técnico que demuestre la competencia para llevar a cabo las calibraciones de variables eléctricas.
- 2) No se han estimado fuentes de incertidumbre: asociado a esto, y a que el calibrador multiproducto 5522A en la actualidad no se encuentra calibrado, no se han detectado ni analizado las fuentes de incertidumbre, las mismas son requeridas porque se deben cuantificar y plasmar en el procedimiento.
- 3) No se ha creado un certificado de calibración: al no haber realizado calibraciones de variables eléctricas a la fecha, el Laboratorio de Calibración no se ha visto en la necesidad de presentar informes de resultados o certificados de calibración, por lo cual es necesario que, una vez desarrollado el procedimiento, se proceda con la creación de un certificado de calibración acorde a los requisitos establecidos en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.

Personal

- 1) Falta capacitación en calibración de variables eléctricas: por último, durante la sesión llevada a cabo con el personal del Laboratorio de Calibración, se evidencia que se requiere capacitación en el tema de calibración de variables eléctricas, principalmente para uso y manejo del calibrador multiproducto 5522A por parte de los técnicos que operarían dicho equipo cuando sea necesario, con el propósito de asegurar el conocimiento y la competencia técnica de los mismos, y que a la vez les permita cumplir con los requisitos para ejecutar las actividades detalladas en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.

4.3.2 Multivotación

Se realiza una sesión entre los integrantes del Laboratorio de Calibración para la aplicación de la herramienta llamada multivotación, contando con la participación del líder, el gestor de calidad y los dos técnicos, en donde se distribuyen 25 puntos para ser asignados de manera individual, según el nivel de importancia que estos consideren para cada una de las nueve causas identificadas en el diagrama de Ishikawa. Seguidamente, se expone la tabla con los resultados obtenidos:

Tabla 4.20: Multivotación de las causas del problema identificadas

Causas Posibles	Líder	Gestor de Calidad	Técnico 1	Técnico 2	Total	Porcentaje
Falta documentación del sistema de gestión	3	7	1	4	15	15,00%
No se han adaptado documentos para la calibración de variables eléctricas	2	5	8	3	18	18,00%
El equipo patrón no está calibrado	7	7	10	7	31	31,00%
No se han comprobado las condiciones ambientales	2	1	0	1	4	4,00%
No existe división de áreas	2	2	0	1	5	5,00%
No se ha desarrollado un procedimiento de calibración	3	0	1	3	7	7,00%
No se han estimado fuentes de incertidumbre	2	0	2	3	7	7,00%
No se ha creado un certificado de calibración	1	0	2	1	4	4,00%
Falta capacitación en calibración de variables eléctricas	3	3	1	2	9	9,00%
Total	25	25	25	25	100	100,00%

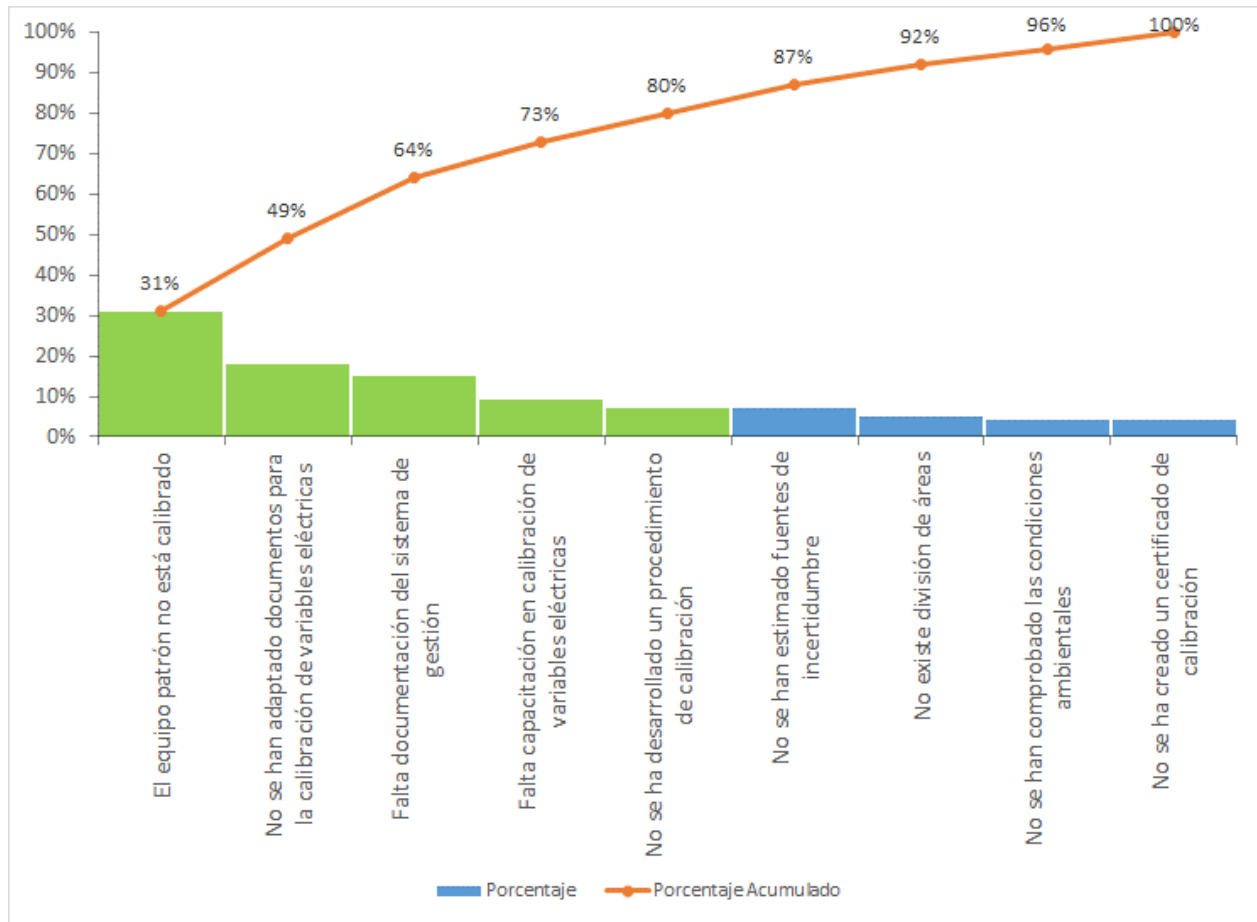
Fuente: Elaboración propia, 2024.

4.3.3 Diagrama de Pareto

A partir de los resultados obtenidos en la tabla de multivotación, se elabora un diagrama de Pareto con la intención de establecer, de acuerdo con el peso de importancia de cada causa identificada, el orden de estas de mayor a menor, con la idea de poder determinar cuáles son las más críticas según la Ley 80-20 y, de esta forma, priorizarlas según el orden de importancia resultante.

A continuación, se muestra el diagrama de Pareto de las causas del problema identificadas:

Figura 4.43: Diagrama de Pareto de las causas del problema identificadas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Al analizar los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto anterior, se tienen las siguientes causas que representan un 80 % acumulado del problema:

- 1) El equipo patrón no está calibrado.
- 2) No se han adaptado documentos para la calibración de variables eléctricas.
- 3) Falta documentación del sistema de gestión.
- 4) Falta capacitación en calibración de variables eléctricas.
- 5) No se ha desarrollado un procedimiento de calibración.

En el siguiente capítulo, se llevan a cabo las respectivas propuestas de mejora para solucionar estas causas y lograr la ampliación de la acreditación.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

Con la finalización de la etapa de análisis del sistema de gestión del Laboratorio de Calibración, se detectan cinco aspectos que engloban las causas que obstaculizan al departamento a ampliar el alcance deseado, los cuales se asocian a fallas en la documentación, equipamiento, instalaciones, procedimiento y personal, y por tales inconvenientes en la actualidad el Laboratorio no puede optar por solicitar la ampliación del alcance de los servicios acreditados ante el ECA para brindar el servicio de calibración de variables eléctricas.

5.1 MEJORAR

La cuarta etapa de DMAIC es mejorar; así, se aportan alternativas de solución al problema encontrado en el análisis de brecha que le faciliten a la Alta Dirección del Laboratorio de Calibración una toma de decisiones mucho más clara y concisa, con el propósito de eliminar las no conformidades del proceso que se presentan en la actualidad y demostrarle al ECA que el Laboratorio cumple con la totalidad de los requisitos de la norma. Estas se detallan a continuación.

5.1.1 Propuesta 1: Calibración del equipo patrón

Un laboratorio puede ofrecer un servicio acreditado si acata lo indicado por la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, en el apartado 6.5 “Trazabilidad Metrológica”, lo anterior para los equipos con los cuales se realizan las calibraciones, conocidos como “patrones”.

Estos equipos también deben ser calibrados por un equipo de mayor exactitud y demostrarse que se cuenta con la debida trazabilidad metrológica por parte del laboratorio que lo lleva a cabo, además este también se debe encontrar acreditado ante la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 para asegurar una cadena de trazabilidad, porque es estrictamente obligatorio establecer y mantener la trazabilidad metrológica de los resultados de las mediciones por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones.

Es un requerimiento contar con la calibración del equipo patrón para poder identificar y cuantificar el aporte que representa dicha calibración en la incertidumbre de las mediciones que efectúa el Laboratorio de Calibración.

Referente a lo expuesto, como se evidencia en el análisis de brecha, el Laboratorio desde hace varios años adquirió el equipo calibrador multiproducto 5522A, pero no se ha contado con la capacidad de iniciar las operaciones a pesar de la fuerte inversión hecha en su momento para comprarlo, y esto se debe en gran parte a que no se ha establecido el control metrológico adecuado para dicho equipo, por lo que las calibraciones realizadas hasta hoy no tienen ningún tipo de validez.

Por esta razón, inicialmente el gestor de calidad debe incluir el calibrador multiproducto 5522A dentro del registro llamado EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo, como parte del control metrológico de los equipos que el Laboratorio utiliza en sus actividades. A su vez, en dicho registro se debe establecer un plan anual de los intervalos de calibración requeridos por el equipo.

Además, se lleva a cabo una investigación en el mercado nacional en cuanto a proveedores de este tipo de servicio y que cumplan los requisitos establecidos, y se encuentran dos opciones válidas para contratar el servicio de calibración del calibrador multiproducto 5522A, las cuales se muestran a continuación.

En primer lugar, la empresa Elvatron, como representante a nivel nacional del proveedor de la marca Fluke, que pertenece a la casa matriz del fabricante del calibrador multiproducto 5522A, está acreditada en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 para este tipo de servicios. Por lo tanto, se elabora la solicitud de una cotización y se determina que el costo por calibrar este equipo, enviándolo al extranjero en las instalaciones de fábrica, sería de \$ 7597. Esta oferta se encuentra el anexo 2.

En segundo lugar, está la empresa nacional SCM Metrología y Laboratorios, ubicada en El Coyol de Alajuela, esta también es capaz de calibrar el equipo en cuestión, cumpliendo con el requerimiento de hallarse acreditada en la norma INTE-ISO/IEC 17025. Esta oferta se observa en el anexo 3 y es por un monto de \$ 599.

Seguidamente, se muestra un cuadro resumen de ambas ofertas:

Tabla 5.1: Ofertas por servicios de calibración del calibrador multiproducto 5522A

Proveedor	Monto en dólares
Fluke	\$ 7597
SCM Metrología y Laboratorios	\$ 599
Diferencia	\$ 6998

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, la diferencia entre las dos opciones cotizadas es bastante considerable, pero a la vez ambas tienen el mismo tipo de validez al estar acreditadas en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017. Además, enviar el equipo a las instalaciones de Fluke implica un tema de logística importante, ya que las instalaciones están fuera del territorio nacional, por consiguiente, el factor tiempo que el equipo estaría fuera del Laboratorio se encuentra entre 9 y 10 semanas, siendo mucho mayor en comparación de calibrarlo en SCM Metrología.

De este modo, por los factores del precio y el tiempo, se recomienda contratar el servicio de SCM Metrología.

Para ejecutar las actividades de esta propuesta, se propone el siguiente diagrama de Gantt:

Figura 5.1: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 1

Actividades	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Designar encargado de proyecto	■					
Revisión de presupuesto	■					
Solicitar cotizaciones	■					
Gestionar términos de licitación en SICOP		■	■			
Gestionar publicación de contratación en SICOP				■		
Enviar patrón a calibrar					■	
Revisión de certificado de calibración						■

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.2 Propuesta 2: Adaptación de documentos a variables eléctricas

Como parte del análisis de brecha de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 realizado en el capítulo anterior, se identifican documentos del sistema de gestión del Laboratorio que tienen la capacidad de adaptarse y utilizarse en la implementación del proceso de calibración de variables eléctricas sin ningún tipo de problema, pero a su vez se encuentra documentación que solo es aplicable al proceso de calibración de medidores de energía eléctrica. Estos últimos documentos que tienen un nivel de cumplimiento parcial y pueden ser corregidos, son los que se detallan a continuación, utilizando el código y nombre de los mismos, además de la versión actual de cada uno:

Tabla 5.2: Documentación con cumplimiento parcial del sistema de gestión del Laboratorio de Calibración

Nombre del documento	Versión
EEA-LC-P-004 Administración de Equipos y Trazabilidad	7
EEA-LC-F-001 Contrato de Servicios	4
EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades	2
EEA-LC-M-001 Manual de Calidad	6
EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados	11
Perfil de Puestos	No aplica

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Después de una revisión a profundidad, se detecta que en los documentos llamados Administración de Equipos y Trazabilidad, Aseguramiento de la Validez de los Resultados, Contrato de Servicios y Manual de Calidad, mostrados en la tabla anterior, es necesario cambiar la redacción del alcance de los servicios que ofrece el Laboratorio de Calibración, porque en la actualidad solo hacen referencia a la calibración de medidores de energía eléctrica, por lo cual una vez que el procedimiento de calibración de variables eléctricas sea creado y validado, este debe detallarse en los diferentes procedimientos mencionados para que cubran todos los servicios brindados por el Laboratorio.

Además, como se indica en la Tabla 5.2, el registro denominado Autorización de Actividades y el Perfil de Puestos presentan un incumplimiento para la calibración de variables eléctricas. Estos documentos están relacionados con la competencia por parte del personal del Laboratorio, por lo que cuando se lleve a cabo la capacitación requerida con el propósito de adquirir los conocimientos para efectuar las calibraciones de variables eléctricas por parte del personal, el departamento empresarial llamado Gestión de Recurso Humano debe actualizar el Perfil de Puestos de los funcionarios del Laboratorio, y seguidamente el líder del Laboratorio debe actualizar el registro de Autorización de Actividades solicitado por el ECA durante las auditorías.

El diagrama de Gantt para la ejecución de las actividades vinculadas a esta propuesta es el siguiente:

Figura 5.2: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 2

Actividades	Meses		
	1	2	3
Designar encargado de proyecto			
Revisión documental			
Modificación a los documentos			
Revisión de las modificaciones			
Publicación en control documental empresarial			

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.3 Propuesta 3: Capacitación en variables eléctricas

Para finalizar la etapa de propuestas de solución planteadas a la Alta Dirección del Laboratorio con el objetivo de mejorar en su totalidad el problema actual, se determina que el personal del Laboratorio requiere capacitación en cuanto a las buenas prácticas para el uso y manipulación del calibrador multiproducto 5522A.

Por lo tanto, se realiza una búsqueda en el mercado nacional de proveedores que cuenten con la capacidad y el reconocimiento para capacitar en este rubro a los dos técnicos de calibración y al líder del Laboratorio, con la intención de cerrar la brecha existente en este aspecto.

En dicha investigación se obtiene información por parte de la empresa Elvatron acerca de los servicios de capacitación para los tres funcionarios del Laboratorio responsables del uso y manipulación del calibrador multiproducto 5522A, esta opción se encuentra en el anexo 4; además, esta demuestra contar con la experiencia y la competencia requeridas por parte del Laboratorio.

En el siguiente cuadro se expone la opción identificada y de la cual se obtiene la siguiente cotización:

Tabla 5.3: Ofertas por servicios de capacitación en el uso del calibrador multiproducto 5522A

Proveedor	Monto en dólares
Elvatron	\$ 1695

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, la opción cotizada representa un monto de \$ 1695. A continuación, se aprecia el diagrama de Gantt para dicha propuesta:

Figura 5.3: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 3

Actividades	Meses				
	1	2	3	4	5
Designar encargado de proyecto					
Revisión de necesidades de capacitación					
Revisión de presupuesto					
Solicitar cotización de capacitaciones					
Gestionar términos de licitación en SICOP					
Gestionar publicación de contratación en SICOP					
Capacitación					

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.4 Propuesta 4: Procedimiento de calibración

Se evidencia la necesidad de contar con un procedimiento de calibración para que el Laboratorio pueda llevar a cabo las calibraciones de variables eléctricas, pues en la actualidad se presenta un incumplimiento del apartado 7.2, “Selección, Verificación y Validación de Métodos” de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, precisamente porque no se cuenta con dicho procedimiento.

Por ello, se realiza una investigación sobre la existencia de métodos estandarizados de calibración para variables eléctricas y se encuentra documentación por parte del Centro Español de Metrología (CEM), la cual cumple con las referencias técnicas correspondientes que permiten desarrollar un procedimiento para calibrar específicamente multímetros y amperímetros con una resolución menor a 5 ½ dígitos, adaptándose a las necesidades que el Laboratorio debe cubrir dentro de la ESPH.

Con la información hallada, se desarrolla un procedimiento de calibración para variables eléctricas en el cual se incluye el alcance del servicio que el Laboratorio ofrece a sus clientes, pero debe ser acreditado ante el ECA. A continuación, se describe el alcance del nuevo servicio de calibración por ofrecer:

El procedimiento es aplicable a la calibración de multímetros digitales y pinzas amperimétricas con capacidad para medir magnitudes de los siguientes rangos:

- Tensión continua de 0 V a ± 1020 V.
- Tensión alterna de 1 mV a 1020 V, con salida de 10 Hz a 500 kHz.
- Corriente alterna de 29 μ A a 20,5 A, con límites de frecuencia variables.
- Corriente alterna de 20 A a 1000 A.
- Corriente continua de 0 A a $\pm 20,5$ A.
- Corriente continua de 20 A a 1000 A.
- Valores de resistencia de 0 a 1100 M Ω .

Nota: No aplica para equipos cuyas magnitudes principales son la energía, potencia o para medidas a frecuencias superiores a 1 MHz.

Debido a la necesidad de contar con un procedimiento y siguiendo el formato del Sistema de Gestión Integrada de la ESPH para la creación de procedimientos, se realiza un procedimiento con la información recabada, para que el Laboratorio pueda efectuar calibraciones de variables eléctricas con las características del servicio mencionadas con anterioridad. Este procedimiento se adjunta como propuesta de solución en el apéndice 3.

Seguidamente, se indica el diagrama de Gantt para ejecutar las actividades de esta propuesta:

Figura 5.4: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 4

Actividades	Meses		
	1	2	3
Designar encargado de proyecto			
Revisión documental			
Redacción de procedimiento			
Revisión por parte de los involucrados			
Publicación en control documental empresarial			

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.5 Propuesta 5: Estimación de fuentes de incertidumbre

Como parte del procedimiento de calibración señalado en la propuesta de solución n.º 4, es fundamental que las fuentes de incertidumbre del proceso de calibración de variables eléctricas sean identificadas y cuantificadas según el apartado 7.6,

“Evaluación de la Incertidumbre de Medición”, correspondiente a la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.

Por consiguiente, durante el desarrollo del procedimiento de calibración propuesto con anterioridad, se investiga sobre referencias, fuentes de información, métodos de calibración y normas que tengan familiaridad con el método propuesto.

A la vez, se identifica una serie de parámetros detectados en relación con la situación del Laboratorio y que se recomienda tomar en cuenta para estimar el cálculo de la incertidumbre asociada a las calibraciones de variables eléctricas que se estarían realizando, las cuales se detallan ampliamente en el procedimiento de calibración de la propuesta de solución n.º 4, donde además se establece cómo hacer el cálculo de las mismas. A continuación, se enumeran las fuentes de incertidumbre halladas:

- a) Resolución del calibrando.
- b) Especificación del patrón.
- c) Calibración del patrón.
- d) Corrección nula.
- e) Deriva del patrón.
- f) Precisión (tipo A).

Cabe destacar la importancia de la implementación de la propuesta de solución n.º 1, referente a la calibración del calibrador multiproducto 5522A, esto para poder obtener el dato que aportaría dicha calibración y realizar el cálculo referente a la “calibración del patrón”.

A continuación, se aprecia el diagrama de Gantt para esta propuesta:

Figura 5.5: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 6

Actividades	Meses		
	1	2	3
Designar encargado de proyecto			
Revisión documental			
Creación de hoja de cálculo			
Revisión por parte de los involucrados			
Actualización en procedimiento de calibración			

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.6 Propuesta 6: Nueva distribución física del laboratorio

Además del debido cumplimiento en cuanto a los requisitos de la norma para las condiciones ambientales requeridas por parte del calibrador multiproducto 5522A dentro de las instalaciones del Laboratorio, se formula una propuesta para la distribución física de las áreas dentro del Laboratorio, tanto para la calibración de medidores de energía eléctrica como de variables eléctricas.

Se debe aclarar que ambas actividades que pretende afrontar el Laboratorio, como lo es la calibración de medidores de energía y variables eléctricas, se encuentran dentro de una misma rama, relacionada al tema de la electricidad y sus mediciones. Cabe aclarar que el espacio físico dentro del laboratorio es bastante amplio, y su capacidad es aceptable para el tamaño de los equipos y el mobiliario existente.

Inicialmente se muestran imágenes asociadas a condiciones en particular presentadas en la actualidad en el Laboratorio de Calibración.

Primero, se indican los equipos utilizados para llevar a cabo la calibración de medidores de energía eléctrica:

Figura 5.6: Banco de calibración de medidores de energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Después, se muestra el calibrador multiproducto 5522A y su respectiva estación de trabajo:

Figura 5.7: Estación de trabajo del calibrador multiproducto 5522A



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En las siguientes imágenes, se aprecian las fuentes de alimentación de energía que posee el Laboratorio de Calibración, este es un aspecto por tener en cuenta al ser necesario que tanto el proceso de calibración de medidores de energía eléctrica como la calibración de variables eléctricas mantengan una fuente de voltaje independiente.

Figura 5.8: Fuente de alimentación n.º 1 dentro del Laboratorio



Fuente: Elaboración propia, 2024.

La imagen anterior ilustra la fuente de alimentación perteneciente al proceso de calibración de medidores de energía eléctrica.

Figura 5.9: Fuente de alimentación n.º 2 dentro del Laboratorio



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En cuanto a la figura anterior, se trata de la segunda fuente de energía dentro del Laboratorio de Calibración. Seguidamente, se aprecia una imagen donde se muestran ambas fuentes de energía:

Figura 5.10: Fuentes de alimentación dentro del Laboratorio

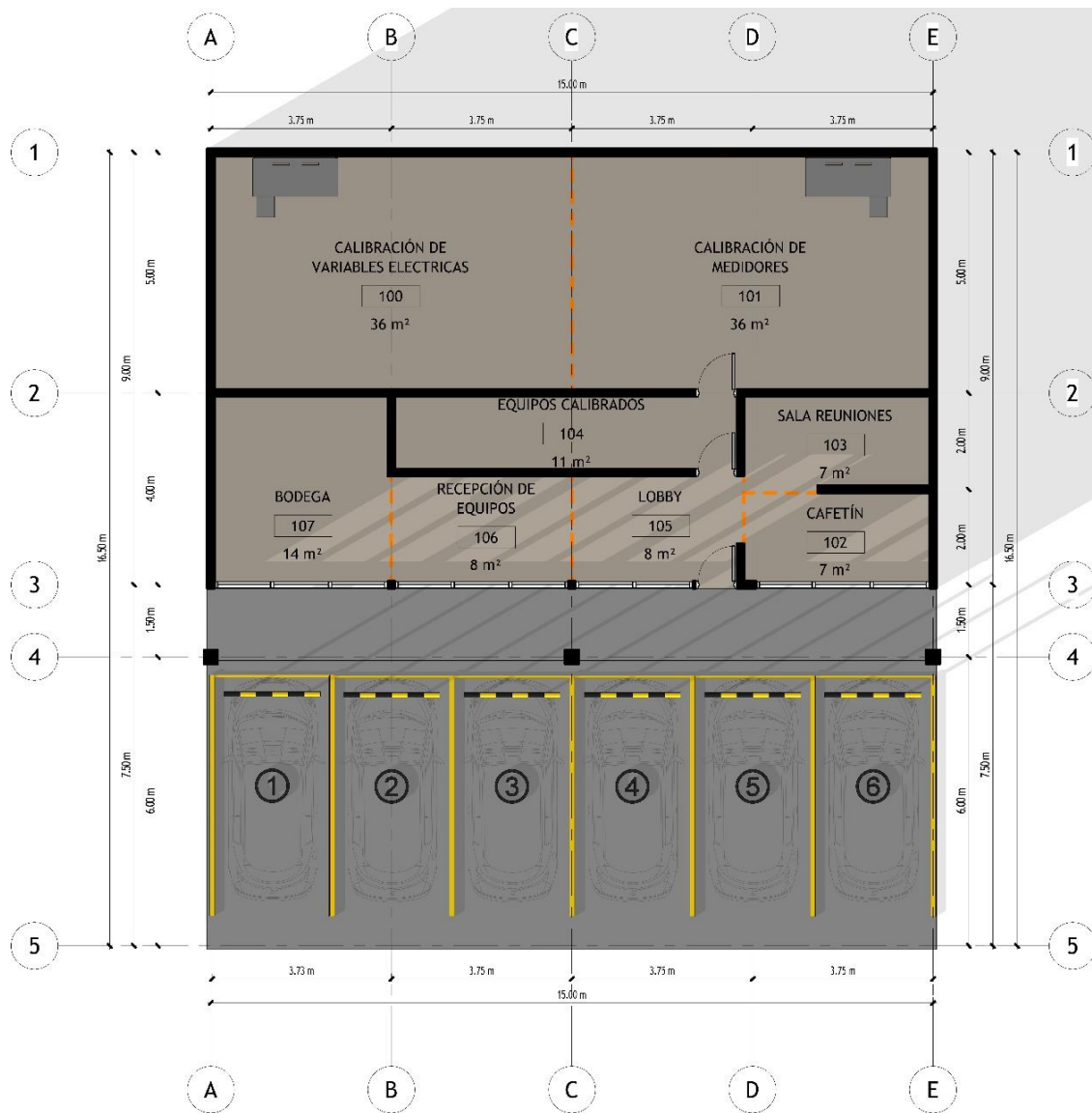


Fuente: Elaboración propia, 2024.

La última imagen indica de manera más clara la existencia de ambas fuentes de alimentación, por ende, es posible realizar un reacomodo de las unidades de trabajo para darles el espacio adecuado a ambos procesos de calibración.

Lo anterior sugiere que no se deben hacer inversiones económicas para mejorar este aspecto y, como se observa en la siguiente figura, se recomienda hacer un reacomodo de las estaciones de trabajo:

Figura 5.11: Distribución física propuesta para las actividades del Laboratorio de Calibración

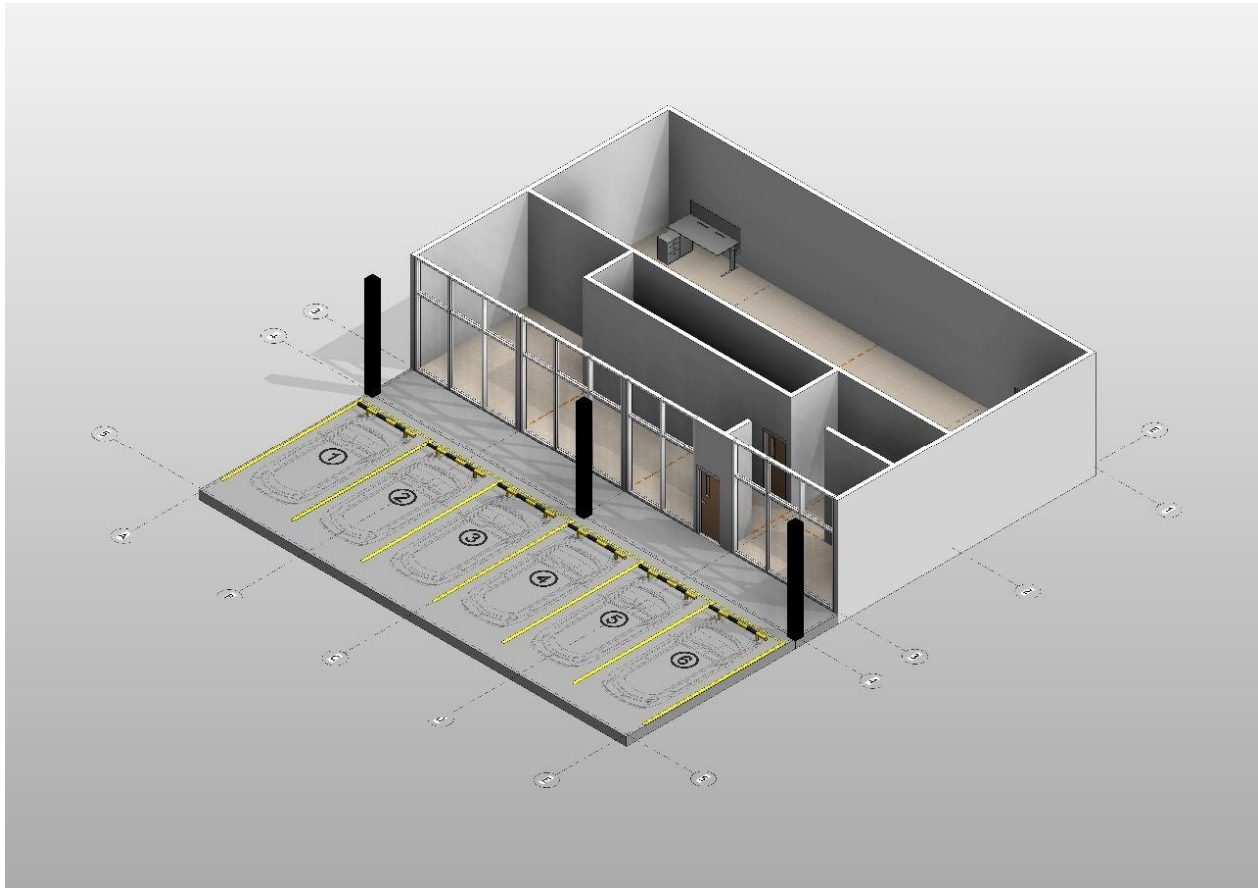


Fuente: Elaboración propia, 2024.

La imagen anterior, elaborada con el *software* de diseño inteligente llamado Revit, muestra el acomodo físico propuesto para las actividades del Laboratorio. Así, en la sección a la izquierda se encontraría el área de calibración de variables eléctricas en su estación de trabajo ya existente y, junto a ella, en la sección de la derecha, se ubicaría el área de calibración de medidores de energía con su estación de trabajo también ya existente.

Por último, se aprecia un diseño 3D del reacomodo físico de actividades de calibración que se pretende realizar dentro del laboratorio:

Figura 5.12: Diseño 3D de la propuesta de reacomodo dentro del Laboratorio



Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.7 Propuesta 7: Comprobación de las condiciones ambientales

En relación con las condiciones ambientales del Laboratorio, en el apartado 6.3, “Instalaciones y Condiciones Ambientales”, de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, se evidencia hacer una revisión de las condiciones actuales del Laboratorio y determinar si son aptas para llevar a cabo la calibración de variables eléctricas dentro de las mismas. Por esto, con el afán de investigar si las instalaciones son aptas y cumplen los requisitos, y que además sean compatibles tanto para el proceso de calibración de medidores de energía eléctrica como de variables eléctricas, se realiza una revisión del manual de funcionamiento del equipo calibrador multiproducto 5522A, para establecer cuáles son las condiciones ambientales requeridas en cuanto a temperatura y humedad. A continuación, se expone el cuadro con el resumen de esta investigación:

Tabla 5.4: Condiciones ambientales requeridas del calibrador multiproducto 5522A

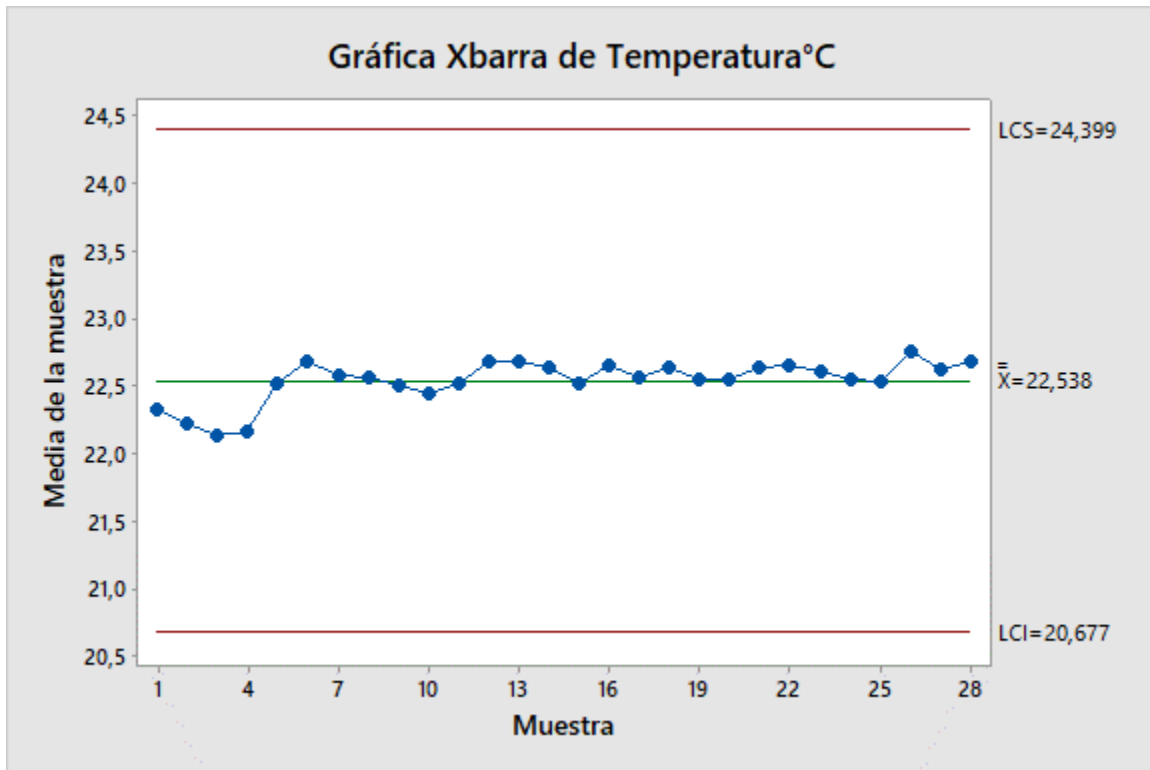
	Temperatura	Humedad relativa
Funcionamiento	0 °C a 50 °C	Menor a 80 %
Almacenamiento	-20 °C a +50 °C	Menor a 95 %

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la página 11 del manual de funcionamiento del equipo, se indica la necesidad de una temperatura entre 0 °C a 50 °C para su funcionamiento y una temperatura entre -20 °C a +50 °C para el almacenamiento; mientras tanto, en la página 12 del manual de funcionamiento, se establece que la humedad relativa debe encontrarse menor a 80 % para su funcionamiento y una humedad relativa menor al 95 % para el almacenamiento. Con el propósito de identificar si las instalaciones del Laboratorio cumplen con las especificaciones del equipo, se registran durante todo un mes las condiciones ambientales y, de esta manera, se establece si son óptimas para el funcionamiento del equipo calibrador multiproducto 5522A.

Al respecto, utilizando un registrador de temperatura y humedad con la capacidad de registrar y almacenar datos cada 10 minutos, se realiza un estudio de las condiciones ambientales presentadas en las instalaciones del Laboratorio durante todo el mes de febrero del año 2024, en donde se registra un total de 7281 puntos de medición durante todo el mes, tanto para temperatura como para humedad. A continuación, se muestran las gráficas de control para ambas mediciones, iniciando con la temperatura:

Figura 5.13: Gráfica de control de la temperatura durante el mes de febrero en el Laboratorio



Fuente: Elaboración propia, 2024.

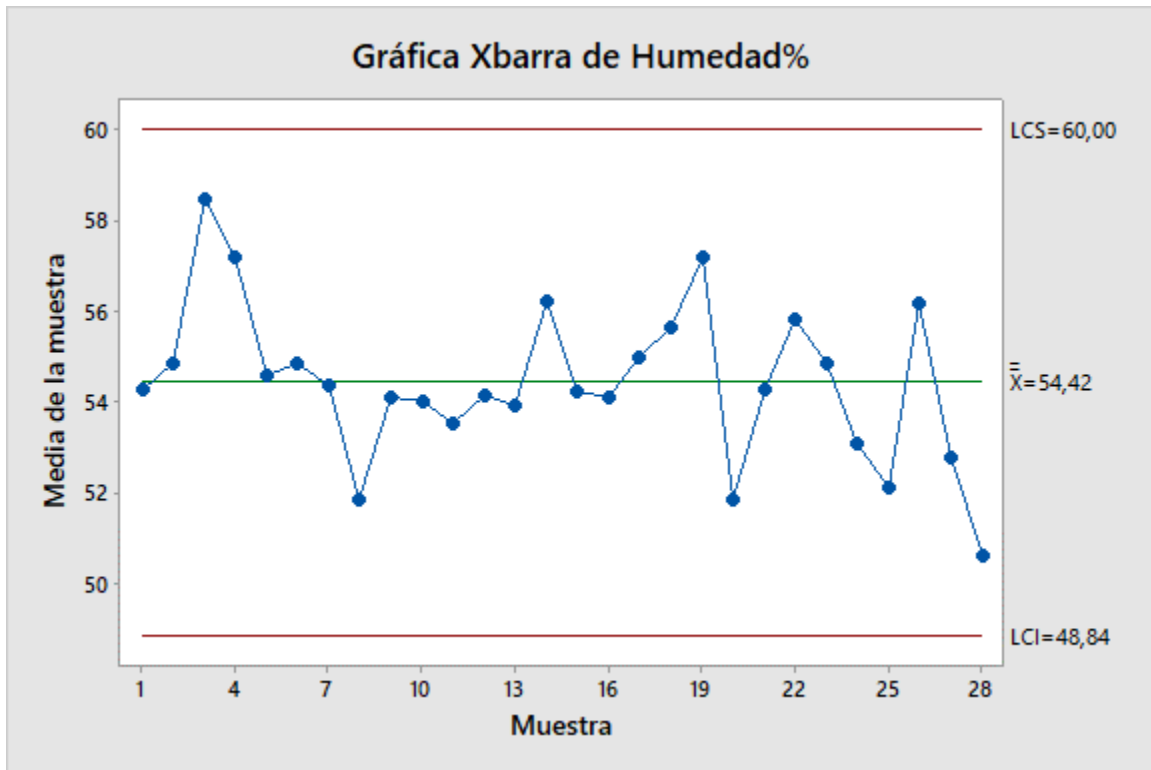
Al observar el gráfico Xbarra del control de temperatura, se tiene un promedio de $\bar{X} = 22,538$ °C, con un límite superior de control de $LCS = 24,399$ °C y un límite inferior de control de $LCI = 20,677$ °C; no se observan tendencias, pero sí la peculiaridad de que la mayoría de los puntos están por encima del valor central.

Asimismo, no hay puntos fuera de los límites, por lo tanto, el proceso está bajo control estadístico en el tema de exactitud.

De esta manera, se determina que las condiciones ambientales en temperatura son óptimas para el equipo calibrador multiproducto 5522A de acuerdo a lo señalado por el manual de funcionamiento.

Seguidamente, se aprecia la gráfica que ilustra los datos asociados a las mediciones hechas para la humedad relativa en el Laboratorio de Calibración:

Figura 5.14: Gráfica de control de la humedad relativa durante el mes de febrero en el Laboratorio



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según el gráfico Xbarra del control de humedad relativa, se tiene un promedio de $X = 54,42 \%$, con un límite superior de control de $LCS = 60 \%$ y un límite inferior de control de $LCI = 48,84 \%$; no se observan tendencias, pero sí la peculiaridad de que la mayoría de los puntos están por debajo del valor central.

Adicional, no hay puntos fuera de los límites, por ende, el proceso está bajo control estadístico en el tema de exactitud.

De esta forma, se determina que las condiciones ambientales en humedad relativa son óptimas para el equipo calibrador multiproducto 5522A de acuerdo a lo establecido en el manual de funcionamiento.

Con el fin de mostrar los diferentes plazos para el cumplimiento de esta propuesta, se brinda el siguiente diagrama de Gantt:

Figura 5.15: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 7

Actividades	Meses	
	1	2
Designar encargado de proyecto		
Revisión del manual del patrón		
Registro de datos		
Revisión de las condiciones ambientales		
Procesamiento de datos		
Creación de gráficos		

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.8 Propuesta 8: Creación del certificado de calibración

Continuando con las propuestas de solución referentes al procedimiento de calibración de variables eléctricas, para solventar ese incumplimiento con anterioridad se describe la propuesta de solución n.º 4 del presente capítulo, pero además se evidencian otros incumplimientos en el análisis de brecha de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, específicamente en los apartados 7.5, “Registros Técnicos”, y 7.8.4, “Requisitos Específicos para los Certificados de Calibración, los cuales están estrechamente relacionados a la no existencia de un método para la calibración de variables eléctricas. Dicho incumplimiento se refiere a que no se ha desarrollado un certificado de calibración para variables eléctricas, el cual es el producto final que se le entrega al cliente con los resultados de la calibración llevada a cabo por parte del Laboratorio a los equipos que ingresarían para ser calibrados.

Los certificados de calibración deben apegarse a lo solicitado en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 e incluir la información detallada en los apartados 7.8.4.1 y 7.8.5, que son aplicables a laboratorios de calibración, estos se enumeran a continuación:

- a) Información general del cliente.
- b) Fecha de recepción.
- c) Fecha de calibración.
- d) Fecha de emisión del informe.
- e) Información general del patrón utilizado.
- f) Método de calibración empleado.

- g) Trazabilidad del patrón utilizado.
- h) La incertidumbre de medición del resultado de medición.
- i) Las condiciones ambientales en las que se hacen las calibraciones.
- j) De ser necesario, una declaración de conformidad.
- k) De ser necesario, opiniones e interpretaciones.
- l) La identificación única del ítem por calibrar.
- m) Número de serie del ítem por calibrar.
- n) Modelo del ítem por calibrar.
- o) Nombre del fabricante.

Para formular una solución a este problema, siguiendo la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, se adjunta en el apéndice 4 la propuesta de un certificado de calibración de variables eléctricas diseñado para el Laboratorio de Calibración del Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público de la ESPH S. A., el cual es acorde a los parámetros incluidos en el procedimiento de calibración de la propuesta de calibración n.º 4.

Por último, se expone el diagrama de Gantt de las actividades relacionadas a esta propuesta:

Figura 5.16: Diagrama de Gantt para implementar la propuesta 7

Actividades	Meses		
	1	2	3
Designar encargado de proyecto			
Revisión documental			
Creación del certificado			
Revisión por parte de los involucrados			
Publicación en control documental empresarial			

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.9 Costo por mano de obra en la implementación de las propuestas

A continuación, se detallan los costos que representa para la ESPH cada una de las actividades descritas:

Tabla 5.5: Detalle sobre el costo equivalente por mano de obra a la realización de cada actividad

Propuesta		Actividad	Horas	Costo Colones
1	Calibración del equipo patrón	Solicitar cotizaciones	1	₡3 130
2	Adaptación de documentos a variables eléctricas	Trabajo documental	20	₡62 600
3	Capacitación en variables eléctricas	Solicitar cotizaciones	1	₡3 130
4	Procedimiento de calibración	Trabajo documental	16	₡50 080
5	Estimación de fuentes de incertidumbre	Trabajo de investigación	6	₡18 780
6	Separación de áreas dentro del laboratorio	Reacomodo	4	₡12 520
7	Comprobación de condiciones ambientales	Trabajo de investigación	4	₡12 520
8	Creación de certificado de calibración	Trabajo documental	5	₡15 650
Total			57	₡178 410

Fuente: Elaboración propia, 2024.

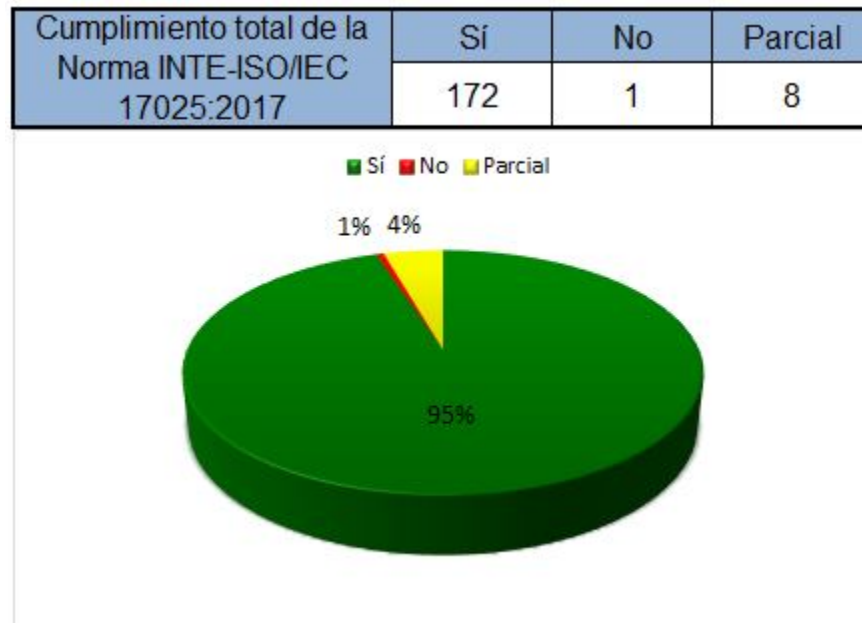
Los costos indicados en la tabla anterior se basan en el tiempo aproximado que se tomaría en la ejecución de actividades para cumplir con cada una de las propuestas de solución expuestas.

El cálculo se realiza al tomar el costo de una hora de trabajo del salario base de uno de los técnicos del laboratorio y multiplicarse por la cantidad de horas aproximadas para cada actividad, lo que da como resultado un total de ₡ 178 410.

5.1.10 Cumplimiento de la norma con implementación de las propuestas

Se hace una nueva revisión de los apartados de la norma para cuantificar el porcentaje de mejora en cuanto al cumplimiento en caso de implementarse las propuestas de solución. A continuación, se presenta la nueva gráfica de pastel para la totalidad de requisitos:

Figura 5.17: Cumplimiento total de la norma con la implementación de las propuestas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con el nuevo análisis de requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, y según los resultados obtenidos en la gráfica de pastel anterior, se obtiene que aumentaría a un 95 % de cumplimiento total de los requisitos, un 4 % de cumplimiento parcial y un 1 % de incumplimiento total, pero cuando se implementen las propuestas de solución, debe analizarse de nuevo para corregir los requisitos restantes.

En la siguiente tabla, se aprecia la comparativa entre el porcentaje de cumplimiento de la situación actual y la situación propuesta con la implementación de las propuestas de solución, en donde se observa que se aumenta en un 46 % el nivel de cumplimiento:

Tabla 5.6: Comparativa del cumplimiento de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017

Porcentaje de cumplimiento	
Situación actual	49 %
Situación propuesta	95 %
Diferencia	46 %

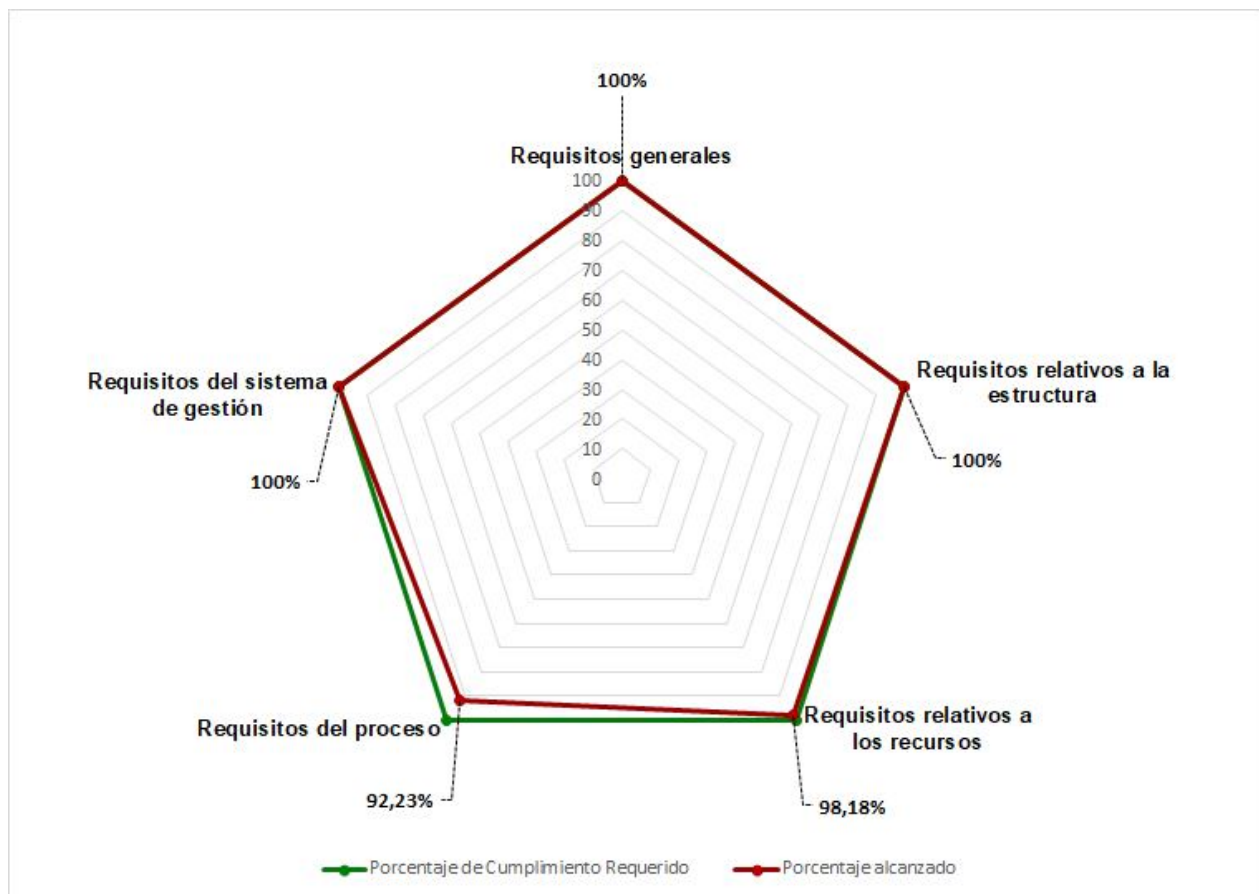
Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.1.11 Gráfico de radar con la implementación de las propuestas

Además, con el nuevo análisis realizado ante la implementación de las propuestas de solución planteadas en este capítulo, se alcanzaría un 95 % de cumplimiento de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.

Por esta razón, se elabora el gráfico de radar para distinguir con mayor detalle los apartados que quedarían con algún tipo de incumplimiento, ya sea parcial o total:

Figura 5.18: Gráfico de radar del cumplimiento de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 con las propuestas de solución implementadas



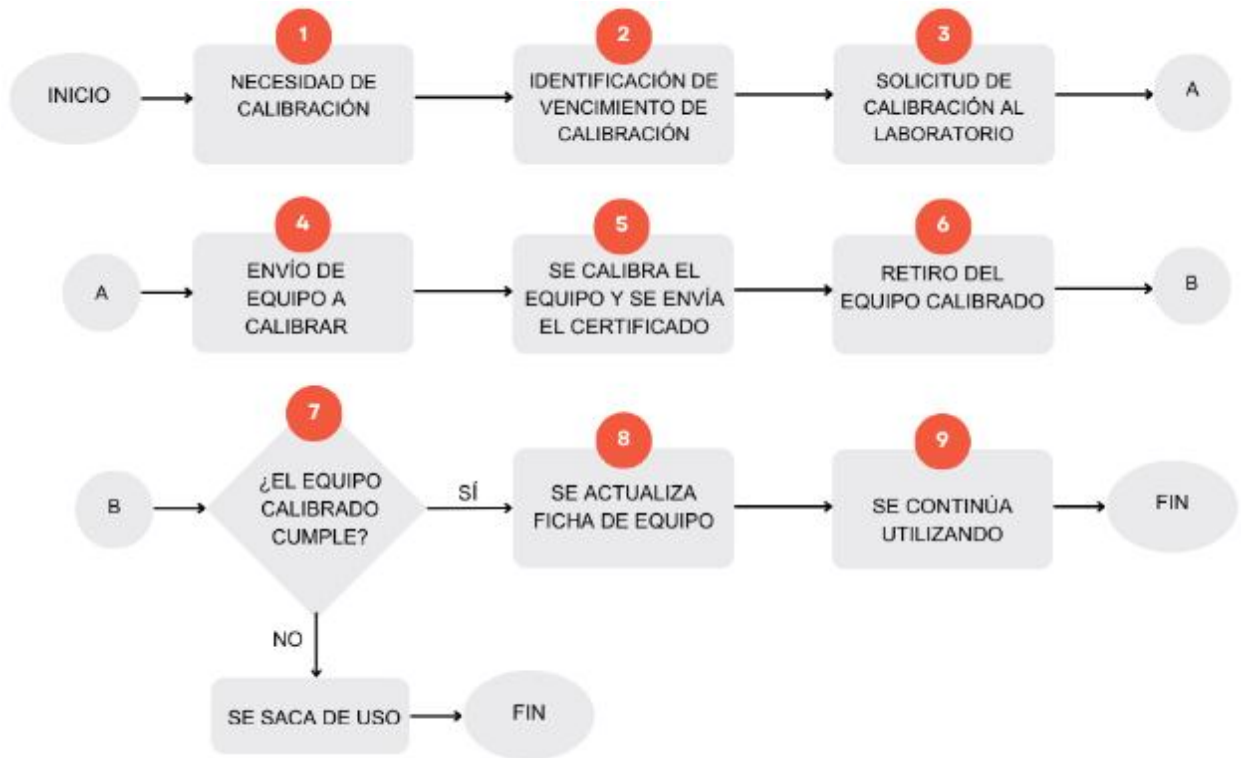
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se aprecia en el nuevo gráfico de radar del análisis de la norma, se estaría alcanzando un porcentaje de cumplimiento bastante alto en la mayoría de los apartados de la norma, quedando por solventar y mejorar aspectos en los capítulos 6, “Requisitos relativos a los recursos”, que obtiene un 98,18 % de cumplimiento, y 7, “Requisitos del proceso”, que obtiene un 92,23 % de cumplimiento.

5.9.12 Diagrama de flujo con la implementación de las propuestas

Luego de implementar las propuestas y una vez que se logre la ampliación del alcance acreditado por parte del Laboratorio de Calibración para atender las solicitudes de los posibles clientes, se propone el siguiente diagrama de flujo para las actividades:

Figura 5.19: Diagrama de flujo propuesto para la calibración de las variables eléctricas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

- 1) Necesidad de una calibración: inicialmente, los clientes del Laboratorio de Calibración tienen una necesidad en cuanto a la calibración de los multímetros y amperímetros.
- 2) Identificación del vencimiento de la calibración: por esto los clientes deben estar atentos a los plazos vigentes de la calibración actual de los equipos y, en caso de estar próximo el vencimiento, se continúa con el siguiente paso.
- 3) Solicitud de la calibración al Laboratorio: el cliente interesado se encarga de la comunicación con el personal del Laboratorio de Calibración, para acordar la entrega de los equipos en las instalaciones de este.

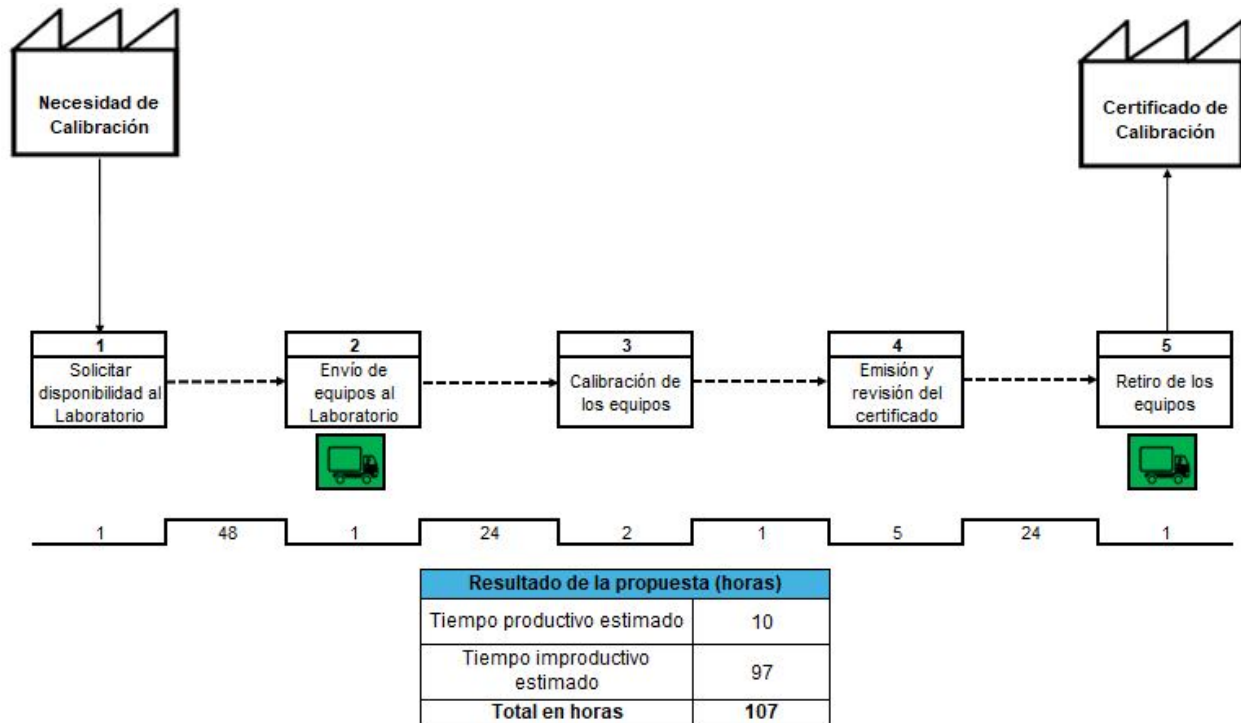
- 4) Envío del equipo a calibrar: una vez acordado el plazo para la recepción, el cliente se encarga de entregar en las instalaciones del Laboratorio de Calibración los equipos en la fecha establecida.
- 5) Se calibra el equipo y se envía el certificado: el Laboratorio de Calibración se encarga de realizar la calibración y la emisión del certificado de la misma, para enviárselo al cliente en los términos acordados.
- 6) Retiro del equipo calibrado: cuando se le envían los certificados de calibración al respectivo cliente, se le informa que puede presentarse a las instalaciones del Laboratorio para el retiro de los equipos.
- 7) Revisión del certificado de calibración: cuando el cliente tiene en su poder los certificados de calibración emitidos, realiza un análisis técnico para determinar si los equipos calibrados se encuentran dentro de los parámetros de exactitud adecuados o si, por el contrario, estos no cumplen y deben ser retirados del uso previsto.
- 8) Se actualiza la ficha del equipo: luego de efectuar dicho análisis y tomar decisiones con base en los resultados obtenidos, se actualiza la ficha del equipo, en esta se anotan los datos necesarios para contar con un control adecuado de la información relevante de cada equipo y la nueva fecha de vencimiento del plazo de calibración establecido para cada caso en específico.
- 9) Se continúa utilizando: por último, si el equipo después de haber sido calibrado cumple con los parámetros requeridos, regresa al área de trabajo asignada.

5.1.13 Mapa de flujo de valor con la implementación de las propuestas

Complementando el diagrama de flujo propuesto, se presenta un nuevo mapa de flujo de valor con la estimación de tiempos realizada de las diferentes etapas productivas e improductivas según la capacidad que tendría el Laboratorio de Calibración en caso de ofrecerse el servicio a sus clientes.

Este diagrama se plantea para determinar los tiempos de atención con el nuevo modelo del proceso y, así, efectuar una comparativa de tiempos entre lo actual y lo propuesto. A continuación, se muestra dicho diagrama:

Figura 5.20: Mapa de flujo de valor propuesto para la calibración de variables eléctricas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con los datos obtenidos se detallan los tiempos del proceso y los tiempos improductivos que se experimentarían en la ejecución de este. Ahora, de acuerdo con la estimación de tiempos hecha, los resultados indican que se destinarían 10 horas en tiempo productivo total y 97 horas de tiempo improductivo total, dando como resultado una suma de tiempo en horas total de 107. Asimismo, las horas se convierten a días y se obtienen 4,45 días en promedio para la atención de solicitudes.

5.1.14 Comparativa de tiempos

Con la información obtenida de los mapas de flujo de valor, tanto para la situación actual como de la propuesta, se elabora una tabla comparativa de los tiempos, esta se aprecia a continuación:

Tabla 5.7: Comparativa de tiempos entre la situación actual y la situación propuesta

Condición	Tiempo total (horas)
Situación actual	2528
Situación propuesta	107
Diferencia	2421

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, con la implementación de las propuestas, y una vez que se logre ampliar el alcance acreditado del Laboratorio en la calibración de variables eléctricas, se obtiene una disminución de tiempo de 2421 horas o, lo que es igual, 100,87 días, es decir, una reducción muy considerable en la atención de la necesidad para los clientes que requieran el servicio.

5.1.15 Porcentaje de ahorro de tiempo

También, se calcula el porcentaje de disminución de tiempo que se alcanzaría de acuerdo con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de disminución} = \frac{\text{Tiempo disminuido (h)}}{\text{Horas situación actual (h)}} \times 100$$

Al sustituir los datos de la fórmula de este cálculo, se obtiene lo siguiente:

$$\text{Porcentaje de disminución} = \frac{2421 \text{ horas}}{2528 \text{ horas}} \times 100 = 95,77 \%$$

El dato obtenido para determinar la reducción de tiempos en términos porcentuales de la atención de la solicitud de un cliente desde que se da la necesidad de calibrar un equipo es de 95,77 %, lo cual es un dato muy relevante para el análisis realizado en el estudio.

5.1.16 Valoración de los riesgos con la implementación de las propuestas

Seguidamente, se efectúa un nuevo análisis de riesgos suponiendo la implementación de las propuestas de solución en el Laboratorio de Calibración.

Tabla 5.8: Valoración de los riesgos con la implementación de las propuestas de solución en el Laboratorio de Calibración

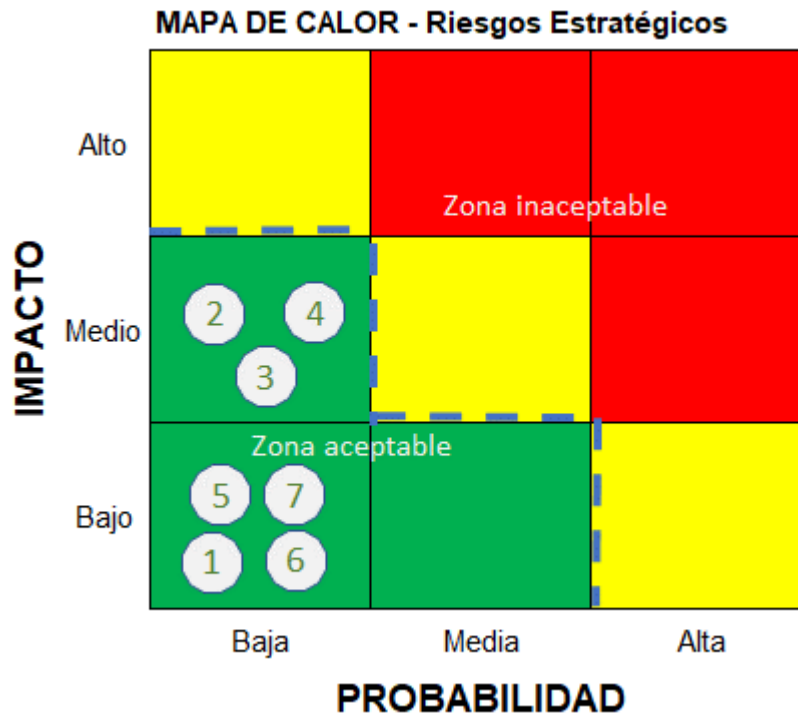
	Descripción del Evento (¿Qué puede ocurrir?)	(P) PROBABILIDAD 1. Bajo 2. Medio 3. Alto	(I) IMPACTO 1. Bajo 2. Medio 3. Alto	(P x I) SEVERIDAD 1 a 2: Bajo 3 a 4: Medio 6 a 9: Alto	Tipo de Mitigación: Aceptar Evitar Reducir Transferir
1	Los clientes internos podrían preferir el servicio de calibración por medio de un laboratorio externo	1	1	1	Reducir
2	No contar con presupuesto para implementar el proyecto	1	2	2	Transferir
3	Incumplimiento de requisitos ante el ECA	1	2	2	Evitar
4	Incurrir en no conformidades	1	2	2	Evitar
5	Falta recursos tecnológicos	1	1	1	Transferir
6	Falta de conocimiento por parte del personal	1	1	1	Transferir
7	Retrasos en los procesos de contratación de las capacitaciones	1	1	1	Transferir

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con la aplicación de la nueva valoración de riesgos identificados en el capítulo IV, de nuevo se valoran los riesgos que inicialmente se encuentran en una zona inaceptable.

Al respecto, se consideran los mismos criterios en cuanto a los niveles de probabilidad e impacto que estos pueden tener después de haberse solucionado los aspectos identificados en el análisis de brecha, y se obtiene el siguiente mapa de calor:

Figura 5.21: Mapa de calor si son implementadas las propuestas de solución



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En un inicio se presenta un cambio en el evento n.º 6, llamado “Falta de conocimiento por parte del personal”, ya que con la capacitación propuesta para el personal del Laboratorio de Calibración, este riesgo cambiaría de nivel de severidad media a nivel de severidad baja.

Y otros eventos que antes se encuentran en la zona inaceptable pasan de severidad alta a un nivel de severidad baja con un nivel de impacto medio, pero de igual manera se mantendrían dentro de una zona aceptable. Estos riesgos son los siguientes:

- No contar con presupuesto para implementar el proyecto.
- Incumplimiento de requisitos ante el ECA.
- Incurrir en no conformidades.

El resumen de la mejora en los riesgos identificados entre la situación actual contra la situación propuesta se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.9: Comparativa de la mejora en los riesgos identificados

Descripción del Evento	Severidad actual	Severidad Propuesta
No contar con presupuesto para implementar el proyecto	Media	Baja
Incumplimiento de requisitos ante el ECA	Alta	Baja
Incurrir en no conformidades	Alta	Baja
Falta de conocimiento por parte del personal	Media	Baja

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla comparativa anterior, se observa que los riesgos con un nivel de severidad en una zona inaceptable podrían mejorarse pasando a una severidad dentro de la zona aceptable.

5.2 CONTROLAR

La última etapa de la metodología DMAIC es controlar, por lo tanto, una vez que se identifican y proponen las posibles alternativas que solucionen el problema, se incluyen acciones para monitorear el cumplimiento de dichas propuestas, con la finalidad de asegurar un desempeño óptimo de estas y garantizar el cumplimiento de las acciones por tomar.

5.2.1 Plan de calidad

Para llevar a cabo las propuestas de solución descritas, específicamente las relacionadas a la etapa documental del sistema de gestión, es responsabilidad del gestor de calidad ejecutar un plan de calidad para el tratamiento de las oportunidades de mejora detalladas, las mismas deben registrarse en el sistema empresarial llamado Mesa de Servicios, con el objetivo de asignar responsabilidades, establecer compromisos en cuanto a la ejecución de actividades y documentar las evidencias.

Además, se propone que para solucionar dichas no conformidades del sistema de gestión, se debe aprovechar el conocimiento y experiencia por parte de los responsables del sistema de gestión del Laboratorio de Calibración, por ello, el gestor de calidad debe realizar una programación de sesiones de trabajo para implementar las actividades pertinentes.

5.2.2 Reuniones kaizen

Se propone efectuar reuniones *kaizen* mensualmente en la primera semana de cada mes, con el personal del Laboratorio de Calibración, para dar seguimiento a las actividades descritas en el plan de calidad.

Las reuniones se ejecutan por medio de la plataforma de Microsoft Teams, y se programan y lideran por el gestor de calidad.

Asimismo, se debe contar con la participación de los siguientes puestos:

- El líder del Laboratorio.
- El líder del Departamento de Gestión Integrada.
- El gestor de calidad.
- Dos técnicos de calibración.

De ser necesaria la participación de algún colaborador que no se menciona con anterioridad, el gestor de calidad debe realizar la convocatoria a la reunión, para contar con la participación de dicho trabajador.

En la reunión se levanta una minuta y se revisan los avances, el cumplimiento de tareas y los temas presentados por los participantes de esta actividad, así como los acuerdos resultantes de cada reunión.

Al finalizar la reunión, el gestor de calidad debe enviar por correo electrónico la minuta para que los participantes la firmen digitalmente y, una vez firmada por todos, la minuta se carga al Control Documental de la ESPH, para que pueda ser consultada por los interesados en caso de requerirse.

5.2.3 Aseguramiento de la validez de los resultados

Como parte de los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, y según el apartado 7.7 llamado: “Aseguramiento de la Validez de los Resultados”, se debe contar

con un procedimiento para hacer el seguimiento de la validez de los resultados, el cual debe ser planificado, revisado y adecuado a los aspectos técnicos, lo que aplicaría para los analizados en el presente estudio.

Para cumplir con esto, el Laboratorio de Calibración, dentro de su sistema de gestión, tiene el procedimiento llamado EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados, en donde se describen las actividades de aseguramiento de la validez de las calibraciones, autorizaciones de actividades, supervisión y evaluaciones; todo esto para garantizar la veracidad de los resultados emitidos.

Como se evidencia en el análisis de brecha, existe un cumplimiento parcial de este aspecto, por lo que se recomienda reforzar y dar seguimiento a las siguientes actividades de aseguramiento de validez de los resultados:

- Aplicación de comprobaciones funcionales del equipamiento.
- Aplicación de comprobaciones intermedias del equipo calibrador multiproducto 5522A.
- Repetición de calibraciones utilizando los mismos métodos.
- Recalibración de ítems conservados.
- Aplicación de comparaciones intralaboratorio.
- Participación en ensayos de aptitud.
- Participación en comparaciones interlaboratorio.

Estas actividades deben ser programadas y vigiladas por parte del líder del Laboratorio, quien se encarga de llevar un control de cada una de estas tareas, el procesamiento de los datos obtenidos y la publicación en el Control Documental de la ESPH.

5.2.4 Auditoría interna

Como requisito para evaluar los criterios y las políticas emitidos por el ECA y en cumplimiento con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, el gestor de calidad junto con el líder deben establecer por año una auditoría interna para evaluar el sistema de gestión que se pretende implementar en la calibración de variables eléctricas y, cuando se considere oportuno, se pueden efectuar auditorías adicionales a las programadas.

Por consiguiente, en el aprovechamiento de esta actividad, que ya se encuentra dentro del presupuesto anual del Laboratorio de Calibración, se propone que, dentro de los

objetivos y el alcance de la próxima auditoría por realizarse en el año 2025, el gestor de calidad solicite previamente al equipo auditor una revisión a profundidad del cumplimiento de cada apartado de la norma en donde se evidencian incumplimientos, pero que con la implementación de las propuestas se solucionan.

En cuanto a esta actividad, el equipo evaluador debe hacer énfasis especialmente en los siguientes capítulos de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017:

- Capítulo 6 “Requisitos relativos a los recursos”.
- Capítulo 7 “Requisitos del proceso”.

Una vez finalizada la auditoría, y emitido el informe por parte del equipo evaluador, el gestor de calidad y el líder del laboratorio deben:

- Determinar el grado de conformidad del sistema de gestión.
- Evaluar la eficacia del sistema de gestión para lograr los resultados previstos.
- Identificar oportunidades para la mejora potencial del sistema de gestión.
- Evaluar la idoneidad y adecuación del sistema de gestión con respecto al contexto auditado en calibración de variables eléctricas.
- Evaluar la capacidad del sistema de gestión para alcanzar los objetivos y abordar eficazmente los riesgos y oportunidades de mejora.

Adicional, y de ser necesario, el gestor de calidad debe proceder a la apertura de tickets de acciones correctivas en el sistema empresarial llamado Mesa de Servicios.

Estas acciones correctivas, y sus respectivos cumplimientos, se revisan y se les da seguimiento en las reuniones *kaizen* al inicio de cada mes.

5.3 CÁLCULO DE BENEFICIOS

Con una hipotética implementación de las propuestas de solución planteadas en este capítulo que cerrarían las brechas en relación con los incumplimientos presentes en la actualidad, se efectúa el estudio del proyecto desde el punto de vista financiero para identificar si es factible ponerlo en marcha, analizando los factores como son: gastos operativos y gastos administrativos implicados.

Se debe aclarar que existen algunas cotizaciones hechas en dólares estadounidenses, por lo que en adelante para el tipo de cambio se utiliza como referencia el precio del

dólar \$ 1 = ₡ 516,70. Este cálculo se basa en un promedio del histórico de la venta del dólar en el primer semestre del 2024, según el Banco Central de Costa Rica.

Considerando la cantidad de equipos que posee la organización y el pago por la contratación de calibraciones, en el capítulo IV, en la Tabla 4.12 del estudio, se detallan los costos anuales en los que incurre la ESPH por dicho rubro, los cuales corresponden a un valor aproximado de \$ 24 332,48, lo que es alrededor de ₡ 12 572 637.

El monto anterior representa lo que la ESPH ahorraría mediante la calibración de multímetros y amperímetros en el Laboratorio de Calibración. Además, otro aspecto por resaltar es que, según se evidencia en el análisis del capítulo IV, la organización contaría con la capacidad de ofrecer dichos servicios de calibración de variables eléctricas a clientes externos, lo cual beneficiaría la obtención de recursos que den mucha más sostenibilidad y rentabilidad a la acreditación.

5.3.1 Inversión de la capacitación

Con el afán de cuantificar y analizar las inversiones necesarias para la puesta en marcha del proyecto, primeramente se efectúa un levantamiento de las inversiones que se describen en las propuestas de solución para lograr solventar las falencias identificadas en el análisis de brecha de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017 y, así, obtener un cumplimiento total de los requisitos, lo cual le demostraría al ECA que el Laboratorio cuenta con la capacidad de realizar calibraciones de variables eléctricas. A continuación, se muestra en detalle:

Tabla 5.10: Detalle de la inversión por concepto de capacitación al personal

Rubro	Monto (dólares)	Total
Capacitación del personal	\$ 1695	\$ 1695
Total		\$ 1695

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior, se aprecia la contratación de los servicios de capacitación para el personal del Laboratorio por parte de un ente acreditado y experimentado. El total que debe invertirse corresponde a un monto de \$ 1695, que según el tipo de cambio aplicado son ₡ 875 810.

5.3.2 Gastos administrativos del proyecto

Seguidamente, se indican los costos de las dos inversiones que deben realizarse al inicio del proyecto; cabe aclarar que el monto por este rubro es cancelado en la etapa inicial del proyecto, por una única vez.

Tabla 5.11: Gastos administrativos del proyecto

Ítem	Rubro	Total
1	Mano de obra en la implementación de actividades para las propuestas de solución	₡ 178 410
2	Solicitud de la ampliación de la acreditación al ECA	₡ 4 559 894
Total		₡ 4 738 304

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior se muestra el cálculo hecho del costo aproximado de ₡ 178 410 en términos de mano de obra en tiempo invertido en la realización de actividades para la implementación de las propuestas de solución del problema.

Por otra parte, el monto por la solicitud de ampliación de la acreditación al ECA tiene un costo de \$ 8825 incluyendo el IVA, que, según el tipo de cambio actual, representa un monto de ₡ 4 559 894.

El dato de la cotización por la solicitud de ampliación de la acreditación al ECA se encuentra en el anexo 5, y se detalla una serie de líneas que son necesarias por evaluar para determinar si el Laboratorio es apto o no para optar por la ampliación de su alcance. A continuación, se enumeran los rubros que el ECA necesita evaluar:

- Solicitud de Ampliación Laboratorios Ensayo y Calibración.
- Tiempo (h) Evaluador Líder Documental.
- Tiempo (h) Evaluador Documental.
- Tiempo (h) Experto Técnico Documental.
- Tiempo (h) Evaluador Líder In situ.
- Tiempo (h) Evaluador In situ.
- Tiempo (h) Experto Técnico In situ.
- Tiempo (h) Evaluador Líder PAC.
- Tiempo (h) Evaluador PAC.

- Tiempo (h) Experto Técnico PAC.
- Tiempo (h) Evaluador Líder VAC.
- Tiempo (h) Experto Técnico VAC.
- Otorgamiento Acreditación Laboratorios Ensayo y Calibración.

La suma del cálculo de los costos de mano de obra y de la solicitud de la ampliación al ECA para determinar los gastos administrativos sería un total de ₡ 4 738 304.

5.3.3 Gastos operativos del proyecto

A continuación, se cuantifican los gastos operativos del proyecto; al respecto, cabe destacar que estos montos deben ser contemplados en el presupuesto de cada año del Laboratorio de Calibración.

Tabla 5.12: Gastos operativos del proyecto

Ítem	Rubro	Total
1	Mantenimiento de la acreditación al ECA	₡ 530 460
2	Calibración del patrón	₡ 309 504
3	Mano de obra	₡ 582 180
Total		₡ 1 422 144

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior se muestra el monto del mantenimiento de la acreditación que debe cancelarse al ECA por año. El dato de esta cotización se encuentra en el anexo 5 y, según la línea descrita en la cotización llamada “Cuota de Mantenimiento Anual Laboratorios Ensayo y Calibración”, tiene un costo de \$ 1030 incluyendo el IVA; de acuerdo con el tipo de cambio actual, representa un monto de ₡ 530 460.

Además, para el cálculo de los costos operativos, también se considera el rubro por calibración del patrón, que según la cotización adjunta en el anexo 3 se trata de \$ 599, equivalente a ₡ 309 504.

Adicional, con base en la cantidad de equipos de variables eléctricas existentes en la ESPH, el tiempo aproximado que tomaría calibrar cada uno de estos equipos es de

aproximadamente dos horas. Con esa información se determina que el monto anual correspondiente a mano de obra sería de ₪ 582 180.

El monto total para los gastos operativos es ₪1 422 144.

5.3.4 Cálculo de los costos de la inversión

Por último, se contabiliza el total de los gastos calculados con anterioridad y que deben realizarse para la implementación de las propuestas de solución, las cuales se consolidan en la siguiente tabla:

Tabla 5.13: Cuantificación total de la implementación de las propuestas de solución

Ítem	Rubro	Total
1	Capacitación del personal	₪ 875 810
2	Gastos administrativos del proyecto	₪ 4 738 304
3	Gastos operativos del proyecto	₪1 422 144
Total		₪ 7 036 258

Fuente: Elaboración propia, 2024.

El costo total calculado que requiere invertirse para la implementación de las propuestas de solución es por un monto de ₪ 7 036 258.

5.3.5 Análisis costo-beneficio

Como parte fundamental para evaluar los beneficios económicos que el proyecto le traería a la ESPH, se lleva a cabo el cálculo para medir la relación entre los costos que implica la implementación del proyecto calculados con anterioridad y los beneficios obtenidos posterior a la implementación.

Para hacer el cálculo matemático, se utiliza como beneficio neto el monto contabilizado que la ESPH invierte en calibraciones contratadas a laboratorios externos y que se ahorraría si el Laboratorio de Calibración ejecuta dichas labores.

Por otra parte, para los costos de inversión se toma en cuenta la capacitación inicial que requiere el personal, los gastos operativos como lo son los gastos de mantenimiento al ECA y la calibración del patrón y, por último, los gastos administrativos en donde se incluye la solicitud de ampliación al ECA.

La fórmula que se utiliza para realizar el cálculo es la siguiente:

$$\text{Costo – beneficio} = \frac{\text{Beneficios netos en colones}}{\text{Costos de inversión en colones}}$$

Posteriormente, se sustituyen los datos por los valores calculados:

$$\text{Costo – beneficio} = \frac{\text{₡ 12 572 637}}{\text{₡ 7 036 258}} = 1,78$$

El valor que se conoce como índice neto de rentabilidad es de 1,78 luego de aplicar el cálculo, esto indica que los ingresos son mayores a los costos, por lo que el proyecto es rentable.

5.3.6 Retorno de la inversión

Como complemento al análisis del costo beneficio calculado con anterioridad, se utiliza la métrica financiera para evaluar el tiempo en años que tarda en recuperarse la inversión hecha.

Para la aplicación de esta herramienta, se emplea la siguiente fórmula:

$$PRI = \frac{\text{Costos de inversión en colones}}{\text{Beneficios netos en colones}}$$

Al sustituir los datos de la fórmula de este cálculo, se obtiene:

$$PRI = \frac{\text{₡ 7 036 258}}{\text{₡ 12 572 637}} = 0,55 \text{ años}$$

El resultado obtenido en el cálculo de PRI es de 0,55 años, o sea, los beneficios que puede traer la implementación del proyecto retornarían a la ESPH en prácticamente medio año después de haber sido implementado.

5.3.7 Proyección de ingresos

Por último, se presentan las cotizaciones adjuntas en el anexo 1 acerca del gasto aproximado en el que actualmente incurre la ESPH por la contratación de los servicios de calibración de multímetros y amperímetros a laboratorios acreditados externos. Este cálculo se lleva a cabo proyectando los datos a un plazo de seis años, a la vez, se les aplica una inflación del 3 %. Este porcentaje para la estimación es brindado por la Unidad de Planificación de la ESPH y puede variar en mayor o menor medida con el paso del tiempo.

Tabla 5.14: Proyección de las ganancias por concepto de calibración de las variables eléctricas

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
₡ 5 536 379	₡ 11 485 009	₡ 11 829 558	₡ 12 184 445	₡ 12 549 978	₡ 12 926 477

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Los ingresos de la tabla anterior corresponden a los beneficios que se obtendrían a partir del primer año de implementado el proyecto. Los datos son pronósticos basados en los cálculos de los costos de inversión del punto 5.3.4, esto para estimar los ingresos que se lograrían si la organización utilizara los servicios de calibración del Laboratorio de Calibración, evitando contratar a terceros.

Además, en el año 1 se obtendría una reducción considerable de las ganancias si se compara con los siguientes cinco años, esto se debe a gastos iniciales del proyecto como lo son la capacitación y los gastos administrativos, los cuales deben realizarse por una única vez, pero a partir del año 2 se observan datos de ganancia mucho mayores.

5.3.8 Cálculo del ahorro de gastos operativos por año

Se efectúa el cálculo de cuánto sería el ahorro si se compara con el gasto actual, esto con base en la suposición de que el Laboratorio logre la ampliación del alcance acreditado ante el ECA para ofrecer los servicios dentro de la ESPH. Se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro anual} = \text{Gasto actual laboratorios externos} - \text{Gastos operativo laboratorio interno}$$

Se resta el gasto actual en que incurre la ESPH por la contratación de laboratorios externos, menos el costo operativo calculado con anterioridad en el punto 5.3.3, que corresponde a la inversión anual que debe asumir la ESPH por año para mantener el proyecto.

$$\text{Ahorro anual} = \text{₡ } 12\,949\,816 - \text{₡ } 1\,464\,807 = \text{₡ } 11\,485\,009$$

Se obtiene el dato que indica que la ESPH obtendría un ahorro de ₡ 11 485 009 por año si se concreta la ampliación del alcance acreditado ante el ECA.

Este dato sugiere que el porcentaje de ahorro obtenido sería de 88,68 %.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Con la conclusión del análisis estratégico por medio del análisis CAME, se brindaron dos estrategias principales, las cuales fueron el eje principal del proyecto. Primero, se propuso la creación de un modelo de negocio que le permita al Laboratorio de Calibración tener un plan estratégico para llevar a cabo la comercialización de nuevos servicios y, como segunda estrategia resultante del análisis CAME, se planteó la realización de un análisis de brecha de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017. En este análisis se demostró que el Laboratorio de Calibración opera con un sistema de gestión bastante estable, pero de momento el mismo no contempla la calibración de variables eléctricas, por lo que necesita ajustes para asegurar el cumplimiento de los requisitos.
- El Laboratorio de Calibración debe ampliar su alcance de acreditación para la diversificación de servicios que generen nuevas fuentes de ingresos a la ESPH.
- Se evidenció la existencia de un grupo considerable de clientes a nivel interno de la ESPH que haría uso del servicio que pretende brindar el Laboratorio.
- En la actualidad la ESPH requiere la contratación de laboratorios externos para la calibración de variables eléctricas; al respecto, por este concepto incurre en un gasto aproximado de ₡ 12 572 637 por año.
- Mediante el mapa de flujo de valor para el proceso de calibración de variables eléctricas, se descubrió que el tiempo total invertido en enviar los equipos a calibrar a un laboratorio externo es de 2528 horas.
- En el análisis de brecha contra la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, el resultado indicó que en la actualidad el Laboratorio tiene un 55 % de cumplimiento, un 23 % de cumplimiento parcial y un 22 % de incumplimiento.
- Se realizó un análisis de los riesgos estratégicos a los que se enfrenta el Laboratorio de Calibración y se evidenciaron cuatro rubros que se encuentran en una zona inaceptable dentro de un mapa de calor, por esto deben ajustarse para que su condición mejore. Estos riesgos son: no contar con presupuesto para implementar el proyecto, incumplimiento de requisitos ante el ECA, incurrir en no conformidades y falta de conocimiento por parte del personal.

- Por medio de un análisis de causa mediante una lluvia de ideas y un diagrama de Ishikawa, se obtuvo como resultado un total de 9 causas, las cuales se concentran en aspectos relacionados a documentación, equipamiento, instalaciones, procedimiento y personal.
Al realizar una multivotación y un diagrama de Pareto, las causas más críticas, para un 80 % acumulado del problema, fueron:
 - 1) El equipo patrón no está calibrado.
 - 2) No se han adaptado documentos para la calibración de variables eléctricas.
 - 3) Falta documentación del sistema de gestión.
 - 4) Falta capacitación en calibración de variables eléctricas.
 - 5) No se ha desarrollado un procedimiento de calibración.
- El Laboratorio cuenta con gran parte de los equipos necesarios para desarrollar el proceso de calibración de variables eléctricas; sin embargo, es necesario dar trazabilidad de calibración al equipo calibrador multiproducto 5522A.
- El sistema documental actual del Laboratorio es bastante robusto, pero se requiere la adaptación de documentos al proceso de variables eléctricas, así como la creación de otro tipo de documentación como lo es el procedimiento de calibración.
- Se evidenció que el personal del Laboratorio requiere capacitación en el uso del equipo calibrador multiproducto 5522A.
- No se ha desarrollado un procedimiento de calibración para la ejecución de los pasos durante la calibración de variables eléctricas.
- Con la implementación de las propuestas de solución, se obtendría un 46 % de mejora en cuanto al cumplimiento total de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017, alcanzando un 95 % de cumplimiento total.
- Según el mapa de flujo de valor propuesto, el tiempo total del servicio con la implementación de propuestas sería de 107 horas, esto generaría un ahorro de 2421 horas, o bien, 100,87 días menos si se compara con un laboratorio externo.
- Después de analizar de nuevo los riesgos estratégicos con la implementación de las propuestas, se obtuvo una mejora considerable de los eventos que fueron

identificados dentro de una zona inaceptable; al respecto, el evento “falta de conocimiento por parte del personal” pasó a estar dentro de un nivel de severidad baja, y los eventos: “no contar con presupuesto para implementar el proyecto”, “incumplimiento de requisitos ante el ECA” e “incurrir en no conformidades” pasaron a estar en una zona aceptable con un nivel de impacto medio.

- El total de los costos de inversión en la implementación de las propuestas de solución es de aproximadamente ₡ 7 036 258.
- Según la relación del cálculo de costo-beneficio, se obtuvo un dato de 1,78, lo cual significa que los beneficios son mayores a los costos y, por lo tanto, el proyecto es viable.
- Por otra parte, el cálculo realizado para determinar el plazo del retorno de la inversión dio como resultado que los beneficios del proyecto se verán reflejados en aproximadamente 0.55 años, es decir, alrededor de 6.59 meses.
- Se calculó la reducción de los costos operativos, demostrándose que la ESPH se ahorraría un total de ₡ 11 150 493, esto significa un 88,68 % menos de lo que se gasta en la actualidad.

Recomendaciones

- Se recomienda a la Alta Dirección motivar al resto de la organización a utilizar los servicios del Laboratorio de Calibración y fomentar las buenas prácticas para asegurar la validez de los resultados.
- Una vez implementadas las alternativas de solución propuestas, se sugiere efectuar un nuevo análisis de brecha para conocer el aumento del cumplimiento real de los requisitos de la norma.
- Luego de implementadas las mejoras, se aconseja llevar a cabo una auditoría interna extraordinaria para evaluar el proceso de calibración de variables eléctricas, tanto en la gestión como en la competencia técnica del personal.
- Tal como se propuso en el modelo de negocio, se recomienda a la organización buscar más concretamente la manera de ampliar el mercado meta a clientes externos para aumentar los ingresos y la viabilidad del proyecto.

- Como parte de los resultados del análisis estratégico, se sugiere buscar la forma de comercializar los servicios del Laboratorio de Calibración fuera de la ESPH.
- Por último, se recomienda aumentar los controles de la humedad relativa dentro del laboratorio, para que continúe operando dentro de los límites establecidos y, además, mantener un intervalo de confianza más preciso.

REFERENCIAS

Libros

Barrantes, R. (2014). *Investigación: un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. EUNED.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación.

Buonocore, D. (1980). *Diccionario de bibliotecología*. (2° ed.). Marymar.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2006). *Metodología de la investigación*. (4° ed.). McGraw Hill.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (6° ed.). McGraw Hill.

Proyectos de investigación

Alpizar, I. (2021). *Estrategia de actualización del sistema de gestión de calidad de IIG Laboratorios basado en la norma ISO-IEC 17025:2017 y los criterios del Ente Costarricense de Acreditación como propuesta de mejora ante la nueva versión*. [Trabajo de graduación para optar por el grado de Magíster en Metrología y Calidad, Universidad Nacional de Costa Rica].
<https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/23372>

Cano, Y. (2023). *Implementación del sistema de gestión de calidad aplicando la norma ISO/IEC 17025:2017 para la acreditación de un laboratorio geotécnico*. [Trabajo para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo].
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/9478104>

Duarte, M. (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. [Trabajo para optar por el grado académico de Maestro en Ingeniería Civil, Universidad Privada de Tacna]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/643>

Fallas, A. (2019). *Propuesta basada en la gestión profesional de proyectos, para la acreditación de un ensayo en el Laboratorio de Materiales del MOPT bajo la norma ISO/IEC17025.* [Trabajo de graduación para optar por el grado de Maestría en Gerencia de Proyectos, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10728/propuesta-basada-gestion-profesional-proyectos-acreditacion-ensayo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López, M. y Mora, D. (2019). *Modelo de un sistema de gestión integrado bajo las normas INTE-ISO/IEC 17025:2017 e INTE/ISO 31000:2011 para laboratorios de ensayo con vinculación externa de la Universidad Nacional.* [Trabajo de graduación para optar por el grado de Maestría en Metrología y Calidad, Universidad Nacional de Costa Rica]. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18139>

Miranda, J. (2022). *Fortalecimiento del sistema de gestión de laboratorio según lo dispuesto en la norma ISO/IEC 17025 (2017) para la acreditación de un laboratorio en una empresa de alimentos ubicada en Liberia, Guanacaste.* [Trabajo para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica]. <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/3a9d2ef5-9c43-4756-88c6-ee2f922819b3>

Monge, Y. y Vargas, R. (2023). *Diseño de un sistema de gestión de riesgos en el Laboratorio de Ciencia de las Mediciones Aplicadas (LACIMA) de la Sede Interuniversitaria de Alajuela.* [Trabajo final de investigación para optar al grado de Maestría Profesional en Administración Pública con énfasis en Gestión Pública, Universidad de Costa Rica]. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/items/bd5ba60a-ef81-43d8-997f-bf24b32f84e8>

Ortiz, D. (2023). *Acreditación de un procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M2 y M3 en cumplimiento con los requisitos de la INTE ISO/IEC 17025:2017*. [Trabajo para optar por el título profesional de Licenciado en Física, Universidad Nacional del Callao]. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/8727>

Ramírez, G. (2020). *Evaluación y acreditación de la EMA con base a la norma ISO-IEC 17025 (NMX-EC-17025)*. [Trabajo de graduación de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Colima]. <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/3410>

Sánchez, D. (2023). *Desarrollo de un sistema integrado de gestión para una empresa del rubro eléctrico acreditada en las normas NTP ISO/IEC 17020:2012 como organismo de inspección y NTP ISO/IEC 17025:2017 como laboratorio de calibración*. [Trabajo para optar por el título profesional de Ingeniera Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/19912>

Vidal, T. (2022). Enfoque cuantitativo: taxonomía desde el nivel de profundidad de la búsqueda del conocimiento. *Llalliq*, 2(1), 13-27. <https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/llalliq/article/view/936/997>

Fuentes de Internet

Alonso, M. (2024). *Gestión de calidad: qué es, etapas y herramientas para implantarla en tu negocio*. <https://asana.com/es/resources/quality-management>

Arguinzoni, A. (s.f.). *Guías para preservar los registros históricos*. <https://www.accesscorp.com/es-us/blog/guias-para-preservar-los-registros-historicos/#:~:text=Los%20registros%20hist%C3%B3ricos%20son%20documentos,ser%20lo%20que%20somos%20hoy>

Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2024). *Detalle de la Ley 10473*.
https://www.asamblea.go.cr/Centro_de_informacion/Consultas_SIL/SitePages/ConsultaLeyes.aspx

Aster, G. (2022). *Las “7S de McKinsey”, ¿qué son y cómo implementarlas?*
<https://www.marketingdepymes.com/marketing/estrategico/las-7s-de-mckinsey-que-es-y-como-implementarlas/>

Banco Central de Costa Rica. (2024). *Tipo cambio de compra y de venta del dólar de los Estados Unidos de América*.
<https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20400>

Camargo, G. (2021). *Descubre cuáles son los plazos y las razones de retorno sobre la inversión*. <https://rockcontent.com/es/blog/razones-de-retorno-sobre-la-inversion/>

Cantarero, A. (2023). *¿Qué es un diagrama de flujo y cómo hacer uno?*
<https://ebac.mx/blog/diagrama-de-flujo>

Castelan, J. (2023). *Análisis GAP en empresas: una herramienta valiosa para la mejora continua*. <https://www.crehana.com/blog/gestion-talento/analisis-gap/>

Cervilla, M. (2022). *Cómo hacer un análisis DAFO de una empresa*.
<https://manuelcervilla.com/como-hacer-analisis-dafo-empresa/>

Corral, V. (s.f.). *Metodología DMAIC*. <https://academy.dpsys.com.mx/metodologia-dmaic/>

De Miguel, Javier. (s.f.). *Manual de procedimientos: qué es y cómo hacerlo*.
<https://www.doofinder.com/es/blog/manual-de-procedimientos>

Díaz, C. (2022). *Gráficos de araña, qué son y cómo diseñarlos.*
<https://www.socialmediapymes.com/graficos-de-arana-que-son/>

Electricity Magnetism. (s.f.). *Un amperímetro.* <https://www.electricity-magnetism.org/es/un-amperimetro/>

Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH). (s.f.). *Organigrama institucional.*
<https://www.esph-sa.com/sobre-la-esph/filosofia-empresarial/organigrama-institucional>

Ente Costarricense de Acreditación (ECA). (2023). *¿Qué es el ECA?* <https://eca.or.cr/>

Equipos y Laboratorio de Colombia. (s.f.). *Metrología conceptos y definiciones.*
<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/metrologia-conceptos-y-definiciones>

ESGinnova Group. (2023). *Norma ISO/IEC 17025:2017.* <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2023/08/norma-iso-iec-17025-2017/>

Fernández, J. D. (2022). *Qué es un análisis CAME y cómo aplicarlo a tu estrategia.*
<https://josedavidfernandez.com/analisis-came/>

Fluke Calibration. (s.f.). *Calibrador multiproducto 5522A.*
https://la.flukecal.com/products/obsolete-products/calibrador-multiproducto-5522a?quicktabs_product_details=4

Gaskin, J. (2021). *¿Qué es un gráfico de barras?* <https://es.venngage.com/blog/grafico-de-barras/>

Intronica. (s.f.). *Pinza amperimétrica TRM Fluke de CA/CC 1000 A FLUKE 376 FC con sonda iFlex*. <https://www.intronica.com/producto/pinza-amperimetrica-trm-fluke-de-cacc-1000-a-fluke-376-fc-con-sonda-iflex/39>

Laoyan, S. (2024a). *Cómo implementar el análisis de brechas para alcanzar los objetivos de negocios*. <https://asana.com/es/resources/gap-analysis>

Laoyan, S. (2024b). *Método kaizen: la guía para la mejora continua en las empresas*. <https://asana.com/es/resources/continuous-improvement>

LATU. (2020). *Calibración, ajuste y verificación*. <https://www.latu.org.uy/noticias/calibracion-ajuste-y-verificacion>

Marín, A. (s.f.). *Multivotación*. <https://es.scribd.com/doc/160265835/Multivotacion-1>

Marte, C. (2020). *Cómo hacer un Value Stream Mapping (VSM)*. <https://www.ambitbst.com/blog/c%C3%B3mo-hacer-un-value-stream-mapping-vsm>

Medina, L. (s.f.). *Diagrama de Ishikawa: identifica fallos en tu empresa*. <https://www.pandape.com/blog/diagrama-ishikawa/>

METCAL. (s.f.). *Variable eléctrica*. <https://metcal.net/servicios/variable-electrica/>

MideBien. (s.f.). *Incertidumbre de medición—definición y factores*. <https://midebien.com/incertidumbre-de-medicion-definicion-y-factores/>

Muñoz, C. (s.f.). *¿Problemas? Herramientas para su resolución III: diagrama de Pareto*. <https://ayesa365.com/problemas-herramientas-para-su-resolucion-iii-diagrama-de-pareto/>

Ortega, C. (s.f.). *Análisis de riesgos: qué es y cómo realizarlo.*
<https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-de-riesgos/>

Ortega, K. (2023). *¿Qué es el análisis de datos cualitativos y qué tipos existen?*
<https://worldcampus.saintleo.edu/noticias/que-es-el-analisis-de-datos-cualitativos>

Parra, A. (s.f.). *¿Cuáles son los métodos cuantitativos de recolección de datos?*
<https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-cuantitativos/>

Pastrana, S. (s.f.). *Descubre qué son las técnicas grupales: ejemplos y beneficios.*
<https://liderazgoempresarial.info/que-son-las-tecnicas-grupales-ejemplos/>

Preve, L. (2023). *El mapa de calor.* <https://lorenzopreve.com/el-mapa-de-calor/>

Raeburn, A. (2024). *Análisis FODA: qué es y cómo usarlo.*
<https://asana.com/es/resources/swot-analysis>

Rodó, P. (2020). *Gráfico circular.* <https://economipedia.com/definiciones/grafico-circular.html>

Rodrigues, N. (2023). *Cómo realizar un análisis de costo-beneficio.*
<https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio>

Saavedra, J. A. (2023). *Qué es el análisis PESTEL y cómo hacerlo: factores y ejemplos.*
<https://ebac.mx/blog/que-es-el-analisis-pestel>

SafetyCulture. (2024a). *Análisis de riesgos: una guía completa.*
<https://safetyculture.com/es/temas/analisis-de-riesgos/>

SafetyCulture. (2024b). *¿Qué es DMAIC?* <https://safetyculture.com/es/temas/dmaic/>

Sánchez, F. (2002). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1). <http://www.scielo.org.pe/pdf/ridu/v13n1/a08v13n1.pdf>

Stsepanets, A. (2023). *La guía completa para los diagramas de Gantt: qué es un diagrama de Gantt, cómo se hace y cuándo se usa*. <https://blog.ganttpro.com/es/guia-completa-para-los-diagramas-de-gantt/>

Stubbs, E. (2003). *Aplicación de gráficos de control en los procesos técnicos*. <https://memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?e=d-10000-00---off-0tesis--00-2----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l--10-es-Zz-1---100-home---00-3-1-00-0--4----0-0-01-00-0utfZz-8-00&a=d&c=tesis&cl=&d=Jte372.5>

SYDLE. (2023). *Modelo de negocio: ¿cómo hacerlo sin cometer errores? Guía completa*. <https://www.sydle.com/es/blog/modelo-de-negocio-617979be3885651fa21f1ed9>

TECSA. (s.f.). *¿Qué es un multímetro y cómo funciona?* <https://www.tecsaqro.com.mx/blog/que-es-un-multimetro/>

Vázquez, E. (s.f.). *Realizar un proceso de tormenta de ideas*. <https://eduardorafael.weebly.com/23-realizar-un-proceso-de-tormenta-de-ideas.html>

Westreicher, G. (2020). *Encuesta*. <https://economipedia.com/definiciones/encuesta.html>

APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Acreditación:** Herramienta establecida a escala internacional para generar confianza sobre la correcta ejecución de las actividades de evaluación, permitiendo diferenciar a los organismos que han demostrado disponer de la competencia técnica necesaria para realizarlas.
- **Calibración:** Utilizar un estándar de medición para determinar la relación entre el valor mostrado por el instrumento de medición y el valor verdadero.
- **ECA:** Ente Costarricense de Acreditación.
- **IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), también conocida por sus siglas en inglés IEC (International Electrotechnical Commission).
- **Incertidumbre:** Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.
- **INTE:** Instituto Nacional de Normas Técnicas.
- **ISO:** International Organization for Standardization, por sus siglas en inglés. Se trata de la Organización Internacional de Normalización o Estandarización.
- **Metrología:** Ciencia que tiene por objeto el estudio de los sistemas de pesas y medidas.
- **Minuta:** Extracto o borrador que se hace de un contrato u otra cosa, anotando las cláusulas o partes esenciales, para copiarlo después y extenderlo con todas las formalidades necesarias para su perfección.

- **Norma ISO 17025:** Proporciona los requisitos necesarios que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración.
- **Patrón:** Los patrones de medida son la realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medida asociada, tomada como referencia.
- **Trazabilidad:** Propiedad del resultado de las mediciones efectuadas por un instrumento o por un patrón, tal que pueda relacionarse con patrones nacionales o internacionales y, por medio de estos, a las unidades fundamentales del sistema Internacional de Unidades mediante una cadena ininterrumpida de comparaciones.

APÉNDICE 2: Análisis de brecha contra la norma INTE-ISO/IEC 17025

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
4. REQUISITOS GENERALES		Si, No o Parcial	
4.1 Imparcialidad			
4.1.1	¿Las actividades del Laboratorio se llevan a cabo de una manera imparcial y estructurada?	Si	-Código de Ética Empresarial -GIN-GC-F-083 Declaración sobre Imparcialidad Independencia e Integridad -Política de Imparcialidad, Confidencialidad e Integridad detallada en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad -Compromiso de Confidencialidad, Imparcialidad, Independencia e Integridad (firmado por el personal de Laboratorio)
4.1.2	¿La dirección del Laboratorio se encuentra comprometida con la imparcialidad?	Si	-Código de Ética Empresarial -Política de Imparcialidad, Confidencialidad e Integridad detallada en el Manual de Calidad -Compromiso de Confidencialidad, Imparcialidad, Independencia e Integridad (firmado por el personal de Laboratorio)
4.1.3	¿Es responsable el Laboratorio con la imparcialidad de sus labores, asegurando de que no existen presiones comerciales, financieras u otras que comprometan la imparcialidad?	Si	-Código de Ética Empresarial -Matriz de Riezos y Oportunidades -Diagrama de interrelaciones del EEA-LC-M-001 Manual de Calidad -Política de Imparcialidad, Confidencialidad e Integridad detallada en el Manual de Calidad -Compromiso de Confidencialidad, Imparcialidad, Independencia e Integridad (firmado por el personal de Laboratorio)
4.1.4	¿El Laboratorio tiene identificados los riesgos a su imparcialidad de forma continua, incluyendo los riesgos que surgen de sus actividades o de sus relaciones, o de las relaciones de su personal?	Si	-Están identificados en la Matriz de Riezos y Oportunidades -Diagrama de interrelaciones del EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
4.1.5	¿Si se identifica un riesgo para la imparcialidad, el laboratorio tiene la capacidad para demostrar cómo se elimina o minimiza tal riesgo?	Si	-Matriz de Riezos y Oportunidades -El procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora, detalla las acciones que se deben tomar en un caso de presentarse un riesgo

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
4. REQUISITOS GENERALES		Si, No o Parcial	
4.2 Confidencialidad			
4.2.1	¿Es responsable el Laboratorio por medio de acuerdos legalmente ejecutables, de la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de sus actividades?	Si	-Política "Protección de la Información Confidencial" detallada en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad -Compromiso de Confidencialidad, Imparcialidad, Independencia e Integridad (firmado por el personal de Laboratorio)
4.2.2	¿En caso de ser requerido por ley o autorizado por disposiciones contractuales, se cuenta con mecanismos para notificar al cliente sobre la revelación de información confidencial? (salvo que este prohibido por ley)	NA	En el caso del Laboratorio, no se tiene autoridad para hacerlo, ya que son clientes internos
4.2.3	¿Es confidencial la información del cliente obtenida por medio de un tercero? (por ejemplo, una persona que presenta una queja, los organismos reglamentarios)	Si	-Política "Protección de la Información Confidencial" -Compromiso de Confidencialidad, Imparcialidad, Independencia e Integridad (firmado por el personal de Laboratorio) -El procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora, habla del tratamiento a todo tipo de queja
4.2.3	¿El personal involucrado en las actividades del Laboratorio mantiene la confidencialidad de toda información obtenida durante la realización de las actividades? (Excepto lo requerido por ley)	Si	-Política "Protección de la Información Confidencial" detallada en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad -Compromiso de Confidencialidad, Imparcialidad, Independencia e Integridad (firmado por el personal de Laboratorio)

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
5. REQUISITOS RELATIVOS A LA ESTRUCTURA		Si, No o Parcial	
5.1 Requisitos Relativos a la Estructura			
5.1	¿Es el Laboratorio es una entidad legal o una parte definida de una entidad legal, que es responsable de sus actividades de laboratorio?	Si	Forma parte de una estructura mayor (la ESPH)
5.2	¿Esta identificado el personal de la dirección que tiene la responsabilidad del laboratorio?	Si	-Definido en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad -Se registra en EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades
5.3	¿Se encuentra definido y documentado el alcance de las actividades de laboratorio que cumplen con los requisitos de norma?	Si	Detallado en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.4	¿Las actividades llevadas a cabo por el laboratorio se realizan de manera que se cumpla con los requisitos detallados en la norma, de los clientes, de las autoridades y de las organizaciones que otorgan reconocimiento?	Si	Definidas en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.5.a	¿Se ha definido dentro de la organización y la estructura de gestión del laboratorio, su ubicación dentro de una organización matriz, y las relaciones entre la gestión, las operaciones técnicas y los servicios de apoyo?	Si	Detallado en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.5.b	¿Se tiene especificado la responsabilidad, autoridad e interrelación de todo el personal que dirige, realiza o verifica el trabajo que afecta a los resultados de las actividades de laboratorio?	Si	Detallado en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.5.c	¿Se documentan sus procedimientos para asegurar la aplicación coherente de sus actividades de laboratorio y la validez de los resultados?	Si	Es el Sistema de Gestión, se puede encontrar en el Control Documental de la ESPH
5.6.a	¿El laboratorio cuenta con personal que, independientemente de otras responsabilidades tengan la autoridad y recursos necesarios para llevar a cabo la implementación, el mantenimiento y la mejora del sistema de gestión?	Si	El Gestor de Calidad junto al personal del Laboratorio, como lo indica el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.6.b	¿El laboratorio cuenta con personal que, independientemente de otras responsabilidades tengan la autoridad y recursos necesarios para llevar a cabo la identificación de las desviaciones del sistema de gestión, o de los procedimientos para la realización de las actividades de laboratorio?	Si	El Gestor de Calidad, la Alta Dirección y el líder del Laboratorio como lo indica el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.6.c	¿El laboratorio cuenta con personal que, independientemente de otras responsabilidades tengan la autoridad y recursos necesarios para llevar a cabo el inicio de acciones para prevenir o minimizar tales desviaciones?	Si	El Gestor de Calidad, la Alta Dirección y el líder del Laboratorio como lo indica el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.6.d	¿El laboratorio cuenta con personal que, independientemente de otras responsabilidades tengan la autoridad y recursos necesarios para informar a la dirección del laboratorio acerca del desempeño del sistema de gestión y de cualquier necesidad de mejora?	Si	El Líder junto a la Gestor de Calidad, como lo indica el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad

5. REQUISITOS RELATIVOS A LA ESTRUCTURA		Si, No o Parcial	
5.1 Requisitos Relativos a la Estructura			
5.6.e	¿El laboratorio cuenta con personal que, independientemente de otras responsabilidades tengan la autoridad y recursos necesarios para asegurar la eficacia de las actividades de laboratorio?	Si	El Gestor de Calidad, la Alta Dirección y el líder del Laboratorio como lo indica el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.7.a	¿La dirección del laboratorio se asegura de que se efectúe la comunicación relativa a la eficacia del sistema de gestión y a la importancia de cumplir los requisitos del cliente y otros requisitos?	Si	La Alta Dirección del Laboratorio, como lo indica el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad
5.7.b	¿La dirección del laboratorio se asegura de que se mantenga la integridad del sistema de gestión cuando se planifican e implementan cambios en éste?	Si	El Gestor de Calidad y el Líder del Laboratorio, como lo indica el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS		Si, No o Parcial	
6.1 Generalidades			
6.1	¿Dispone el laboratorio de el personal, las instalaciones, el equipamiento, los sistemas y los servicios de apoyo necesarios para gestionar y realizar sus actividades de laboratorio?	Parcial	-Adquirir parte del equipamiento necesario para la calibración de variables eléctricas -Es necesario analizar si el Laboratorio cuenta con el personal suficiente para realizar todas las actividades del Laboratorio, en caso de que se agregue la calibración de variables eléctricas -Falta analizar y determinar que tipo de capacitación requiere el personal

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS		Si, No o Parcial	
6.2 Personal			
6.2.1	¿El personal, que puede influir en las actividades de laboratorio actúa imparcialmente, siendo competente y trabajando de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio?	Si	-Política de Imparcialidad, Confidencialidad e Integridad detallada en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad -Compromiso de Confidencialidad, Imparcialidad, Independencia e Integridad (firmado por el personal de Laboratorio)
6.2.2	¿El laboratorio documenta los requisitos de competencia para cada función que influye en los resultados de las actividades del laboratorio?	Si	-Existe el perfil de puestos que maneja Gestión de Recurso Humano -Se evidencia por medio del registro EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades
6.2.3	¿El personal del laboratorio tiene la competencia para realizar las actividades de laboratorio de las cuales es responsable y para evaluar la importancia de las desviaciones?	Parcial	Es necesario realizar un diagnostico y determinar que tipo de formación hace falta dentro del personal para poder ejecutar las calibraciones de variables eléctricas

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS		Sí, No o Parcial	
6.2 Personal			
6.2.4	¿La dirección del laboratorio comunica al personal sus tareas, responsabilidades y autoridad?	Sí	-Definido en el EEA-LC-M-001 Manual de Calidad -Se registro EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.5.a	¿El laboratorio tiene procedimientos y conserva registros para determinar los requisitos de competencia?	Parcial	-Reclutamiento y Selección del Personal -Registro EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.5.b	¿El laboratorio tiene procedimientos y conserva registros para seleccionar al personal?	Parcial	-Reclutamiento y Selección del Personal -Registro EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.5.c	¿El laboratorio tiene procedimientos y conserva registros para formar al personal?	Parcial	-Perfil de puestos -Formar al personal (Plan de capacitación) -GDH-DH-GC-P-001 Gestión del Conocimiento -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.5.d	¿El laboratorio tiene procedimientos y conserva registros para supervisar al personal?	Parcial	-Perfil de puestos -EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados -EEA-LC-F-012 Supervisión de Personal y Seguimiento de Competencia -Testificación de las actividades -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.5.e	¿El laboratorio tiene procedimientos y conserva registros para autorizar al personal?	Parcial	-EEA-LC-M-001 Manual de Calidad -EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.5.f	¿El laboratorio tiene procedimientos y conserva registros para realizar el seguimiento de la competencia del personal?	Parcial	-EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados -EEA-LC-F-012 Supervisión de Personal y Seguimiento de Competencia -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.6.a	¿El laboratorio tiene procedimientos para autorizar al personal para desarrollar, modificar, verificar y validar métodos?	Parcial	-Definido en el procedimiento EEA-LC-P-007 Validación -Registro EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.6.b	¿El laboratorio tiene procedimientos para autorizar al personal para analizar los resultados, incluidas las declaraciones de conformidad o las opiniones e interpretaciones?	Parcial	-EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente -Registro EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades -Es necesario adaptar variables eléctricas a la documentación existente
6.2.6.c	¿El laboratorio tiene procedimientos para autorizar al personal para informar, revisar y autorizar los resultados?	Parcial	-EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados -Registro EEA-LC-F-011 Autorización de Actividades

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS		Si, No o Parcial	
6.3 Instalaciones y condiciones ambientales			
6.3.1	¿Las instalaciones y las condiciones ambientales son adecuadas para las actividades del laboratorio y no afectan la validez de los resultados?	Parcial	Actualmente las condiciones ambientales cumplen con lo necesario para desarrollar las actividades de laboratorio
6.3.2	¿Se documentan los requisitos para las instalaciones y las condiciones ambientales necesarias para realizar las actividades de laboratorio?	No	No existe documentación para cumplir con el requisito
6.3.3	¿Se realiza el seguimiento, control y registro de las condiciones ambientales de acuerdo con las especificaciones, los métodos o procedimientos pertinentes?	No	No existe documentación para cumplir con el requisito
6.3.4.a	¿Se realiza el seguimiento y revision de las medidas para controlar las instalaciones, como lo son el acceso y uso de áreas que afecten a las actividades de laboratorio?	Si	Se cuenta con un control de accesos el registro EEA-LC-F-008 Control de Acceso
6.3.4.b	¿Se realiza el seguimiento y revision de las medidas para controlar las instalaciones, como lo son prevención de contaminación, interferencia o influencias adversas en las actividades de laboratorio?	Si	Las instalaciones del laboratorio son basatante modernas, cuentan con doble puerta de acceso para controlar las condiciones ambientales
6.3.4.c	¿Se realiza el seguimiento y revision de las medidas para controlar las instalaciones, como lo son la separación eficaz entre áreas en las cuales hay actividades de laboratorio incompatibles?	Parcial	Si bien las áreas del laboratorio estan identificadas, se puede realizar un análisis para determinar si no habría un conflicto entre la calibración de medidores y la calibración de variables eléctricas
6.3.5	¿Se asegura de realizar actividades en instalaciones que están fuera de su control, asegurandose de que se cumplan los requisitos relacionados con las instalaciones y condiciones ambientales?	Si	El Laboratorio no realiza calibraciones en sitios o instalaciones fuera de su control

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS		Si, No o Parcial	
6.4 Equipamiento			
6.4.1	¿El laboratorio tiene acceso al equipamiento que se requiere para el correcto desempeño de las actividades de laboratorio y que pueden influir en los resultados?	Parcial	El laboratorio tiene el equipo patrón con el cuál se realizarían las calibraciones, pero faltan equipos complementarios para la realización de las mismas
6.4.2	¿Cuándo el laboratorio utiliza equipamiento que está fuera de su control permanente, se asegura de que se cumplan los requisitos de este documento para el equipamiento?	Si	EEA-LC-P-004 Administración de Equipos y Trazabilidad
6.4.3	¿Se cuenta con un procedimiento para la manipulación, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado del equipamiento para asegurar el funcionamiento apropiado y con el fin de prevenir contaminación o deterioro?	Si	EEA-LC-P-004 Administración de Equipos y Trazabilidad
6.4.4	¿El laboratorio verifica que el equipamiento cumple los requisitos especificados, antes de ser instalado o reinstalado para su servicio?	Si	Se aprueba el uso, según lo indicado en el procedimiento EEA-LC-P-004 Administración de Equipos y Trazabilidad
6.4.5	¿El equipo utilizado para medición es capaz de lograr la exactitud de la medición y/o la incertidumbre de medición requeridas para proporcionar un resultado válido?	No	Según el registro EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo, actualmente el equipo se encuentra fuera de servicio ya que no se encuentra fuera de calibración
6.4.6	¿El equipo de medición es calibrado cuando la exactitud o la incertidumbre de medición afectan a la validez de los resultados informados, y/o se requiere la calibración del equipo para establecer la trazabilidad metrológica de los resultados informados?	No	El equipo patrón con el que se cuenta, no posee un certificado de calibración por lo tanto no tiene trazabilidad metrológica
6.4.7	¿El laboratorio tiene un programa de calibración, el cual se debe revisar y ajustar según sea necesario, para mantener la confianza en el estado de la calibración?	Parcial	Se encuentra definido en el procedimiento EEA-LC-P-004 Administración de Equipos y Trazabilidad, y en el registro EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo están definidos los equipos que requieren calibración. Sin embargo, el alcance deseado en variables eléctricas no ha sido considerado, por lo que los equipos se encuentran fuera del control metrológico
6.4.8	¿Se cuenta con etiquetas para los los equipos que requieran calibración o que tengan un periodo de validez definido para permitir que el usuario de los equipos identifique fácilmente el estado de la calibración o el periodo de validez?	Si	GIN-GC-F-060 Etiqueta Equipo Calibrado
6.4.9	¿Se cuenta con un procedimiento para sacar de uso el equipo que haya sido sometido a una sobrecarga o a uso inadecuado, que dé resultados cuestionables, o se haya demostrado que está defectuoso o que está fuera de los requisitos especificados y que posteriormente debe ser rotulado y aislado hasta que se haya verificado que funciona correctamente?	Si	El laboratorio examina los efectos o desviaciones respecto a los requisitos especificados de acuerdo a lo indicado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
6.4.10	¿Existe un programa para realizar comprobaciones intermedias para mantener confianza en el desempeño del equipo?	Si	La manera de proceder se encuentra definida en el procedimiento EEA-LC-P-004 Administración de Equipos y Trazabilidad, y en el Registro de EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo están definidos los equipos que requieren comprobación intermedia

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS		Si, No o Parcial	
6.4 Equipamiento			
6.4.11	¿El laboratorio se asegura que los valores de referencia y los factores de corrección se actualizan e implementan según sea apropiado, para cumplir con los requisitos especificados?	Si	Se verifica en los certificados de calibración
6.4.12	¿El laboratorio toma acciones viables para evitar ajustes no previstos del equipo que invalidarían los resultados?	Si	-Definido en el procedimiento EEA-LC-P-004 Administración de Equipos y Trazabilidad -EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados
6.4.13.a	¿Se conservan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio, incluyendo lo siguiente: identificación del equipo, incluida la versión del software y del firmware?	Si	EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo
6.4.13.b	¿Se conservan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio, incluyendo lo siguiente: nombre del fabricante, la identificación del tipo y el número de serie u otra identificación única	Si	EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo
6.4.13.c	¿Se conservan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio, incluyendo lo siguiente: evidencia de la verificación de que el equipo cumple los requisitos especificados?	Si	-EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo -Gráficos de control
6.4.13.d	¿Se conservan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio, incluyendo lo siguiente: ubicación actual?	Si	EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo
6.4.13.e	¿Se conservan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio, incluyendo lo siguiente: fechas de la calibración, los resultados de las calibraciones, los ajustes, los criterios de aceptación y la fecha de la próxima calibración o el intervalo de calibración?	Si	EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo
6.4.13.f	¿Se conservan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio, incluyendo lo siguiente: documentación de los materiales de referencia, los resultados, los criterios de aceptación, las fechas pertinentes y el período de validez?	Si	EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo
6.4.13.g	¿Se conservan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio, incluyendo lo siguiente: plan de mantenimiento y el mantenimiento llevado a cabo hasta la fecha, cuando sea pertinente para el desempeño del equipo?	Si	EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo
6.4.14.h	¿Se conservan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio, incluyendo lo siguiente: detalles de cualquier daño, mal funcionamiento, modificación o reparación realizada al equipo?	Si	EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS		Si, No o Parcial	
6.5 Trazabilidad metrológica			
6.5.1	¿El laboratorio establece y mantiene la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones?	No	Los equipos del Laboratorio se mantienen calibrados según el plan establecido en el registro EEA-LC-F-009 Ficha de Equipo, sin embargo el equipo 5522A que se utilizaría para la calibración de variables eléctricas, se encuentra fuera de uso porque su calibración venció el plazo establecido
6.5.2.a	¿El laboratorio se asegura de que los resultados de la medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) mediante la calibración proporcionada por un laboratorio competente?	No	El equipo 5522A, que para este caso sería el patrón para realizar las calibraciones, se encuentra fuera del control metrológico, ya que no se encuentra calibrado
6.5.2.b	¿El laboratorio se asegura de que los resultados de la medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) mediante los valores certificados de materiales de referencia certificados proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI?	NA	No aplica, ya que para laboratorios no se trabaja con materiales de referencia
6.5.2.c	¿El laboratorio se asegura de que los resultados de la medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) mediante la realización directa de unidades del SI aseguradas por comparación, directa o indirecta, con patrones nacionales o internacionales?	No	El equipo 5522A, que para este caso sería el patrón para realizar las calibraciones, se encuentra fuera del control metrológico, ya que no se encuentra calibrado
6.5.3.a	¿Cuando la trazabilidad metrológica a unidades del SI no sea técnicamente posible, el laboratorio demuestra trazabilidad metrológica a una referencia apropiada, como por ejemplo: valores certificados de materiales de referencia?	NA	No aplica, ya que para laboratorios no se trabaja con materiales de referencia
6.5.3.b	¿Cuando la trazabilidad metrológica a unidades del SI no sea técnicamente posible, el laboratorio demuestra trazabilidad metrológica a una referencia apropiada, como por ejemplo: resultados de los procedimientos de medición de referencia, métodos especificados o normas de consenso?	NA	No aplica, ya que para laboratorios no se trabaja con materiales de referencia

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
6. REQUISITOS RELATIVOS A LOS RECURSOS		Sí, No o Parcial	
6.6 Productos y servicios suministrados externamente			
6.6.1.a	¿El laboratorio se asegura de que los productos y servicios suministrados externamente, que afectan a las actividades del laboratorio, sean adecuados y utilizados únicamente cuando estos productos y servicios están previstos para la incorporación a las actividades propias de laboratorio?	Sí	Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio
6.6.1.b	¿El laboratorio se asegura de que los productos y servicios suministrados externamente, que afectan a las actividades del laboratorio, sean adecuados y utilizados únicamente cuando estos productos y servicios se suministran, parcial o totalmente, directamente al cliente por el laboratorio, como se reciben del proveedor externo?	Sí	Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio, y las especificaciones para el trámite de cada tipo de compra están definidas en la Ley de Contratación Pública
6.6.1.c	¿El laboratorio se asegura de que los productos y servicios suministrados externamente, que afectan a las actividades del laboratorio, sean adecuados y utilizados únicamente cuando estos productos y servicios se utilizan para apoyar la operación del laboratorio?	Sí	Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio, y las especificaciones para el trámite de cada tipo de compra están definidas en la Ley de Contratación Pública
6.6.2.a	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento y conserva registros para definir, revisar y aprobar los requisitos del laboratorio para productos y servicios suministrados externamente?	Sí	Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio, y las especificaciones para el trámite de cada tipo de compra están definidas en la Ley de Contratación Pública
6.6.2.b	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento y conserva registros para definir los criterios para la evaluación, selección, seguimiento del desempeño y reevaluación de los proveedores externos?	Sí	-Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio, y los proveedores son evaluados por medio del formulario EEA-LC-F-006 Evaluación de Proveedores Críticos de Laboratorio -SICOP
6.6.2.c	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento y conserva registros para asegurar que los productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos establecidos por el laboratorio, los requisitos pertinentes de este documento, antes de que dichos productos o servicios se usen o se suministren al cliente?	Sí	-Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio -SICOP
6.6.2.d	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento y conserva registros para emprender cualquier acción que surja de las evaluaciones, del seguimiento del desempeño y de las reevaluaciones de los proveedores externos?	Sí	Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio, y los proveedores son evaluados por medio del formulario EEA-LC-F-006 Evaluación de Proveedores Críticos de Laboratorio
6.6.3.a	¿El laboratorio comunica a los proveedores externos sus requisitos para los productos y servicios que se van a suministrar?	Sí	Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio, y las especificaciones para el trámite de cada tipo de compra están definidas en la Ley de Contratación Pública
6.6.3.b	¿El laboratorio comunica a los proveedores externos sus requisitos para los criterios de aceptación?	Sí	A través de la plataforma SICOP
6.6.3.c	¿El laboratorio comunica a los proveedores externos sus requisitos para la competencia, incluyendo cualquier calificación requerida del personal?	Sí	A través de la plataforma SICOP
6.6.3.d	¿El laboratorio comunica a los proveedores externos sus requisitos para las actividades que el laboratorio o sus clientes pretendan llevar a cabo en las instalaciones del proveedor externo?	NA	No aplica, ya que por la naturaleza de actividades que realiza el Laboratorio, esta no lleva actividades en instalaciones de un proveedor externo

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos			
7.1.1.a	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos. Asegurando que los requisitos se definan, documenten y comprendan	Si	Todo se estipula mediante el Contrato de Servicio
7.1.1.b	¿El laboratorio cuenta con la capacidad y los recursos para cumplir los requisitos?	Si	Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio
7.1.1.c	¿El laboratorio informe al cliente sobre las actividades de laboratorio específicas que serán realizadas por proveedores externos y obtenga la aprobación del cliente?	Si	No aplica, ya que por la naturaleza de actividades que realiza el Laboratorio, esta no lleva actividades en instalaciones de un proveedor externo
7.1.1.d	¿El laboratorio asegura de que se seleccionan los métodos o procedimientos adecuados y que sean capaces de cumplir los requisitos del cliente?	Si	Directrices detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio, y son documentadas por medio del EEA-LC-F-001 Contrato de Servicios para la Calibración
7.1.2	¿El laboratorio informa al cliente cuando el método solicitado por éste se considere inapropiado o desactualizado?	NA	No aplica
7.1.3	¿Existe una regla de decisión cuando el cliente solicite una declaración de conformidad con una especificación o norma para el ensayo o calibración (por ejemplo, pasa/no pasa, dentro de tolerancia/fuera de tolerancia)?	No	Actualmente no están definidas las reglas de decisión
7.1.4	¿Existe un contrato de servicio, en donde previamente a comenzar las actividades se especifiquen las desviaciones solicitadas por el cliente, siempre y cuando estas no afecten la integridad del laboratorio o la validez de resultados?	Parcial	Existe el contrato EEA-LC-F-001 Contrato de Servicios para la Calibración, pero este se debe adaptar a la calibración de variables eléctricas
7.1.5	¿Se informa al cliente de cualquier desviación del contrato?	Si	EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio
7.1.6	¿En caso que un contrato sea modificado después de que se ha iniciado el trabajo, este contrato es revisado y en caso de modificación se informa al personal afectado?	Si	EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio
7.1.7	¿El laboratorio coopera con sus clientes o con sus representantes para aclarar las solicitudes del trabajo realizado?	Si	EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio
7.1.8	¿Se conservan registros de las revisiones, incluido cualquier cambio significativo, registros de las discusiones pertinentes con los clientes acerca requisitos de estos, o de los resultados de las actividades de laboratorio?	Si	EEA-LC-F-001 Contrato de Servicios para la Calibración, o inclusive en una minuta como evidencia

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.2.1 Selección y verificación de métodos			
7.2.1.1	¿Se utilizan métodos y procedimientos para todas las actividades de laboratorio y, cuando sea apropiado, para la evaluación de la incertidumbre de medición, así como también las técnicas estadísticas para el análisis de datos?	No	No se ha desarrollado un método, por lo tanto, no es posible evaluar la incertidumbre de la medición
7.2.1.2	¿Los métodos, procedimientos y documentación de soporte se mantienen actualizadas y fácilmente disponibles para el personal?	No	No se ha desarrollado un método
7.2.1.3	El laboratorio se asegura de que utiliza la última versión vigente de un método?	No	No se ha desarrollado un método
7.2.1.4	¿Cuando el cliente no especifica el método a utilizar, el laboratorio selecciona un método apropiado e informa al cliente acerca del método elegido?	No	No existe un método desarrollado, y habría que expresarlo en el contrato de servicio para este tipo de servicio
7.2.1.5	¿El laboratorio verifica que puede llevar a cabo los métodos antes de utilizarlos, asegurando que se pueda lograr el desempeño requerido, y conservando registros de la verificación?	No	No se ha desarrollado un método
7.2.1.6	¿Cuando se desarrolla un método, esta se planifica y se realiza por personal competente?	No	No se ha desarrollado un método
7.2.1.7	¿En caso de existir desviaciones, estas son documentadas, técnicamente justificas y además aceptadas por el cliente?	No	No se ha desarrollado un método

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.2.2 Validación de los métodos			
7.2.2.1	¿El laboratorio valida los metodos no normalizados, los métodos desarrollados por el laboratorio y los métodos normalizados utilizados fuera de su alcance previsto o modificados?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-007 Validación, el mismo dicta los lineamientos en caso de que el Laboratorio desee validar nuevos métodos
7.2.2.2	¿Cuando se hacen cambios a un método validado, se determina la influencia de estos cambios?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-007 Validación, el mismo dicta los lineamientos en caso de que el Laboratorio desee validar nuevos métodos
7.2.2.3	¿Las características de desempeño de los métodos validados tal como fueron evaluadas para su uso, son pertinentes para las necesidades del cliente y coherentes con los requisitos especificados?	No	No se ha desarrollado un método, por lo tanto no se ha podido evaluar
7.2.2.4.a	¿El laboratorio conserva registros de validación del procedimiento de validación utilizado?	No	No existe una validación de métodos, por lo tanto, no existen registros
7.2.2.4.b	¿El laboratorio conserva registros de validación de la especificación de los requisitos?	No	No existe una validación de métodos, por lo tanto, no existen registros
7.2.2.4.c	¿El laboratorio conserva registros de validación de la determinación de las características de desempeño del método?	No	No existe una validación de métodos, por lo tanto, no existen registros
7.2.2.4.d	¿El laboratorio conserva registros de validación de los resultados obtenidos?	No	No existe una validación de métodos, por lo tanto, no existen registros
7.2.2.4.e	¿El laboratorio conserva registros de validación de una declaración de la validez del método, detallando su aptitud para el uso previsto.	No	No existe una validación de métodos, por lo tanto, no existen registros

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017	CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO	Si, No o Parcial	
7.3 Muestreo		
Esta apartado no aplica a laboratorios de calibración		

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017	CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO	Si, No o Parcial	
7.4 Manipulación de los ítems de ensayo o calibración		
7.4.1	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio que aborda parcialmente este requisito, ya que hay que agregar la calibración de variables eléctricas
7.4.2	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio que aborda parcialmente este requisito, ya que hay que agregar la calibración de variables eléctricas
7.4.3	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio que aborda parcialmente este requisito, ya que hay que agregar la calibración de variables eléctricas
7.4.4	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio que aborda parcialmente este requisito, ya que hay que agregar la calibración de variables eléctricas

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017	CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO	Si, No o Parcial	
7.5 Registros técnicos		
7.5.1	No	No se ha desarrollado
7.5.2	No	No se ha desarrollado

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017	CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO	Si, No o Parcial	
7.6 Evaluación de la incertidumbre de medición		
7.6.1	No	No se han identificado las contribuciones por incertidumbre de medición
7.6.2	No	No se han identificado las contribuciones por incertidumbre de medición, por lo tanto estas no han sido evaluadas
7.6.3	NA	No aplica, ya que el laboratorio no es de ensayo

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.7 Aseguramiento de la validez de los resultados			
7.7.1.a	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para el seguimiento de la validez de los resultados uso de materiales de referencia o materiales de control de calidad?	NA	Por la naturaleza de las calibraciones del laboratorio, no se utilizan materiales de referencia
7.7.1.b	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para el uso de instrumentos alternativos que han sido calibrados para obtener resultados trazables?	NA	Por la naturaleza de las calibraciones del laboratorio, no se utilizan materiales de referencia
7.7.1.c	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para el comprobaciones funcionales del equipamiento de ensayo y de medición?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados, y además hay una programación anual, que se maneja en el registro Programación y Seguimiento de las Pruebas de Aseguramiento de los Resultados
7.7.1.d	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para uso de patrones de verificación o patrones de trabajo con gráficos de control?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados, y además hay una programación anual, que se maneja en el registro Programación y Seguimiento de las Pruebas de Aseguramiento de los Resultados
7.7.1.e	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para comprobaciones intermedias en los equipos de medición?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados, y además hay una programación anual, que se maneja en el registro Programación y Seguimiento de las Pruebas de Aseguramiento de los Resultados
7.7.1.f	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para repetición del ensayo o calibración utilizando los mismos métodos o métodos diferentes?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados, y además hay una programación anual, que se maneja en el registro Programación y Seguimiento de las Pruebas de Aseguramiento de los Resultados
7.7.1.g	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para reensayo o recalibración de los ítems conservados?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados, y además hay una programación anual, que se maneja en el registro Programación y Seguimiento de las Pruebas de Aseguramiento de los Resultados
7.7.1.h	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para correlación de resultados para diferentes características de un ítem?	NA	Por la naturaleza de las calibraciones del laboratorio, no se utiliza la correlación de resultados
7.7.1.i	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para revisión de los resultados informados?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados, y como lo indica el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio, se realiza la revisión del 100% de los informes emitidos
7.7.1.j	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para comparaciones intralaboratorio?	Parcial	Existe el procedimiento EEA-LC-P-006 Aseguramiento de la Validez de los Resultados, y además hay una programación anual, que se maneja en el registro Programación y Seguimiento de las Pruebas de Aseguramiento de los Resultados
7.7.1.k	¿El laboratorio cuenta con un procedimiento para ensayos de muestras ciegas?	NA	Por la naturaleza de las calibraciones del laboratorio, no se utiliza el ensayo de muestra a ciegas
7.7.2.a	¿Cuándo estén disponibles y sean apropiados, el laboratorio participa en ensayos de aptitud?	Parcial	En el caso de estar disponible en el mercado, el laboratorio participa y se documenta como evidencia en el registro EEA-LC-F-020 Programa de Comparación Interlaboratorio
7.7.2.b	¿Cuándo estén disponibles y sean apropiados, el laboratorio participa en comparaciones interlaboratorio diferentes de ensayos de aptitud?	Parcial	Se organiza por dos o más laboratorios, y se documenta como evidencia en el registro EEA-LC-F-020 Programa de Comparación Interlaboratorio
7.7.3	¿Se analizan los datos de actividades de seguimiento y, cuando sea aplicable, se mejoran las actividades del laboratorio?	Parcial	Se realiza el seguimiento y supervisión del personal mediante el formulario EEA-LC-F-012 Supervisión de Personal y Seguimiento de Competencia

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Sí, No o Parcial	
7.8 Informe de resultados			
7.8.1.1	¿Los resultados se revisan y autorizan antes de su liberación?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.1.2	¿Los resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva, e incluyen toda la información acordada con el cliente y la necesaria para la interpretación de los resultados?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.1.3	¿En el caso de un acuerdo con el cliente, los resultados se informan de una manera simplificada?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.a	¿El informe incluye un título (por ejemplo, "Informe de ensayo", "Certificado de calibración" o "Informe de muestreo")?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.b	¿El informe incluye el nombre y la dirección del laboratorio?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.c	¿El informe incluye el lugar en que se realizan las actividades de laboratorio?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.d	¿El informe incluye una identificación única de que todos sus componentes se reconocen como una parte de un informe completo y una clara identificación del final?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.e	¿El informe incluye el nombre y la información de contacto del cliente?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.f	¿El informe incluye la identificación del método utilizado?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.g	¿El informe incluye una descripción, una identificación inequívoca y, cuando sea necesario, la condición del ítem?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.h	¿El informe incluye la fecha de recepción de los ítems de calibración?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.i	¿El informe incluye las fechas de ejecución de la actividad del laboratorio?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.j	¿El informe incluye la fecha de emisión del informe?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.k	¿El informe incluye la referencia al plan y método de muestreo usados por el laboratorio u otros organismos, cuando sean pertinentes para la validez o aplicación de los resultados?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.l	¿El informe incluye una declaración acerca de que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.m	¿El informe incluye los resultados con las unidades de medición, cuando sea apropiado?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.n	¿El informe incluye las adiciones, desviaciones o exclusiones del método?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.o	¿El informe incluye la identificación de las personas que autorizan el informe?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.1.p	¿El informe incluye una identificación clara cuando los resultados provengan de proveedores externos?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados
7.8.2.2	El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe. Además, en el informe se incluye un descargo de responsabilidad cuando la información sea proporcionada por el cliente y pueda afectar a la validez de los resultados?	No	Analizar si es necesario emitir informes, o certificados

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017	CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO	Si, No o Parcial	
7.8.3 Requisitos específicos para los informes de ensayo		
Esta apartado no aplica a laboratorios de calibración		

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017	CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO	Si, No o Parcial	
7.8.4 Requisitos específicos para los certificados de calibración		
7.8.4.1.a	No	No se ha desarrollado
7.8.4.1.b	No	No se ha desarrollado
7.8.4.1.c	No	No se ha desarrollado
7.8.4.1.d	No	No se ha desarrollado
7.8.4.1.e	No	No se ha desarrollado
7.8.4.1.f	No	No se ha desarrollado
7.8.4.2	NA	No aplica, ya que en los laboratorios de calibración no se hacen muestreos
7.8.4.3	No	No se ha desarrollado

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017	CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO	Si, No o Parcial	
7.8.5 Información de muestreo – requisitos específicos		
Esta apartado no aplica a laboratorios de calibración		

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.8.6 Información sobre declaraciones de conformidad			
7.8.6.1	¿Cuando se proporciona una declaración de conformidad con una especificación o norma, el laboratorio documenta la regla de decisión aplicada?	No	No se ha desarrollado
7.8.6.2.a	¿El laboratorio informa sobre la declaración de conformidad, de manera que identifique a qué resultados se aplica la declaración de conformidad?	No	No se ha desarrollado
7.8.6.2.c	¿El laboratorio informa sobre la declaración de conformidad, de manera que identifique qué especificaciones, normas o partes de ésta se cumplen o no?	No	No se ha desarrollado
7.8.6.2.d	¿El laboratorio informa sobre la declaración de conformidad, de manera que identifique la regla de decisión aplicada?	No	No se ha desarrollado

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.8.7 Información sobre opiniones e interpretaciones			
7.8.7.1	¿Cuando se expresan interpretaciones, el laboratorio se asegura de que solo el personal autorizado para expresar opiniones e interpretaciones libere la declaración respectiva?	NA	No aplica, ya que por la naturaleza de las actividades del Laboratorio, este no emite opiniones e interpretaciones
7.8.7.2	¿Las opiniones e interpretaciones expresadas en los informes se basan en los resultados obtenidos del ítem calibrado y se identifican claramente como tales?	NA	No aplica, ya que por la naturaleza de las actividades del Laboratorio, este no emite opiniones e interpretaciones
7.8.7.3	¿Cuando las interpretaciones se comunican directamente mediante diálogo con el cliente, se conservan los registros de tales diálogos?	NA	No aplica, ya que por la naturaleza de las actividades del Laboratorio, este no emite opiniones e interpretaciones

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.8.8 Modificaciones a los informes			
7.8.8.1	¿Cuando se necesite cambiar, corregir o emitir nuevamente un informe ya emitido cualquier cambio en la información esta se identificada claramente, y cuando sea apropiado, se incluye en el informe la razón del cambio?	Parcial	Acciones a tomar detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio. Es necesario agregar a este procedimiento el alcance de la calibración de variables eléctricas
7.8.8.2	¿Las modificaciones a un informe después de su emisión se realizan solamente en la forma de otro documento, o de una transferencia de datos, que incluya la declaración: "Modificación al informe, número de serie... [o identificado de cualquier otra manera]" o una forma equivalente de redacción?	Parcial	Acciones a tomar detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio. Es necesario agregar a este procedimiento el alcance de la calibración de variables eléctricas
7.8.8.3	¿Cuando es necesario emitir un nuevo informe completo, se identifica de forma única y se mantiene una referencia al original al que reemplaza?	Parcial	Acciones a tomar detalladas en el procedimiento EEA-LC-P-002 Prestación del Servicio. Es necesario agregar a este procedimiento el alcance de la calibración de variables eléctricas

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.9 Quejas			
7.9.1	¿El laboratorio cuenta con un proceso documentado para recibir, evaluar y tomar decisiones acerca de las quejas?	Si	EEA-LC-P-003 Mejora
7.9.2	¿Existe un proceso de tratamiento de quejas para cuando lo solicite cualquier parte interesada?	Si	EEA-LC-P-003 Mejora, y se documenta llenando el formulario GIN-GC-F-070 Reporte de Queja
7.9.3.a	¿El proceso de tratamiento de quejas incluye una descripción del proceso de recepción, validación, investigación de la queja y decisión sobre las acciones a tomar para darles respuesta?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.9.3.b	¿El proceso de tratamiento de quejas incluye el seguimiento y registro de las quejas, incluyendo las acciones tomadas para resolverlas?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.9.3.c	¿El proceso de tratamiento de quejas se asegura de que se toman las acciones apropiadas?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.9.4	¿El laboratorio en caso de recibir una queja, es responsable de recopilar y verificar toda la información necesaria para validar la queja?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.9.5	¿El laboratorio acusa recibo de la queja y facilita a quien presenta la queja, los informes de progreso y del resultado del tratamiento de la queja?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.9.6	¿Los resultados que se comunican a quien presenta la queja se realizan por, o revisarse y aprobarse por, personas no involucradas en las actividades de laboratorio que originaron la queja?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.9.7	¿El laboratorio notifica formalmente a quien presenta la queja, el cierre del tratamiento de la queja?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora


REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.10 Trabajo no conforme			
7.10.1.a	¿Están definidos las responsabilidades y autoridades para la gestión del trabajo no conforme?	Si	-Procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora -EEA-LC-M-001 Manual de Calidad LCM
7.10.1.b	¿Las acciones se basen en los niveles de riesgo establecidos por el laboratorio?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.10.1.c	¿Se hace una evaluación de la importancia del trabajo no conforme, incluyendo un	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.10.1.d	¿Se toman decisiones sobre la aceptabilidad del trabajo no conforme?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.10.1.e	¿De ser necesario, se notifica al cliente y se anula el trabajo?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora
7.10.1.f	¿Está definida la responsabilidad para autorizar la reanudación del trabajo?	Si	-Procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora -EEA-LC-M-001 Manual de Calidad LCM
7.10.2	¿El laboratorio conserva registros del trabajo no conforme?	Si	Detallado en el formulario GIN-GC-F-064 Reporte de Trabajo No Conforme
7.10.3	¿Se implementan acciones correctivas cuando la evaluación indique que el trabajo no conforme podría volver a ocurrir?	Si	Detallado en el procedimiento EEA-LC-P-003 Mejora

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
7. REQUISITOS DEL PROCESO		Si, No o Parcial	
7.11 Control de los datos y gestión de la información			
7.11.1	¿El laboratorio tiene acceso a los datos y a la información necesaria para llevar a cabo las actividades de laboratorio?	Si	Control Documental de la ESPH
7.11.2	¿Se validan los sistemas de gestión de la información del laboratorio utilizados para recopilar, procesar, registrar, informar, almacenar o recuperar datos?	Si	El Control Documental de la ESPH es una herramienta validada, que permite una adecuada administración de la información
7.11.3.a	¿El sistema de gestión de la información del laboratorio esta protegido contra acceso no autorizado?	Si	El Control Documental de la ESPH, necesita los credenciales correspondientes para acceder
7.11.3.b	¿El sistema de gestión de la información del laboratorio esta salvaguardado contra manipulación indebida y pérdida?	Si	El Control Documental de la ESPH, es un sistema digital que cuenta con todas las herramientas de seguridad informática
7.11.3.c	¿El sistema de gestión de la información del laboratorio es operado en un ambiente que cumpla con las especificaciones del laboratorio?	Si	El Control Documental de la ESPH cumple con las necesidades requeridas por el Laboratorio
7.11.3.d	¿El sistema de gestión de la información del laboratorio se mantiene de manera que se asegure la integridad de los datos y de la información?	Si	El Control Documental de la ESPH, es un sistema digital que cuenta con todas las herramientas de seguridad informática
7.11.3.f	¿El sistema de gestión de la información del laboratorio incluye el registro de los fallos del sistema?	Si	El Control Documental de la ESPH, es un sistema digital que es administrada por el departamento empresarial correspondiente, quién maneja dichos registros
7.11.4	¿Cuando los sistemas de gestión de la información del laboratorio se gestionan por medio de un proveedor externo, el laboratorio asegura que el administrador del sistema cumple todos los requisitos?	NA	No aplica, ya que toda la información se maneja en el Control Documental de la ESPH
7.11.5	¿El laboratorio se asegura de que las instrucciones, manuales y datos de referencia pertinentes al sistema de gestión de la información del laboratorio estén fácilmente disponibles para el personal?	Si	Control Documental de la ESPH
7.11.6	¿Los cálculos y transferencias de datos se comprueban de una manera apropiada y sistemática?	Si	Control Documental de la ESPH

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
8 REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN		Si, No o Parcial	
8.1 Opciones (Generalidades)			
8.1.1	¿El laboratorio establece, documenta, implementa y mantiene un sistema de gestión que sea capaz de apoyar y demostrar el logro coherente de los requisitos de este documento. Además de cumplir los requisitos de los Capítulos 4 a 7, el laboratorio implementa un sistema de gestión de acuerdo con la Opción A o la Opción B?	Parcial	El Laboratorio cuenta con un sistema de gestión para la calibración de medidores de energía eléctrica, el cuál ya se encuentra debidamente acreditado. Sin embargo, para ampliar el alcance y así lograr acreditar el servicio de calibración, es necesario cumplir con los requisitos que se han evidenciado que estan pendientes de cumplimiento. Además, cabe destacar que el sistema implementado por el Laboratorio es de tipo B, más sin embargo, se realizará el análisis correspondiente para el caso del tipo A

REQUISITOS INTE-ISO/IEC 17025:2017		CUMPLIMIENTO	EVIDENCIAS Y OBSERVACIONES
8 REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN		Si, No o Parcial	
Opción B			
8.1.3	¿El laboratorio ha establecido y mantiene un sistema de gestión de acuerdo con los requisitos de la Norma INTE/ISO 9001, y es capaz cumplir coherentemente los requisitos de los Capítulos 4 a 7, y cumple también, al menos, con la intención de los requisitos del sistema de gestión especificados en los apartados 8.2 a 8.9?	Si	La ESPH se encuentra certificada en la norma INTE/ISO 9001

APÉNDICE 3: Procedimiento de calibración de variables eléctricas

	Calibración de Equipos de Variables Eléctricas	
	EEA-LC-P-009	
	Fecha de creación: 18/07/2024	Página 1 de 16

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Documento propiedad intelectual de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A.
Prohibida su reproducción o uso no autorizado.
La emisión del presente documento requiere de la autorización del responsable de Gestión Integrada.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.



Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

APÉNDICE 4: Certificado de calibración para variables eléctricas



Certificado de Calibración para Equipos de Variables Eléctricas
Laboratorio de Calibración
Negocio de Energía Eléctrica y Alumbrado Público

Creación:
18/04/2024
Versión 1

Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.



Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.



Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.



Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.



Se retira intencionalmente por cuestiones de confidencialidad.

ANEXO 1: Cotización del proveedor externo acreditado para la calibración del multímetro y amperímetro



ELVATRON S.A
 Cédula Jurídica N° 3-101-020826-35
 Tel.: 2242-9900 - Fax.: 2520-0697
 425 mts Norte de la Entrada Principal de la CNFL
 Costa Rica, San José, Central, La Uruca.
 www.elvatron.com

Cotización No.
Q12-IE4682 Versión: 1

Página: 1 de 1
Fecha de emisión: 18/03/2024
Fecha de vencimiento: 17/04/2024

Asunto: Calibración estándar

Cliente: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE HEREDIA S.A. **Condición de venta:** Crédito a 30 días

Dirección: IGLESIA CATÓLICA DE SAN JOSECITO DE SAN RAFAEL DE HEREDIA, 100 OESTE, 300 NORTE, 100 OESTE Y 100 NORTE. EDIFICIO MANO IZQUIERDA. ALMACÉN CENTRAL
Vendedor: Jeikell Antonio Lopez **Cel:**

Contacto: Fabian Villegas **Teléfono:** ND **Fax:**

C/T: fvillegas@Esph-sa.com/+506 2562 3082 **Correo:** jeikell.lopez@elvatron.com

LIN.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	T.ENTREGA	PRECIO UNI.	TOTAL LÍNEA
1	ELX-5-C-FK	Servicio de calibración trazable con datos bajo la Norma ANSI-Z540 para equipo de medición FLUKE modelo 376 (local).	1	01-02 SEMANAS	\$ 214.12	\$ 214.12
2	ELX-5-C-FK	Servicio de calibración trazable con datos bajo la Norma ANSI-Z540 para equipo de medición FLUKE modelo 117 (local).	1	01-02 SEMANAS	\$ 160.06	\$ 160.06

Notas: La calibración no incluye el cambio de partes dañadas en el equipo, si se encuentra un daño durante la calibración se deberá hacer una nueva cotización. Una vez recibida la OC o la confirmación de proceder el periodo de entrega será de 1 a 2 semanas. Favor enviar la OC (Si aplica) al correo servicios@elvatron.com

SUB - TOTAL	\$ 374.18
IVA	\$ 48.65
TOTAL	\$ 422.83

ANEXO 2: Cotización del proveedor de Fluke para la calibración del equipo multiproducto 5522A



ELVATRON S.A
 Cédula Jurídica N° 3-101-020826-35
 Tel.: 2242-9900 - Fax.: 2520-0697
 425 mts Norte de la Entrada Principal de la CNFL
 Costa Rica, San José, Central, La Uruca.
 www.elvatron.com

Cotización No.
Q02-J911E6 Versión: 2

Página: 1 de 1
Fecha de emisión: 19/03/2024
Fecha de vencimiento: 18/05/2024

Asunto: Calibración de equipo en fábrica

Cliente: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE HEREDIA S.A. **Condición de venta:** Crédito a 30 días

Dirección: IGLESIA CATÓLICA DE SAN JOSECITO DE SAN RAFAEL DE HEREDIA, 100 OESTE, 300 NORTE, 100 OESTE Y 100 NORTE. EDIFICIO MANO IZQUIERDA. ALMACÉN CENTRAL
Vendedor: Eduardo Lizano **Cel:** ND

Contacto: Fabian Villegas **Teléfono:** 22429900 Ext:323 **Fax:** 25200697

C/T: fvillegas@Esph-sa.com/+506 2562 3082 **Correo:** eduardo.lizano@elvatron.com

LIN. CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	T.ENTREGA	PRECIO UNI.	TOTAL LÍNEA
1 ELX-5-O-FK	Servicio de calibración Acreditada bajo la NORMA INTE ISO/IEC 17025:2017 para equipo de medición FLUKE modelo 5522A (En Fábrica).	1	09-10 SEMANAS	\$ 6,722.52	\$ 6,722.52

Notas: El precio cotizado incluye los costos asociados de envíos, aduanas y seguros, en el caso de que se requiera reparación de las unidades se cotizará por aparte una vez evaluadas las unidades por fábrica. Si posterior a una posible reparación el cliente decide no reparar la unidad, o bien no pueda ser reparada por fábrica por algún motivo, se deberán cancelar todos los costos y seguros asociados al envío de la unidad. Una vez recibida la OC o la confirmación de proceder el periodo de entrega será de 9 a 10 semanas. Favor enviar la OC (Si aplica) al correo servicios@elvatron.com

SUB - TOTAL	\$ 6,722.52
IVA	\$ 873.93
TOTAL	\$ 7,596.45

ANEXO 3: Cotización del proveedor SCM para la calibración del equipo multiproducto 5522A



¡EXACTAMENTE!

SCM Metrología y Laboratorios S.A.
Zona Franca BES, Local L1, Coyol
ALAJUELA, Alajuela (CR) 20102, Costa Rica
Teléfono. 4020-1201
Cédula: 3-101-271623

Certificado de Acreditación No. LC-020-R01 del Ente Costarricense de Acreditación de acuerdo con la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2017

Cotización SO57097

11-Apr-2024

Cliente: Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A Contacto: Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A, Fabian Villegas Alpizar Teléfono: 25623774 Válido hasta: 11/05/2024 Medio de Pago: Efectivo Transferencia Tiempo de entrega: 10 Día(s) Hábil(es) bancaria Tarjeta de Crédito/Débito (sólo en tienda)	Email: Email: fvillegas@esph-sa.com Ícotermin: Tipo de Pago: Crédito, 30 días naturales
Dirección: Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A C1, Av10, Heredia centro HEREDIA 4 40101 Costa Rica Facturación: Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A C1, Av10, Heredia centro HEREDIA 4 40101 Costa Rica	

CANT.	SERVICIO / PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO
1	[ELE04SCM] Calibración de calibrador de procesos Servicio acreditado por el Ente Costarricense de Acreditación, ECA, en la norma ISO-INTE/IEC 17025:2017. Calibración en 5 puntos por cada variable eléctrica. Corriente (DC): 0 A a 20 A, acreditado. Tensión (AC/DC): 1000 V, acreditado. Frecuencia: 100 mHz a 225 MHz, acreditado. Resistencia: 0 Ω a 400 MΩ, acreditado. Máximo: 10 GΩ Temperatura por simulación: -180 °C a 1372 °C (Termopar tipo K) Temperatura por simulación: -180 °C a 760 °C (Termopar tipo J) Temperatura por simulación: -180 °C a 800 °C (RTD PT-100, 3 hilos). Temperatura por simulación: -180 °C a 800 °C (RTD PT-100, 4 hilos). Alimentación de lazo, 2 puntos. Procedimiento de calibración: PT-SCM-020. Método de Calibración: Comparación directa contra patrón. Servicio realizado en las instalaciones de SCM Metrología y Laboratorios, S.A. Garantía: 30 Día(s)	\$ 495.00	\$ 495.00
1	[LOG01] Servicio adicional de retiro y entrega Transporte de equipos. Viaje de recolecta y viaje de entrega. Sector de Alajuela - Heredia y alrededores	\$ 35.00	\$ 35.00

4020-1201 info@scmmetrologia.com <http://www.scmmetrologia.com/>
 Teléfono: (506) 2431-5253 | Fax: (506) 2432-4180 | Email: info@scmmetrologia.com | Sitio web: <http://www.scmmetrologia.com/> | Reg: 3-101-271623
 Cuentas bancarias: Bca San José: 906041587 (USD), Bca San José: 906041504 (CRC), Banco Nacional de Costa Rica: 054000544-2 (CRC), Banco Nacional de Costa Rica: 540000019-1 (USD), Banco Nacional de Costa Rica: 540000019-1 (USD), Banco Nacional de Costa Rica: 540000019-1 (USD)
 Página: 1/3



¡EXACTAMENTE!

SCM Metrología y Laboratorios S.A.
Zona Franca BES, Local L1, Coyoil
ALAJUELA, Alajuela (CR) 20102, Costa Rica
Teléfono. 4020-1201
Cédula: 3-101-271623

	Subtotal	\$ 530.00
	Impuestos	\$ 68.90
	TOTAL	\$ 598.90

Realizado por:
Stephanie Campos Saenz - Email: stheparie.campos@scmmetrologia.com

Por el reciente cambio en facturación digital le comunicamos que la factura se realizará en base a la descripción que se muestra en la cotización. Si requiere algún detalle en particular en su factura, lo debe de comunicar antes de aprobar la cotización.

ATENCIÓN! Basado en la Ley del Fortalecimiento de las finanzas públicas N° 9625, a partir del 1 de julio del 2019 todos los servicios que sean facturados incluirán el impuesto al valor agregado. Si procede a hacer la entrega de los equipos en nuestra tienda debe de entregar este documento con el fin de agilizar el proceso de recepción de equipos.

Los servicios ofrecidos se basan en la información compartida durante el proceso de negociación de una oferta, el precio del servicio podría modificarse cuando el equipo ingresa al laboratorio y si se considera que el servicio requerido por el equipo es diferente. Este cambio en el precio se realizará con la autorización previa del cliente. Si no se acepta el cambio en la oferta, se llevará a cabo el servicio ofrecido.

Documentos de Referencia

Contrato de Servicios: [RC-SCM-023.pdf](#)

Alcance de Acreditación: [LC-020.pdf](#)

Recibo conforme y acepto las condiciones de la oferta:

Nombre

Firma

Fecha

RC-SCM-042 v12

ANEXO 4: Cotización para la capacitación del calibrador multiproducto 5522A



ELVATRON S.A
 Cédula Jurídica N° 3-101-020826-35
 Tel.: 2242-9900 - Fax.: 2520-0697
 425 mts Norte de la Entrada Principal de la CNFL
 Costa Rica, San José, Central, La Uruca.
 www.elvatron.com

Cotización No.
Q04-FE58W0 Versión: 1

Página: 1 de 1
Fecha de emisión: 15/05/2024
Fecha de vencimiento: 14/06/2024

Asunto: Capacitación: Calibrador Multiproducto 5522A

Cliente: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE HEREDIA S.A. **Condición de venta:** Crédito a 30 días

Dirección: IGLESIA CATÓLICA DE SAN JOSECITO DE SAN RAFAEL DE HEREDIA, 100 OESTE, 300 NORTE, 100 OESTE Y 100 NORTE. EDIFICIO MANO IZQUIERDA. ALMACÉN CENTRAL
Vendedor: Tayron Josue Perez **Cel:** ND

Contacto: Fabian Villegas **Teléfono:** ND **Fax:** ND

C/T: fvillegas@EspH-sa.com/+506 2562 3082 **Correo:** tayron.perez@elvatron.com

LIN.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	T.ENTREGA	PRECIO UNI.	TOTAL LÍNEA
1	ELX-5-E-FK	Capacitación: Calibrador Multiproducto 5522A	1	ND	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00

Notas:

SUB - TOTAL	\$ 1,500.00
IVA	\$ 195.00
TOTAL	\$ 1,695.00

ANEXO 5: Cotización de solicitud de la ampliación al ECA

ENTE COSTARRICENSE DE ACREDITACION

"Generando confianza"
 Central telefónica 2221-7222
 Cédula Jurídica: 3-007-348163
 San José, Av. 2, Calle 32 Contiguo a la Embajada de España
 daf@eca.or.cr
 www.eca.or.cr

PROFORMA
 No. 12818

Fecha: 31/05/2024

Ciente

EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE HEREDIA SOCIEDAD ANONI
 LC-191
 Estadio Eladio Rosabal 1 km al oeste, costado oeste de la plaza de deportes

506 25623774

Cantidad	Descripción/Servicio	Costo Unitario	Total
1.00	Solicitud de Ampliación Laboratorios Ensayo y Calib.	607.00	607.00
16.00	Horas Evaluador Líder Documental	62.00	992.00
10.00	Horas Evaluador Documental	48.00	480.00
10.00	Horas Experto Técnico Documental	41.00	410.00
21.00	Horas Evaluador Líder In situ	62.00	1,302.00
21.00	Horas Evaluador In situ	48.00	1,008.00
21.00	Horas Experto Técnico In situ	41.00	861.00
2.00	Horas Evaluador Líder PAC	62.00	124.00
1.00	Horas Evaluador PAC	48.00	48.00
1.00	Horas Experto Técnico PAC	41.00	41.00
7.00	Horas Evaluador Líder VAC	62.00	434.00
7.00	Horas Experto Técnico VAC	41.00	287.00
1.00	Otorgamiento Acreditación Laboratorios Ensayo y Calib.	1,216.00	1,216.00
1.00	Cuota de Mantenimiento Anual Laboratorios Ensayo y Calib.	912.00	912.00
	*Los rubros adicionales por viáticos, transportes, alimentación y cualquier adicional requerido por el equipo evaluador, deberá ser cubierto por el OEC.		
	Subtotal	5	8,722.00
	Descuento	5	0.00
	IVA	5	1,133.86
	Total	5	9,855.86

RECIBIDO CONFORME:

FECHA:

ANEXO 6: Tipo de cambio del dólar en Costa Rica en el primer semestre 2024

DÍA	TIPO DE CAMBIO	DÍA	TIPO DE CAMBIO	DÍA	TIPO DE CAMBIO	DÍA	TIPO DE CAMBIO
1 Ene 2024	526,88	20 Feb 2024	517,41	10 Abr 2024	504,42	30 May 2024	527,11
2 Ene 2024	526,88	21 Feb 2024	516,82	11 Abr 2024	504,11	31 May 2024	528,55
3 Ene 2024	525,68	22 Feb 2024	517,73	12 Abr 2024	504,34	1 Jun 2024	532,00
4 Ene 2024	524,65	23 Feb 2024	517,48	13 Abr 2024	504,30	2 Jun 2024	532,00
5 Ene 2024	523,83	24 Feb 2024	517,96	14 Abr 2024	504,30	3 Jun 2024	532,00
6 Ene 2024	524,73	25 Feb 2024	517,96	15 Abr 2024	504,30	4 Jun 2024	534,55
7 Ene 2024	524,73	26 Feb 2024	517,96	16 Abr 2024	504,30	5 Jun 2024	532,62
8 Ene 2024	524,73	27 Feb 2024	517,93	17 Abr 2024	503,52	6 Jun 2024	531,96
9 Ene 2024	525,27	28 Feb 2024	517,14	18 Abr 2024	504,11	7 Jun 2024	532,61
10 Ene 2024	524,94	29 Feb 2024	516,34	19 Abr 2024	504,07	8 Jun 2024	534,84
11 Ene 2024	524,97	1 Mar 2024	517,49	20 Abr 2024	503,70	9 Jun 2024	534,84
12 Ene 2024	523,15	2 Mar 2024	518,15	21 Abr 2024	503,70	10 Jun 2024	534,84
13 Ene 2024	523,30	3 Mar 2024	518,15	22 Abr 2024	503,70	11 Jun 2024	535,40
14 Ene 2024	523,30	4 Mar 2024	518,15	23 Abr 2024	502,86	12 Jun 2024	530,09
15 Ene 2024	523,30	5 Mar 2024	515,95	24 Abr 2024	504,43	13 Jun 2024	527,98
16 Ene 2024	521,13	6 Mar 2024	515,07	25 Abr 2024	505,01	14 Jun 2024	527,00
17 Ene 2024	519,39	7 Mar 2024	513,76	26 Abr 2024	504,88	15 Jun 2024	526,12
18 Ene 2024	520,16	8 Mar 2024	512,99	27 Abr 2024	505,18	16 Jun 2024	526,12
19 Ene 2024	519,23	9 Mar 2024	512,51	28 Abr 2024	505,18	17 Jun 2024	526,12
20 Ene 2024	519,36	10 Mar 2024	512,51	29 Abr 2024	505,18	18 Jun 2024	522,25
21 Ene 2024	519,36	11 Mar 2024	512,51	30 Abr 2024	507,71	19 Jun 2024	521,65
22 Ene 2024	519,36	12 Mar 2024	511,45	1 May 2024	510,49	20 Jun 2024	521,86
23 Ene 2024	518,32	13 Mar 2024	510,75	2 May 2024	510,49	21 Jun 2024	523,65
24 Ene 2024	517,72	14 Mar 2024	509,98	3 May 2024	511,40	22 Jun 2024	526,72
25 Ene 2024	517,50	15 Mar 2024	509,43	4 May 2024	511,51	23 Jun 2024	526,72
26 Ene 2024	517,07	16 Mar 2024	507,89	5 May 2024	511,51	24 Jun 2024	526,72
27 Ene 2024	516,86	17 Mar 2024	507,89	6 May 2024	511,51	25 Jun 2024	527,62
28 Ene 2024	516,86	18 Mar 2024	507,89	7 May 2024	512,28	26 Jun 2024	525,04
29 Ene 2024	516,86	19 Mar 2024	505,80	8 May 2024	512,64	27 Jun 2024	526,85
30 Ene 2024	517,68	20 Mar 2024	505,74	9 May 2024	513,78	28 Jun 2024	528,80
31 Ene 2024	519,79	21 Mar 2024	505,84	10 May 2024	513,95	29 Jun 2024	530,41
1 Feb 2024	520,78	22 Mar 2024	505,97	11 May 2024	514,66	30 Jun 2024	530,41
2 Feb 2024	520,20	23 Mar 2024	505,68	12 May 2024	514,66		
3 Feb 2024	520,89	24 Mar 2024	505,68	13 May 2024	514,66		
4 Feb 2024	520,89	25 Mar 2024	505,68	14 May 2024	514,30		
5 Feb 2024	520,89	26 Mar 2024	505,36	15 May 2024	512,70		
6 Feb 2024	521,79	27 Mar 2024	505,99	16 May 2024	511,92		
7 Feb 2024	521,74	28 Mar 2024	506,60	17 May 2024	511,39		
8 Feb 2024	520,82	29 Mar 2024	506,60	18 May 2024	512,59		
9 Feb 2024	521,14	30 Mar 2024	506,60	19 May 2024	512,59		
10 Feb 2024	521,38	31 Mar 2024	506,60	20 May 2024	512,59		
11 Feb 2024	521,38	1 Abr 2024	506,60	21 May 2024	513,21		
12 Feb 2024	521,38	2 Abr 2024	505,73	22 May 2024	514,73		
13 Feb 2024	520,68	3 Abr 2024	504,75	23 May 2024	516,36		
14 Feb 2024	520,45	4 Abr 2024	505,99	24 May 2024	518,25		
15 Feb 2024	520,81	5 Abr 2024	506,51	25 May 2024	520,30		
16 Feb 2024	519,51	6 Abr 2024	507,03	26 May 2024	520,30		
17 Feb 2024	518,28	7 Abr 2024	507,03	27 May 2024	520,30		
18 Feb 2024	518,28	8 Abr 2024	507,03	28 May 2024	522,78		
19 Feb 2024	518,28	9 Abr 2024	505,46	29 May 2024	525,05	Promedio	516,7

Fuente: BCCR, 2024.