

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA**



**“IMPLEMENTACIÓN Y ACREDITACIÓN DE UN
PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE PESAS DE
CLASE DE EXACTITUD M_2 Y M_3 EN CUMPLIMIENTO CON LOS
REQUISITOS DE LA NTP ISO/IEC 17025:2017”**

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

DANIEL GUSTAVO ORTIZ GARCIA

Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	13. INFORME - ORTIZ GARCIA DANIEL GUSTAVO EPF.pdf (D172030340)
Submitted	2023-07-12 22:20:00 UTC+02:00
Submitted by	FCNM
Submitter email	investigacion.fcnm@unac.pe
Similarity	3%
Analysis address	investigacion.fcnm.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.google.com.pe/maps/place/Dsi+Peru+Automation/@-12.0166173,-77.0646537,15z/data=!4m6!3m5!1s0x9105ce7f02b8323b:0xf2351de8fb30d83c!8m2!3d-12.0166173!4d-77.0646537!16s%252Fg%252F11g9vxp7qw Fetched: 7/12/2023 10:21:00 PM	 1
W	URL: https://www.google.com.pe/maps/place/Analytical+Laboratory+EIRL/@-12.0615473,77.1246002,18.5z/data=!4m7!3m6!1s0x9105c57b62c6572d:0x851 Fetched: 7/12/2023 10:21:00 PM	 1
W	URL: https://www.cem.es/sites/default/files/2021-01/breve%20historia_de%20la%20metrologia_doc.pdf Fetched: 7/12/2023 10:21:00 PM	 2
W	URL: https://www.cientificos.pe/?p=7044 Fetched: 7/12/2023 10:21:00 PM	 4
W	URL: https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf Fetched: 7/12/2023 10:21:00 PM	 5
W	URL: https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Publicaciones/METROLOGIA%20LEGAL%20EN%20EL%20PERU%20-%20Jos%C3%A9%20Dajés.pdf Fetched: 7/12/2023 10:21:00 PM	 2

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA “IMPLEMENTACIÓN Y ACREDITACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE PESAS DE CLASE DE EXACTITUD M 2 Y M 3 EN CUMPLIMIENTO CON LOS REQUISITOS DE LA NTP ISO/IEC 17025:2017” TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FÍSICA DANIEL GUSTAVO ORTIZ GARCIA Callao, 2023 PERÚ

ii	v DEDICATORIA A mis padres que tienen fe hacia mi persona y quienes motivan mi día a día a seguir adelante y descubrir nuevos conocimientos para elevar mi calidad de ser humano.	vi ABREVIATURAS
vii	AGRADECIMIENTOS Al equipo técnico de metrologos de las empresas en las cuales desempeñe mi actividad profesional, me ayudaron a formar el profesional que soy. A mi asesor, Dr. Sánchez Ortiz Jesús Félix, por el apoyo brindado en esta etapa del desarrollo del informe del informe de suficiencia profesional. A la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, por la formación brindada en los años de estancia académica. A la Universidad Nacional del Callao por darme la oportunidad de cursar estudios superiores y pertenecer a tan prestigiosa casa de estudios. Daniel Gustavo Ortiz Garcia	xii I. ASPECTOS GENERALES
viii	ÍNDICE DEDICATORIA	xiii
ix	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	14
x	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	15
xi	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	20
xii	AGRADECIMIENTOS	21
xiii	ÍNDICE DEDICATORIA	22
xiv	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	23
xv	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	24
xvi	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	25
xvii	AGRADECIMIENTOS	26
xviii	ÍNDICE DEDICATORIA	27
xix	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	28
xx	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	29
xxi	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	30
xxii	AGRADECIMIENTOS	31
xxiii	ÍNDICE DEDICATORIA	32
xxiv	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	33
xxv	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	34
xxvi	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	35
xxvii	AGRADECIMIENTOS	36
xxviii	ÍNDICE DEDICATORIA	37
xxix	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	38
xxx	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	39
xxxi	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	40
xxxii	AGRADECIMIENTOS	41
xxxiii	ÍNDICE DEDICATORIA	42
xxxiv	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	43
xxxv	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	44
xxxvi	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	45
xxxvii	AGRADECIMIENTOS	46
xxxviii	ÍNDICE DEDICATORIA	47
xxxix	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	48
xl	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	49
xli	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	50
xlii	AGRADECIMIENTOS	51
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	52
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	53
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	54
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	55
xliiii	AGRADECIMIENTOS	56
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	57
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	58
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	59
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	60
xliiii	AGRADECIMIENTOS	61
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	62
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	63
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	64
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	65
xliiii	AGRADECIMIENTOS	66
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	67
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	68
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	69
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	70
xliiii	AGRADECIMIENTOS	71
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	72
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	73
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	74
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	75
xliiii	AGRADECIMIENTOS	76
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	77
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	78
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	79
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	80
xliiii	AGRADECIMIENTOS	81
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	82
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	83
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	84
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	85
xliiii	AGRADECIMIENTOS	86
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	87
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	88
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	89
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	90
xliiii	AGRADECIMIENTOS	91
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	92
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	93
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	94
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	95
xliiii	AGRADECIMIENTOS	96
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	97
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	98
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	99
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	100
xliiii	AGRADECIMIENTOS	101
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	102
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	103
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	104
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	105
xliiii	AGRADECIMIENTOS	106
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	107
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	108
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	109
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	110
xliiii	AGRADECIMIENTOS	111
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	112
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	113
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	114
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	115
xliiii	AGRADECIMIENTOS	116
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	117
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	118
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	119
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	120
xliiii	AGRADECIMIENTOS	121
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	122
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	123
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	124
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	125
xliiii	AGRADECIMIENTOS	126
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	127
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	128
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	129
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	130
xliiii	AGRADECIMIENTOS	131
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	132
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	133
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	134
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	135
xliiii	AGRADECIMIENTOS	136
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	137
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	138
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	139
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	140
xliiii	AGRADECIMIENTOS	141
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	142
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	143
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	144
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	145
xliiii	AGRADECIMIENTOS	146
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	147
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	148
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	149
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	150
xliiii	AGRADECIMIENTOS	151
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	152
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	153
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	154
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	155
xliiii	AGRADECIMIENTOS	156
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	157
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	158
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	159
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	160
xliiii	AGRADECIMIENTOS	161
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	162
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	163
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	164
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	165
xliiii	AGRADECIMIENTOS	166
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	167
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	168
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	169
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	170
xliiii	AGRADECIMIENTOS	171
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	172
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	173
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	174
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	175
xliiii	AGRADECIMIENTOS	176
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	177
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	178
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	179
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	180
xliiii	AGRADECIMIENTOS	181
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	182
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	183
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	184
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	185
xliiii	AGRADECIMIENTOS	186
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	187
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	188
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	189
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	190
xliiii	AGRADECIMIENTOS	191
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	192
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	193
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	194
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	195
xliiii	AGRADECIMIENTOS	196
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	197
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	198
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	199
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	200
xliiii	AGRADECIMIENTOS	201
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	202
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	203
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	204
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	205
xliiii	AGRADECIMIENTOS	206
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	207
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	208
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	209
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	210
xliiii	AGRADECIMIENTOS	211
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	212
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	213
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	214
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	215
xliiii	AGRADECIMIENTOS	216
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	217
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	218
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	219
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	220
xliiii	AGRADECIMIENTOS	221
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	222
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	223
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	224
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	225
xliiii	AGRADECIMIENTOS	226
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	227
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	228
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	229
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	230
xliiii	AGRADECIMIENTOS	231
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	232
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	233
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	234
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	235
xliiii	AGRADECIMIENTOS	236
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	237
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	238
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	239
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	240
xliiii	AGRADECIMIENTOS	241
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	242
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	243
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	244
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	245
xliiii	AGRADECIMIENTOS	246
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	247
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	248
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	249
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	250
xliiii	AGRADECIMIENTOS	251
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	252
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	253
xliiii	ÍNDICE DE FIGURAS Figura 1 Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú	254
xliiii	ABREVIATURAS ALAB: Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú	255
xliiii	AGRADECIMIENTOS	256
xliiii	ÍNDICE DEDICATORIA	257
xliiii	ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1 EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS	258
xliiii	ÍNDICE DE FIG	

INFORMACIÓN BÁSICA

Facultad : Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

Unidad de Investigación : Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

Título : Implementación y acreditación de un procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 en cumplimiento con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025:2017

Asesor : Dr. Jesús Félix Sánchez Ortiz
ORCID: 0000-0002-6531-5228
DNI: 06532590

Autor : Daniel Gustavo Ortiz Garcia
ORCID: 0009-0004-4325-7532
DNI: 42964771

Lugar de ejecución : Lima – Perú

Prólogo del Jurado

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional fue Expuesto por el señor Bachiller Daniel Gustavo Ortiz Garcia ante el **JURADO DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

Dr. LOZANO BARTRA, Wualkuer Enrique	: Presidente
Mg. VIDAL GUZMÁN, Roel Mario	: Secretario
Mg. ALVA ZAVALETA, Rolando Juan	: Vocal
Dr. ARELLANO UBILLUZ, Pablo Godofredo	: Suplente

Tal como está asentado en el Acta de exposición de informe de suficiencia profesional con resolución N° 024-2023-CF-FCNM de 25 de julio de 2023, para optar el Título Profesional de Licenciado en Física o en Matemática en la Modalidad de Titulación por Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 319-2022-R, de fecha 22 de abril de 2022.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
UNIDAD DE INVESTIGACION
(Resolución N° 024-2023-CF-FCNM)

ACTA DE EXPOSICION DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA
OBTENCION DEL TITULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN FISICA

En el Callao, en el auditorio de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, sito en la Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista, a los 25 días del mes de julio del año 2023, se reunió, a fin de proceder en primer término al acto de instalación del Jurado Evaluador del II CICLO TALLER PARA TITULACION POR LA MODALIDAD DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2023, designado con Resolución de Consejo de Facultad N°047B-2023-CF-FCNM, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Whualkuer Enrique Lozano Bartra	Presidente
Mg. Roel Mario Vidal Guzmán	Secretario
Dr. Rolando Juan Alva Zavaleta	Vocal

Con Resolución N° 095-2023-D-FCNM, se aprobó fecha y hora del acto de exposición del trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **ORTIZ GARCIA, Daniel Gustavo**, quien, habiendo cumplido con los requisitos solicitados para optar el Título Profesional de Licenciado en Física y, exponer el informe titulado: **"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 NTP ISO/IEC 17025: 2017"**

Se dio inicio a las 16:30 horas al acto de exposición de trabajo de suficiencia profesional, cumpliendo con la exposición en acto público de manera presencial, en concordancia con la Resolución de Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD y a la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueban las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario"

Culminada la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado de Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional del II CICLO TALLER PARA TITULACION POR LA MODALIDAD DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL, efectuada las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y la calificación cuantitativa **(14)**, conforme a lo dispuesto en el Artículo 27° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado con Resolución de Consejo Universitario y su modificatoria con Resolución N° 130-2023-CU, de fecha 15 de junio 2023.

Siendo las 17:00 horas del día lunes 25 de julio del año 2023, se dio por cerrado el acto de exposición, dando fe los miembros del jurado firmantes:

Dr. Whualkuer Enrique Lozano Bartra
Presidente

Mg. Roel Mario Vidal Guzmán
Secretario

Dr. Rolando Juan Alva Zavaleta
Vocal



Dr. Jesús Félix Sánchez Ortiz
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres que tienen fe hacia mi persona y quienes motivan mi día a día a seguir adelante y descubrir nuevos conocimientos para elevar mi calidad de ser humano.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo técnico de metrólogos de las empresas en las cuales desempeñe mi actividad profesional, me ayudaron a formar el profesional que soy.

A mi asesor, Dr. Sánchez Ortiz Jesús Félix, por el apoyo brindado en esta etapa del desarrollo del informe de suficiencia profesional.

A la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, por la formación brindada en los años de estancia académica.

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

Daniel Gustavo Ortiz Garcia

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ABREVIATURAS	xi
INTRODUCCIÓN	xii
I. ASPECTOS GENERALES	14
1.1. Objetivos de la actividad profesional.....	14
1.1.1 Objetivo general.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
1.2. Organización de las empresas donde se realizó la experiencia profesional	14
1.2.1 Datos generales de las empresas	15
1.2.2 Reseña histórica de las empresas.....	17
1.2.3 Actividades principales de las empresas	17
1.2.4 Misión, Visión y Valores de las empresas.....	18
1.2.5 Organigrama de las empresas.....	19
1.2.6 Política de las empresas.....	20
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	22
2.1 Marco teórico	22
2.1.1 Bases Teóricas	22
2.1.2 Antecedentes.....	25
2.1.3 Marco conceptual	27
2.1.4 Marco Legal.....	30
2.2 Descripción de las actividades realizadas en las empresas	31
2.2.1 Descripción de la realidad problemática	31
2.2.2 Descripción de las actividades en base a su puesto de trabajo.....	33
2.2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	36
2.2.3 Aspectos técnicos de las actividades profesionales	37
2.2.4 Resultados.....	42
2.2.5 Cronograma de las actividades profesionales	44
III. APORTES REALIZADOS.....	46
3.1 Aportes del bachiller en las empresas	46
3.2 Logros alcanzados.....	46

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	47
4.1 Discusión	47
4.2 Conclusiones	52
V. RECOMENDACIONES.....	53
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>EVALUACIÓN INICIAL Y SUBSANACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS.....</i>	44
Tabla 2	<i>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR MES.....</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima - Perú.....</i>	15
Figura 2 <i>Mapa con la ubicación de la empresa Analytical Laboratory E.I.R.L. en la provincia del Callao - Perú.....</i>	16
Figura 3 <i>Organigrama de la empresa.....</i>	20
Figura 4 <i>Política institucional de la calidad.....</i>	21
Figura 5 <i>Errores máximos permisibles para las distintas clases exactitud de pesas según NMP 004 2007</i>	22
Figura 6 <i>Problemática inicial de la implementación (Diagrama de Ishikawa)...</i>	32
Figura 7 <i>Evaluación de la implementación en una segunda etapa (Diagrama de Ishikawa)</i>	33

ABREVIATURAS

ALAB:	Analytical Laboratory E.I.R.L.
BIPM:	Buro Internacional de Pesas y Medida
CEM:	Centro Español de Metrología
CENAM:	Centro Nacional de Metrología
INDECOPI:	Instituto de Defensa de la Competencia y Protección de la Propiedad Intelectual
IEC:	Comisión Electrotécnica Internacional
INACAL:	Instituto Nacional de Calidad
ISO:	Organización Internacional de Normalización
NMP:	Norma Metrológica Peruana
NTP:	Norma Técnica Peruana
OIML:	Organización Internacional de Metrología Legal
SI:	Sistema Internacional
SLUMP:	Sistema Legal de Unidades Medidas del Perú

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia profesional, que el bachiller desarrollo como parte de su experiencia en empresas privadas, describe las actividades relacionadas con el proceso de calibración e implementación del procedimiento de calibración de pesas, y la competencia técnica para el adecuado desempeño de las actividades.

La característica del presente informe es el de detallar la secuencia que, por lo general, un profesional o técnico atraviesa como experiencia laboral en los laboratorios de calibración u “Organismo de evaluación de la conformidad”, según el vocabulario de la ISO 17000. Esto implica, como detallaremos en el desarrollo del informe, el proceso de formación del profesional, la implementación del procedimiento y la aplicación de los mismos en conformidad a los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025.

El bachiller, en su formación y experiencia profesional, desarrolla los talentos necesarios para llevar acabo estas actividades, en una primera etapa como técnico metrólogo en la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*, en las cuales adquirió experiencia tanto como ejecutar calibraciones de pesas como una inducción en el sistema de gestión, ya que *DSI Peru Automation E.I.R.L.* es una empresa acreditada los procedimientos de calibración de masas por parte del Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). En la segunda etapa el bachiller se desempeño en la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*, empresa que planea implementar un área de metrología para iniciar servicios en el rubro de las calibraciones.

La implementación del procedimiento de calibración de pesas de clase exactitud M_2 y M_3 se desarrolla en la segunda empresa donde el bachiller realizó la experiencia profesional, para ello se tuvo que realizar los análisis respectivos antes de la implementación, reflejados en los diagramas de Ishikawa. Planteándose dos diagramas, un primero que recoge las deficiencias al inicio de

las actividades de implementación del procedimiento de pesas, y un segundo diagrama donde se subsanan las deficiencias encontradas en el primer análisis.

Lograda la subsanación de las deficiencias encontradas, se procede a planificar la implementación del procedimiento, que consta en: la búsqueda de referencia, elaboración del procedimiento, elaboración de la hoja de cálculo, validación del método y de la hoja de cálculo, evaluación de la capacidad de medición en calibraciones; y la estimación del respectivo período que involucraría para cumplirlos.

La fase final del proceso viene a ser la auditoria por parte del instituto nacional de la calidad (INACAL), sobre el procedimiento de calibración de pesas a implementar y la consecuente acreditación para calibrar pesas de la clase de exactitud M_2 y M_3 de la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivos de la actividad profesional

Implementación del Procedimiento PC-008: “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007” del INACAL aplicado para la calibración de pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 .

1.1.1 Objetivo general

Describir el proceso de implementación y acreditación de un procedimiento para la calibración de pesas clase de exactitud M_2 y M_3 en cumplimiento y de acuerdo con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025:2017.

1.1.2 Objetivos específicos

OE1. Describir la experiencia profesional de Técnico metrólogo en las empresas *DSI Peru Automation E.I.R.L.* y *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

OE2. Describir la implementación del procedimiento PC-008: “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007” del INACAL aplicado para la calibración de pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 .

OE3. Explicar la correcta aplicación de los requisitos del procedimiento para la calibración de pesas según el PC-008: “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007” del INACAL.

OE4. Aplicar el proceso de implementación para acreditar el procedimiento de calibración a pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 en el alcance de 100 mg a 25 kg que cumplen valores nominales de la NMP 004:2007 en cumplimiento de los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025.

1.2. Organización de las empresas donde se realizó la experiencia profesional

A continuación, se describe las experiencias de carácter profesional desarrollada por el bachiller en las siguientes empresas:

- a. En la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*
- b. En la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

1.2.1 Datos generales de las empresas

a. En la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

Los datos generales de la empresa son los siguientes:

- Razón social: *DSI Peru Automation E.I.R.L.*
- R.U.C. N°: 20524203775
- Actividad económica: Calibraciones, y otras actividades de tipo servicio.
- Fecha de inicio de actividades: 11/12/2009

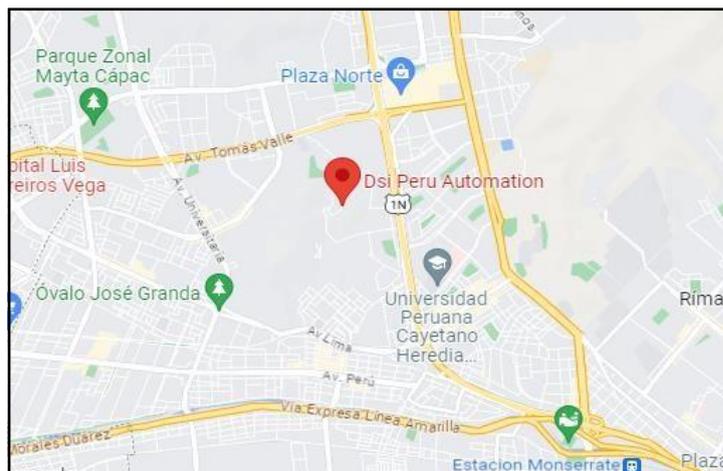
Ubicación geográfica de la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

- País: Perú
- Región: Lima
- Provincia: Lima
- Distrito: San Martín de Porres
- Dirección: Calle el Engranaje N° 248, Urb. industrial la Milla
- Latitud: 12°00'59.2"S
- Longitud: 77°03'52.8"W

En la Figura 1 se muestra la ubicación de la empresa.

Figura 1

Mapa con la ubicación de la empresa DSI Peru Automation E.I.R.L. en Lima – Perú



Nota. Fuente Google Maps

<https://www.google.com.pe/maps/place/Dsi+Peru+Automation/@-12.0166173,-77.0646537,15z/data=!4m6!3m5!1s0x9105ce7f02b8323b:0xf2351de8fb30d83c!8m2!3d-12.0166173!4d-77.0646537!16s%2Fg%2F11g9vxp7qw>

Página Web de la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

Dirección Web: <https://dsiperuautomation.com/>

b. En la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L*

Los datos generales de la empresa son los siguientes:

- Razón social: *Analytical Laboratory E.I.R.L.*
- R.U.C. N°: 20600651901
- Actividad económica: Ensayos y análisis técnicos, y otras actividades de tipo servicio.
- Fecha de inicio de actividades: 09/09/2015

Ubicación geográfica de la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L*

- País: Perú
- Región: Callao
- Provincia: Callao
- Distrito: Bellavista
- Dirección: Av. Guardia chalaca 1877
- Latitud: 12°03'39.2" S
- Longitud: 77°07'27.4" W

En la Figura 2 se muestra la ubicación de la empresa.

Figura 2

Mapa con la ubicación de la empresa Analytical Laboratory E.I.R.L en la provincia del Callao – Perú



Nota. Fuente Google Maps

<https://www.google.com.pe/maps/place/Analytical+Laboratory+E.I.R.L/@-12.0615473,77.1246002,18.5z/data=!4m7!3m6!1s0x9105c57b62c6572d:0x851>

Página Web de la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L*

- Dirección Web: <https://alab.com.pe/index.php>

1.2.2 Reseña histórica de las empresas

a. En la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

DSI Peru Automation E.I.R.L. es una empresa privada que inicia sus actividades en el año 2009. En un comienzo se establece como una empresa que presta servicios de mantenimiento a equipamiento industrial. Con el pasar de los años aumentaron las medidas de control de calidad a nivel industrial, generándose como consecuencia los controles metrológicos a los equipos industriales; entonces debido a esta demanda, la empresa, empieza a realizar servicios de verificación y calibración de instrumentos.

Posteriormente para afianzar su competencia técnica en metrología, la empresa obtiene la acreditación bajo los lineamientos de la norma ISO/IEC 17025, en los procedimientos más afines al rubro de los servicios de mantenimiento que brinda a sus clientes.

b. En la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L*

Analytical Laboratory E.I.R.L. (ALAB) es una empresa privada que se encuentra en actividad desde el año 2015. En el inicio de sus actividades se estableció en el rubro de los ensayos y análisis técnicos, que con el transcurso de los años y la alta demanda de los servicios que dicha entidad presta se implementó otras actividades de ensayos en laboratorios, que complementan con las que empezó en sus inicios. Es decir, la empresa vio conveniente implementar servicios en laboratorios de calibración, que en su conjunto se rigen bajo los requisitos de la norma ISO/IEC 17025.

1.2.3 Actividades principales de las empresas

a. De la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

La empresa brinda servicios de mantenimiento y calibración de instrumentos.

La calibración de instrumentos viene a ser una de las principales actividades económica de la empresa. La calibración de las magnitudes más demandadas por parte de sus clientes en el ámbito de la industria nacional es: temperatura, presión, masa y longitud.

La institución se encuentra acreditada bajo la NTP ISO/IEC 17025, sigue los lineamientos estipulados en dicha norma, bajo un consolidado sistema de gestión de la calidad.

El personal que compone la institución se halla altamente calificado y capacitado para el correcto desarrollo de las actividades que los clientes y potenciales clientes solicitan.

b. De la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L*

La empresa brinda una serie de servicios como ensayos y análisis técnicos, mantenimiento de instrumentos, monitoreo medio ambientales y calibración de instrumentos.

La calibración de instrumentos viene a ser una de las principales actividades económicas de la empresa. Dentro de esta actividad, la calibración de las magnitudes más requeridas del ámbito de la industria nacional es: temperatura, presión, masa, pH, conductividad, volumetría, etc.

La institución, al encontrarse acreditada bajo la NTP ISO/IEC 17025, sigue los lineamientos estipulados en dicho documento, bajo un sólido sistema de gestión técnica que asegura la calidad de la prestación de sus servicios. El grupo humano del cual está compuesta la institución se halla altamente calificado y capacitado para el correcto desarrollo de las actividades que los clientes y potenciales clientes solicitan. Esto se logra debido a que la organización cuenta con procedimientos e instructivos que minimizan las desviaciones de los procesos que puedan presentarse en el momento de ejecutar el servicio para el cual se contrató.

1.2.4 Misión, visión y valores de las empresas

a. De la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

Visión

La empresa no cuenta con una visión institucional publicada oficialmente.

Misión

La empresa no cuenta con una Misión institucional publicada oficialmente.

Valores

La empresa no cuenta con valores institucionales publicados oficialmente

b. De la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

Visión

Analytical Laboratory E.I.R.L tiene como visión:

Ser reconocidos a nivel nacional al 2025 como una empresa líder en la Evaluación de la Conformidad, brindando Servicios de Calibración de Instrumentos de Medición y Servicios de Análisis, generando valor agregado, soluciones estratégicas, confianza y calidad en la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes y colaboradores, ofreciendo servicios con los más altos estándares de calidad, y con un compromiso destacado en la protección, preservación y conservación del Medio Ambiente, que desarrollamos en nuestra diaria labor. (ALAB, 2022)

Misión

Analytical Laboratory E.I.R.L tiene como Misión:

Brindar soluciones estratégicas a nuestros clientes de la más alta confiabilidad y máxima exactitud, en sus compromisos de Servicios de Calibración de Instrumentos de Medición y Servicios de Análisis exigidos en la normativa legal nacional e internacional en los diferentes sectores productivos para desarrollar una actividad económica con responsabilidad social y ambiental. (ALAB, 2022)

Valores

Analytical Laboratory E.I.R.L tiene como valores:

“La responsabilidad, el cumplimiento, la transparencia y la calidad” (ALAB, 2022).

1.2.5 Organigrama de las empresas

a. De la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

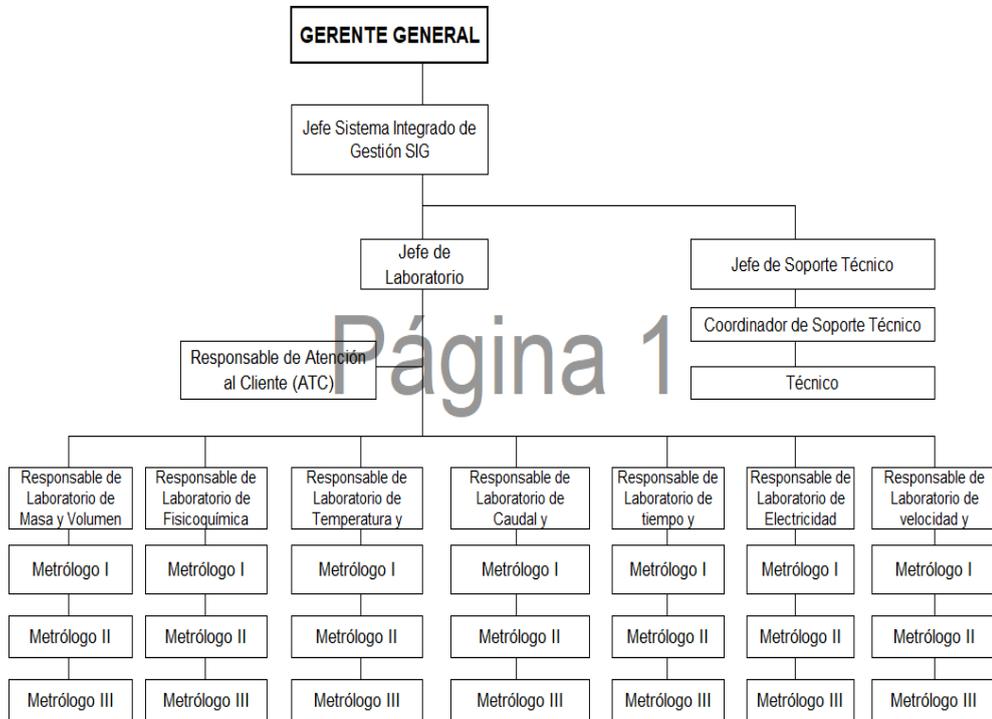
DSI Peru Automation E.I.R.L. no cuenta con un organigrama oficial publicado en internet, donde se determinen los cargos de las direcciones de la empresa.

b. De la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

Se presenta la estructura que se tenía establecida en el período de las actividades de implementación.

Figura 3

Organigrama de la empresa



Nota. Elaboración propia, en el período de trabajo del bachiller en la empresa.

1.2.6 Política de las empresas

a. De la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

La empresa no cuenta con un documento oficial donde se explique su política de trabajo institucional.

b. De la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

Analytical Laboratory E.I.R.L. cuenta con una política de calidad de servicios, evitando cualquier desviación de los procedimientos establecidos que se presente al momento de efectuar los requerimientos del cliente. En la Figura 2 se describe la política de calidad de la empresa.

Figura 4

Política institucional de la calidad

ANALYTICAL LABORATORY E. I. R. L., empresa dedicada a brindar los servicios de:

- ☒ Análisis y muestreo del sector Medio Ambiente y Salud Ocupacional.
- ☒ Análisis y muestreo del sector Agronomía.
- ☒ Análisis y muestreo del sector Minería y Petróleo.
- ☒ Análisis y muestreo del sector Alimentos y Pesquería.
- ☒ Análisis de Radiometría.
- ☒ Calibración de Instrumentos de Medición.

Nos comprometemos con:

La calidad de los servicios que brindamos, con la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes y partes interesadas; y con el cumplimiento de los requisitos aplicables de la norma, así como los requisitos legales y reglamentarios a cada sector productivo.

El desarrollo de nuestras actividades aplicando las buenas prácticas éticas y profesionales, la confiabilidad, confidencialidad e imparcialidad por lo cual no se permiten presiones comerciales o interna de ningún tipo.

Mantener la competencia técnica del personal, así como la actualización tecnológica adecuada para la realización de nuestras actividades.

A gestionar de manera eficaz los recursos que permitan brindar el desarrollo profesional, participación e integración de nuestro personal para el mantenimiento y cumplimiento de los requisitos propios y de gestión de calidad establecidos, mejorando así continuamente el desempeño y la eficacia del sistema de gestión.

Nota. Información publicada en la web de *Analytical Laboratory E.I.R.L.* Link: <https://alab.com.pe/index.php>

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

La experiencia profesional del bachiller se sostiene en la fundamentación del marco teórico y la descripción de las actividades desarrolladas. El bachiller desarrolló su actividad profesional en las siguientes instituciones: (a) *DSI Peru Automation E.I.R.L.*, (b) *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

2.1 Marco teórico

La experiencia profesional del bachiller está asentada en el estudio y aplicación de la metrología.

2.1.1 Bases teóricas

La implementación del procedimiento de calibración de masas, específicamente para este informe de pesas de la clase exactitud M_2 y M_3 , se fundamenta en el método de comparación, en la cual comparamos la pesa a calibrar con una pesa de clase exactitud superior (pesa de referencia), y una balanza o comparadora de masa adecuada para ejecutar la calibración.

La acción que la fuerza de gravedad ejerce sobre la pesa posicionada en la plataforma de la balanza, hace posible el desarrollo del método, la balanza consta de un sistema que traduce el fenómeno de pesada en unidades de masa que se visualiza en el indicador (display) de la balanza.

Figura 5

Errores máximos permisibles para las distintas clases exactitud de pesas según NMP 004 2007

Valor nominal *	Clase E ₁	Clase E ₂	Clase E ₃	Clase E ₄	Clase M ₁	Clase M _{1,2}	Clase M ₂	Clase M _{2,3}	Clase M ₃
5 000 kg			25 000	80 000	250 000	500 000	800 000	1 600 000	2 500 000
2 000 kg			10 000	30 000	100 000	200 000	300 000	600 000	1 000 000
1 000 kg		1 600	5 000	16 000	50 000	100 000	160 000	300 000	500 000
500 kg		800	2 500	8 000	25 000	50 000	80 000	160 000	250 000
200 kg		300	1 000	3 000	10 000	20 000	30 000	60 000	100 000
100 kg		160	500	1 600	5 000	10 000	16 000	30 000	50 000
50 kg	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000
20 kg	10	30	100	300	1 000		3 000	10 000	
10 kg	5,0	16	50	160	500		1 600	5 000	
5 kg	2,5	8,0	25	80	250		800	2 500	
2 kg	1,0	3,0	10	30	100		300	1 000	
1 kg	0,5	1,6	5,0	16	50		160	500	
500 g	0,25	0,8	2,5	8,0	25		80	250	
200 g	0,10	0,3	1,0	3,0	10		30	100	
100 g	0,05	0,16	0,5	1,6	5,0		16	50	
50 g	0,03	0,10	0,3	1,0	3,0		10	30	
20 g	0,025	0,08	0,25	0,8	2,5		8,0	25	
10 g	0,020	0,06	0,20	0,6	2,0		6,0	20	
5 g	0,016	0,05	0,16	0,5	1,6		5,0	16	
2 g	0,012	0,04	0,12	0,4	1,2		4,0	12	
1 g	0,010	0,03	0,10	0,3	1,0		3,0	10	
500 mg	0,008	0,025	0,08	0,25	0,8		2,5		
200 mg	0,006	0,020	0,06	0,20	0,6		2,0		
100 mg	0,005	0,016	0,05	0,16	0,5		1,6		
50 mg	0,004	0,012	0,04	0,12	0,4				
20 mg	0,003	0,010	0,03	0,10	0,3				
10 mg	0,003	0,008	0,025	0,08	0,25				
5 mg	0,003	0,006	0,020	0,06	0,20				
2 mg	0,003	0,006	0,020	0,06	0,20				
1 mg	0,003	0,006	0,020	0,06	0,20				

Las pesas de clase superior designada son aquellas que tiene los errores máximos permitidos de menor valor que el de la pesa a calibrar. La relación para determinar que pesa utilizar como referencia:

$$E.M.P. (pesa de referencia) \leq \frac{1}{3} E.M.P. (pesa a calibrar)$$

La elección del instrumento de pesaje (balanza), que es el medio en el cual se va a realizar la comparación, se recomienda que la resolución del instrumento cumpla:

$$d \leq \frac{E.M.P. (pesa a calibrar)}{10}$$

Donde:

E.M.P.: Error Máximo Permissible

Consideraciones antes de la calibración:

a) Condiciones de calibración:

- Temperatura ambiental: 18 °C a 27 °C
- Humedad: no condensación

b) Proceso de calibración:

El ciclo de pesadas es:

Pesa de referencia - Pesa a calibrar - Pesa de referencia

Donde: se toman las indicaciones de la balanza para la secuencia de pesadas, además durante este proceso las condiciones ambientales no deben tener una variación de ± 3 °C/h.

Para determinar la corrección de la pesa a calibrar, que es el objetivo de este procedimiento, se procede a calcular de la siguiente manera:

$$\delta m_{ct} = I_t - \frac{I_{r1} + I_{r2}}{2} + \delta m_{cr}$$

δm_{ct} = corrección de la pesa a calibrar

δm_{cr} = corrección de la pesa de referencia

I_t = lectura de la balanza correspondiente a la pesa a calibrar

I_{r1}, I_{r2} = lectura de la balanza correspondiente a la pesa de referencia

La pesa de referencia debe contar con la trazabilidad vigente.

Durante la calibración se deben evaluar los factores que pueden alterar el proceso de medida, en general se evaluarán aquellos de mayor significancia, estos serán incluidos como aportantes a la incertidumbre de la medición. Debido a que el procedimiento utilizado es normalizado, las componentes de la incertidumbre de la medición ya han sido determinadas.

Mencionamos las cinco componentes de incertidumbre estimada por el Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M₁₋₂, M₂, M₂₋₃ y M₃ de la NMP 004:2007” del INACAL:

a. Incertidumbre debida al certificado de calibración de la pesa patrón:

$$u(m_{cr}) = \frac{U(m_{cr})}{k}$$

Donde:

$U(m_{cr})$ = incertidumbre del certificado de calibración de la pesa patrón

k = factor de cobertura (su valor aproximado es 2)

b. Incertidumbre debida a la deriva de la pesa patrón:

$$u(\delta m_{Dcr}) = \frac{\delta m_{Dcr}}{\sqrt{3}}$$

Donde:

δm_{Dcr} = la diferencia de masa entre las dos últimas calibraciones

c. Incertidumbre debida a la diferencia de lecturas entre la pesa patrón y la pesa de referencia:

$$u(\Delta I) = \sqrt{S^2(\Delta I)}$$

Donde:

$S^2(\Delta \bar{I})$ = desviación estándar de las diferencias de lecturas entre la pesa a calibrar y la pesa de referencia

d. Incertidumbre debida a la resolución de la balanza:

$$u_d = \left(\frac{d}{\sqrt{3}} \right) * \sqrt{2}$$

Donde:

d = resolución de la balanza o comparadora de masa

e. Incertidumbre debida a la excentricidad de la balanza:

$$u_E = \frac{d_1 * D}{2\sqrt{3}}$$

Donde:

D = es la máxima diferencia encontrada en la prueba de excentricidad realizada a la balanza de acuerdo a la NMP 003:2009

d_1 = distancia estimada entre los centros de las pesas

d_2 = distancia entre el centro de receptor de cargas hasta una de las esquinas del receptor de carga

Nota. las definiciones presentadas están referenciadas en el Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007 designado para la implementación.

2.1.2 Antecedentes

a. Internacionales

En 1875 en París se crea el Buro Internacional de Pesas y Medida (BIPM), entidad encargada de establecer y custodiar los patrones fundamentales de medida y da la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales. Varios países ven la necesidad de uniformizar sus sistemas de medición al Sistema Internacional de Medidas (SI).

En 1955 se crea la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), entidad encargada de armonizar los procedimientos en el contexto de la metrología legal. Una de las primeras versiones es la OIML R 111 (Edición 1994) relacionado a pesas de clases E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , y M_3 , como guía de recomendación internacional. En 2004 se publica una nueva versión OIML-R 111 relacionado esta vez a pesas de clase E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 , donde, además, de considerar los requisitos técnicos de la anterior, propone métodos de calibración, en general, para las distintas clases de pesas.

Prieto, E. (s.f.) en el trabajo “Breve Historia de la Metrología” hace una descripción histórica de la metrología en Europa. En 1849 se da mediante legislación la primera Ley de Fundamental de Metrología. En 1892 el gobierno español se hace cargo de las copias del nuevo metro y kilogramo patrón, que le corresponden como país firmante del convenio Diplomático del Metro. En 1910 se forma la “Asociación de laboratorios para el fomento de investigaciones científicas y los estudios experimentales”.

En los países de habla hispana se formaron los institutos nacionales de metrología como el Centro Español de Metrología (CEM) en 1990 y el Centro Nacional de Metrología (CENAM) en 1994.

El CEM (2011) establecido como un centro en el campo de investigaciones en metrología, elabora procedimientos de calibración entre ellos el ME-007 y ME-015 en la calibración de masas en un alcance de 1 mg a 5000 kg.

b. Nacionales

El Perú tiene antecedentes históricos desde la época de la república, desde la creación de un sistema métrico decimal, hasta una comisión para la verificación de Pesas y Medidas.

Por la década de los años 90 (según Ley 23560) se establece el “Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP), que, bajo el mando del instituto de investigación tecnológica industrial y normas técnicas, desarrollar en forma progresiva el Servicio Nacional de Metrología.

Luego con la creación del Instituto de Defensa de la Competencia y Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), es el encargado de promover la metrología en el país, brindando servicios de calibración a entidades que las soliciten, para este objetivo desarrolla procedimientos de calibración de magnitudes diversa como las de masa, electricidad, longitud, flujo y metrología química. Entre las primeras versiones de procedimientos de calibración de pesas tenemos la del año 2001, y para el año 2009 una segunda versión, Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo Clases M_2 , M_{2-3} y M_3 .

Dajes Castro, J. (s.f.) en “Metrología Legal en el Perú”, presenta a las instituciones a cargo de la metrología en el país, y la de más reciente creación el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). Institución que se encarga de elaborar normas técnicas, Procedimientos de calibración y la actualización de los documentos mencionados. Es así que en el año 2021 elabora una nueva versión del procedimiento de calibración de pesas denominado PC-008, Procedimiento para la Calibración de Pesas de Clase Exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007.

2.1.3 Marco conceptual

En seguida se nombrarán algunas de las definiciones que se utilizan con mayor frecuencia en metrología.

- **Metrología:** es la ciencia que se encarga y estudia las formas de cómo se pueden realizar las mediciones y poderlos aplicar a beneficio y mejora de las mismas (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 27).
- **Magnitud:** cualidad de una sustancia material o fenómeno físico o químico, que es representado por un número y acompañado de un símbolo que es asociado a una unidad de medida referenciada (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 15).
- **Mensurando:** es la magnitud de interés que se desea conocer mediante mediciones o series de mediciones (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 27).
- **Principio de medida:** es la cualidad de una sustancia física, química o biológica que es susceptible a ser detectada y que puede servir como fundamento de una medición (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 28).
- **Procedimiento de medida:** descripción especificada de un proceso de medición de acuerdo a un principio o más principios de medida en combinación con un método de medida estipulado, basado en detallada de una medición conforme a uno o más principios de medida y a un método de medida dado, basado en un modelo de medida y que incluye los cálculos necesarios para obtener un resultado de medida (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 28).
- **Resultado de medida:** conjunto de valores atribuidos a la actividad de la medición, asociada a una magnitud y que este proceso viene acompañado de un parámetro de carácter aleatorio que afecta el proceso de medida (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 29).
- **Valor medido de una magnitud:** valor cuantitativo obtenido de una medición asignado a una magnitud (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 29).
- **Valor convencional de una magnitud:** valor atribuido a una magnitud mediante un convención o acuerdo para un determinado propósito (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 30).
- **Exactitud de medida:** es la determinación entre cuan cercano es un valor medido con respecto a un valor verdadero de un mensurando (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 31).

- **Precisión de medida:** cercanía entre los valores medidos de un mismo objeto repetidas varias veces, o de objetos similares, bajo determinadas condiciones (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 31).
- **Unidad de medida:** es una magnitud escalar real, descrita y adoptada por convención, la cual se puede comparar cualquier otra magnitud de igual naturaleza para expresar el vínculo entre ambas por medio de determinadas operaciones mediante un número (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 18).
- **Error de medida:** es el valor que nos indica cuanto es la diferencia entre un valor medido de una determinada magnitud y un valor referenciado (valor patrón (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 32).
- **Error sistemático de medida:** constituyente del error de medida que se mantiene constante o varía de manera predecible cuando se realiza mediciones repetidas (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 32).
- **Error aleatorio de medida:** constituyente del error de medida que no se mantiene constante o varía de manera impredecible cuando se realiza mediciones repetidas (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 32).
- **Incertidumbre de medida:** parámetro no negativo asociado a las fuentes que producen variabilidad en un proceso de medición, a partir de la información que se utiliza (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 34).
- **Evaluación tipo A de la incertidumbre de medida:** es la evaluación de una o más componentes de incertidumbre de medida a través de un análisis estadístico de los valores medidos obtenidos, bajo condiciones de medida definidas (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 35).
- **Evaluación tipo B de la incertidumbre de medida:** es la evaluación de una o más componentes de la incertidumbre de medida de manera distinta a una evaluación tipo A de la incertidumbre de medida, esta evaluación se da en base información revelada anterior al proceso de medición, que son causales de variabilidad o dispersión (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 35).
- **Trazabilidad metrológica:** es el atributo del resultado de medición, que está caracterizado por relacionarse con una referencia mediante una sucesión ininterrumpida de calibraciones, con su respectiva documentación, cada una de las cuales aporta a la incertidumbre de la medición (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 38).

- **Corrección:** también definida como el opuesto del error de medición, es la compensación a un valor medido para alcanzar el valor de referencia o patrón (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 42).
- **Medida materializada:** es el instrumento de medición, patrón de medida o material de referencia que reproduce de manera permanente durante los procesos de medición, magnitudes determinadas de naturaleza, cada una de ellas con valor designado (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 44).
- **Error máximo permitido:** es el mayor valor asignado a un error de medición, con respecto a un valor de referencia establecido, acordado por reglamentaciones o especificaciones técnicas establecidas al realizar una medición o en instrumentos o sistemas de medición (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 52).
- **Masa:** cantidad física, que puede atribuirse a cualquier objeto material y que da una medida de su cantidad de materia (OIML D 28, 2004, p. 4).
- **Masa convencional:** el valor de masa convencional de un cuerpo es igual a la masa m_c de un patrón que equilibra este cuerpo bajo condiciones elegidas convencionalmente. La unidad de la cantidad "masa convencional" es el kilogramo (OIML D 28, 2004, p. 5).
Las condiciones elegidas convencionalmente son:

$$t_{ref} = 20 \text{ °C} \qquad \rho_o = 1,2 \text{ kg m}^{-3} \qquad \rho_c = 8000 \text{ kg m}^{-3}$$
donde:
 ρ_o = densidad de referencia del aire
 ρ_c = densidad de referencia del patrón
- **Pesa:** es la medida materializada de la definición de masa, determinada con respecto a sus características físicas y metrológicas, establecidas en una norma de referencia: forma, dimensiones, material, calidad de superficie, valor nominal, densidad, propiedades magnéticas, y error máximo permitido (NMP 004, 2007, p. 9).
- **Pesa de referencia:** son pesas o juego de pesas utilizadas como referencia o patrones de medición, generalmente son de mayor clase de exactitud, utilizadas para calibrar otras pesas, que pueden ser pesas de referencia o de trabajo (NMP 004, 2007, p 102).
- **Calibración** proceso en el cual se realiza la comparación entre un valor medido y un valor de referencia, obteniendo en una primera etapa una relación entre los valores medidos y sus correspondientes incertidumbres de medición, asociados a los patrones de medición y sus respectivas incertidumbres; para en una segunda etapa utilizar esa información que nos permite determinar un resultado de medición a partir de una indicación (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 37).

- **Comparación:** es el método de medición basado en la comparación de una magnitud medida, con un valor conocido, generalmente una referencia, de la misma magnitud (NMP 004, 2007, p. 102).
- **Incertidumbre típica:** incertidumbre de medida asociada a determinada magnitud de entrada en un modelo de medición, expresada como una desviación típica (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 36).
- **Incertidumbre combinada:** es la combinación de incertidumbres típicas asociadas a las magnitudes de entrada en un modelo de medición, las cuales se caracterizan por contener incertidumbre tipo A e incertidumbre tipo B (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 36).
- **Incertidumbre expandida:** es la multiplicación del valor de la incertidumbre combinada por un factor, denominado factor de cobertura, el cual es mayor que uno. Este valor de incertidumbre estimada, define un intervalo con un respectivo nivel de confianza, este intervalo se asocia alrededor de un resultado de medida (Vocabulario Internacional de Metrología, 2012, p. 36).

2.1.4 Marco legal

La experiencia profesional del bachiller en el campo de la metrología se fundamenta en los siguientes documentos legales:

- **Ley N° 23560 (1983 – 1992) – Ley que establece el Sistema Legal de Unidades de Medida en el Perú (SLUMP)**
La ley en mención se creó el 31 de diciembre de 1982, entre los aspectos resaltantes de esta ley es la: “Construcción del laboratorio Nacional de Metrología”, controles metrológicos obligatorios a instrumentos de medición que forman parte del servicio del consumidor directo (Balanzas, medidores de agua, etc.) y controles metrológicos sobre instrumentos importados.
(<https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/5/jer/mlegal/files/Ley-23560.pdf>)
- **Ley N° 30224 (2014 –) Ley que crea el Sistema Nacional para la Calidad y el Instituto Nacional de Calidad**
Ley creada el 8 de julio de 2014, y que entre sus aspectos más importantes es el control metrológico se realizará a todo medio de medición utilizado en operaciones de carácter comercial, valorización de servicios, de trabajos, pruebas periciales, salud pública y seguridad del trabajo, oficinas públicas y en todas aquellas que determine la dirección de metrología directamente o en coordinación con organismos oficiales.
(<https://www.gob.pe/inacal>)

2.2 Descripción de las actividades realizadas en las empresas

2.2.1 Descripción de la realidad problemática

a. Descripción de la realidad problemática de la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

DSI Peru Automation E.I.R.L., es una empresa que en sus inicios empezó con el rubro de mantenimiento de equipos industriales, específicamente equipos de pesaje, equipos para detección de metales, etc. Sus clientes, para los controles de calidad de sus equipamientos solicitan que pasen controles de verificación operacional con mediciones más exactas. Por esta razón la empresa decidió brindar estos servicios de calibración. Los servicios de calibración brindados en una primera etapa, no contaban con la debida competencia técnica. Esto fue un inconveniente para sus clientes, debido a que ellos necesitaban documentación con un mayor valor oficial para sus sistemas de gestión. Entonces se decidió que la empresa tenía que acreditarse en el rubro de calibración para poder brindar sus servicios con eficiencia y calidad.

b. Descripción de la realidad problemática de la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. es una empresa que en sus inicios se dedicó al rubro de los ensayos químicos y posteriormente al adquirir experiencia y competencia técnica en acreditaciones nacionales e internacionales en la norma ISO/IEC 17025 inicio un trabajo de ensayos químicos en el laboratorio que maneja equipos e instrumentos de medición, para el desarrollo de sus actividades. Como se mencionó anteriormente bajo la acreditación de la ISO 17025, que, entre los muchos puntos de la misma indica que el laboratorio debe tener en su sistema de gestión un programa de calibración de los equipos e instrumento empleados; por lo tanto, la empresa necesitó calibrar sus equipos.

En el año 2020 *Analytical Laboratory E.I.R.L.* ve la necesidad de contar con servicios de calibración para cumplir con lo que estipula su sistema de gestión. A partir de aquí nace la necesidad, como en las muchas empresas del mercado en el rubro indicado, de contar con un proveedor del servicio (externo), o de contar con un área de calibración propia que de soporte al laboratorio de ensayos. La empresa opta por implementar un área de calibración, lo que conlleva a que las actividades efectuadas por las mismas cuenten con competencia técnica, es decir, que el área de calibración cuente con la acreditación en la norma ISO/IEC 17025, que da competencia técnica a los laboratorios que realizan ensayos y calibraciones.

La implementación efectuada para los fines mencionados consta de un sistema de gestión, como señala la norma NTP ISO/IEC 17025, con

critérios como la imparcialidad y confidencialidad en las labores a efectuar, llevar un orden de tal forma los resultados obtenidos sean técnicamente válidos.

Y siendo *ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.* una empresa conocida en el mercado y con la acreditación de la NTP ISO/IEC 17025 en el rubro de los ensayos, toma la decisión de brindar servicios de calibración en la variedad de métodos (procedimientos) requeridos tanto por el laboratorio de ensayo de la misma empresa como de potenciales clientes externos.

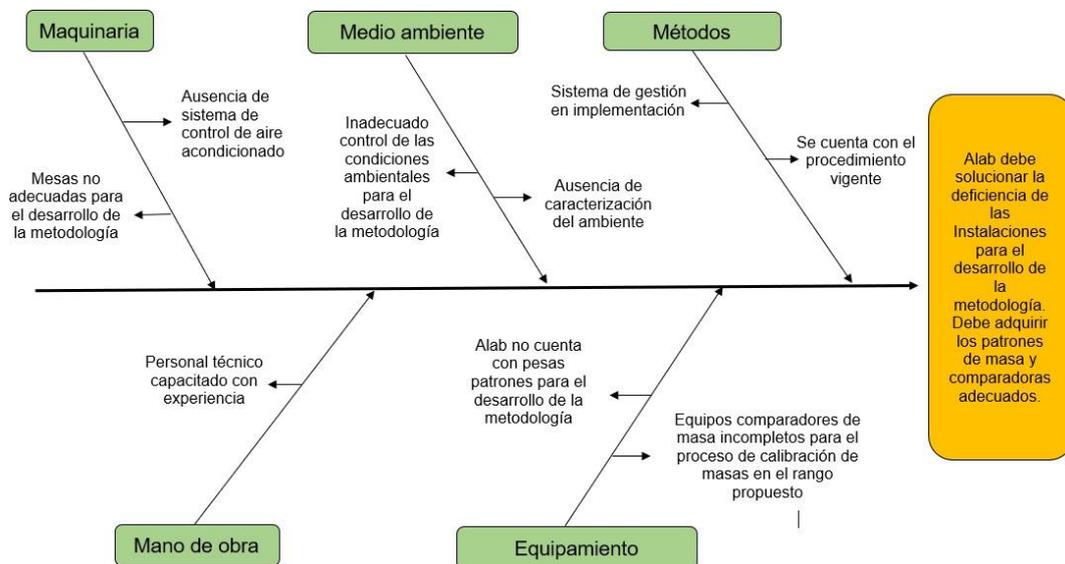
Problemática de la implementación (Diagrama de Ishikawa)

El diagrama de Ishikawa, o diagrama causa-efecto, es una herramienta que nos ayuda visualizar las posibles causas o deficiencias de un determinado problema o proceso, para luego, mediante un análisis de sus componentes, dar solución a las posibles deficiencias detectadas.

En la **figura 6** se muestra las deficiencias que en ese momento se tenía y se tuvo que subsanar en un proceso de mejora para poder realizar la implementación de la metodología (calibración de pesas), como parte del desarrollo del informe de suficiencia, dichas actividades de realizaron en la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

Figura 6

Problemática inicial de la implementación (Diagrama de Ishikawa)

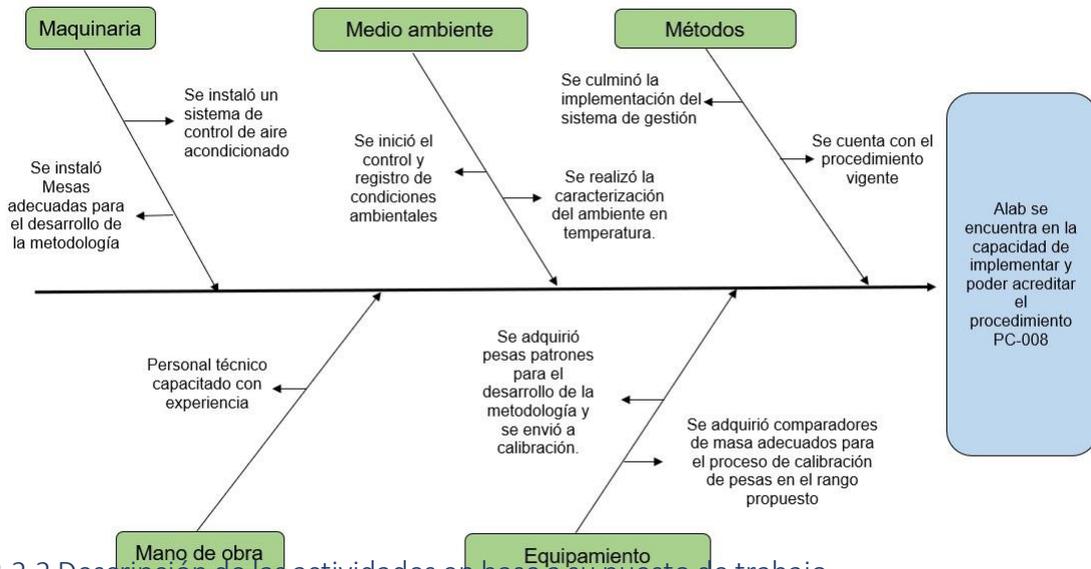


Terminado el análisis inicial de la implementación utilizando la herramienta diagrama de Ishikawa, se concluye que no es posible

desarrollar la metodología hasta subsanar las deficiencias.

Figura 7

Evaluación de la implementación en una segunda etapa (Diagrama de Ishikawa)



2.2.2 Descripción de las actividades en base a su puesto de trabajo

A continuación, se describe brevemente las áreas donde se realizaron la experiencia profesional:

a. Descripción del área de la experiencia profesional en la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

El bachiller desarrolló su experiencia profesional en el área de metrología de la empresa privada *DSI Peru Automation E.I.R.L.*, como técnico metrólogo en el período de diciembre 2017 a junio 2020. Esta área es responsable de ejecutar las mediciones para la calibración de balanzas, pesas, termómetros, equipos diversos de presión, medios isotermos de temperatura controlada, equipos de longitud etc., que los clientes de la empresa solicitan.

b. Descripción del área de la experiencia profesional en la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

El bachiller desarrolló su experiencia profesional en el área de metrología de la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.* como metrólogo en el período de agosto 2020 a febrero 2023. Esta área es responsable de ejecutar las mediciones para la calibración de material volumétrico de vidrio, balanzas, pesas, medios isotermos de temperatura controlada, equipos diversos de presión, equipos de flujo, termómetros, cronómetros, equipos de longitud, equipos de laboratorio de química, equipos de monitoreo ambiental, etc.

Se procesan los datos de las mediciones obtenidas para una posterior emisión de los resultados en un informe o certificado de calibración de los equipos calibrados para la entrega a sus usuarios finales o clientes de la empresa.

Funciones del bachiller

a. Funciones del bachiller en el cargo de Técnico Metrólogo (2017 – 2020) en la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*

Tiene la autoridad para llevar a cabo las funciones y responsabilidades indicadas a continuación:

- Cumplir la política, los objetivos y procedimientos del Sistema de gestión, relacionados al laboratorio.
- Contribuir al logro de los objetivos de la calidad y las metas establecidas por la Gerencia General.
- Tener conocimiento de cómo acceder a la documentación: Procedimientos, instructivos, entre otros.
- Participar para lograr el cumplimiento del programa de aseguramiento de la validez de los resultados, calibración, verificación, caracterización y mantenimiento de los equipos e instrumentos de medición.
- Contribuir a la eficacia de las actividades del laboratorio de calibraciones.
- Realizar las calibraciones relacionadas con la verificación y/o validación de los procedimientos de calibración en los que se encuentra autorizado.
- Completar el registro de las condiciones ambientales del laboratorio.
- Realizar la calibración de equipos o instrumentos de medición según las órdenes de trabajo.
- Realizar la inspección de los equipos e instrumentos a calibrar.
- Cumplir los procedimientos de calibración.
- Apoyar en las verificaciones intermedias para los patrones del laboratorio de calibraciones.
- Mantener el orden y limpieza del laboratorio o área de la empresa del cliente donde se realice la calibración.
- Mantener en la mejor condición los instrumentos y/o equipos de medición asignados al laboratorio.
- Hacer uso adecuado de los equipos de protección de personal apropiados a la actividad a realizar.
- Comunicar de identificarse un riesgo.
- Conocer los peligros, riesgos e impactos significativos de su área, o instalaciones del cliente.
- Comunicar si un ítem de calibración no es ideal para el proceso de calibración.
- Comunicar los incidentes o accidentes en temas de seguridad, salud y

- medio ambiente a su superior.
- Otras funciones, tareas y responsabilidades que le asigne su superior.

Nota. Elaboración propia, propuesta realizada por el bachiller en base al período de trabajo en la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L*

b. Funciones del bachiller en el cargo de Metrólogo (2020 – 2023) en la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

Tiene la autoridad para llevar a cabo las funciones y responsabilidades indicadas a continuación:

- Cumplir la política, objetivos y los procedimientos del Sistema de gestión, relacionados al laboratorio.
- Contribuir al logro de los objetivos de la calidad y de las metas establecidas por la gerencia general.
- Tener conocimiento de cómo acceder fácilmente a la documentación: Procedimientos, instructivos, entre otros.
- Informar los requerimientos relacionadas con los recursos necesarios para el normal funcionamiento operacional de las actividades del laboratorio.
- Participar para lograr el cumplimiento del programa de aseguramiento de la validez de los resultados, calibración, verificación, caracterización y mantenimiento de los equipos e instrumentos de medición.
- Contribuir a la eficacia de las actividades del laboratorio de calibraciones.
- Comunicar posibles desviaciones del sistema de gestión, o de los procedimientos para la realización de las actividades del laboratorio.
- Comunicar cuando sea necesario actualizar la lista de documentos externos en el sistema.
- Comunicar la necesidad de actualizar las cartas de trazabilidad cada vez que exista alguna modificación, y las hojas de cálculo cuando corresponda.
- Realizar las calibraciones relacionadas con la verificación y/o validación de los procedimientos de calibración.
- Completar el registro de las condiciones ambientales del laboratorio.
- Realizar la inspección de los equipos e instrumentos a calibrar.
- Rechazar el ítem de calibración si no es ideal para el proceso del laboratorio.
- Realizar la calibración de equipos o instrumentos de medición según las órdenes de trabajo internas, informando el resultado de las mismas al jefe del laboratorio.
- Estimar las incertidumbres emitidas por el Laboratorio en los certificados de calibración.
- Cumplir los procedimientos de calibración establecidos.
- Proponer cambios en los formatos de calibración cuando se considere

- conveniente.
- Realizar las verificaciones intermedias para los patrones del laboratorio de calibraciones.
 - Mantener el orden y limpieza del laboratorio o área de la empresa del cliente donde se realice la calibración.
 - Mantener en la mejor condición los instrumentos y/o equipos de medición asignados al laboratorio.
 - Hacer uso adecuado de los EPP´s apropiados a la actividad a realizar.
 - Conocer y comunicar los peligros, riesgos e impactos significativos de su área, o instalaciones del cliente.
 - Comunicar los incidentes o accidentes en temas de seguridad, salud y medio ambiente a su superior.
 - Otras funciones, tareas y responsabilidades que le asigne su superior.

Nota. Elaboración propia, propuesta realizada por el bachiller en base al período de trabajo en la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

2.2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

Asimismo, el bachiller, autor del presente trabajo, desarrolló sus actividades profesionales en las 2 empresas: (a) *DSI Peru Automation E.I.R.L.* (2018-2020), (b) *Analytical Laboratory E.I.R.L.* (2020-2023). A continuación se describen las actividades desarrolladas en las empresas donde el bachiller desarrolla su actividad profesional:

a. Relación de actividades desarrolladas en la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.* (2018-2020):

- Registrar las condiciones de calibración de los servicios en el laboratorio de masa, longitud, presión y temperatura, de la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*
- Realizar las calibraciones, en los laboratorios de la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*, de equipos de longitud, pesas de trabajo, termómetros, equipos de presión.
- Realizar las calibraciones en las instalaciones del cliente, equipos tales como balanzas, medios isotermos de temperatura controlada, controladores de temperatura.
- Registrar en las hojas de cálculo la información obtenida de las calibraciones, para una posterior emisión de un informe especializado por parte de la empresa.

Las actividades desarrolladas anteriormente corresponden a una etapa aprendizaje en el campo profesional en una empresa de metrología, en calidad de técnico metrólogo (2018-2020).

b. Relación de actividades desarrolladas en la empresa *Analytical*

Laboratory E.I.R.L. (2020-2023):

- Realizar las calibraciones en las instalaciones del cliente tales como balanzas y medios isoterms de temperatura controlada.
- Registrar las condiciones de calibración de los servicios de la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.* en los laboratorios masa, presión, longitud, volumetría, temperatura y caudal.
- Actualizar las hojas de cálculo de los procedimientos de calibración con las trazabilidades vigentes de los patrones.
- Gestionar la competencia del personal en los métodos de calibración.
- Capacitar al personal nuevo en los métodos de calibración.
- Realizar validaciones de las hojas de cálculo cuando existe una modificación en el método o alguna mejora en su funcionalidad.
- Procesar la información de las calibraciones y revisar los resultados finales para una posterior elaboración del informe del responsable del área.

Las actividades anteriormente mencionadas fueron desarrolladas en base a la experiencia adquirida anteriormente de lo aprendido en relación a la implementación del: “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007” (PC-008) del INACAL aplicado para la calibración de pesas de clase de exactitud M_2 en la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

2.2.3 Aspectos técnicos de las actividades profesionales

A partir de este punto se detalla la metodología aplicada, el equipamiento e instrumentos utilizados en la implementación del: “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007”, como parte del desarrollo profesional.

- **Descripción y explicación de las actividades relacionadas al objetivo específico 1 (OE1)**

En la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.*, es donde se inicia la etapa de formación durante el período (2018-2020). La empresa se especializó en calibraciones en la magnitud de masa y contaba con la acreditación de la NTP ISO/IEC 17025 por parte del INACAL.

En esta fase, el bachiller fue entrenado en las definiciones indicadas en los respectivos procedimientos vigentes hasta esa fecha. El entrenamiento consta de inducciones en calibraciones de pesas, que para una etapa posterior pasa por evaluaciones teórico-prácticas para concluir en la autorización de técnico metrólogo para la realizar las calibraciones de acuerdo al procedimiento para calibración de pesas implementado por la empresa: “Procedimiento para la calibración de pesas de trabajo Clases M_2 , M_{2-3} y M_3 ” (PC-008/Indecopi).

En la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*, que en el primer año del período del desempeño profesional (2020-2023), se decide a implementar el área de metrología y se desarrolla un programa para la implementación de laboratorios que brinden servicios de calibración.

Para la implementación de los laboratorios de calibración que formarán parte del esquema organizacional de la empresa, se toma como documento de referencia la NTP ISO/IEC 17025, en la cual se valora los ocho puntos para tener un buen sistema de gestión de laboratorios.

- **Descripción y explicación de las actividades relacionadas al objetivo específico 2 (OE2)**

En este período del desempeño profesional, se ejecuta lo indicado en los lineamientos de la NTP-ISO/IEC 17025, esto se logra mediante una serie de procedimientos, manuales, instructivos; que forman la parte documentaria del sistema de gestión.

La aplicación del “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007” (PC-008), se evaluó la infraestructura, las condiciones ambientales que deben cumplirse y equipamiento. Con lo que respecta a la infraestructura, que el lugar de calibración esté libre de los efectos de vibración que afecten nuestras mediciones, tener controles de las condiciones ambientales de calibración, controlar las variaciones de temperatura y humedad diariamente. El equipamiento para el progreso del método como las comparadoras de masa, las pesas patrones; como el equipamiento indispensable; y el termómetro de temperatura ambiental, el higrómetro, el barómetro; como instrumentos de medición secundarios.

Para el cumplimiento de este objetivo se planificó el desarrollo del procedimiento teniendo en cuenta un cronograma de desarrollo.

Título del procedimiento:

Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP-004:2007

Laboratorio:

Laboratorio de masas

Código del procedimiento:

PC-008

Alcance:

Pesas de clase de exactitud M₁₋₂, M₂, M₂₋₃ y M₃ de la NMP-004:2007 de 100 mg a 25 kg

Etapas del desarrollo:

Para el desarrollo de la implementación se tuvo en cuenta 5 partes en el desarrollo de las actividades:

Búsqueda de referencias

La búsqueda de referencias se realizó desde el 2021-07-01 al 2021-07-09, finalizada la búsqueda se resumió la información decidiendo utilizar para el proceso de acreditación el procedimiento normalizado del INACAL: PC-008

También se recopiló otros documentos necesarios para el desarrollo de las actividades, tal como es la NMP 004 “Pesas de las clases E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₁₋₂, M₂, M₂₋₃ y M₃” y la OIML R 111-2004 Weights of classes E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₁₋₂, M₂, M₂₋₃ and M₃”.

Elaboración del procedimiento

No fue necesario realizar o desarrollar un procedimiento debido a que el documento es normalizado.

Elaboración de la Hoja de Cálculo

La Hoja de Cálculo se diseñó y realizó desde el 2021-07-12 al 2021-07-16, se consideró en el diseño para un juego de 25 unidades en pesas o 25 pesas unitarias.

En el diseño de la Hoja de Cálculo se consideró herramientas de funcionalidad que ayudan a evitar posibles errores en la emisión de los documentos finales (certificado de calibración), tales como, alertas para las fechas para evitar confusión de la emisión respecto de la calibración, alertas en el vencimiento de los patrones. Se automatizó las notas y observaciones correspondientes.

Validación del método y Hoja de Cálculo

Al ser el procedimiento (método) en aplicación un procedimiento normalizado, no requiere ser validado.

La validación o mejor denominado comprobación de la Hoja de Cálculo se desarrolló realizando un informe de comparación de resultados obtenidos utilizando una calculadora contra los cálculos obtenidos por el Excel de la Hoja de Cálculo. Para dar validez a los resultados se cumplió el criterio

establecido de coincidencia de los resultados.

Evaluación de la mejor capacidad de medición (CMC)

Para el diseño de la mejor capacidad de medición (CMC) del procedimiento de calibración de pesas en implementación se tuvo en cuenta el criterio de mejor desempeño de equipo, se realizó múltiples calibraciones a un juego de pesas de la clase M₂, seleccionando la medición en la que apareció la menor incertidumbre correspondiente. Esta forma se realizó con cada una de las pesas del alcance propuesto para la implementación.

- **Descripción y explicación de las actividades relacionadas al objetivo específico 3 (OE3)**

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó una lista de verificación de los requisitos necesarios que deben tener el equipamiento para desarrollar el procedimiento de calibración en mención. Este análisis se realizó posterior a la evaluación Problemática inicial de la implementación presentada en el diagrama de Ishikawa.

Objetivo:

Verificar si los instrumentos cumplen con los criterios mencionados en el procedimiento de calibración.

Nombre:

Verificación de los requisitos para los instrumentos del procedimiento para la calibración de pesas.

Alcance:

Laboratorio de masa:

El factor que influye directamente en el resultado de las mediciones para calibración de pesas y su incertidumbre asociada son las pesas patrones utilizadas y las comparadoras donde se realizará la medición. Por tanto, se evaluó las características y especificaciones de los instrumentos en comparación con los requisitos exigidos por el procedimiento de calibración seleccionado.

En la evaluación se consideró 5 balanzas que tienen la función de comparar las masas y se requiere según el procedimiento que tengan una resolución mínima para desempeñarse correctamente en las calibraciones:

- a. Balanza con identificación interna EM-001 de 220 g de capacidad

máxima de pesaje para calibraciones de pesas comprendido entre 100 mg hasta 200g. El requisito mínimo a cumplir para aceptar este instrumento es que tenga una resolución menor o igual a lo indicado en el anexo I del procedimiento de calibración de pesas (PC-008), la resolución mínima para uso de la balanza es de 0,1 mg; la balanza mencionada cumple este requisito por tanto se aceptó como comparadora en la calibración de pesas de la clase M₂ y M₃ para el rango de medición entre 100 mg y 200 g.

- b.** Balanza con identificación interna EM-006 de 620 g para calibración de la pesa de 500 g. El requisito mínimo a cumplir para aceptar este instrumento es que tenga una resolución menor o igual a lo indicado en el anexo I del procedimiento de calibración de pesas (PC-008), la resolución mínima para uso de la balanza de 5 mg; la balanza mencionada cumple este requisito por tanto se aceptó como comparadora en la calibración de pesas de la clase M₂ y M₃ para el rango de medición de 500 g.
- c.** Balanza con identificación interna EM-004 de 3200 g para calibraciones de pesas comprendido entre 1 kg y 2 kg. El requisito mínimo a cumplir para aceptar este instrumento es que tenga una resolución menor o igual a lo indicado en el anexo I del procedimiento de calibración de pesas (PC-008), la resolución mínima para uso de la balanza de 10 mg; la balanza mencionada cumple este requisito por tanto se aceptó como comparadora en la calibración de pesas de la clase M₂ y M₃ para el rango de medición de 1 kg y 2 kg.
- d.** Balanza con identificación interna EM-007 de 6200 g para calibración de la pesa de 5 kg. El requisito mínimo a cumplir para aceptar este instrumento es que tenga una resolución menor o igual a lo indicado en el anexo I del procedimiento de calibración de pesas (PC-008), la resolución mínima para uso de la balanza de 50 mg; la balanza mencionada cumple este requisito por tanto se aceptó como comparadora en la calibración de pesas de la clase M₂ y M₃ para el rango de medición de 5 kg.
- e.** Balanza con identificación interna EM-008 de 30 kg para calibraciones de pesas de 10 kg, 20 kg y 25 kg. El requisito mínimo a cumplir para aceptar este instrumento es que tenga una resolución menor o igual a lo indicado en el anexo I del procedimiento de calibración de pesas (PC-008), la resolución mínima para uso de la balanza de 100 mg; la balanza mencionada cumple este requisito por tanto se aceptó como comparadora en la calibración de pesas de la clase M₂ y M₃ para el rango de medición de 10 kg a 25 kg.

Para la evaluación de las pesas patrones se tuvo en cuenta el criterio que sean de mejor clase de exactitud que las pesas a calibrar. Las pesas patrones utilizadas para la implementación son de clase M₁, un nivel

superior a las M₂ y M₃, por tanto, cumplen el criterio y es posible utilizarlas para el desarrollo de las actividades de implementación y calibración.

Se tiene pesas clase M₁ en el rango de 100 mg hasta 20 kg, todas calibradas en un laboratorio acreditado para garantizar la trazabilidad al sistema internacional.

Los instrumentos para realizar las mediciones de las condiciones ambientales también fueron evaluados en relación a los requisitos exigidos por el procedimiento de calibración y comprobando estos requisitos mediante las calibraciones realizadas.

- **Descripción y explicación de las actividades relacionadas al objetivo específico 4 (OE4)**

Para garantizar el cumplimiento de la implementación se realizó una verificación del cumplimiento de los puntos de la norma, para esto se realizó una auditoría interna para evidenciar el cumplimiento de los puntos referentes a los requisitos de gestión necesarios para llevar a cabo.

La auditoría interna se planificó de tal forma que se desarrolle imparcialmente, para esto se contrató una consultora externa con expertos técnicos del INACAL y con experiencia demostrada en las metodologías evaluadas.

Todas las evaluaciones, tanto de auditoría interna como la evaluación del INACAL se realizaron bajo los requerimientos de la NTP ISO/IEC 17025:2017.

2.2.4 Resultados de las actividades realizadas

Los resultados de las actividades en el progreso profesional por el bachiller, que se relacionan con el cumplimiento del objetivo general, se presentan, a continuación:

En relación al objetivo general

La acreditación obtenida por el laboratorio, es la evidencia de que la metodología aplicada es una de las posibles rutas para lograr un buen sistema de gestión según la NTP ISO/IEC 17025:2017. Se evidencia con el certificado de acreditación entregado por el INACAL (ver anexo 7).

En relación al objetivo específico 1

La experiencia en las empresas *DSI Peru Automation E.I.R.L.* y *Analytical Laboratory E.I.R.L.*, otorgaron al bachiller el soporte para llevar a cabo el objetivo general.

La evidencia para el cumplimiento del objetivo específico 1, se presenta los certificados de trabajo correspondientes a la experiencia adquirida en ambas empresas (ver anexos 2 y 3).

En relación al objetivo específico 2

Para evidenciar el cumplimiento de este objetivo, se presentó los análisis de Ishikawa en donde se muestra el estado inicial en el que se encontró el laboratorio para iniciar la implementación del procedimiento para calibración de pesas (PC-008), se comunicó las deficiencias que se subsanaron y posteriormente se muestra el estado aceptable para el desarrollo de las actividades de implementación y trabajos de calibración (ver anexo 7).

Como se mencionó anteriormente para la implementación se tuvo en cuenta 5 etapas las cuales comprendían:

- a. Búsqueda de referencias, la cual consta en decidir qué procedimiento es el más adecuado para el desarrollo de la implementación, en este punto se evalúa entre otros factores la demanda de los clientes, la facilidad para cumplir los requerimientos del procedimiento y el tiempo necesario para el desarrollo de las actividades.
- b. Elaboración del procedimiento, en este punto no fue necesario puesto que existe procedimientos desarrollados (normalizados) que simplemente se adoptaron para su implementación.
- c. Elaboración de la hoja de cálculo, el diseño en forma es de autoría del bachiller que sustenta el presente informe y el cálculo se realizó en correspondencia con lo definido en el procedimiento seleccionado (PC-008).
- d. La validación de la hoja de cálculo se realizó utilizando una calculadora contra los cálculos obtenidos por el Excel de la hoja de cálculo, esta comprobación garantiza que los cálculos realizados por el Excel son correctos ya que se comprueban con una metodología distinta a la forma de cálculo que tiene el programa Excel en su programación.
- e. La evaluación de la mejor capacidad de medición se evidencia con un informe donde se muestra el resultado de las mediciones realizadas en el proceso de determinación del CMC (ver anexo 8), y también se presenta la mejor capacidad de medición (CMC) declarada y colgada en la página oficial del INACAL (ver anexo 8).

En relación al objetivo específico 3

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó una lista de verificación de los requisitos necesarios que deben tener el equipamiento para desarrollar el procedimiento de calibración en mención.

Para el cumplimiento de los requisitos del procedimiento se llevó a cabo caracterizaciones necesarias y que se realizó a los equipos

comparadores.

También se comprobó que el ambiente cumpla con las condiciones de temperatura adecuados para el desarrollo de las actividades de calibración.

Este análisis se realizó después de levantar las observaciones que se realizaron en la evaluación inicial para la implementación.

En relación al objetivo específico 4

Referido a la aplicación del proceso de implementación, se aplica la propuesta construida a partir de las fases dadas a conocer en los objetivos específicos 2 y 3. Para el cumplimiento de este objetivo específico se solicitó la auditoría externa 17025, auditoría realizada por el instituto nacional de la calidad (INACAL), para la acreditación del procedimiento de calibración de pesas propuesto.

2.2.5 Cronograma de las actividades profesionales

A continuación, se presenta el cronograma establecido para cada una con el objeto de alcanzar cada objetivo planteado. Cada cronograma relacionado a un determinado objetivo consta de tres o cuatro etapas, las mismas que siguieron el diagrama de GANT.

El programa detallado de los pasos realizados para la implementación se presenta en el anexo 5.

Se presenta el resumen de las principales etapas:

Tabla 1

Evaluación inicial y subsanación de las deficiencias encontradas

N°	Actividad	Meses del año 2021											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Evaluación inicial del estado del laboratorio en relación a los requisitos para el equipamiento						x						
2	Subsanar las observaciones detectadas en la evaluación inicial.							x					

Nota. Elaboración propia en base a la experiencia profesional en *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

Tabla 2

Cronograma de actividades realizadas por mes

N°	Actividad	Días del mes de julio del 2021																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Búsqueda de referencias Se buscó la norma que se consideró mejor para el proceso de implementación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x																
2	Elaboración de la hoja de cálculo												x	x	x	x	x									
3	Validación y comprobación de la hoja de cálculo																			x	x	x				
4	Evaluación de la mejor capacidad operativa																								x	

Nota. Elaboración propia en base a la experiencia profesional en *Analytical Laboratory E.I.R.L.*

III. APORTES REALIZADOS

3.1 Aportes del bachiller en las empresas

Los aportes que se realizaron a las empresas donde he laborado se mencionan a continuación y se desarrollaron durante mi permanencia en cada una de ellas.

En la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.* mi contribución fue directamente en el desarrollo de las actividades, contribuyendo en lograr los objetivos propuestos y las metas de trabajo indicadas por la gerencia.

En la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.* se aportó los conocimientos adquiridos para el desarrollo y aplicación del sistema de gestión acorde con lo requerido por el procedimiento de calibración y la NMP ISO/IEC 17025

Se dictó capacitaciones al personal técnico que ingresaba como personal nuevo para trabajar en la nueva metodología implementada. Así también contribuyendo directamente en el desarrollo de las actividades y logrando los objetivos propuestos en cumplimiento de las indicaciones de gerencia y reglamentaciones

3.2 Logros alcanzados

En la empresa *DSI Perú Automation E.I.R.L.* el bachiller logró su crecimiento profesional obteniendo un aprendizaje sólido en el área de masa.

El bachiller logró el aprendizaje de los criterios necesarios para la aplicación de los procedimientos en coherencia con la NTP ISO/IEC 17025 y los requisitos exigidos en las directrices del INACAL.

En la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.* se aplicó lo aprendido y él logró de la acreditación del laboratorio, otorgada por INACAL-DA, el cual reconoce a la empresa como facultado para llevar a cabo servicios de calibración. La acreditación otorgada por el INACAL-DA tiene validez a nivel internacional, lo que permite que los resultados de las calibraciones sean aceptados a nivel nacional e internacional (ver Anexo 7).

Se logró asegurar la confianza y validez en los resultados emitidos por el Laboratorio, puesto que el hecho de acreditarse con la Norma NTP-ISO/IEC 17025 supone tener competencia técnica, imparcialidad y operar coherentemente.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

La experiencia profesional del bachiller en el campo de trabajo de la metrología se desarrolló en las empresas *DSI Peru Automation E.I.R.L.* y *Analytical Laboratory E.I.R.L.* La formación profesional, como en cualquier especialidad ya sea en el ámbito profesional o técnico debe transitar tanto la experiencia teórica y la experimental.

En la primera empresa en la cual cursó la experiencia profesional, el bachiller adquirió las capacidades para el desempeño correcto de las funciones que se le otorgaron como técnico metrólogo, designación que, el bachiller cuando ingresa a esta entidad a trabajar tuvo que adiestrarse mediante capacitaciones y entrenamientos, a esto último lo denominamos la parte teórica; la parte experimental se dio cuando el bachiller cumplió los requisitos para las funciones para las cuales se le formó, procediendo luego a ejecutar las actividades de calibración de manera independiente con la competencia profesional requerida.

A la segunda empresa el bachiller llegó con la experiencia adquirida en la primera empresa en la cual trabajó. En esta etapa de la actividad profesional le correspondió realizar una retroalimentación de las actividades que desarrollaría en acuerdo con el área técnica de metrología de la empresa de acuerdo a un programa para la implementación del procedimiento de calibración de pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 en cumplimiento con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025:2017 a acreditar. El bachiller revisó y elaboró documentación que se requería para la implementación. También pasó por un proceso de entrenamiento y capacitación en el procedimiento a implementar y en el sistema de gestión de la empresa para lograr la competencia que se requería para el desarrollo de las metodologías de implementación de los procedimientos de calibración de pesas.

La experiencia realizada en ambas empresas constituyó la base teórica y experimental que alcanzó el bachiller para ser competente en el área de metrología, y en general en otras actividades profesionales complementarias que involucran esquemas de implementación diversos procedimientos, no necesariamente en el mismo procedimiento de calibración que el bachiller implementó. El conocimiento adquirido por el bachiller servirá de sustento para implementaciones de otros procedimiento o métodos de calibración. Las empresas que brindan servicios de calibración para ser competentes se acreditan en la NTP ISO/IEC 17025. Cada una implementa sistemas de gestión de acuerdo a sus realidades, donde el bachiller adquirió la experiencia y habilidades necesarias para implementar procedimientos de calibración de otras magnitudes. Esto fue un valor agregado que benefició a la empresa, beneficio que se manifestó en el óptimo cumplimiento de las actividades (calibraciones, evaluación de resultados y emisión de resultados) de acuerdo a los plazos establecidos en el cronograma de actividades.

La implementación del procedimiento de calibración fue realizada en la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.* En este período la empresa recién inició actividades en el ámbito de la metrología. Para lograr los objetivos institucionales la empresa contrató personal técnico que ejecuten las actividades de la implementación anteriormente mencionada.

El bachiller en la etapa previa a la implementación del procedimiento realizó un análisis previo de la estructura inicial del laboratorio de metrología para identificar las posibles causas que dificultan lograr los objetivos planteados por la empresa. Para ello se desarrolló un análisis de Ishikawa, diagrama que nos permitió identificar gráficamente las carencias del laboratorio en sus inicios. En función a este análisis realizado se puso en marcha la subsanación de los defectos identificados.

Una vez subsanadas las deficiencias identificadas al inicio, la planificación de la implementación del procedimiento de calibración de pesas se desarrolló en cinco etapas, que el bachiller consideró fundamentales como un esquema del trabajo a realizar de acuerdo a los lineamientos del procedimiento de calibración elegido, como también los lineamientos indicados en la NTP ISO/IEC 17025.

El esquema de implementación consta de cinco etapas, las cuales son: (a) búsqueda de referencia, (b) elaboración de procedimiento, (c) elaboración de hoja de cálculo, (d) validación de la hoja de cálculo y (e) evaluación de la mejor capacidad de medición. Lo anteriormente mencionado es la base de la implementación del procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 .

La búsqueda de referencia fue el sustento teórico alternativo del procedimiento. En esta etapa se buscó información ampliada de la metodología a implementar en el caso que se presente alguna eventualidad de tal modo que se tenga un sustento para una posible subsanación. No se elaboró procedimiento de calibración, porque se utiliza uno que ya está normalizado y publicado por el INACAL. Se realiza la revisión correspondiente considerando que las variables involucradas se ajusten a las necesidades del laboratorio. Este aspecto involucra economizar parámetros tales como equipamiento, infraestructura, condiciones ambientales; puesto que otros procedimientos involucran variables adicionales que aumentarían algunos costes de la actividad. Para el procesamiento de la información se debe desarrollar un sistema que opere los datos obtenidos de las mediciones (calibraciones) conforme a la estructura del procedimiento de calibración establecido. A esto lo denominamos hoja de cálculo que puede ser desarrollada en algún programa informático como lo es Excel, Access o algún lenguaje de programación. Esto agiliza el procesamiento de las mediciones. La validación de la hoja de cálculo establecida es la comprobación de su funcionalidad, ya que el programa informático en el cual se desarrolló la hoja de cálculo debe realizar las mismas operaciones, como si lo hiciéramos

manualmente. El procesamiento de la información se puede hacer de manera manual, pero con los programas informáticos que existen actualmente se optimizan los tiempos del procesamiento de la información. Para la evaluación de la mejor capacidad de medición en calibraciones (CMC) el laboratorio de metrología planteó un procedimiento de como evaluar este parámetro (CMC) que está relacionado con la incertidumbre de la medición. Los laboratorios que obtienen los valores más bajos de incertidumbre en sus mediciones, son los que tiene un mejor control en sus procesos de calibración.

La evaluación de los requisitos indicados en el procedimiento de calibración seleccionado para la implementación del "Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP-004:2007", corresponde al equipamiento del laboratorio y las condiciones de infraestructura, para lo cual se realiza una lista de verificación del equipamiento requerido. Para la actividad de calibración se usan las comparadoras de masas (balanzas), las pesas de referencia (pesas patrón) y los instrumentos para controlar las condiciones ambientales. El bachiller identificó las características técnicas de las comparadoras de masa a adquirir de acuerdo a los requisitos técnicos en indicados en el procedimiento.

El procedimiento seleccionado "Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP-004:2007" y otros procedimientos mencionan características comunes de las comparadoras de masas a emplear; pero el bachiller tuvo que identificar aquellas que tengan el mejor desempeño en la actividad a desarrollar, como se mencionó en las bases teóricas. Las mediciones que se realizan en las comparadoras son aportantes a la incertidumbre de medición, y para la evaluación de la mejor capacidad de medición en calibración (CMC) se necesita minimizar los aportantes de incertidumbre, provenientes de las comparadoras de masa. El bachiller verificó las fichas técnicas de las distintas marcas de estos equipos. Adquirida las comparadoras de masa se realizó un contraste entre lo ofrecido por el fabricante y los resultados obtenidos cuando las comparadoras de masa fueron sometidas a las pruebas de funcionalidad, las mismas que pueden ser calibraciones a las cuales se someten las comparadoras de masa. En el certificado de calibración se reportan los parámetros indicados por el fabricante, y esta información se contrasta con los requisitos para la obtención de los aportantes de incertidumbre más bajos ocasionado por las comparadoras de masa.

Las pesas de referencia seleccionadas para la implementación deben ser de clase exactitud superior a las pesas a calibrar. En esto el bachiller optó por trabajar con pesas patrón de la clase M_1 , el procedimiento de calibración de pesas indica que se debe usar una clase superior de la pesa a calibrar, es decir M_2 y M_3 . Se pudo haber optado por pesas de referencia de clase F_2 o F_1 que también son de exactitud superior; pero la actividad a realizar implicó un menor deterioro de las pesas de referencia. En toda actividad de calibración, tanto el equipamiento como los patrones de referencia están

sometidos a desgaste por el empleo de los mismos. Para salvaguardar el bienestar del equipamiento y los patrones, el laboratorio redactó instructivos de trabajo en la calibración, y de esta forma se minimizó los efectos del desgaste. Con el control mencionado se optó por adquirir pesas de clase de exactitud superior M_1 como el patrón de referencia.

Para mejorar las condiciones ambientales y la infraestructura, el equipo de trabajo del laboratorio de metrología diseñó el ambiente con la suficiente hermeticidad para que las condiciones ambientales de temperatura no varíen en el proceso de calibración, de tal modo que en el laboratorio se debe de reproducir las condiciones de la temperatura de referencia que tiene un valor de 20 °C. Sin embargo, el procedimiento señala como límites de temperatura un intervalo de 18 °C a 27 °C para realizar la calibración. Pero el patrón internacional de referencia es definido a la temperatura de 20 °C, para mejores resultados de la calibración. Además, parte de la infraestructura fueron las mesas anti vibratorias, diseñadas a la medida de las dimensiones de las comparadoras de masa, ya que los sistemas de pesaje al componerse de elementos electrónicos muy sensibles, son susceptibles de detectar vibraciones del entorno. Por esta razón es la que se realiza la acción de aislamiento, la misma que asegura que el lugar donde se ubican las comparadoras de masa esté libre de perturbaciones que induzcan el aumento del error en las calibraciones.

Terminado los estudios previos, el sistema implementado con los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025 y los requisitos del Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP-004:2007 debe ser sometido a un examen de evaluación y auditoría por parte del ente acreditador, que en este caso es el INACAL.

El INACAL realiza un examen de evaluación denominado auditoría para la implementación. La implementación consta de dos partes, cabe indicar que la NTP ISO/IEC 17025 está enfocada principalmente a los requisitos técnicos y los requisitos de gestión de calidad. Los requisitos técnicos están enfocados a los requerimientos del procedimiento de calibración a emplear y los requisitos de gestión de calidad están enfocados a la documentación como procedimientos internos, manuales de calidad, instructivos de trabajo, manual de organizaciones y funciones, etc.

Aprobada la auditoría de implementación el organismo acreditador (INACAL) otorga un certificado de acreditación a nombre del Laboratorio de Metrología de *Analytical Laboratory E.I.R.L.* (ver Anexo 7), que demuestra la competencia técnica del laboratorio para realizar las calibraciones. El esquema de implementación planteado por el bachiller contribuyó al logro del objetivo general del presente trabajo de suficiencia profesional.

El procedimiento implementado también se puede ejecutar sin la necesidad de pasar por una auditoría por parte del INACAL. Bastaría con un examen de

cumplimiento de los requisitos técnicos y del sistema de gestión de calidad señalada en la norma técnica peruana NTP ISO/IEC 17025. De este modo se puede decir que estaría completada la implementación y por ello se podrían realizar servicios de calibración sin la necesidad de tener la acreditación por parte del INACAL. Sin embargo, las empresas que requieren servicios de calibración siempre buscan laboratorios que ejecuten las mejores calibraciones. El parámetro que caracteriza las mejores calibraciones de un laboratorio de metrología, con respecto a otro laboratorio, es la incertidumbre asociada a la calibración. El laboratorio que realiza calibraciones que posea el parámetro de incertidumbre más bajo en valor es el que ejecuta mejor las calibraciones, puesto que al tener la incertidumbre más baja se puede decir que el laboratorio cuenta con una buena infraestructura con un mejor control de condiciones ambientales y un mejor equipamiento. Este parámetro se declara como la capacidad de medición en calibración o CMC.

El laboratorio de metrología que tenga el mejor CMC, es el que ejecutará mejores calibraciones, y cuando un laboratorio demuestra competencia técnica acreditándose ante algún organismo de acreditación como el INACAL, el CMC del laboratorio pasa a ser declarado en la web del organismo acreditador (ver Anexo 8).

Realizada la implementación del procedimiento de calibración de pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 , es opcional que el laboratorio de calibración opte por la acreditación para realizar sus actividades o las realice sin necesidad de esta última. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la acreditación otorga al laboratorio de metrología la competencia para realizar calibraciones. Se infiere que, si el laboratorio al estar acreditado ante el INACAL realiza calibraciones, éstas son comparables como si las hubiera realizado el INACAL. Esto es lo que buscan las empresas que requieren los servicios de calibración de un laboratorio acreditado.

4.2 Conclusiones

Se describió el proceso de formación y la experiencia profesional del bachiller como Técnico metrólogo en la empresa *DSI Peru Automation E.I.R.L.* y metrólogo en la empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.* en los períodos respectivos de su trabajo profesional como metrólogo, siendo fructífero el aprendizaje del bachiller.

Se describió el esquema propuesto, para la implementación del “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007” (PC-008), del INACAL aplicado para la calibración de pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 .

Se explicó la correcta aplicación de los requisitos del procedimiento para la calibración de pesas según el “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007” (PC-008), del INACAL, demostrado una adecuada elección del equipamiento requerido y un buen acondicionamiento de la infraestructura para la calibración.

Se aplicó de manera satisfactoria el proceso de implementación para acreditar el procedimiento de calibración de pesas de clase de exactitud M_2 y M_3 en el alcance de 100 mg a 25 kg, auditado por el INACAL de acuerdo a los requisitos de la NTP ISO/IEC 17025 y del procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007, que permitió obtener el certificado de acreditación.

V. RECOMENDACIONES

Durante implementación del procedimiento de calibración de pesas, se referencio el procedimiento de calibración de pesas del INACAL, “Procedimiento para la calibración de pesas de clase de exactitud M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007” se recomienda realizar la evaluación de las calibraciones en valores de temperatura fuera de la temperatura referenciada de 20 °C.

Se recomienda realizar un estudio más exhaustivo de los aportantes (resolución de la indicación, repetibilidad de las mediciones y la excentricidad de las cargas) a la incertidumbre por parte de las comparadoras de masas en la evaluación del desempeño de las mismas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Analytical Laboratory E.I.R.L. (2022). Recuperado el 30 de abril del 2023 <https://alab.com.pe/index.php>
- Centro Español de Metrología. (2012). *Vocabulario Internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales*. Recuperado el 21 de abril del 2023, <https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf>
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – Instituto de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2007). *Pesas de las Clases E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3* (NMP 004 2007).
- Dajes Castro, J. (s.f.). Metrología Legal en el Perú. Recuperado de <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Publicaciones/METROLOGIA%20LEGAL%20EN%20EL%20PERU%20-%20Jos%C3%A9%20Dajes.pdf>
- Dirección de Metrología – Instituto Nacional de Calidad. (2021). *Procedimiento para la calibración de pesas de clase exactitud M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} y M_3 de la NMP 004:2007*.
- Dirección de Normalización – Instituto Nacional de Calidad. (2017). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración* (NTP-ISO/IEC 17025).
- Ibarra Arregui, S. (2021). La evolución de la metrología en el Perú, proyectos y avances actuales. Recuperado de <https://www.cientificos.pe/?p=7044>
- Prieto, E. (s.f.). Breve historia de la Metrología. *Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Centro Español de Metrología*. Recuperado de https://www.cem.es/sites/default/files/2021-01/breve%20historia_de%20la%20metrologia_doc.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Declaración jurada del bachiller.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA	
<i>"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"</i>		
 <u>DECLARACION JURADA</u> 		
<p>Yo, <u>ORTIZ GARCIA DAMIEL GUSTAVO</u>, identificado con DNI N° <u>42964441</u>, con domicilio en: <u>CAJE FILANCSICO DE ZACA 926, JESUS MARIA, LIMA</u></p>		
<p>DECLARO BAJO JURAMENTO que los datos y documentos adjuntos son legalmente válidos y corresponden al tenor de la solicitud.</p>		
<p>Asi mismo, DECLARO que conozco las normas, reglamentos y directivas que rigen este proceso del Ciclo Taller de Trabajo de Suficiencia Profesional.</p>		
<p>Bellavista, <u>19 JUNIO</u>, 2023.</p>		
 FIRMA Y HUELLA DACTILAR		
		
<hr/>		
<p style="font-size: small;">Av. Juan Pablo II N° 308 Bellavista – Callao - Perú Anexo E-mail: form.trmsp@unac.edu.pe</p>		

NOTARIA LOAYZA
JR. HUASCAR 1543 - JESUS MARIA
TELEF.: 266-0590 - 2660591
266-0592 - 266-0593
web: www.notarialoayza.com

CERTIFICACION DE FIRMA NO DEL CONTENIDO
(ART. 108 D. LEG. 1049)

CESAR FERNANDO LOAYZA BELLIDO, ABOGADO - NOTARIO DE LIMA; CERTIFICO: _____
QUE, LA FIRMA PUESTA EN EL PRESENTE DOCUMENTO CORRESPONDE A: DANIEL GUSTAVO ORTIZ GARCIA, IDENTIFICADO CON DNI N°42964771. _____
DOY FE. _____
LIMA, 19 DE JUNIO DEL 2023. _____



[Handwritten signature]
Firma el Dr. Sergio A. Del Castillo Sánchez Moreno por Licencia del Titular Dr. César Fernando Loayza Bellido



FACT.	
BV	115296
I	66



Anexo 2. Certificado de trabajo empresa DSI Peru Automation E.I.R.L.



CERTIFICADO DE TRABAJO

Por medio del presente, se certifica que el **Sr. Daniel Gustavo Ortiz Garcia**, identificado con D.N.I. N° 42964771, ha laborado en la empresa DSI PERU AUTOMATION EIRL identificada con RUC N° 20524203775 y con dirección en Calle Los Engranajes N° 248, Urb. La Milla, San Martín de Porres, Lima desde el 27 de Noviembre de 2017 hasta el 15 de Julio del 2020, desempeñando el cargo de **metrólogo**, demostrando responsabilidad, honestidad y dedicación en las labores que le fueron encomendadas.

Se expide el presente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Lima, 18 de Agosto del 2020

DSI Peru Automation
Ing. Jimmy Rengifo C.
División de Ingeniería

Anexo 3. Certificado de trabajo empresa *Analytical Laboratory E.I.R.L.*



I : F-RH-117
R : 00
IV. : 2020-Ago-17

CERTIFICADO DE TRABAJO

La empresa **ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.** con N° RUC 20600651901, ubicada en Pro. Zarumilla Mza. 2D Lote 03 Asc. Daniel Alcides Carrión – Prov. Const. Del Callao, distrito de Bellavista, provincia Const. Del Callao, departamento de Lima, certifica que:

El Sr. **ORTIZ GARCIA DANIEL GUSTAVO**, identificado con DNI N° **42964771** ha laborado en nuestra empresa desde el **05 de agosto del 2020** hasta el **02 de marzo del 2023**, desempeñándose en el puesto de **METROLOGO**, demostrando responsabilidad, puntualidad y honestidad en las labores encomendadas.

Se expide el presente **CERTIFICADO**, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime pertinentes.

Callao, 02 de marzo del 2023

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Marco Valencia Huerta
Gerente General

Prolongación Zarumilla Mz. D2, Lt. 3., Bellavista - Callao
Telf. +51 453 1389 / 717 0636
www.alab.com.pe

Anexo 5. Modelo del plan de trabajo de implementación en calibraciones.

Objetivo:		Acreditación del laboratorio de calibraciones																											
N°	Actividad	Día del mes de agosto						Día del mes de setiembre						Observaciones	¿Ejecutado? (Sí/No/En proceso)														
		18	19	22	24	26	28	31	1	2	9	16	19			26	28	30											
1	Envío de todos los documentos de gestión con observaciones subsanadas	■																											
2	Resultados de caracterización de las condiciones ambientales del área de volumen	■																											
3	Calibraciones según requerimiento de laboratorios de ensayo (primera fase)	■																											
4	Verificación de cumplimiento de procedimientos de calibración (1era fase)			■																									
5	Confirmaciones metrológicas (primera fase)			■																									
6	Establecer aseguramiento de la validez de los resultados (primera fase)				■																								
7	Entrenamiento calibración baños hermostáticos					■																							
8	Entrenamiento calibración volumen						■																						
9	Cartas de trazabilidad (primera fase)							■																					
10	Determinación CMC (primera fase y sujeto a futuro cambio por una mejor estimación)								■																				
11	Programación auditoría interna									■																			
12	Entrenamiento masa										■																		
13	Entrenamiento calibración termómetro IR											■																	
14	Entrenamiento sonómetros												■																
15	Actualización del personal en la interpretación de la NTP ISO/IEC 17025:2017 a cargo del área de Gestión													■															
16	Resultados del laboratorio de participación de interlaboratorios (primera fase)														■														
17	Levantamiento de NC y/o observaciones de la auditoría interna																■												
18	Programación auditoría externa para acreditación																											■	

OBSERVACIONES:

- Las fechas indicadas son estimadas al máximo.
- Las fechas estarán sujetas a cambio por motivos de fuerza mayor o por razones ajenas al laboratorio (por ejemplo, fecha de programación del proveedor de interlaboratorios y el envío de sus resultados, otros).

Anexo 6. Procedimiento de calibración de pesas del INACAL.

PC-008

PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACION DE PESAS DE
CLASES DE EXACTITUD $M_{1,2}$, M_2 , $M_{2,3}$ y M_3 DE LA NMP 004:2007



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

DESCRIPCIÓN

Este procedimiento establece las acciones que se deberán cumplir para efectuar la calibración de pesas con clase de exactitud $M_{1,2}$, M_2 , $M_{2,3}$ y M_3 de la NMP 004:2007, determinando su valor de masa convencional.

Anexo 7. Certificado de acreditación.

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Laboratorio de Calibración
En su sede ubicada en: Av. Guardia Chalaca N° 1877 - distrito Bellavista, provincia Constitucional del Callao, departamento Lima.
Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración
Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-O6P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 21 de octubre de 2021
Fecha de Vencimiento: 20 de octubre de 2024

 Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA
Alejandra FAU 20600283015 soft
Fecha: 2021-10-28 11:07:00
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 651-2021-INACAL/DA
Contrato N° : 061-2021-INACAL-DA
Registro N° : LC-052

Fecha de emisión: 27 de octubre de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y código de notificación de modo que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (ARM) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-O6P-02M Ver 03

