



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
MECÁNICA LIM-UTA”**

AUTOR: Diego Alexander Pozo Freire

TUTOR: Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA”** realizado por el Sr. Diego Alexander Pozo Freire, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1803736816, estudiante de la carrera de Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Proyecto Técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



.....
Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg.
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diego Alexander Pozo Freire, con C.I. 1803736816 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA”** así como también los análisis estadísticos, tablas, criterios, graficas, conclusiones y recomendaciones son de mi total responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Diego Alexander Pozo Freire

C.I. 1803736816

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento útil para su lectura, consulta y proceso de investigación según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se la realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



.....
Diego Alexander Pozo Freire

C.I. 1803736816

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por el estudiante Diego Alexander Pozo Freire, de la Carrera de Mecánica bajo el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA.”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. César Daniel Arregui Toro, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Edwin Leonardo Sánchez Almeida, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con todo el cariño y respeto, dedico el presente trabajo de titulación, previo a la obtención de mi título de Ingeniero Mecánico, a mis padres, Fabián Pozo y Ruzmeri Alejandra, quienes hasta el día de hoy me han brindado todo el apoyo necesario para poder conseguir este logro de terminar mi carrera universitaria. A mis queridos hermanos, Kevin, Anahí y Steven Pozo, por ser mi fortaleza y mi razón de seguir adelante, de ser mejor cada día y poder darles el mejor ejemplo posible como hermano mayor.

A mis abuelitos, Wilfrido Pozo y Susana Naranjo, quienes gracias a sus consejos, cariño y apoyo, siempre han velado por mí durante todo este trayecto. A mi tía Elizabeth Pozo, que a pesar de la distancia, podía sentir de cerca su sincera preocupación y empeño por ayudarme a cumplir mis objetivos. A mi primo, Santiago Jerez, por ser como un hermano mayor, con el que afrontamos la actual realidad de la vida, y donde guía y advierte mis pasos en este mundo.

A mis amigos, que hasta el día de hoy estuvieron junto a mi acompañándome, brindándome su ayuda y apoyo, motivándome a seguir a delante y compartiendo muchos de los mejores momentos en mi vida, todas esas grandes experiencias y aventuras que pasamos son gratos recuerdos que siempre estarán conmigo.

Diego Pozo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, y que a pesar de todas las dificultades que han sucedido, él siempre guio mis decisiones en todos aquellos momentos importante de mi vida, ofreciendo a mi disposición la oportunidad de elegir el camino correcto.

Agradezco también a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y especialmente a la Carrera de Mecánica, por abrirme las puertas de la sabiduría y el conocimiento, luego de haber atravesado duros momentos de mi vida, y dándome la oportunidad de llegar a ser profesional en Ingeniería Mecánica.

Agradecido también con el Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg., por confiar y acompañarme en el desarrollo del presente Proyecto Técnico, previo a la obtención de mi título de Ingeniero Mecánico, y por haberme ayudado y comprendido la complicada situación por la que había atravesado durante todo este periodo.

Por último, agradezco a toda mi familia y amigos, los cuales siempre han estado conmigo hasta el día de hoy. La presencia de todos ustedes ayudó a forjar la persona que soy ahora y que gracias a ello, hoy estoy a punto de llegar a ser un profesional, un futuro Ingeniero.

Diego Pozo

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxv
RESUMEN EJECUTIVO	xxxv
ABSTRACT.....	xxxvi
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Tema	1
1.2. Antecedentes Investigativos	1
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Fundamentación Teórica	4
1.4.1. Mantenimiento Industrial	4
1.4.1.1. Objetivos del mantenimiento	5
1.4.2. Plan de mantenimiento	6
1.4.2.1. Características del plan de mantenimiento.....	6
1.4.2.2. Actividades primordiales del plan de mantenimiento.....	6
1.4.2.3. Diseño de un plan de Mantenimiento Preventivo	7

1.4.3.	Tipos de Mantenimiento.....	7
1.4.3.1.	Mantenimiento correctivo	8
1.4.3.2.	Mantenimiento predictivo	10
1.4.3.3.	Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	11
1.4.3.4.	Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)	11
1.4.3.5.	Mantenimiento preventivo	11
1.4.4.	Tipos de plan de mantenimiento	12
1.4.4.1.	Plan de mantenimiento basado en fabricantes	12
1.4.4.2.	De los operadores.....	13
1.4.4.3.	Plan de mantenimiento basado en protocolos	13
1.4.4.4.	Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (MCC)	13
1.4.5.	Inventario de máquinas y equipos	14
1.4.6.	Dossier Técnico	17
1.4.6.1.	Fichas técnicas	17
1.4.6.2.	Fichero histórico de la maquina	17
1.4.7.	Indicadores del Mantenimiento.....	18
1.4.7.1.	Curva de Davis o Curva de la Bañera	19
1.4.8.	Distribución de Weibull	20
1.4.8.1.	Modelo matemático de Weibull	21
1.4.8.2.	Modelo grafico de Weibull.....	23
1.4.8.3.	Normativa legal.....	27
1.4.9.	Análisis de modos de fallos y efectos (AMFE).....	29
1.4.9.1.	Definiciones elementales de una AMFE.....	29
1.4.9.2.	Criterios.....	31
1.4.9.3.	Normativa legal.....	35
1.4.10.	Matriz de Criticidad.....	35
1.4.10.1.	Parámetros y criterios para evaluar factores	37

1.4.11.	Bitácora de mantenimiento.....	39
1.4.12.	Gamas de mantenimiento	39
1.4.13.	Mantenimiento productivo total (TPM)	42
1.4.14.	Código para las tablas del mantenimiento preventivo.....	42
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....		44
2.1.	Recursos	44
2.1.1.	Recursos humanos	44
2.1.2.	Recursos institucionales	44
2.1.3.	Recursos materiales	44
2.1.4.	Recursos económicos	45
2.2.	Métodos.....	45
2.2.1.	Investigación de campo.....	45
2.2.2.	Investigación experimental	46
2.2.3.	Investigación explicativa	46
2.2.4.	Investigación bibliográfica	46
2.3.	Diagrama de Flujo del proyecto	46
CAPÍTULO III.- RESULTADO Y DISCUSIÓN.....		48
3.1.	Descripción de la empresa	48
3.2.	Inventario de Máquinas y Equipos	50
3.3.	Dossier Técnico	51
3.3.1.	Cámara de Acondicionamiento	52
3.3.2.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	68
3.3.3.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	75
3.3.4.	Cámara de Inflamabilidad Vertical	93
3.3.5.	Cámara de Inflamabilidad de Juguetes.....	106
3.3.6.	Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción	119

3.3.7.	Extractor.....	137
3.3.8.	Computadora.....	146
3.3.9.	Impresora.....	161
3.3.10.	Data Logger.....	183
3.3.11.	Regla.....	195
3.3.12.	Flexómetro.....	200
3.3.13.	Anemómetro Digital.....	206
3.3.14.	Pirómetro.....	214
3.3.15.	Cronómetro.....	228
3.3.16.	Calibrador.....	241
3.3.17.	Balanza.....	249
3.3.18.	Goniómetro.....	268
3.3.19.	Sistema Eléctrico.....	284
3.3.20.	Sistema de Internet.....	292
3.3.21.	Sistema Hidrosanitario.....	300
3.4.	Análisis Estadístico.....	309
3.4.1.	Cámara de Acondicionamiento.....	309
3.4.2.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	311
3.4.3.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	314
3.4.4.	Cámara de Inflamabilidad Vertical.....	317
3.4.5.	Cámara de Inflamabilidad de Juguetes.....	320
3.4.6.	Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción.....	324
3.4.7.	Extractor.....	328
3.4.8.	Computadora.....	331
3.4.9.	Impresora.....	334
3.4.10.	Data Logger.....	337
3.4.11.	Regla.....	340

3.4.12.	Flexómetro.....	343
3.4.13.	Anemómetro Digital.....	346
3.4.14.	Pirómetro.....	349
3.4.15.	Cronómetro.....	352
3.4.16.	Calibrador.....	355
3.4.17.	Balanza.....	358
3.4.18.	Goniómetro.....	361
3.4.19.	Sistema Eléctrico.....	364
3.4.20.	Sistema de Internet.....	367
3.4.21.	Sistema Hidrosanitario.....	370
3.5.	Fiabilidad por distribución de Weibull.....	373
3.5.1.	Cámara de Acondicionamiento.....	373
3.5.2.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	376
3.5.3.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	380
3.5.4.	Cámara de Inflamabilidad Vertical.....	383
3.5.5.	Cámara de Inflamabilidad de Juguetes.....	386
3.5.6.	Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción.....	389
3.5.7.	Extractor.....	393
3.5.8.	Computadora.....	396
3.5.9.	Impresora.....	399
3.5.10.	Data Logger.....	402
3.5.11.	Regla.....	405
3.5.12.	Flexómetro.....	408
3.5.13.	Anemómetro Digital.....	411
3.5.14.	Pirómetro.....	414
3.5.15.	Cronómetro.....	417
3.5.16.	Calibrador.....	420

3.5.17.	Balanza	423
3.5.18.	Goniómetro.....	426
3.5.19.	Sistema Eléctrico	429
3.5.20.	Sistema de Internet.....	432
3.5.21.	Sistema Hidrosanitario	435
3.6.	Matriz AMFE	438
3.6.1.	Cámara de Acondicionamiento	438
3.6.2.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	442
3.6.3.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	445
3.6.4.	Cámara de Inflamabilidad Vertical	448
3.6.5.	Cámara de Inflamabilidad de Juguetes.....	452
3.6.6.	Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción	456
3.6.7.	Extractor.....	459
3.6.8.	Computadora.....	461
3.6.9.	Impresora.....	463
3.6.10.	Data Logger.....	465
3.6.11.	Regla.....	467
3.6.12.	Flexómetro.....	468
3.6.13.	Anemómetro Digital	470
3.6.14.	Pirómetro	472
3.6.15.	Cronómetro.....	474
3.6.16.	Calibrador	476
3.6.17.	Balanza	478
3.6.18.	Goniómetro.....	480
3.6.19.	Sistema Eléctrico	483
3.6.20.	Sistema de Internet.....	485
3.6.21.	Sistema Hidrosanitario	487

3.7.	Matriz criticidad	489
3.7.1.	Cámara de Acondicionamiento	489
3.7.2.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	491
3.7.3.	Cámara de Inflamabilidad Horizontal.....	493
3.7.4.	Cámara de Inflamabilidad Vertical	495
3.7.5.	Cámara de Inflamabilidad de Juguetes.....	497
3.7.6.	Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción	500
3.7.7.	Extractor.....	502
3.7.8.	Computadora.....	503
3.7.9.	Impresora.....	504
3.7.10.	Data Logger.....	505
3.7.11.	Regla.....	506
3.7.12.	Flexómetro	507
3.7.13.	Anemómetro Digital	508
3.7.14.	Pirómetro	509
3.7.15.	Cronómetro	510
3.7.16.	Calibrador	511
3.7.17.	Balanza	512
3.7.18.	Goniómetro.....	513
3.7.19.	Sistema Eléctrico	515
3.7.20.	Sistema de Internet.....	516
3.7.21.	Sistema Hidrosanitario	517
3.8.	Bitácoras de mantenimiento preventivo	518
3.9.	Gamas de mantenimiento	518
3.10.	Programa en Excel	520
3.10.1.	Manual de usuario	520
3.10.2.	Programa LIM-UTA.xlsm.....	522

3.10.3.	Carpeta BASE DE DATOS.....	523
3.10.4.	Capeta 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	523
3.10.5.	Carpeta de máquinas y equipos	525
3.10.6.	Registro de una nueva máquina o equipo	546
3.10.7.	Recomendaciones	549
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		551
4.1.	Conclusiones.....	551
4.2.	Recomendaciones	552
BIBLIOGRAFÍA.....		553
ANEXOS.....		562
ANEXO 1. NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE.....		563
ANEXO 2. NTP 331. Fiabilidad: la distribución de Weibull.....		572
ANEXO 3. Bitácoras del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA.		583
ANEXO 4. Planos de la cámara de acondicionamiento de muestras.		592
ANEXO 5. Planos de construcción de la cámara de inflamabilidad horizontal con campana de extracción localizada.		614
ANEXO 6. Planos del diseño original y de rediseño de la cámara de inflamabilidad vertical.		635
ANEXO 7. Código de programación de la cámara de inflamabilidad vertical. ...		658
ANEXO 8. Planos de la cámara de inflamabilidad de juguetes.....		663
ANEXO 9. Código de programación de la cámara de inflamabilidad de juguetes.		683
ANEXO 10. Planos de construcción de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.....		692
ANEXO 11. INTERNATIONAL STANDARD ISO 3795 Second edition 1989-10- 15.....		729

ANEXO 12. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO/IEC 17025	
Tercera edición 2018-04	742

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas del CM	9
Tabla 2. Ventajas y desventajas del PdM	10
Tabla 3. Ventajas y desventajas del Mantenimiento Preventivo	11
Tabla 4. Modelo de inventario de máquinas y equipos	15
Tabla 5. Modelo de ficha técnica	17
Tabla 6. Modelo para el Análisis Estadístico	18
Tabla 7. Ejemplo tabla de valores que son usados para el porcentaje de falla	24
Tabla 8. Ventajas de AMFE	30
Tabla 9. Modelo AMFE	30
Tabla 10. Criterios para valorar la gravedad del modo de fallo	31
Tabla 11. Criterios para valorar la frecuencia o probabilidad del modo de fallo	32
Tabla 12. Criterios para valorar la detectabilidad	32
Tabla 13. Características del análisis NPR	33
Tabla 14. Criterios de Severidad AMFE	34
Tabla 15. Criterios de Ocurrencia AMFE	34
Tabla 16. Criterios de Detección AMFE	35
Tabla 17. Modelo de matriz Criticidad	36
Tabla 18. Matriz de criticidad	37
Tablas 19. Factor de frecuencia de fallos a lo largo de un año	37
Tablas 20. Factor de impacto operacional a lo largo de un año	38
Tablas 21. Factor de flexibilidad operacional a lo largo de un año	38
Tablas 22. Factor de costes de mantenimiento a lo largo de un año	38
Tablas 23. Factor de seguridad, higiene y ambiente a lo largo de un año	38

Tablas 24. Criterios para determinar el nivel de criticidad	39
Tabla 25. Modelo de bitácora de mantenimiento	39
Tabla 26. Modelo de gama de mantenimiento	39
Tabla 27. Frecuencias de acción para las gamas de mantenimiento	40
Tabla 28. Explicación de la estructura de los códigos para tablas	42
Tabla 29. Siglas de cada elemento involucrado en el proyecto técnico	42
Tabla 30. Recursos económicos	45
Tabla 31. Información General	49
Tabla 32. Información Empresarial.....	49
Tabla 33. Inventario de máquinas y equipos.....	50
Tabla 34. Ficha técnica de la cámara de acondicionamiento.	52
Tabla 35. Datos técnicos de la cámara de acondicionamiento.....	54
Tabla 36. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	68
Tabla 37. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	70
Tabla 38. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	75
Tabla 39. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	77
Tabla 40. Ajustes más comúnmente utilizados en el sistema ISO	83
Tabla 41. Tolerancia de medida para eje.....	83
Tabla 42. Desviaciones del eje	84
Tabla 43. Desviaciones de los agujeros	85
Tabla 44. Tolerancia de medida para agujero	85
Tabla 45. Desviaciones del eje	86
Tabla 46. Desviación del agujero	86
Tabla 47. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad vertical	93

Tabla 48. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad vertical	95
Tabla 49. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad de juguetes	106
Tabla 50. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad de juguetes.....	108
Tabla 51. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	119
Tabla 52. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	121
Tabla 53. Parámetros para soldadura TIG en electrodos de Tungsteno.....	126
Tabla 54. Ficha técnica del extractor de aire	137
Tabla 55. Datos técnicos del extractor de aire	140
Tabla 56. Ficha técnica de la computadora.....	146
Tabla 57. Datos técnicos de la computadora.....	148
Tabla 58. Ficha técnica de la impresora	161
Tabla 59. Datos técnicos de la impresora.....	164
Tabla 60. Ficha técnica del data logger.....	183
Tabla 61. Datos técnicos del data logger.....	186
Tabla 62. Indicadores del LCD zumbador	193
Tabla 63. Ficha técnica de la regla	195
Tabla 64. Datos técnicos de la regla.....	197
Tabla 65. Ficha técnica del flexómetro	200
Tabla 66. Datos técnicos del flexómetro	202
Tabla 67. Ficha técnica del anemómetro digital	206
Tabla 68. Datos técnicos del anemómetro digital	208
Tabla 69. Rango de velocidad del viento.....	209

Tabla 70. Rango de temperatura	209
Tabla 71. Ficha técnica del pirómetro	214
Tabla 72. Datos técnicos del pirómetro	216
Tabla 73. Tolerancias del pirómetro	217
Tabla 74. Ficha técnica del cronómetro	228
Tabla 75. Datos técnicos del cronómetro	230
Tabla 76. Ficha técnica del calibrador	241
Tabla 77. Datos técnicos del calibrador	243
Tabla 78. Ficha técnica de la balanza	249
Tabla 79. Datos técnicos de la balanza	252
Tabla 80. Ficha técnica del goniómetro	268
Tabla 81. Datos técnicos del goniómetro	271
Tabla 82. Indicador y capacidad de la pila	273
Tabla 83. Ficha técnica del sistema eléctrico	284
Tabla 84. Datos técnicos del sistema eléctrico	286
Tabla 85. Ficha técnica del sistema de internet	292
Tabla 86. Datos técnicos del sistema de internet	294
Tabla 87. Ficha técnica del sistema hidrosanitario	300
Tabla 88. Datos técnicos del sistema hidrosanitario	303
Tabla 89. Análisis estadístico de la cámara de acondicionamiento	309
Tabla 90. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad horizontal	311
Tabla 91. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad horizontal.	314
Tabla 92. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad vertical.	317
Tabla 93. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad de juguetes.	320

Tabla 94. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	324
Tabla 95. Análisis estadístico del extractor de aire	328
Tabla 96. Análisis estadístico de la computadora	331
Tabla 97. Análisis estadístico de la impresora	334
Tabla 98. Análisis estadístico del data logger	337
Tabla 99. Análisis estadístico de la regla	340
Tabla 100. Análisis estadístico del flexómetro	343
Tabla 101. Análisis estadístico del anemómetro digital.....	346
Tabla 102. Análisis estadístico del pirómetro	349
Tabla 103. Análisis estadístico del cronómetro	352
Tabla 104. Análisis estadístico del calibrador.....	355
Tabla 105. Análisis estadístico de la balanza	358
Tabla 106. Análisis estadístico del goniómetro	361
Tabla 107. Análisis estadístico del sistema eléctrico	364
Tabla 108. Análisis estadístico del sistema de internet	367
Tabla 109. Análisis estadístico del sistema hidrosanitario	370
Tabla 110. Fiabilidad de Weibull de la cámara de acondicionamiento	373
Tabla 111. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad horizontal	376
Tabla 112. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad horizontal	380
Tabla 113. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad vertical.....	383
Tabla 114. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad de juguetes	386
Tabla 115. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	389

Tabla 116. Fiabilidad de Weibull del extractor de aire	393
Tabla 117. Fiabilidad de Weibull de la computadora	396
Tabla 118. Fiabilidad de Weibull de la impresora	399
Tabla 119. Fiabilidad de Weibull del data logger	402
Tabla 120. Fiabilidad de Weibull de la regla.	405
Tabla 121. Fiabilidad de Weibull del flexómetro	408
Tabla 122. Fiabilidad de Weibull del anemómetro digital.....	411
Tabla 123. Fiabilidad de Weibull del pirómetro	414
Tabla 124. Fiabilidad de Weibull del cronómetro.....	417
Tabla 125. Fiabilidad de Weibull del calibrador.....	420
Tabla 126. Fiabilidad de Weibull de la balanza	423
Tabla 127. Fiabilidad de Weibull del goniómetro.....	426
Tabla 128. Fiabilidad de Weibull del sistema eléctrico	429
Tabla 129. Fiabilidad de Weibull del sistema de internet	432
Tabla 130. Fiabilidad de Weibull del sistema hidrosanitario	435
Tabla 131. Matriz AMFE de la cámara de acondicionamiento.....	438
Tabla 132. Matriz AMFE de la cámara de inflamabilidad horizontal	442
Tabla 133. Matriz AMFE de la cámara de inflamabilidad horizontal	445
Tabla 134. Matriz AMFE de la cámara de inflamabilidad vertical.....	448
Tabla 135. Matriz AMFE de la cámara de inflamabilidad de juguetes.....	452
Tabla 136. Matriz AMFE de cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	456
Tabla 137. Matriz AMFE del extractor de aire	459
Tabla 138. Matriz AMFE de la computadora	461

Tabla 139. Matriz AMFE de la impresora	463
Tabla 140. Matriz AMFE del data logger	465
Tabla 141. Matriz AMFE de la regla	467
Tabla 142. Matriz AMFE del flexómetro.....	468
Tabla 143. Matriz AMFE del anemómetro digital	470
Tabla 144. Matriz AMFE del pirómetro	472
Tabla 145. Matriz AMFE del cronómetro.....	474
Tabla 146. Matriz AMFE del calibrador.....	476
Tabla 147. Matriz AMFE de la balanza	478
Tabla 148. Matriz AMFE del goniómetro.....	480
Tabla 149. Matriz AMFE del sistema eléctrico	483
Tabla 150. Matriz AMFE del sistema de internet	485
Tabla 151. Matriz AMFE del sistema hidrosanitario	487
Tabla 152. Matriz criticidad de la cámara de acondicionamiento.....	489
Tabla 153. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad horizontal	491
Tabla 154. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad horizontal	493
Tabla 155. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad vertical.....	495
Tabla 156. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad de juguetes.....	497
Tabla 157. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	500
Tabla 158. Matriz criticidad del extractor.....	502
Tabla 159. Matriz criticidad de la computadora	503
Tabla 160. Matriz criticidad de la impresora	504
Tabla 161. Matriz criticidad del data logger	505

Tabla 162. Matriz criticidad de la regla	506
Tabla 163. Matriz criticidad del flexómetro.....	507
Tabla 164. Matriz criticidad del anemómetro digital.....	508
Tabla 165. Matriz criticidad del pirómetro	509
Tabla 166. Matriz criticidad del cronómetro.....	510
Tabla 167. Matriz criticidad del calibrador.....	511
Tabla 168. Matriz criticidad de la balanza	512
Tabla 169. Matriz criticidad del goniómetro.....	513
Tabla 170. Matriz criticidad del sistema eléctrico	515
Tabla 171. Matriz criticidad del sistema de internet	516
Tabla 172. Matriz criticidad del sistema hidrosanitario	517
Tabla 173. Gama de mantenimiento de la cámara de acondicionamiento del mes de enero	519

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema global del mantenimiento	4
Figura 2. Evolución del mantenimiento	5
Figura 3. Componentes de un plan de mantenimiento	6
Figura 4. Principales actividades del PM	7
Figura 5. Tipos de mantenimiento.....	8
Figura 6. Sistemas de mantenimiento	8
Figura 7. Diagrama del tipo de mantenimiento a considerar	9
Figura 8. Técnicas predictivas	10
Figura 9. Plan de mantenimiento inicial.....	13
Figura 10. Ejemplos de inventario de equipos	15
Figura 11. Clasificación taxonómica con niveles taxonómicos	16
Figura 12. Registro de todos los datos posibles de la máquina/equipo.....	16
Figura 13. Curva de la bañera	20
Figura 14. Modelo de papel de Weibull	20
Figura 15. Fiabilidad de Weibull	23
Figura 16. Ejemplo de datos plasmados en papel de Weibull.....	25
Figura 17. Ejemplo del procedimiento en papel de Weibull.....	25
Figura 18. Ejemplo del procedimiento en papel de Weibull.....	26
Figura 19. Ejemplo del procedimiento en papel de Weibull.....	26
Figura 20.- Plano Deterioro vs Tiempo	27
Figura 21. Lectura de parámetros η y β en el papel de Weibull	28
Figura 22. Proceso para desarrollar un AMFE	29
Figura 23. Cuadro de valoraciones AMFE	33

Figura 24. Modelo gama de mantenimiento diario	41
Figura 25. Mantenimiento productivo total – TPM	42
Figura 26. Diagrama de Flujo del plan de mantenimiento preventivo.....	47
Figura 27. Información del fabricante de la cámara de acondicionamiento	54
Figura 28. Dimensiones de la cámara de acondicionamiento	56
Figura 29. Proceso de montaje 1	57
Figura 30. Proceso de montaje 2	57
Figura 31. Proceso de montaje 3	58
Figura 32. Proceso de montaje 4	58
Figura 33. Proceso de montaje 5	59
Figura 34. Proceso de montaje 6	59
Figura 35. Tabla temperatura, humedad relativa y normativa	61
Figura 36. Botón de temperatura.....	62
Figura 37. Botones para aumentar y disminuir	63
Figura 38. Botón de humedad	63
Figura 39. Botones para aumentar y disminuir	63
Figura 40. Tabla de acondicionamiento del material según el período medido.....	64
Figura 41. Botón de alarma	65
Figura 42. Botones de sistemas de apagado.....	65
Figura 43. Números de teléfono de los servicios de emergencia locales y del distribuidor del equipo	66
Figura 44. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad horizontal	70
Figura 45. Cámara de inflamabilidad horizontal.....	72
Figura 46. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad horizontal	77

Figura 47. Ejemplo de cámara de combustión con soporte de muestra y bandeja de goteo.....	80
Figura 48. Ejemplo de cámara de combustión	80
Figura 49. Bandeja de goteo típica.....	81
Figura 50. Ejemplo de porta muestras.....	81
Figura 51. Dimensiones de las muestras	82
Figura 52. Ejemplo de sección de diseño de bastidor en U inferior para instalaciones de soporte de cables.....	82
Figura 53. Ubicación de la cámara de inflamabilidad.....	87
Figura 54. Sistema de regulación de caudal del combustible	88
Figura 55. Función del tornillo regulador	88
Figura 56. Módulo de encendido electrónico.....	89
Figura 57. Compuertas utilizadas del diagrama del módulo de encendido electrónico	90
Figura 58. Simulación del módulo relé de 5V	90
Figura 59. Circuito electrónico.....	91
Figura 60. Parte superior y posterior de la PCB sin componentes soldados.....	91
Figura 61. Parte superior y posterior de la PCB con componentes soldados.....	92
Figura 62. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad vertical	95
Figura 63. Equipo de inflamabilidad vertical.....	98
Figura 64. Elementos de la reingeniería de la cámara de inflamabilidad vertical	98
Figura 65. Detalle de construcción de porta-muestra según norma ASTM D6413 ...	99
Figura 66. Porta probetas en acero inoxidable AISI 304.....	99
Figura 67. Mantenimiento de la cámara de inflamabilidad vertical.....	105
Figura 68. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad de juguetes.	108

Figura 69. Dimensiones del propulsor de gas	111
Figura 70. Mechero de gas según UNE-EN ISO 6941	111
Figura 71. Dimensiones del quemador de gas.....	112
Figura 72. Porta muestras.....	114
Figura 73. Cámara de inflamabilidad de juguetes.....	115
Figura 74. Interfaz de pantalla táctil.....	117
Figura 75. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.....	121
Figura 76. Elementos principales del quemador	123
Figura 77. Dimensiones generales de la cámara de combustión.....	124
Figura 78. Dimensiones del propulsor de gas	125
Figura 79. Dimensiones del quemador de gas.....	126
Figura 80. Dimensiones del estabilizador de llama.....	126
Figura 81. Información del fabricante del extractor de aire.....	139
Figura 82. Conexión eléctrica	141
Figura 83. Funcionamiento del sensor	143
Figura 84. Alcance del sensor infrarrojo	144
Figura 85. Información del fabricante de la computadora	148
Figura 86. Componentes de la computadora.....	150
Figura 87. Placa madre.....	151
Figura 88. RAM y procesador instalado en la placa madre	151
Figura 89. Torre.....	152
Figura 90. Disipador.....	152
Figura 91. Fuente de poder.....	153

Figura 92. Placa del panel posterior metálico	153
Figura 93. Componentes acoplados en la torre	154
Figura 94. Verificación del funcionamiento de la computadora.....	156
Figura 95. Ventana de Windows.....	158
Figura 96. Información del fabricante de la impresora	163
Figura 97. Información del fabricante del data logger.....	185
Figura 98. Cambio de batería	187
Figura 99. Data Logger	188
Figura 100. Icono de USB.....	188
Figura 101. Mantenimiento de la batería	194
Figura 102. Información del fabricante de la regla	197
Figura 103. Funcionamiento de la regla.....	198
Figura 104. Información del fabricante del flexómetro	202
Figura 105. Información del fabricante del anemómetro digital.....	208
Figura 106. Anemómetro digital	210
Figura 107. Información del fabricante del pirómetro	216
Figura 108. Cambio de batería	220
Figura 109. Área de medición del pirómetro	224
Figura 110. Información del fabricante del cronómetro	230
Figura 111. Cronómetro	232
Figura 112. Indicador de batería	233
Figura 113. Información del fabricante del calibrador.....	243
Figura 114. Información del fabricante de la balanza	251
Figura 115. Ensamble de las partes de la balanza	254

Figura 116. Conexión del enchufe de alimentación	255
Figura 117. Enchufe conectado.....	255
Figura 118. Conector y enchufe de la balanza	256
Figura 119. Icono de conexión de componentes.....	256
Figura 120. Icono del tiempo de calentamiento	257
Figura 121. Ejemplo de seguridad.....	257
Figura 122. Nivelador de la balanza.....	258
Figura 123. Gancho de pesaje inferior	259
Figura 124. Contra corriente de aire para el pesaje inferior	259
Figura 125. Conector de la interfaz.....	264
Figura 126. Mantenimiento de la balanza	266
Figura 127. Icono de reciclaje	267
Figura 128. Información del fabricante del goniómetro	270
Figura 129. Medición prolongada del brazo	277
Figura 130. Funcionamiento de inglete sencillo	278
Figura 131. Funcionamiento de inglete horizontal.....	278
Figura 132. Funcionamiento de inglete doble.....	279
Figura 133. Funcionamiento en ángulo de esquina.....	280
Figura 134. Medición del MTR.....	281
Figura 135. Medición del BVL	281
Figura 136. Información del sistema eléctrico	286
Figura 137. Información del fabricante del sistema de internet	294
Figura 138. Información del fabricante del sistema hidrosanitario	302

Figura 139. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de acondicionamiento	311
Figura 140. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de acondicionamiento	311
Figura 141. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	314
Figura 142. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	314
Figura 143. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	317
Figura 144. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	317
Figura 145. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad vertical.....	320
Figura 146. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad vertical.....	320
Figura 147. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad de juguetes.....	323
Figura 148. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad de juguetes.....	323
Figura 149. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	327
Figura 150. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	327
Figura 151. Gráfico de la curva de Davis exponencial del extractor de aire	330
Figura 152. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del extractor de aire	330
Figura 153. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la computadora.....	333

Figura 154. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la computadora.....	333
Figura 155. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la impresora.....	336
Figura 156. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la impresora.....	336
Figura 157. Gráfico de la curva de Davis exponencial del data logger	339
Figura 158. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del data logger.....	339
Figura 159. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la regla.....	342
Figura 160. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la regla.....	342
Figura 161. Gráfico de la curva de Davis exponencial del flexómetro	345
Figura 162. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del flexómetro	345
Figura 163. Gráfico de la curva de Davis exponencial del anemómetro digital	348
Figura 164. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del anemómetro digital	348
Figura 165. Gráfico de la curva de Davis exponencial del pirómetro.....	351
Figura 166. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del pirómetro.....	351
Figura 167. Gráfico de la curva de Davis exponencial del cronómetro	354
Figura 168. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del cronómetro	354
Figura 169. Gráfico de la curva de Davis exponencial del calibrador	357
Figura 170. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del calibrador	357
Figura 171. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la balanza	360
Figura 172. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la balanza	360
Figura 173. Gráfico de la curva de Davis exponencial del goniómetro	363
Figura 174. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del goniómetro	363
Figura 175. Gráfico de la curva de Davis exponencial del sistema eléctrico	366
Figura 176. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del sistema eléctrico	366
Figura 177. Gráfico de la curva de Davis exponencial del sistema de internet	369

Figura 178. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del sistema de internet	369
Figura 179. Gráfico de la curva de Davis exponencial del sistema hidrosanitario ..	372
Figura 180. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del sistema hidrosanitario ...	372
Figura 181. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de acondicionamiento.....	375
Figura 182. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	379
Figura 183. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad horizontal.....	382
Figura 184. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad vertical.....	385
Figura 185. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad de juguetes.....	388
Figura 186. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	392
Figura 187. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del extractor de aire	395
Figura 188. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la computadora.....	398
Figura 189. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la impresora.....	401
Figura 190. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del data logger.....	404
Figura 191. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la regla	407
Figura 192. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del flexómetro	410

Figura 193. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del anemómetro digital.....	413
Figura 194. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del pirómetro	416
Figura 195. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del cronómetro	419
Figura 196. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del calibrador	422
Figura 197. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la balanza	425
Figura 198. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del goniómetro	428
Figura 199. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del sistema eléctrico	431
Figura 200. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del sistema de internet.....	434
Figura 201. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del sistema hidrosanitario	437

RESUMEN EJECUTIVO

El Laboratorio de Investigación Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato LIM-UTA, está enfocado al servicio de ensayos de inflamabilidad de materiales bajo la norma ISO 3795 [1]. Trabaja bajo el cumplimiento de la norma ISO 17025 [2], donde se establece los requisitos necesarios para ejercer como laboratorio. Conformada en 2019 con técnicos especializados propios de la universidad, obteniendo el reconocimiento del SAE y la designación del MIPRO en 2021. Desde su creación solo se ha elaborado un plan de mantenimiento programado, el cual no abarca los requisitos primordiales que debe cumplir un plan de mantenimiento preventivo [3].

En este proyecto se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA, partiendo del dossier técnico según la documentación vigente. Se estableció el estado actual de las máquinas y equipos según la curva de Davis; se determinó su fiabilidad mediante la aplicación del modelo matemático de distribución de Weibull según NTP-331; se identificó las fallas y efectos potenciales por medio de AMFE según NTP-679. Para finalizar, se generó el plan a través de las bitácoras y gamas de actividades, aplicando los criterios del programa de Mantenimiento Productivo Total TPM y haciendo entrega al LIMUTA para su respectiva aprobación e implementación. La elaboración de este proyecto técnico permitirá al LIM-UTA, desarrollar sus actividades sin ningún inconveniente ni contratiempos, que representen posibles pérdidas potenciales en ámbitos legales y económicos, tanto para LIM-UTA como para la Universidad Técnica de Ambato.

PALABRAS CLAVES: LIM-UTA, ISO 3795, ISO 17025, SAE, MIPRO, Mantenimiento preventivo, Máquinas y equipos, Dossier técnico, Curva de Davis, AMFE, NTP-679, Criticidad, Distribución de Weibull, NTP-331, Mantenimiento Productivo Total TPM.

ABSTRACT

The Mechanical Research Laboratory of the Technical University of Ambato LIM-UTA, is focused on the service of flammability testing of materials under the ISO 3795 standard [1]. It works under the ISO 17025 standard [2], which establishes the necessary requirements to work as a laboratory. Formed in 2019 with specialized technicians from the university, obtaining the recognition of the SAE and the designation of the MIPRO in 2021. Since its creation, only a scheduled maintenance plan has been drawn up, which does not cover the primary requirements that a preventive maintenance plan must meet [3].

In this project, a preventive maintenance plan was developed for the machines and equipment of the LIM-UTA mechanical research laboratory, based on the technical dossier according to the current documentation. The current state of the machines and equipment was established according to the Davis curve; its reliability was determined by applying the mathematical model of Weibull distribution according to NTP-331; failures and potential effects were identified by means of FMEA according to NTP-679. Finally, the plan was generated through the logs and ranges of activities, applying the criteria of the Total Productive Maintenance TPM program and delivering it to the UTA LIM for its respective approval and implementation. The elaboration of this technical project will allow LIM-UTA to develop its activities without any inconvenience or setbacks, which represent possible potential losses in legal and economic fields, both for LIM-UTA and for the Technical University of Ambato.

KEYWORDS: LIM-UTA, ISO 3795, ISO 17025, SAE, MIPRO, Preventive Maintenance, Machines and Equipment, Technical Dossier, Davis Curve, FMEA, NTP-679, Criticality, Weibull Distribution, NTP-331, Total Productive Maintenance TPM.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Tema

“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA”

1.2. Antecedentes Investigativos

La Revolución Industrial fue un proceso de transformación económica, social y tecnológica, que generó un gran impacto en el desarrollo de máquinas herramienta. No fue hasta finales del siglo XVIII que se consideró la gran importancia económica de realizar mantenimiento a todos los componentes pertenecientes a una máquina [4]. La cuestión plantea que todas las máquinas y equipos poseen una vida útil teórica, dependiendo las condiciones de trabajo, en donde se requiere de un indispensable plan de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo.

En todos los ámbitos, el desarrollo de un mantenimiento preventivo siempre ha reducido los costos de operación en una empresa o institución, tal afirmación puede ser observada en la empresa de transportes Hagemsa, la cual diseñó y aplicó un plan estratégico de mantenimiento preventivo para la flota de tractocamiones Kenworth, en la ciudad de Arequipa, Perú. Gracias a su fiel cumplimiento, se obtuvieron excelentes resultados como: las coronas de los tractocamiones, los cuales se vieron favorecidos en un aumento de su vida útil en un 30% aproximadamente. Esta forma es una gran oportunidad para mejorar prestaciones, servicios y aumentar la disponibilidad de las máquinas y equipos, evitando así los altos y perjudiciales costos de reparación. Los registros de la empresa, durante el 2014 y 2015, nos indican una gran disminución de problemas, fallas y accidentes laborales, y con un ahorro de 39,745.80 soles [5].

La fábrica Minerosa, ubicada en la ciudad de Quito, Ecuador, también ha sido participante de esta estrategia, con el desarrollo de su plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial, realizada por la Escuela Politécnica Nacional. Su aplicación permitió que el departamento de mantenimiento garantice la prolongación de vida útil y estudios más completos sobre el comportamiento de las máquinas. Además, de crear soluciones a problemas frecuentes y lograr un stock de repuestos eficientes, especialmente para sus máquinas italianas, las cuales son más propensas a generar

paros y demoras debido a su tiempo de reparación. El plan tuvo apoyo y aceptación por parte de la gerencia desde un principio, ya que resultaba ser muy beneficioso para la empresa. Para su implementación en la nave de producción, se planificaron actividades que ayudaran al desarrollo de gestión, seguridad y salud ocupacional, necesarios para cumplir con los objetivos y compromisos propuestos por el plan de seguridad industrial [6].

La Universidad Técnica de Ambato también ha sido participe de innumerables proyectos relacionados con el desarrollo de planes de mantenimiento preventivo, tal es el caso de la empresa Megaingga S.A, ubicada en la ciudad de Latacunga. El análisis estadístico permitió conocer que la disponibilidad máxima de las maquinas es del 95.05%, con un tiempo medio entre fallos de 33.6 horas, descartando cualquier mantenimiento correctivo e ideales para un mantenimiento preventivo. A través de AMFE, establecieron los modos de fallos, causas, efectos, frecuencia, gravedad y detectabilidad para cada uno de los componentes de las maquinas, generando actividades primordiales para cada uno de los componentes. Finalmente, las bitácoras de mantenimiento preventivo consideraron frecuencias de aplicación como diario, semanal, mensual, anual y otras más específicas, consiguiendo aumentar y mantener la disponibilidad, fiabilidad y la vida útil de todas las máquinas y sus componentes, durante el mayor tiempo posible [7].

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Generar el dossier técnico según la documentación vigente de las máquina y equipo del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA.

El proyecto partirá de la creación del dossier técnico de las máquinas y equipos de LIM-UTA. Recogiendo información existe hasta la fecha, revisando la bibliografía del plan de mantenimiento preventivo y elaborando el inventario respectivo [8]. Dejando

establecidas las fichas técnicas, los planos y las conclusiones necesarias para continuar con el desarrollo plan de mantenimiento preventivo.

- Establecer el estado actual de las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA mediante la gráfica de la curva de Davis.

Saber el estado actual de las máquinas y equipos de LIM-UTA es fundamental para el generar el plan de mantenimiento preventivo. Haciendo uso de la representación gráfica de la curva de Davis o bañera se determinará la disponibilidad en porcentaje de todas las máquinas y equipos involucrados en el proyecto. Estableciendo la evolución de la tasa de fallas a través del tiempo, funcionando en determinadas condiciones de trabajo [9].

- Determinar la fiabilidad de las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA por distribución de Weibull.

La fiabilidad define que tan probable es el funcionamiento de las máquina y equipo de LIM-UTA durante un periodo de tiempo. La forma de predecir fallas es posible implementando el modelo matemático de fiabilidad por distribución Weibull según NTP331 [9]. El cual, a través de su fórmula matemática, evalúa planes de acción correctivos, plantea estrategias de mantenimiento, pronostica repuestos y predice costos.

- Identificar por medio de AMFE, las fallas potenciales y los efectos respectivos en las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA según NTP 679.

Los fallos y efectos potenciales en las máquinas y equipos de LIM-UTA se evalúan a través de una matriz de análisis de modo y efectos de falla AMFE. Según NTP 679 resulta indispensable la creación de AMFE en la prevención integral de riesgos, determinando la criticidad de una máquinas o equipo. Buscando exponer y reducir los diferentes tipos fallas y el impacto de sus consecuencias, priorizando el nivel de gravedad, frecuencia y la dificultad de localización [8].

- Generar el plan de mantenimiento preventivo aplicado en las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA aplicando los criterios del programa de Mantenimiento Productivo Total TPM.

Se presentarán los resultados del trabajo realizado en el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos de LIM UTA. En función de los cinco criterios establecidos por el programa de Mantenimiento Productivo Total TPM. Para dar por finalizado el proyecto técnico se hará entrega de todos los criterios necesarios para su aprobación e implementación.

1.4. Fundamentación Teórica

1.4.1. Mantenimiento Industrial

El mantenimiento industrial es un conjunto de métodos y técnicas para conservar las instalaciones, máquinas y equipos dentro de un proceso de producción. El objetivo es conseguir un máximo rendimiento, alta disponibilidad, vida útil prolongada, funcionamiento óptimo y minimizar costos [10]. Su aplicación se ha extendido a varios ámbitos laborales y académicos a lo largo del tiempo, mejorando el entorno laboral y generando excelentes resultados [11]. Las misiones del mantenimiento industrial son:

- Vigilar periódicamente.
- Considerar acciones preventivas.
- Desarrollar acciones correctivas, basadas en repuestos y reparaciones.
- Determinar si es necesario un cambio de maquinaria [12].

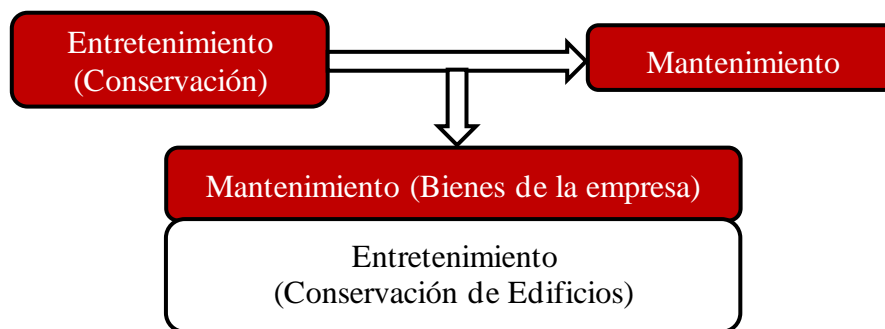


Figura 1. Esquema global del mantenimiento [12].

El mantenimiento consiste en una serie de pasos o actividades que buscan mantener los sistemas y sus partes en condiciones óptimas para cumplir sus funciones correctamente [12]. El envejecimiento de los equipos aumenta la tasa de frecuencia de fallas y los costos de mantenimiento. Las técnicas de mantenimiento han mejorado en gran medida los últimos tiempos, haciendo posible que su estado teórico actual se asemeje a su salida de fábrica [13]. Las necesidades que cubre el mantenimiento son:

- Dar mantenimiento de todas las partes de los equipos.
- Realizar mejoras en los equipos.
- Poner en marcha el plan de mantenimiento en nuevas instalaciones.
- Adquirir y nacionalizar repuestos requeridos por los equipos.
- Ayudar en los procesos de fabricación.
- Provisionar herramientas, repuestos y servicios.
- Participar y promocionar la mejora continua y la formación del personal.
- Mantener la seguridad de las instalaciones a un nivel de riesgo aceptable [12].

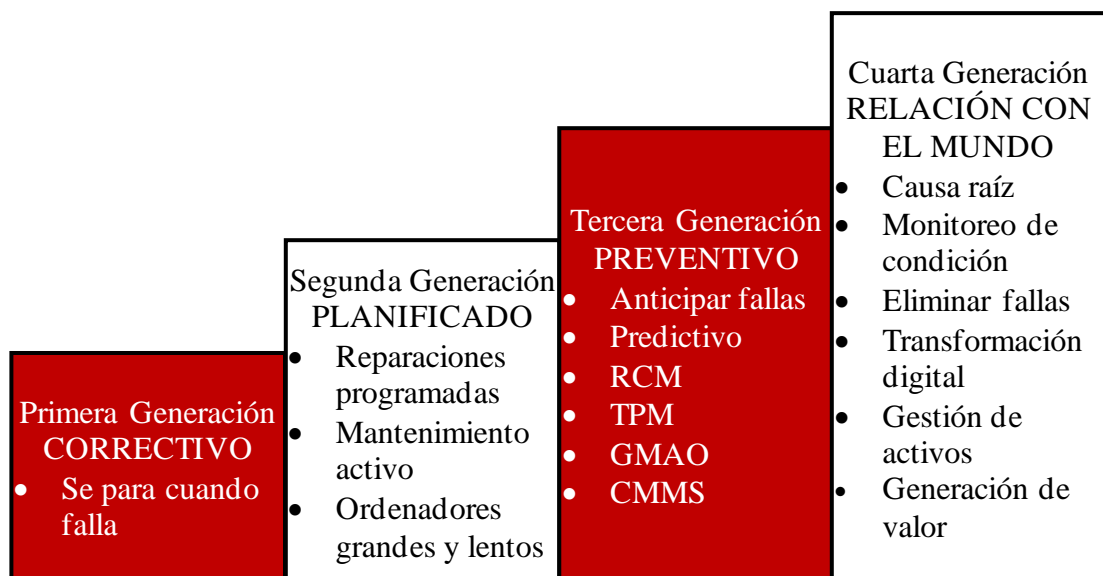


Figura 2. Evolución del mantenimiento [12].

1.4.1.1. Objetivos del mantenimiento

- Mantener la capacidad y el rendimiento de las máquinas y equipos, ampliando su disponibilidad, efectividad y confiabilidad durante un periodo de tiempo.

Disponibilidad. Probabilidad de que un equipo funcione sin ningún inconveniente.

Efectividad. Cantidad de fallos evitados expresados en porcentaje.

Confiabilidad. La máquina puede ser operada cuando el usuario lo requiera [14].

- Disminuir los costos y reducir pérdidas aplicando un correcto mantenimiento.
- Aprovechar al máximo la vida útil de los componentes.
- Evitar los parones imprevistos que afectan al proceso de producción.
- Cumplir las normas de seguridad y medio ambiente.

- Asegurar la calidad del producto terminado [10].
- Garantizar el correcto funcionamiento de máquinas y equipos.

1.4.2. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es un programa estructurado que define tareas programadas, frecuencias de control, recursos, presupuesto y procedimientos para mejorar la efectividad de los activos [15]. El plan se rige según las normas ISO, las cuales abordan procesos administrativos y financieros, que ayudan a tomar decisiones adecuadas y buscan mejoras continuas [16]. Se debe considerar factores importantes como: las recomendaciones del fabricante respecto al uso y vida útil de los componentes, y la experiencia que posea el personal [17].

1.4.2.1. Características del plan de mantenimiento

El núcleo del mantenimiento preventivo son los planes de mantenimiento (PM), que consisten en actividades elaboradas según la inspección de máquinas/equipos o las metas de la empresa [13].

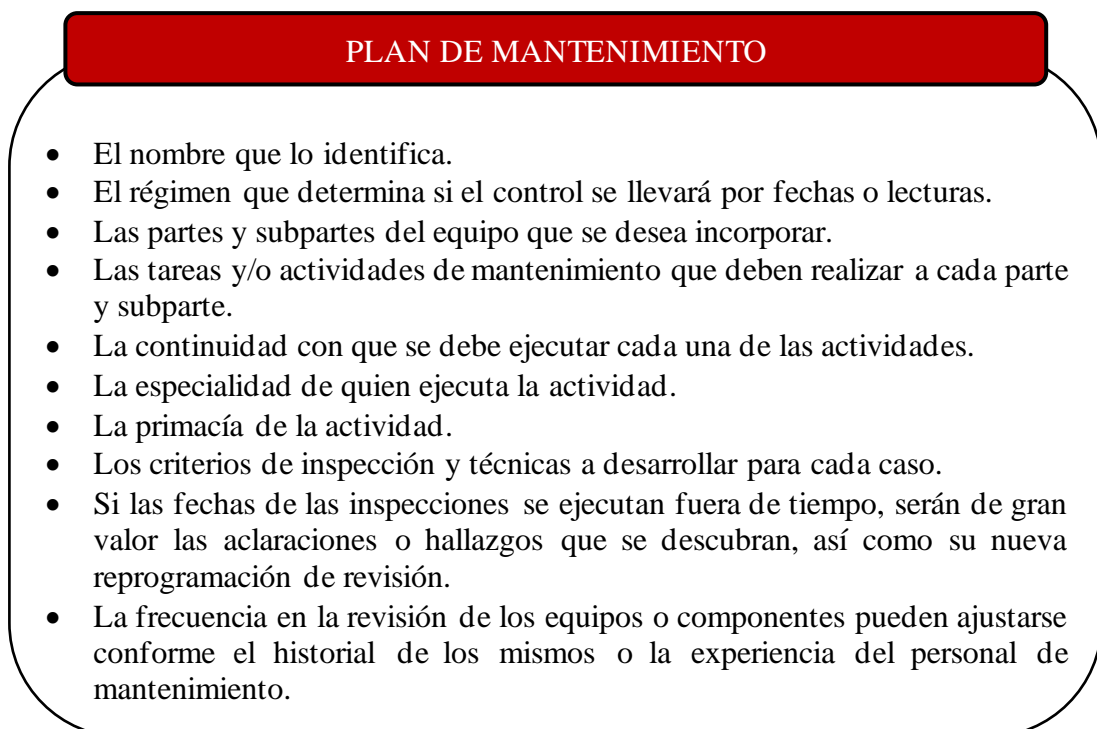


Figura 3. Componentes de un plan de mantenimiento [18].

1.4.2.2. Actividades primordiales del plan de mantenimiento

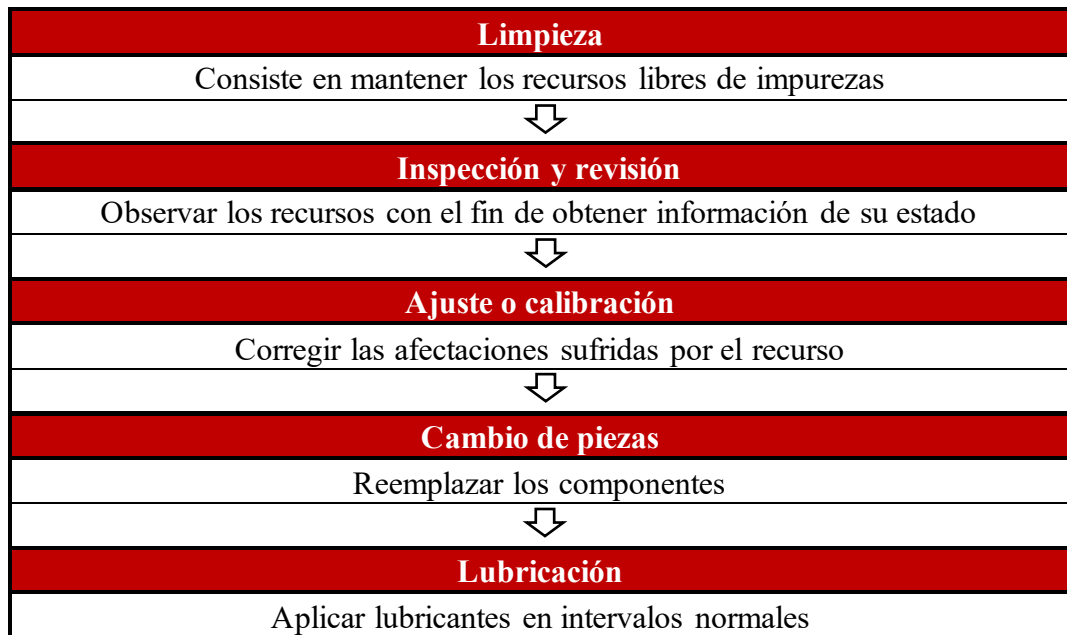


Figura 4. Principales actividades del PM [13].

1.4.2.3. Diseño de un plan de Mantenimiento Preventivo

Para crear un plan de mantenimiento preventivo efectivo, es recomendable plantear una serie de preguntas que se centren en varios aspectos clave [13].

- Estandarización
- Mantenibilidad
- Partes que requieren de algún tipo de servicio
- Capacitación
- Documentación
- Herramientas especiales y equipos de prueba
- Seguridad

1.4.3. Tipos de Mantenimiento

El tipo de mantenimiento se determina según las necesidades y problemas de la maquinaria, siguiendo las políticas y estrategias establecidas por la empresa [19]. Con el tiempo, han surgido y evolucionado diversos tipos, sistemas y estrategias de mantenimiento, que se distinguen por las tareas o actividades específicas que se deben llevar a cabo en cada uno de ellos [10]. En las instalaciones hay varios sistemas de mantenimiento, que no solo corrigen fallos, sino que también previenen su aparición, los principales tipos de mantenimiento son correctivo, preventivo y predictivo [20].

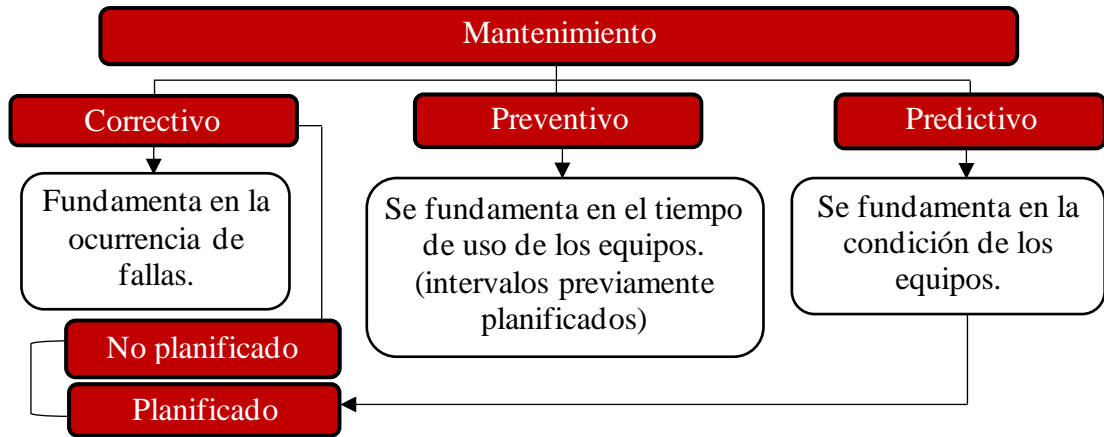


Figura 5. Tipos de mantenimiento [20].

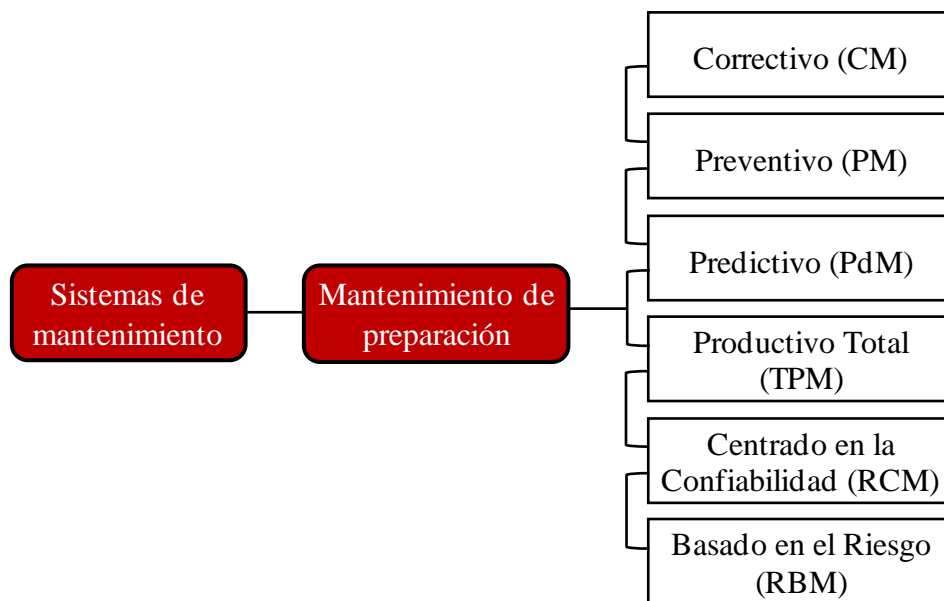


Figura 6. Sistemas de mantenimiento [13].

1.4.3.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, a menudo llamado "reactivo," implica dejar que los equipos o sistemas funcionen sin supervisión hasta que ocurra una falla. Este enfoque no implica costos en función del tiempo, pero conlleva gastos significativos, ya que las reparaciones son urgentes y no se pueden planificar ni programar [21]. Estas actividades se llevan a cabo una vez que se ha producido la falla o donde es inevitable que ocurra [10]. Los casos presentes en el mantenimiento correctivo son:

- Mantenimiento correctivo programado o planificado.
- Mantenimiento correctivo no programado o no planificado.

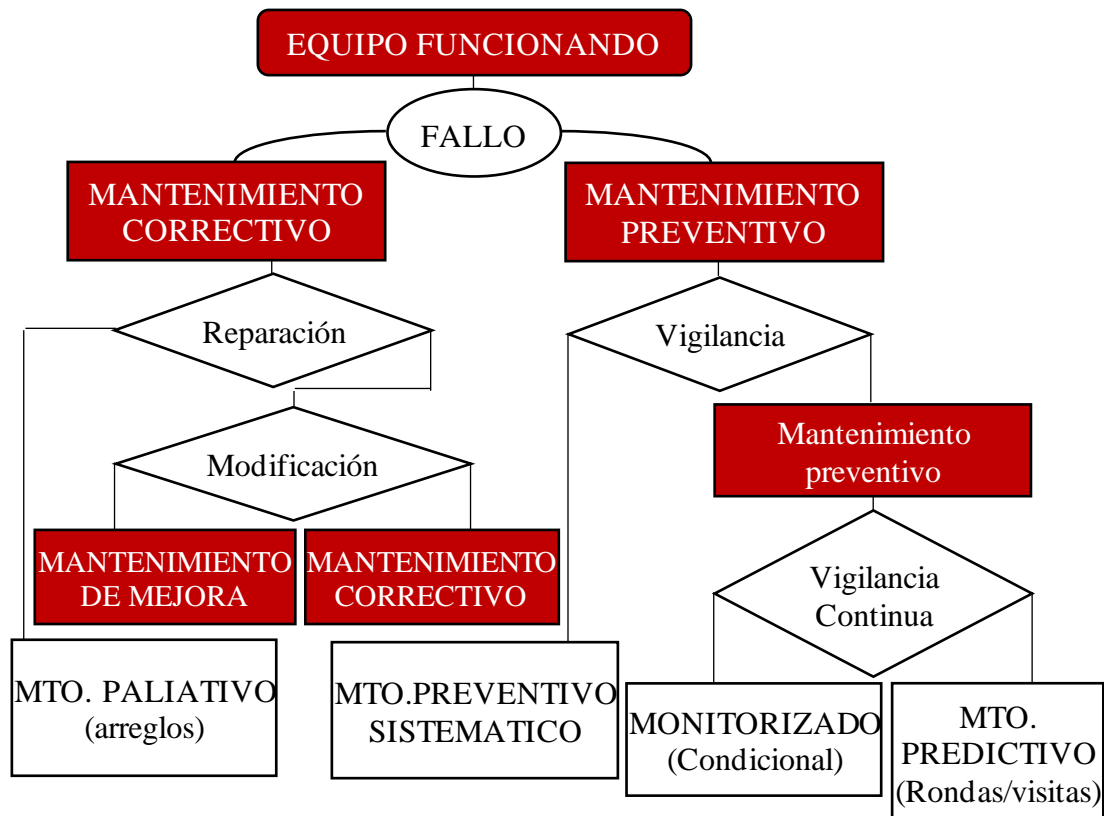


Figura 7. Diagrama del tipo de mantenimiento a considerar [12].

Tabla 1. Ventajas y desventajas del CM [13].

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alarga la vida útil de los equipos por las reparaciones o cambios de los componentes que tengan fallas.	Las fallas no detectadas a tiempo ocasionan daños más complejos, de los cuales pueden ser irreparables y ocasionar la pérdida del equipo.
Es posible determinar la falla.	
No es necesario una planificación detallada.	Alto inventario de repuestos.
No es necesario una organización técnico-administrativa	La falla puede aparecer en momentos imprevistos.
No genera gastos fijos.	La producción se vuelve impredecible y poco fiable.
Sin programar ni prever ninguna actividad.	Se crean inseguridades económicas, que pueden ser muy relevantes.
El gasto económico solo se lo realiza cuando sea necesario.	La vida útil de los equipos se disminuye.
Se ofrece buen resultado a corto plazo.	A mediano y largo plazo es costoso.
No requiere de planificaciones previas.	Debido a que no se puede predecir, sus daños pueden ser complejos.
A corto plazo, se considera un mantenimiento económico.	

1.4.3.2. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo consiste en llevar a cabo un conjunto de actividades y técnicas, en base a datos e información, con el fin de identificar y prevenir fallas, anomalías o averías en la maquinaria. Este enfoque establece relaciones entre variables que afectan el rendimiento de los equipos como: rangos no aceptables de temperaturas, alto consumo de energía, vibraciones, fisuras, oxidación y fricción entre componentes [22]. Utiliza estimaciones de parámetros, denominadas "técnicas predictivas", que se relacionan con el ciclo de vida del componente para hacer predicciones [12].

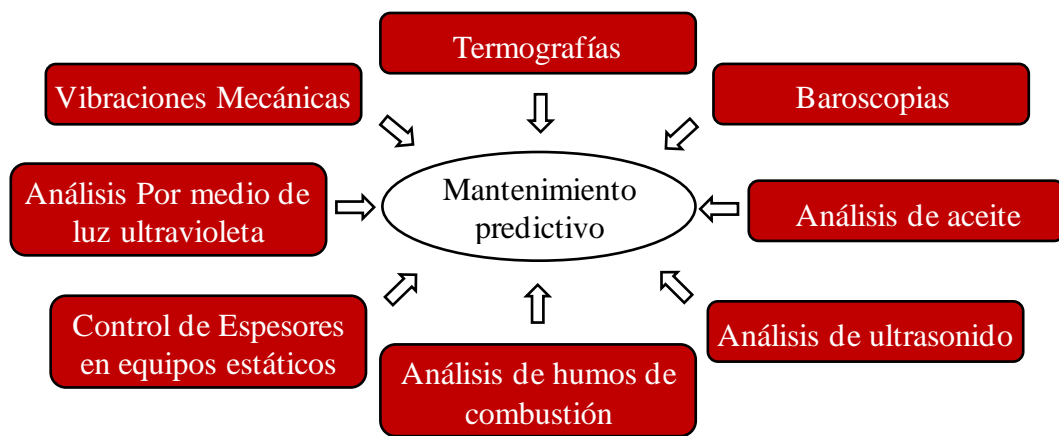


Figura 8. Técnicas predictivas [14].

El mantenimiento basado en condiciones (CBM) analiza y rastrea los parámetros operativos de máquinas y equipos para anticipar cuándo se necesitará mantenimiento. Se busca determinar el momento óptimo para realizar mantenimiento preventivo en función de la probabilidad de falla estimada [21]. El objetivo principal del mantenimiento predictivo es reducir el tiempo de inactividad en el que pueda quedar el equipo y extender la vida útil de sus componentes [13].

Tabla 2. Ventajas y desventajas del PdM [13].

VENTAJAS	DESVENTAJAS
No se desperdicia recursos debido a que se anticipan los fallos.	Herramientas de medición de variables costosas para talleres pequeños.
Reducción de tiempos de intervención de la máquina/equipo.	
Alta probabilidad de anticiparse a qué ocurren los fallos.	
El análisis para anticiparse a los fallos se realiza sin afectación al proceso productivo.	Personal calificado para la operación de las herramientas o equipos de medición.
La intervención del equipo se realizará solo si se confirma que existe falla en desarrollo.	

1.4.3.3. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

El RCM, según Moubray, es un sistema de mantenimiento que se utiliza para determinar qué acciones son necesarias para garantizar que un activo físico continúe operando según lo previsto en su entorno actual [23]. El RCM no se centra únicamente en el análisis de equipos individuales, sino en todo un sistema de funcionamiento. Su valor se deriva de su función en una fase productiva más amplia en lugar de su singularidad intrínseca [13].

1.4.3.4. Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)

El mantenimiento basado en la probabilidad y el riesgo es una técnica moderna que dirige los recursos de mantenimiento hacia los equipos que tienen una mayor probabilidad de fallar [13].

1.4.3.5. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo, también conocido como mantenimiento planificado, es un sistema desarrollado para prevenir fallas y paros no planificados. Incluye actividades programadas como inspecciones, reemplazos, observación, calibraciones, ajustes, pruebas y reparaciones en intervalos definidos, donde se enfoca en detectar y corregir daños mediante actividades periódicas realizadas por técnicos de mantenimiento y trabajadores [21]. Estas intervenciones se realizan incluso cuando la máquina funciona correctamente y se programan en función de evaluaciones de vida útil o tiempo entre fallos. El mantenimiento preventivo se aplica a elementos con un desgaste conocido o crítico, y puede organizarse según el tiempo de funcionamiento, períodos de trabajo, distancia recorrida o el tiempo natural [10].

Tabla 3. Ventajas y desventajas del Mantenimiento Preventivo [24].

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disminuye fallas y los tiempos muertos (aumentando la capacidad de las máquinas, equipos y piezas).	Se genera incremento de costos, de acuerdo con los programas que se inician.
La vida útil de la maquinaria aumenta.	Se necesita tiempo para transferir la información recopilada.
Mejor efectividad en el uso de los recursos.	
Se reduce los niveles de inventarios de los repuestos.	Para iniciar es necesario tener tiempo extra al igual que personal

Disminución de costos a largo plazo.	de mantenimiento, realizar búsqueda de información.
Se crean planes de mantenimiento.	
Se crea indicadores de desempeños.	Se necesita técnicos de mantenimiento, trabajo de campo, conocer la taxonomía de los equipos, los materiales y disponer de tiempo.
Se implementa un buen programa de lubricación.	
Aumenta la vida útil de la maquinaria.	
Disminuye el pago de horas extras que se generan.	Se necesita costos para la capacitación del personal.
Incrementa la confiabilidad de la maquinaria ya que se tiene conocimiento del estado actual y de funcionamiento.	Si las tareas de mantenimiento no son adecuadas, estas llegan a producir sobrecargas de trabajo.
Reducción de tiempos muertos y tiempos de parada de la maquinaria.	Se requiere de un gasto inicial y sostenible para la mano de obra e infraestructura.
Mejora la carga laboral del personal de mantenimiento por medio de la planificación de las actividades.	

1.4.4. Tipos de plan de mantenimiento

Existen algunos tipos de recomendaciones para determinar el plan de mantenimiento preventivo. A continuación, se detallan los tres tipos de planes de mantenimiento más comunes, utilizados debido a su estructura y funcionalidad [12].

- Plan de mantenimiento basado en fabricantes
- Plan de mantenimiento basado en protocolos
- Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (MCC) [25].

1.4.4.1. Plan de mantenimiento basado en fabricantes

Las tareas preventivas se basan en la información proporcionada por los fabricantes de la maquinaria, utilizando los manuales de usuario que detallan las pautas de mantenimiento recomendadas [25]. El plan inicial basado en las instrucciones del fabricante incorpora las sugerencias de los responsables de mantenimiento, basándose en experiencia y conocimientos legales [26]. Este enfoque es consistente y tiene desventajas en cuanto a las sugerencias de los proveedores, que deben evaluarse antes de crear el plan de apoyo [12]. Las tres fases de este tipo de plan son las siguientes:

- Primera fase: Recopilación de instrucciones.

Se crea el plan de mantenimiento para los equipos de la planta, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes, lo que implica recopilar las instrucciones de los manuales de operación de la maquinaria y organizarlas en un formato establecido [27].

- Segunda fase: Experiencia del personal de mantenimiento.

Interpretar las indicaciones y llevar a cabo tareas que quizás no estén detalladas en las instrucciones del fabricante, con ayuda de la experiencia de los técnicos o encargados del mantenimiento [27].

- Tercera fase: Mantenimiento legal.

Finalmente, es esencial cumplir con las regulaciones legales vigentes al elaborar el plan, asegurándose de que esté en conformidad con los reglamentos relacionados con el mantenimiento de equipos industriales [27].

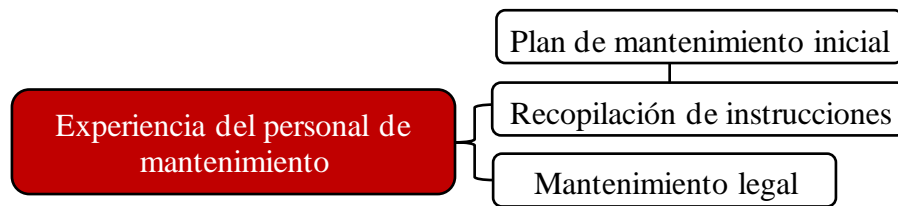


Figura 9. Plan de mantenimiento inicial [28].

1.4.4.2. De los operadores

La experiencia del personal que opera las máquinas es invaluable para el plan de mantenimiento, ya que conocen el comportamiento del equipo en condiciones normales de trabajo [13].

1.4.4.3. Plan de mantenimiento basado en protocolos

Este plan de mantenimiento se conoce como "protocolo de soporte programado" y se aplica a cada equipo con una lista de tareas de mantenimiento específicas. Se elaboran protocolos para cada equipo en las instalaciones de la organización, detallando las actividades de mantenimiento necesarias [12]. Se agrupan los equipos por tipo genérico, y estas tareas preventivas deben llevarse a cabo independientemente de las instrucciones del fabricante [25].

1.4.4.4. Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (MCC)

El objetivo principal en este tipo de plan de mantenimiento es mejorar la confiabilidad, el rendimiento y la disponibilidad de los equipos en la planta industrial, reduciendo las interrupciones por fallos. Los objetivos secundarios incluyen aumentar la disponibilidad, reducir los costos de mantenimiento y mejorar la funcionalidad de los equipos mediante el análisis de posibles fallos y mecanismos de prevención [25]. Se logra mediante enfoques como el mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC), reducir los costos de mantenimiento correctivo y mejora la calidad del producto en el competitivo entorno industrial [29]. La herramienta MCC plantea preguntas específicas sobre el equipo que requiere mantenimiento.

1. Respecto a las Funciones. ¿Cuáles son las funciones y los patrones de desempeño del equipo en su operación actual?
2. Respecto a las Fallas funcionales: ¿De qué forma falla el equipo analizado al cumplir con sus funciones específicas?
3. Respecto al Modo de falla: ¿Qué es lo que ocasiona cada falla en el equipo?
4. Respecto a los Efectos de falla: ¿Qué consecuencias genera cada falla en el equipo?
5. Respecto a la Consecuencia de falla: ¿En qué formas afecta cada falla funcional en el equipo?
6. Respecto a las Tareas proactivas y frecuencia: ¿Qué debe hacerse para predecir o prevenir cada falla funcional en el equipo?
7. Respecto a las Tareas por omisión: ¿Qué debería hacer si no se puede hallar tareas consideradas como proactivas aplicables en el equipo? [30].

1.4.5. Inventario de máquinas y equipos

Un inventario es una lista detallada que enumera las máquinas y equipos de una planta industrial, para clasificarlos, asignar y facilitar los niveles de mantenimiento. Los parámetros incluyen el número de equipo, descripción detallada, código, tipo, precio, fecha, abreviatura, marca, serie y cantidad en la empresa [31].

Según la normativa ISO, recolectar información sobre activos es beneficioso para optimizar tiempos de reparación, inspección, procedimientos de mantenimiento y la toma de decisiones [32]. El desarrollo del inventario se lo puede realizar siguiendo tres etapas:

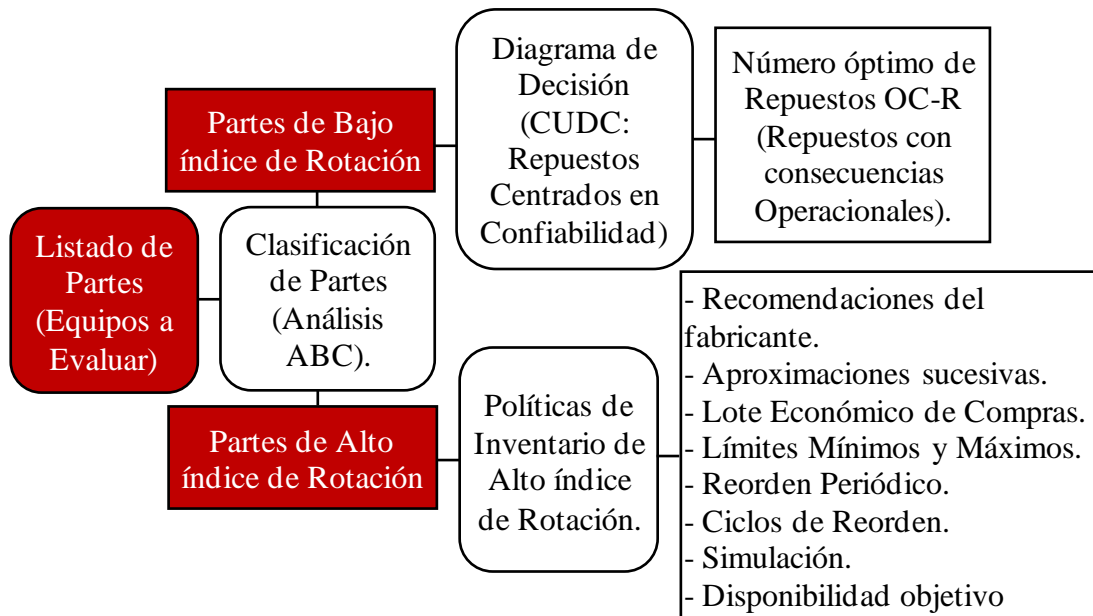


Figura 10. Ejemplos de inventario de equipos [12].

Según la normativa ISO, recolectar información sobre activos es beneficioso para optimizar tiempos de reparación, inspección, procedimientos y toma de decisiones [32]. El desarrollo del inventario se lo puede realizar siguiendo tres etapas:

- Primera Etapa: El proceso implica verificar la disponibilidad y el estado de las máquinas en ambientes de formación, comprobar los códigos de inventario y su funcionalidad, identificar equipos con errores en el sistema y evaluar si se pueden ajustar para su correcto funcionamiento [32].

Tabla 4. Modelo de inventario de máquinas y equipos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA		FICM			
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA INVENTARIO DE MAQUINA Y EQUIPOS					
	ELABORADO POR:	FECHA DE ELABORACIÓN:	CÓDIGO:		
	REVISADO POR:	FECHA DE REVISIÓN:	VERSIÓN:		
MAQUINAS					
Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1					
2					
3					
EQUIPOS					
Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD
4					
5					
6					

- Segunda etapa: La recolección de datos se lleva a cabo siguiendo la normativa ISO 12224-2016. La principal fuente de información debe ser la gestión de mantenimiento, pero si esta fuente no está disponible, los datos se obtienen de fuentes externas, como el área de almacén e inventario, o de información proporcionada por el fabricante [32].

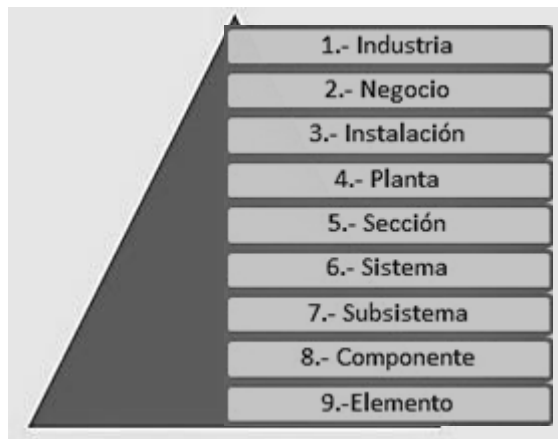


Figura 11. Clasificación taxonómica con niveles taxonómicos [16].

- Tercera etapa: Se clasifican los activos siguiendo la pirámide de niveles taxonómicos, basada en características comunes, como su uso, para lograr una organización eficiente [32].

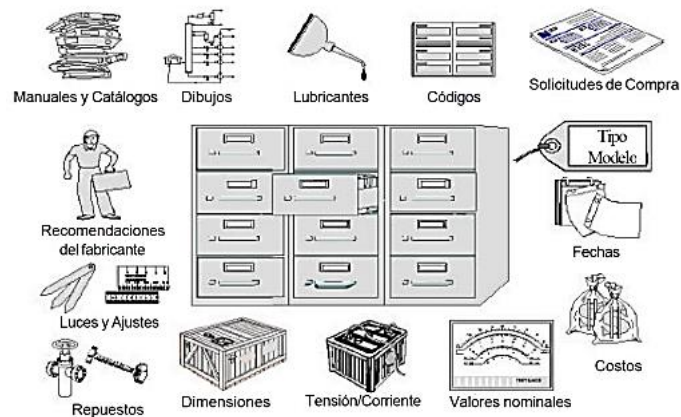


Figura 12. Registro de todos los datos posibles de la máquina/equipo [33].

Se recomienda contar con un inventario codificado de todas las máquinas y equipos antes de desarrollar un plan de mantenimiento. Recopilar datos detallados, identificar y localizar equipos, y comprender sus funciones en la industria son pasos clave para una gestión eficiente de mantenimiento [33].

1.4.6. Dossier Técnico

La documentación de máquinas incluye información del fabricante, como planos de despiece, manuales de usuario, documentos de pruebas, condiciones de funcionamiento, lista de repuestos, ficheros e instrucciones de mantenimiento [31]. Es un registro completo de equipos, que garantiza la calidad en la producción y utiliza herramientas y personal calificado para gestionar eficientemente el mantenimiento de las máquinas [12]. La Tarjeta Maestra de Datos (TMD) proporciona información general y específica sobre una máquina, equipo o proceso, incluyendo su identificación, detalles comerciales y documentación técnica, tanto la original como la generada durante su vida útil [13].

1.4.6.1. Fichas técnicas

La ficha técnica es un documento que reúne datos técnicos de una máquina o equipo, como su código, fecha de entrada, función, fecha de fabricación y componentes. Debe archivarse en el manual de gestión de mantenimiento y puede incluir información de contacto del proveedor y servicio técnico. La elaboración de un fichero técnico de maquinaria permite seleccionar un sistema de mantenimiento eficiente y establecer objetivos de mejora para prolongar la vida útil del equipo [34].

Tabla 5. Modelo de ficha técnica.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA					
FICHA TÉCNICA					
ELABORADO POR:		FECHA DE ELABORACIÓN:		CÓDIGO:	
REVISADO POR:		FECHA DE REVISIÓN:		VERSIÓN:	
FICHA TÉCNICA:		Máquina		Equipo	Herramienta
					
		CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL			
		CÓDIGO:			
		MARCA:			
		ESTADO:			
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
COMPONENTES					
FUNCIÓN:					

1.4.6.2. Fichero histórico de la maquina


El registro de vida útil de una máquina debe contener información sobre mediciones, intervenciones, correcciones y prevenciones según las normativas vigentes, incluyendo instructivos y el proceso de calibración [35]. El registro de vida útil incluye mediciones desde su inicio, junto con intervenciones correctivas y preventivas, además de ajustes y verificaciones de instrumentos necesarios para el plan de calibración [21]. A partir de estos datos se pueden realizar análisis como los siguientes:

- Realizar un análisis de fiabilidad: Cálculos de la tasa de fallos, MTBF, etc.
- Realizar un análisis de disponibilidad.
- Realizar un análisis de mejora de métodos: Análisis AMFE.
- Realizar un análisis de repuestos: Datos de consumos y nivel de existencias óptimas, selección de repuestos a mantener en stock.
- Realizar un análisis de la política de mantenimiento de las máquinas [12].

1.4.7. Indicadores del Mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento son parámetros técnicos que permiten controlar el funcionamiento de sistemas o equipos y evaluar las actividades de mantenimiento [36].

Tabla 6. Modelo para el Análisis Estadístico

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA														
ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
	ELABORADO POR:				FECHA DE ELABORACIÓN:				CÓDIGO:					
	REVISADO POR:				FECHA DE REVISIÓN:				VERSIÓN:					
MÁQUINA O EQUIPO														
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	MTTR(h)	λ	μ	D (%)	R(t)	F(t)
TOTAL														

- Tiempo medio entre fallas (MTBF)

$$MTBF = \frac{To_1 + To_2 + To_3 + \dots + To_x}{\sum x} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

T_o = Tiempo de operación

X = Es la cantidad de los valores de cada actividad

- Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)

$$MTTR = \frac{Tr_1 + Tr_2 + Tr_3 + \dots + Tr_x}{\sum x} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Tr_i = Tiempo de reparación

- Tasa de fallos (λ)

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad \text{Ecuación 3}$$

- Tasa de reparación (μ)

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad \text{Ecuación 4}$$

- Confiabilidad

$$\text{Confiabilidad} = \frac{T_o - T_p}{T_o} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

T_o = Tiempo de operación

T_p = Tiempo de para

- Disponibilidad

$$D = \frac{\text{tiempo de operacion}}{\text{tiempo de operacion} + \text{tiempo de parada}} \quad \text{Ecuación 6}$$

1.4.7.1. Curva de Davis o Curva de la Bañera

El valor de fiabilidad calculado se utiliza para ubicarlo en la "curva de la bañera", que identifica los posibles fallos que un componente o equipo puede experimentar a lo largo de su ciclo de vida, desde el inicio hasta el final de la operación, y se compone de tres componentes distintos, como se muestra en la figura. Los valores de $\beta < 1$ corresponden a la zona de fallas tempranas, indicando mortalidad infantil, lo que

requiere mantenimiento predictivo. Por otro lado, los valores de $\beta > 1$ están en la zona de fallas por desgaste u obsolescencia, lo que sugiere mantenimiento preventivo. Cuando $\beta = 1$, hay una tasa de fallos constante [37].

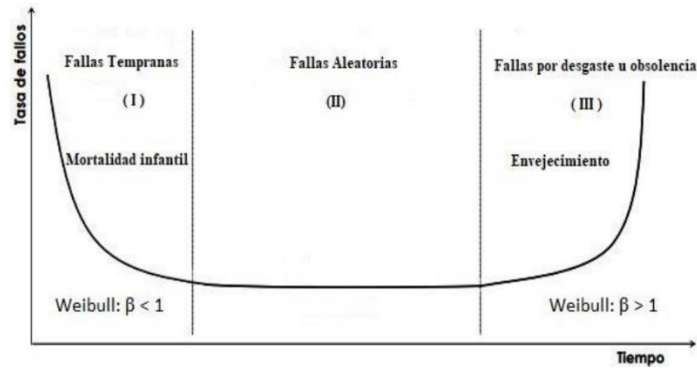


Figura 13. Curva de la bañera [38].

1.4.8. Distribución de Weibull

La distribución de Weibull permite analizar y predecir la distribución de fallos de un componente en el tiempo, utilizando una distribución exponencial que se basa en la probabilidad estadística de problemas en maquinaria para anticipar fallos [37].

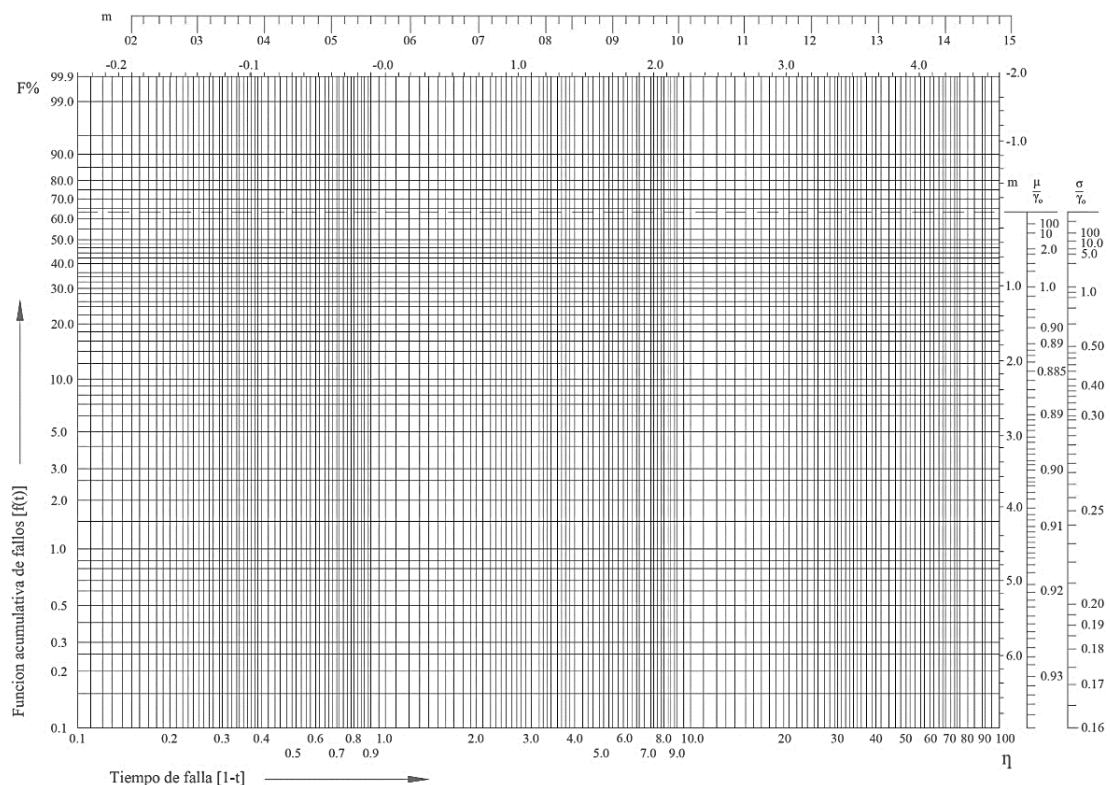


Figura 14. Modelo de papel de Weibull [39].

La distribución de Weibull no identifica las causas exactas de las tasas de fallo, pero proporciona una herramienta para predecir el comportamiento y evaluar las posibilidades de fallo y tomar decisiones. Es ampliamente utilizada en industrias con programas de mantenimiento preventivo, ya que su forma de predecir fallos representa de manera adecuada un pronóstico del 85% al 95% de la información de vida [40].

1.4.8.1. Modelo matemático de Weibull

El modelo numérico o matemático se basa en las funciones de Weibull, que son altamente confiables y se fundamentan en las funciones de Confiabilidad y de Tasa de Falla propuestas por Waloddi Weibull.

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t_0 - \gamma}{\alpha} \right)^\beta \right] \quad \text{Ecuación 7}$$

$$F(t) = 1 - R(t) \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

$R(t)$ = Representa la Fiabilidad o Confiabilidad.

$F(t)$ = Representa la Infiabilidad o Función acumulativa de fallos.

β = Representa el Parámetro de forma: identifica la pendiente de la recta misma que describe el grado de variación que existe de la tasa de fallos.

α = Representa el Parámetro de escala o también denominada vida característica.

γ = Representa el Parámetro de localización o también llamado vida mínima ($\gamma = 0$).

t_0 = Representa el Tiempo de operación (h).

Para encontrar los valores de α (vida característica o parámetro de escala) y β (parámetro de forma) en la distribución de Weibull, se requiere el cálculo de la media aritmética (\bar{X}), la varianza (S^2), el tiempo de duración de cada falla en un evento (ti), la desviación estándar (S) y el número de eventos o datos (n). Estos valores se obtienen a partir de los datos estadísticos de cada máquina [37].

$$(\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(t_o)}{n} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$\alpha = \exp \left(\bar{X} + \frac{0.5772}{\beta} \right) \quad \text{Ecuación 10}$$

$$S^2 = \frac{(\sum \ln(t_o) - \bar{X})^2}{(n - 1)} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$s = \sqrt{S^2} \quad \text{Ecuación 12}$$

La vida mínima, representada como γ , es igual a 0 en este contexto, ya que la distribución de Weibull comienza desde el inicio. Esto se aplica a máquinas que no han tenido un plan de mantenimiento previo y se están analizando por primera vez con la distribución de Weibull [38].

- Cálculo del parámetro de forma (β)

El valor de β en el análisis de Weibull se refiere a la pendiente de la recta. Para calcularlo, se traza una recta paralela a la obtenida en la representación gráfica de los datos, pasando por el punto 1 en el eje x y 63.2 en el eje y, y se lee su valor en una escala que va de 0 a 7 [39].

$$\beta = \frac{\pi}{s\sqrt{6}} \quad \text{Ecuación 13}$$

- Cálculo de escala o vida característica (η)

Este valor puede ser calculado gracias a la intersección entre la línea de tendencia de datos y la línea paralela al eje de abscisas en 63.2% [39].

- Tiempo medio entre fallos (MTBF)

El tiempo medio entre fallos, también conocida como vida media, se calcula aplicando la siguiente formula:

$$E(t) = MTBF = \eta \gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad \text{Ecuación 14}$$

- Desviación estándar o varianza (σ)

El cálculo de la vida característica en el análisis de Weibull se realiza mediante una ecuación que incluye el parámetro de forma y otros valores significativos, con la ayuda de la tabla de fiabilidad [39].

$$(\sigma/\eta)^2 = \gamma \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)^2 \right] \quad \text{Ecuación 15}$$

β	$m/\tau = \Gamma(1+1/\beta)$	τ/τ	β	$m/\tau = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/τ
0	∞	∞	2,0	0,8862	0,463
0,1	101	$\sqrt{201 - (101)^2}$	2,1	0,8857	0,44
0,2	120	1901	2,2	0,8856	0,42
0,3	9,2605	47	2,3	0,8859	0,41
0,4	3,3234	10,43	2,4	0,8865	0,39
0,5	2,0000	4,472	2,5	0,8873	0,38
0,6	1,5046	2,645	2,6	0,8882	0,37
0,7	1,2658	1,851	2,7	0,8893	0,36
0,8	1,1330	1,428	2,8	0,8905	0,34
0,9	1,0522	1,171	2,9	0,8917	0,33
1,0	1,0000	1,000	3,0	0,8938	0,32
1,1	0,9649	0,878	3,1	0,8943	0,315
1,2	0,9407	0,785	3,2	0,8957	0,31
1,3	0,9235	0,716	3,3	0,8970	0,30
1,4	0,9114	0,659	3,4	0,8984	0,29
1,5	0,9028	0,613	3,5	0,8998	0,28
1,6	0,8966	0,594	3,6	0,9011	0,27
1,7	0,8922	0,530	3,8	0,9038	0,26
1,8	0,8893	0,512	4,0	0,9064	0,25
1,9	0,8874	0,488			

Figura 15. Fiabilidad de Weibull [39].

1.4.8.2. Modelo grafico de Weibull

Representando los datos en papel Weibull, se pueden calcular los parámetros de escala (η) y forma (β), que se utilizan para analizar la fiabilidad de las máquinas mediante fórmulas específicas [39]. Utilizando el papel Weibull y los datos estadísticos de cada máquina, se determinan los parámetros óptimos para calcular la distribución de Weibull, utilizando tablas y gráficos según la nota técnica de prevención NTP 331 [41]. Los pasos para la determinación de la fiabilidad de Weibull se detallan a continuación:

Paso 1. Hacer un registro de todas las fallas con sus tiempos agrupados en forma creciente, según el tiempo o momento de la falla. Luego evaluar el porcentaje de fallos acumulados, también conocido como función de la distribución acumulativa $F(i)$ [38].

Paso 2. Calcular el porcentaje o nivel de fallas acumuladas $F(i)$, a partir de la probabilidad en que llegue a ocurrir la falla con la siguiente ecuación [38].

$$F(i) = \frac{\# \text{ de fallas}}{\# \text{ total de fallas}} \quad \text{Ecuación 16}$$

A pesar de que Weibull se caracteriza por tener una alta confiabilidad, no es recomendable aplicar la ecuación anterior, donde para tener un valor de proximidad superior de $F(i)$, la fórmula a continuación utiliza las cantidades de rango medio del número de fallas que se encuentran tabulados [38].

$$\sum_{r=i}^n \frac{n!}{r!(n-r)!} [F(i)]^r [1-F(i)]^{n-r} = 0.5 \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde:

i = Representa el número de orden de la observación, es decir del número de falla.

n = Representa el tamaño del ejemplo o de la muestra, es decir el total de fallas.

Para los casos donde la muestra sea mayor a 20, aplicar la aproximación de rangos medios de siguiente fórmula:

$$F(i) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \quad \text{Ecuación 18}$$

Para los casos donde la muestra sea mayor a 100, usar la siguiente ecuación:

$$F(i) = \frac{i}{n + 1} \quad \text{Ecuación 19}$$

Luego se procede a elaborar una tabla de valores con los tiempos de falla y los porcentajes de falla acumulativos $F(i)$.

Tabla 7. Ejemplo tabla de valores que son usados para el porcentaje de falla [42].

Tiempo de falla	Porcentaje de falla acumulativa F(i)
T1	F (1)
T2	F (2)
T3	F (3)
T4	F (4)
Tn	F (i)

Las cantidades calculadas tienen un nivel de confianza del 50%, pero se pueden aumentar y mejorar la confiabilidad utilizando métodos gráficos en el papel de Weibull con la información previamente tabulada [38].

Paso 3. En la hoja de Weibull se grafican los datos obtenidos, tomando en cuenta el eje x como tiempo de falla y en el eje y como la función acumulativa de fallos (ejes inferior e izquierdo respectivamente) [37]. El resultado es una secuencia de puntos consecutivos, con una aproximación a una línea de tendencia con baja dispersión, tal como se muestra a continuación [38].

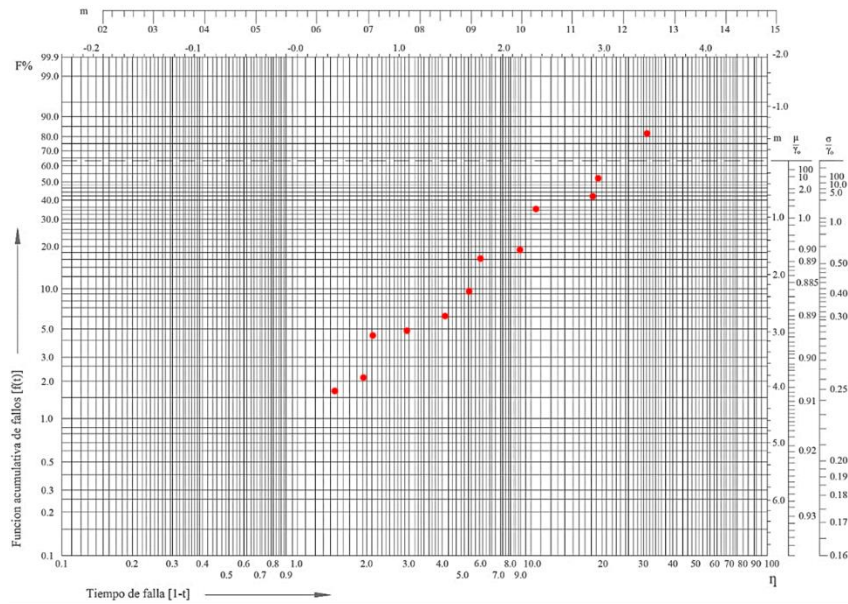


Figura 16. Ejemplo de datos plasmados en papel de Weibull

Paso 4. El valor de η se lo puede obtener trazando una línea de tendencia según los datos graficados en el papel de Weibull y luego trazando una línea horizontal desde 63.2, localizado en el eje y, a la izquierda [41]. Una vez encontrada la intersección, se realiza una proyección hacia el eje x inferior para poder obtener el valor deseado, dicho valor debe ser multiplicado por 100, tal como se muestra a continuación [38].

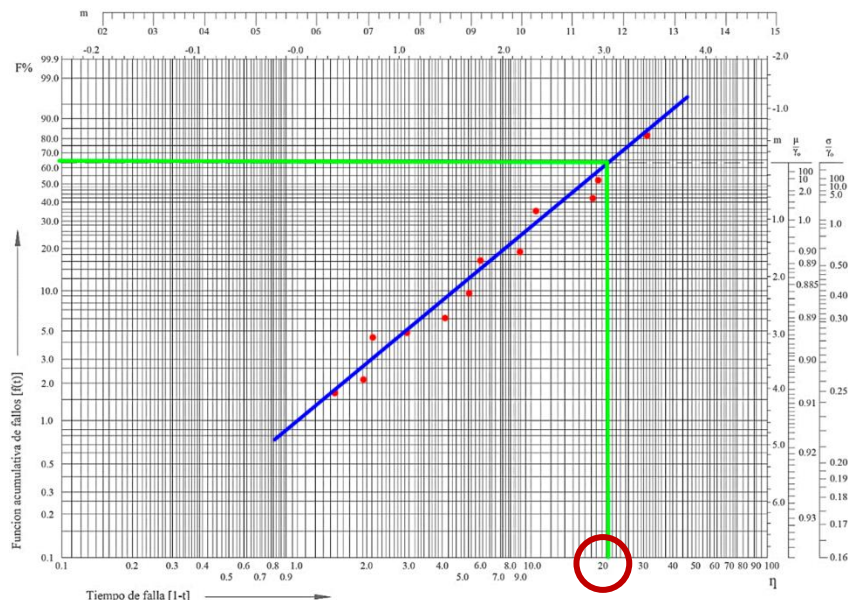


Figura 17. Ejemplo del procedimiento en papel de Weibull

Paso 5: Luego se procede obtener el valor de β , para el cual debe cumplir dos condiciones: ser paralela a la línea de tendencia según los datos graficados en el papel

de Weibull y pasar por el punto (0;63.2) tomando en cuenta como el eje x, al sistema de la parte superior y al eje y que se encuentra a la izquierda [41].

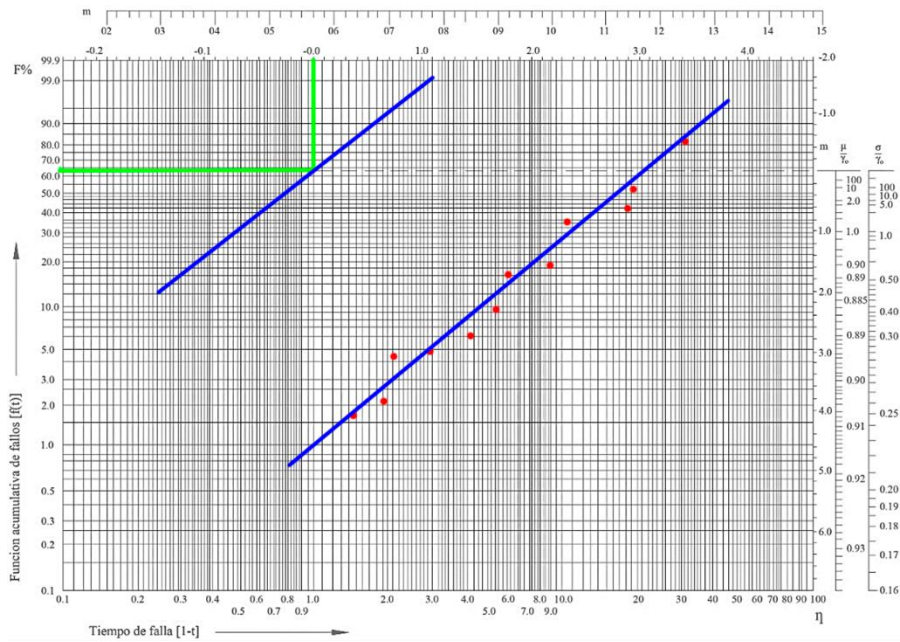


Figura 18. Ejemplo del procedimiento en papel de Weibull

Paso 6: Finalmente, a partir de la intersección encontrada, se realiza una proyección hacia el eje y, en la parte derecha de la hoja de Weibull, obteniendo el valor de β . Tal como se muestra a continuación [38].

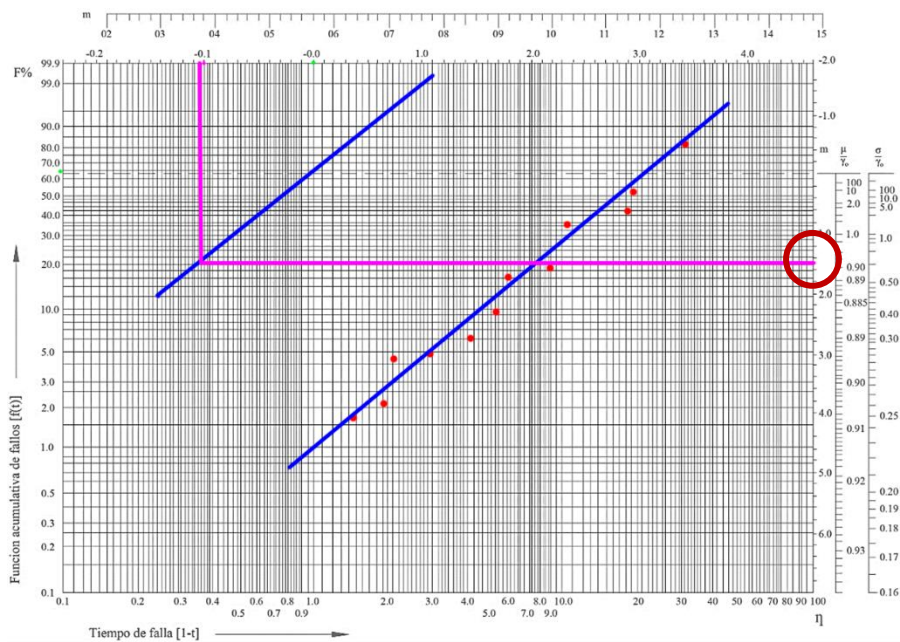


Figura 19. Ejemplo del procedimiento en papel de Weibull

Usando los valores obtenidos a través de los métodos gráficos de la distribución de Weibull, se sustituyen en la ecuación 1, que se describió previamente, para calcular la fiabilidad [41].

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t_o - \gamma}{n} \right)^\beta \right] \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

t_o = Representa el Tiempo de operación (h).

β = Representa el Parámetro de forma: representa la pendiente de la recta describiendo en gran parte el grado de variación que se encuentra en la tasa de fallos.

γ = Representa el Parámetro de localización, es decir la vida mínima ($\gamma = 0$).

n = Representa el Parámetro calculado de papel de Weibull.

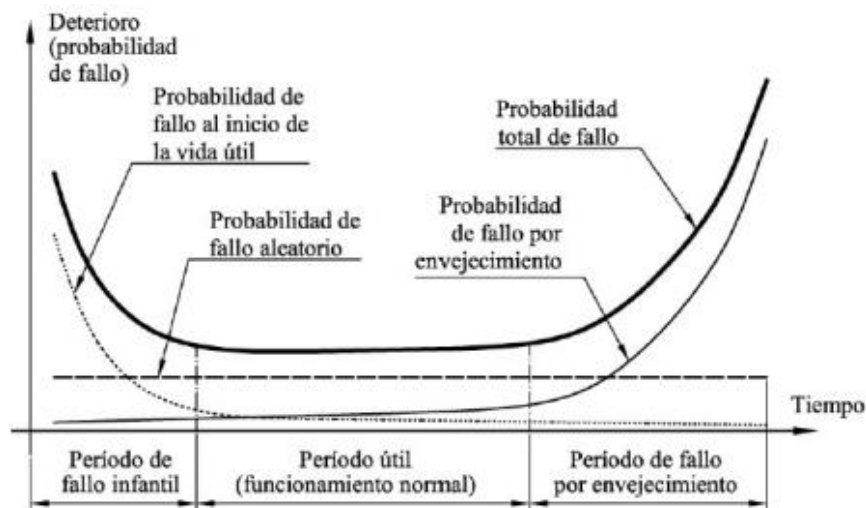


Figura 20.- Plano Deterioro vs Tiempo [38].

1.4.8.3. Normativa legal

- **Nota técnica de prevención NTP 331. Fiabilidad: la distribución de Weibull.**

La fiabilidad se obtiene calculando los parámetros según las ecuaciones especificadas en la NTP 331. Utilizando el papel de Weibull, se representan en el eje horizontal el tiempo de fallos (x) y en el eje vertical la función acumulativa de fallos (y). Se dibujan puntos desde 0% hasta 100% y se busca la línea que mejor se ajusta a esos puntos. Esta línea y el punto de estimación pueden determinar los siguientes parámetros necesarios para el análisis de Weibull [39].

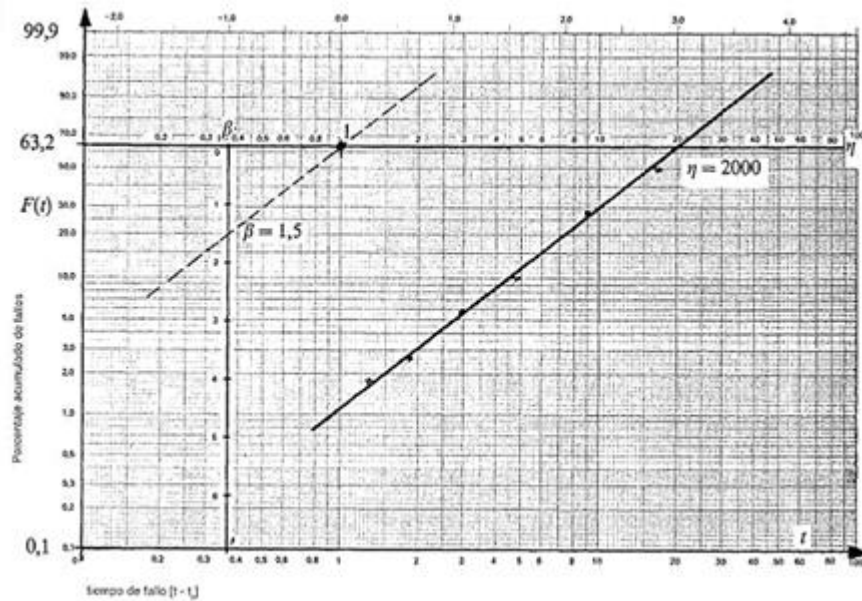


Figura 21. Lectura de parámetros η y β en el papel de Weibull [39].

Donde:

t_0 = Parámetros iniciales de localización.

η = parámetro de escala o vida característica.

β = Parámetro de forma.

La Nota Técnica de Prevención 331 se enfoca en presentar una distribución estadística, la de Weibull, para analizar la fiabilidad en componentes y equipos industriales en relación con fallas acumulativas a lo largo del tiempo. Esta distribución se utiliza para determinar valores de fiabilidad y, mediante métodos analíticos y gráficos, identificar el rango de fallos y el tipo de mantenimiento apropiado, con la ayuda de la curva de la bañera [41].

Los valores de $\beta < 1$ indican una zona de fallas tempranas, conocida como "mortalidad infantil", donde se realiza un mantenimiento predictivo. Valores de $\beta > 1$ se asocian con la zona de fallas por desgaste o envejecimiento, donde se aplica un mantenimiento preventivo [38].

La nota técnica especializada introduce una distribución estadística útil en investigaciones de fiabilidad relacionadas con fatiga y vida útil de piezas y materiales. Se emplea la distribución de Weibull, creada por un experto sueco, que se adapta a tasas de fallos variables y es flexible, adecuándose a diversas funciones en componentes y sistemas [39].

1.4.9. Análisis de modos de fallos y efectos (AMFE)

La matriz AMFE se utiliza para identificar posibles modos de fallo en equipos, sistemas y componentes, evaluando su impacto. Este análisis estructurado identifica causas y efectos de los fallos, utiliza índices de gravedad, frecuencia y detectabilidad para valorarlos y guía la implementación de acciones preventivas [43]. Existen sistemas AMFE, como diseño, proceso y servicio, donde recomienda aplicar esta metodología al inicio del proceso y revisarla anualmente para controlar fallos y maximizar la satisfacción del cliente [35].

El AMFE es una estrategia inductiva y cualitativa que se utiliza para identificar, investigar y jerarquizar las fallas en un proceso o ciclo de trabajo. El análisis emplea una metodología sistémica para cuantificar el impacto y frecuencia de las fallas en máquinas y equipos. Esta información ayuda a desarrollar actividades para abordar las fallas que afectan la confiabilidad del producto o del proceso, lo que permite un mejor control de los elementos en una instalación o sistema [12].

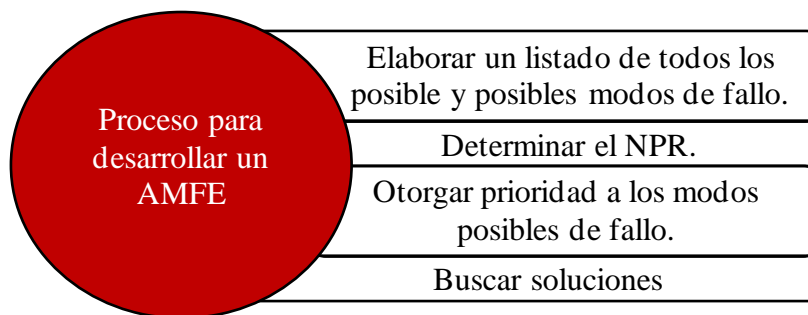


Figura 22. Proceso para desarrollar un AMFE [18].

- Clases de fallos posibles o reales.
- Causas posibles.
- Consecuencias generadas por los fallos.
- Mantener una distancia estratégica entre resultados.

1.4.9.1. Definiciones elementales de una AMFE

- Máquina. Es un grupo de componentes fijos y móviles, que una vez puestos en marcha se logra realizar un trabajo con un propósito determinado.

- Equipo. Es un conjunto de aparatos, herramientas, instrumentos y artefactos empleados para un propósito específico [13].

Tabla 8. Ventajas de AMFE [13].

VENTAJAS
Minimiza los costos de producción.
Reduce el tiempo implementado en corregir fallos.
Mejora el conocimiento de la organización.
Previene los posibles problemas
Mejora la confiabilidad y calidad de los productos.

La matriz AMFE involucra equipos multidisciplinarios que ofrecen una ventaja adicional al analizar las fallas y sus frecuencias, las cuales son:

Tabla 9. Modelo AMFE.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA										
MATRIZ AMFE										
	ELABORADO POR:			FECHA DE ELABORACIÓN:			CÓDIGO:			
	REVISADO POR:			FECHA DE REVISIÓN:			VERSIÓN:			
MÁQUINA O EQUIPO										
No.	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
						F	G	D	IPR	

- Funciones. Describe los detalles, características y expectativas de la actividad, tarea o acción que se esperan del recurso físico investigado.
- Fallo. Tipo de acción que altera el correcto funcionamiento de un sistema.
- Fallo funcional. Falta o incumplimiento de la función, donde paraliza la máquina o equipo y evita el desempeño u objetivo deseado.
- Falla potencial. Imposibilitan la operación de la máquina o equipo.

- Modo de fallo. Motivo por el cual la maquina o equipo puede dejar de funcionar o de tener una ocurrencia del fallo.
- Causa raíz. Anomalía inicial que puede provocar el fallo. La existencia de un solo fallo produce varios inconvenientes [44].
- Consecuencia. Efecto del fallo que se ha producido sobre la máquina, la producción, el producto y sobre el área de trabajo [21].

1.4.9.2. Criterios

- Índice de Gravedad

La gravedad en el análisis AMFE se refiere a la importancia del efecto del fallo en la productividad y se evalúa en una escala del 1 al 10, donde 10 indica un fallo muy crítico que no cumple con las normas reglamentarias [45].

Tabla 10. Criterios para valorar la gravedad del modo de fallo [45].

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9-10

- Índice de Frecuencia

La frecuencia en el análisis AMFE evalúa la probabilidad de que una causa resulte en un modo de fallo y se valora de acuerdo con los criterios y características específicas, siguiendo la norma técnica de prevención 679 [45].

Tabla 11. Criterios para valorar la frecuencia o probabilidad del modo de fallo [45].

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	El defecto aparece ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

- Índice de Detectabilidad

La detectabilidad en el análisis AMFE evalúa la capacidad de detectar un modo de fallo de manera anticipada, con una escala que va desde "muy alta" hasta "improbable". Indica si un defecto puede no ser detectado en los controles internos, pero será detectable en la etapa del cliente final [45].

Tabla 12. Criterios para valorar la detectabilidad [45].

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posterior.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estudios de producción.	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9-10

- Índice de prioridad de riesgo

El Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) se calcula multiplicando los índices de gravedad, frecuencia y detectabilidad, que se evalúan en función de la probabilidad y las repercusiones. Este índice se utiliza para priorizar la velocidad de intervención y el orden de las acciones correctivas para priorizar y gestionar los riesgos [12].

Tabla 13. Características del análisis NPR [12].

IPR > 200	Inaceptable (I)
200 > IPR > 125	Reducción deseable (R)
125 > IPR	Aceptable (A)

$IPR = G * F * D$	Ecuación 23
-------------------	--------------------

Donde:

IPR= Índice de prioridad de riesgo

G= Gravedad

F= Frecuencia

D= Detectabilidad

Un valor de IPR igual o mayor al 100% se considera crítico según la normativa NTP 679 [45]. Los índices de evaluación se califican en una escala del 1 al 10, donde 1 representa el menor riesgo y 10 la evaluación más crítica. Estas puntuaciones se asignan en función de los atributos o características de cada factor [21].

S (Severidad) Cuan severo es el efecto de este tipo de defecto en el respectivo cliente		O (Probabilidad de Ocurrencia) Cuan probable es que el tipo de defecto examinado ocurra en el cliente		D (Probabilidad de no ser detectado) Cuan probable es que el defecto llegue al cliente	
CRITERIO	PUNTAJACIÓN	CRITERIO	PUNTAJACIÓN	CRITERIO	PUNTAJACIÓN
Efecto de falla muy grave - La falla puede provocar situaciones de peligro (lesiones) - No conformidad con las normas legales - Descompostura total del producto con posterior daño	10	Ratio de falla muy alto Fallos ocurren a gran escala (>100,000 ppm o > 10%)	10	Falla será pasada a cliente sin ser detectada Descubrimiento de la falla es improbable. La fiabilidad de la detección no puede ser probada, procedimientos de prueba inciertos	10
Efecto de falla alto - Operatividad restringida del producto o partes - Gran molestia de cliente - Retrabajos o empleo de servicios	8	Ratio de falla alto Fallos ocurren muy frecuentemente (<100,000 ppm o <10%)	8	Detección mínima Descubrimiento de la falla es menos probable. La fiabilidad de la detección probablemente no puede ser probada	8
Efecto de falla moderado - Leve deterioro del producto (perceptible por el cliente) - Descontento del cliente - Servicio al cliente	5	Ratio de falla bajo Fallos ocurren ocasionalmente (<10,000 ppm o <1%)	5	Detección baja Falla es descubierta principalmente. Fiabilidad de la detección puede ser probada, procedimientos de prueba son relativamente certeros	5
Efecto de falla bajo - Ligero deterioro óptico - Ligera molestia del cliente - Costos leves	3	Ratio de falla bajo Fallos ocurren raramente (<1,000 ppm o <0.1%)	3	Detección alta Falla es descubierta con alta probabilidad. Confirmado por varios métodos independientes	3
Efecto de falla no perceptible - Deterioro de la función solo reconocible por el técnico - Costos mínimos - Deterioro ópticamente no percibido	1	No hay acontecimientos conocidos sobre productos similares Aproximadamente no ocurre fallos	1	Detección muy alta Definitivamente la falla es descubierta	1

Figura 23. Cuadro de valoraciones AMFE [46].

Se incorpora el Índice de Prioridad de Riesgos (IPR) en la mejora del AMFE, un valor sin dimensiones que se utiliza para establecer la prioridad de los riesgos y se calcula mediante una expresión específica [47]. En el AMFE, se puede utilizar una expresión basada en la severidad, la ocurrencia y la detección, multiplicando estos tres criterios para obtener el valor del IPR [48].

Tabla 14. Criterios de Severidad AMFE [48].

No.	SEVERIDAD
01	Ninguna: No hay efecto discernible.
02	Muy menor: Ajuste y terminado/Chirrido y traqueteo. Ítem no cumple. Defecto observado por los clientes perceptivos (menor del 25%).
03	Menor: Ajuste y terminado/Chirrido y traqueteo. Ítem no cumple. Defecto observado por el 50% de los clientes.
04	Muy baja: El ajuste y terminado/Chirrido y traqueteo. Ítem no cumple. Defecto observado por la mayoría de los clientes (más del 75%).
05	Baja: Vehículo/ítem operable pero ítem(es) de confort/convivencia operable(s) a un nivel de desempeño reducido. Cliente un poco insatisfecho.
06	Moderada: Vehículo/ítem operable pero ítem(es) de confort/convivencia operable(s) a un nivel de desempeño reducido. Cliente insatisfecho.
07	Alta: Vehículo/ítem operable, pero a un nivel de desempeño reducido. Cliente muy insatisfecho.
08	Muy Alta: Vehículo/ítem inoperable (pérdida de la función primaria).
09	Peligrosa con advertencia: Clasificación de severidad muy alta cuando un modo de falla potencial afecta la operación segura del vehículo y/o implica no conformidad con las reglamentaciones gubernamentales con advertencia.
10	Peligrosa sin advertencia: Clasificación de severidad muy alta cuando un modo de falla potencial afecta la operación segura del vehículo y/o implica no conformidad con las reglamentaciones gubernamentales con advertencia.

Tabla 15. Criterios de Ocurrencia AMFE [48].

No.	OCURRENCIA
01	Remota: La falla es improbable: = 0.010 por mil vehículos/ítems.
02	Baja: Relativamente pocas fallas: 0.1 por mil vehículos/Ítems.
03	Baja: Relativamente pocas fallas: 0.5 por mil vehículos/Ítems.
04	Moderada: Fallas ocasionales: 1 por mil vehículos/ítems.
05	Moderada: Fallas ocasionales: 2 por mil vehículos/ítems.
06	Moderada: Fallas ocasionales: 5 por mil vehículos/ítems.
07	Alta: Fallas repetidas: 10 por mil vehículos/ítems.
08	Alta: Fallas repetidas: 20 por mil vehículos/ítems.
09	Muy alta: La falla es casi inevitable: 50 por mil vehículos/ítems.
10	Muy alta: La falla es casi inevitable: 100 por mil vehículos/ítems.

Tabla 16. Criterios de Detección AMFE [48].

No.	DETECCIÓN
01	Casi segura: El control del diseño casi sin falta detectará una causa/mecanismo potencial del modo de falla subsiguiente.
02	Muy alta: Una oportunidad muy alta de que el control del diseño detecte una causa/mecanismo potencial del modo de falla subsiguiente.
03	Alta: Una oportunidad alta de que el control del diseño detecte una causa/mecanismo potencial del modo de falla subsiguiente.
04	Moderadamente alta: Una oportunidad moderadamente alta de que el control del diseño detecte una causa/mecanismo potencial del modo de falla subsiguiente.
05	Moderada: Una oportunidad moderada de que el control del diseño detecte una causa/mecanismo potencial el modo de falla subsiguiente.
06	Baja: Una oportunidad baja de que el control del diseño detecte una causa/mecanismo potencial del modo de falla subsiguiente.
07	Muy baja: Una oportunidad muy baja de que el control del diseño detecte una causa/mecanismo potencial del modo de falla subsiguiente.

1.4.9.3. Normativa legal


Nota técnica de prevención NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

La Nota Técnica de Prevención 679 introduce el método del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para evaluar posibles fallos o problemas en equipos industriales. Se centra en tres parámetros clave: detectabilidad, frecuencia y gravedad de los fallos. Estos parámetros se combinan para calcular el Índice de Prioridad de Riesgo, que identifica los aspectos críticos en un proceso o producto [49]. Este análisis cualitativo es una estrategia efectiva para prevenir riesgos, incluyendo los riesgos laborales [45].

1.4.10. Matriz de Criticidad

La criticidad se basa en la jerarquía de equipos según su importancia y las consecuencias de fallos, donde se consideran aspectos cuantitativos y cualitativos empleando la experiencia del personal para evaluar riesgos. El análisis ayuda a identificar los componentes más afectados por una falla en una máquina o equipo y determina cuales son más críticos dentro de una empresa. Esto permite asignar eficazmente los recursos a los equipos que más los necesitan y reservar una parte menor para aquellos que tienen menos impacto en el rendimiento de la empresa [10]. Para el diseño de la matriz criticidad se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Tabla 17. Modelo de matriz Criticidad

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA									
MATRIZ CRITICIDAD									
	ELABORADO POR:			FECHA DE ELABORACIÓN:			CÓDIGO:		
	REVISADO POR:			FECHA DE REVISIÓN:			VERSIÓN:		
MÁQUINA O EQUIPO									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			

- Definir el alcance y el propósito para el análisis de criticidad, dependiendo de las metas de mantenimiento de la empresa.
- Establecer el nivel de detalle (Taxonomía - Norma ISO 14224)
- Definir los criterios importantes para el modelo de riesgo, como el rango de frecuencia entre fallas (FF) y los factores de consecuencia (C).
- Desarrollar y seleccionar métodos para la evaluación de riesgo, que ayude a jerarquizar en la industria o empresa.
- El modelo de criticidad se denomina Matriz de Criticidad de Riesgo (MCCR), y está basado en la estimación de los factores de riesgo [50].

La matriz de criticidad de riesgo (MCCR) se caracteriza por ser un proceso semicuantitativo, la cual se entiende como la consecuencia multiplicado por la frecuencia del fallo [51]. La expresión matemática que permite calcular la criticidad total del elemento es la siguiente:

$CR = FF * C$	Ecuación 21
---------------	--------------------

Donde:
 CR = Criticidad
 FF = Frecuencia de falla
 C = Consecuencias

$C = (IO * F) + CM + I_{SAH}$	Ecuación 22
-------------------------------	--------------------

Donde:

IO = Impacto operacional.

F = Flexibilidad

CM = Costos de mantenimiento.

I_{SAH} = Factor en seguridad, ambiente e higiene.

1.4.10.1. Parámetros y criterios para evaluar factores

El análisis de criticidad requiere seleccionar factores y escalas de evaluación aprobados por la dirección de la empresa. Los factores se ponderan en reuniones con el personal operativo y de mantenimiento. El nivel de criticidad se determina mediante una matriz en la que se cruzan los valores de los factores de frecuencia de fallo (FF) y consecuencias (C). La matriz criticidad esta jerarquizada de la siguiente manera:

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de sistemas de Semi Críticos (MC)
- Área de sistemas Críticos (C) [52].

Tabla 18. Matriz de criticidad [52].

FRECUENCIA	4	SC	SC	C	C	C
	3	SC	SC	SC	C	C
	2	NC	NC	SC	C	C
	1	NC	NC	NC	SC	C
		1	2	3	4	5
CONSECUENCIA						

Tablas 19. Factor de frecuencia de fallos a lo largo de un año [52].

FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	FACTOR
Mayor a 4 fallas por año	4
De 2 y 4 fallas por año	3
Entre 1 y 2 fallas por año	2
Menor a 1 falla por año	1

Tablas 20. Factor de impacto operacional a lo largo de un año [52].

IMPACTO OPERACIONAL (IO)	FACTOR
Estancamiento total	10
Estancamiento del complejo planta	6
Impacta en los niveles de producción o calidad	4
Influye en los costos operacionales	2
Genera consecuencias insignificantes sobre operación y producción	1

Tablas 21. Factor de flexibilidad operacional a lo largo de un año [52].

FEXIBILIDAD OPERACIONAL (IO)	FACTOR
No existe unidades de repuesto	4
Unidades de repuesto parcial y tiempos de reparación compartidos	2
Unidades de repuesto disponibles	1

Tablas 22. Factor de costes de mantenimiento a lo largo de un año [52].

COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	FACTOR
Mayor o igual al valor más representativo	2
Menor al valor más representativo	1

Tablas 23. Factor de seguridad, higiene y ambiente a lo largo de un año [52].

IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)	FACTOR
Existen altos niveles de peligro que ponen en riesgo vidas humanas tanto interna como externamente	8
Produce daños y alteraciones irreversibles al medio ambiente	6
Provoca daños severos en las instalaciones	4
Existe daños menores al personal propio	2
Genera un leve impacto ambiental sin violar las normas ambientales	1
No existe ningún tipo de daños a las instalaciones, ambiente o pérdidas de vida	0


Tablas 24. Criterios para determinar el nivel de criticidad [52].

Bueno	90% - 100%
Regular	75% - 89%
Malo	50% - 74%
Inaceptable	Menos del 50%

1.4.11. Bitácora de mantenimiento

Una bitácora, también conocida como registro de fallas o averías, se utiliza para documentar las actividades de mantenimiento realizadas por el personal, donde registra las actividades por día y turno. Los datos en la bitácora permiten analizar las fallas más comunes, el tipo de reparación, el tiempo entre fallas y el comportamiento del equipo durante y después de la falla [13].

Tabla 25. Modelo de bitácora de mantenimiento.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA BITACORAS																																								
	ELABORADO POR:	FECHA DE ELABORACIÓN:												CÓDIGO:																										
	REVISADO POR:	FECHA DE REVISIÓN:												VERSIÓN:																										
MÁQUINA O EQUIPO																																								
Nº.	Actividad	Frecuencia	Enero																																					
			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	26	27	28	29	30	31							

1.4.12. Gamas de mantenimiento

Las gamas de mantenimiento agrupan las actividades para cada máquina o equipo en la empresa, especificando la frecuencia, duración y materiales necesarios. Es esencial definir estas actividades y sus tiempos para una ejecución fluida del plan de acción [53].

Tabla 26. Modelo de gama de mantenimiento.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA GAMA DE MANTENIMIENTO							
SECCIÓN:		CÓDIGO DE GAMA:					
MÁQUINA:		SISTEMA:					
MARCA:		HOJA:					
MODELO:		RESPONSABLE:					
N°	COMPONENTE	ACTIVIDAD/TAREA	FRECUENCIA DE INSPECCIÓN				OBSERVACIONES
			DIARIA O SEMANAL	QUINCENAL O MENSUAL	TRIMESTRAL O SEMESTRAL	ANUAL	

Las frecuencias de acción preventiva se aplican a los componentes y es esencial comprender su significado al realizar las actividades de mantenimiento.

Tabla 27. Frecuencias de acción para las gamas de mantenimiento

FRECUENCIA	DENOMINACIÓN
D	Diario
S	Semanal
Q	Quincenal
M	Mensual
T	Trimestral
V	Quimestral
X	Semestral
A	Anual

- Gamas diarias o semanales

La gama de mantenimiento tiene como objetivo agrupar actividades sencillas que incluyen inspección visual, toma de datos, medición de parámetros, limpieza y engrase exterior, y se pueden realizar incluso mientras las máquinas están en funcionamiento, lo que facilita el mantenimiento continuo [10].

Anagrama

GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Frecuencia Diaria	Código Gama DBTG
INSPECCIÓN GENERAL DIARIA	Edición: 0 Fecha: 10/07/01	Esp: PREV HOJA: 2/ 2

INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: ÁREA 1100			
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal
	Inspección visual del rotámetro de nitrógeno		
	Inspección visual del polipasto		
REACTOR 11TR03	Inspección visual de conexiones del motor		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor		
	Temperatura del motor (rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C
	Control visual de fugas en el depósito		
	Inspección visual de conexiones en el mediador de caudal		
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura		
	Temperatura del reactor		155-170°C
	Ausencia de fugas en filtro de barniz		
REACTOR 11TR04	Inspección visual de conexiones del motor		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor		
	Temperatura del motor (rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C
	Control visual de fugas en el depósito		
	Inspección visual de conexiones en el mediador de caudal		
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura		
	Ausencia de fugas en filtro de barniz		
	Inspección visual del polipasto		
MEZCLADOR 11TR04	Inspección visual de conexiones del motor		
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor		
	Temperatura del motor (rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C
	Control visual de fugas en el depósito		
	Inspección visual de bombas del filtro (2)		
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura		
CIRCUITO 11AC01	Comprobar temperatura de la sala		50-60°C
	Comprobar ausencia de fugas		
	Comprobar ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en bombas sala		
CALDERA 1 11CA01	Verificar ausencia de ruidos, fugas y vibraciones extrañas en bombas		
	Verificar presiones de salida en bombas		
	Verificar temperatura de rodamiento delantero de bomba	A= B=	Inferior a 70°C
	Comprobar nivel de aceite		Con nivel
	Ausencia de fugas en depósitos		
	Comprobar temperatura de entrada y salida de aceite de la caldera	Ent= Sal=	E=240-255 S=270-275
	Comprobar temperatura de humos de salida		Inferior a 200°C
Comprobar presiones de gas antes y después de válvula reductora	Ent= Sal=	Ent= Sal=	
CALDERA 2 11CA02	Verificar ausencia de ruidos, fugas y vibraciones extrañas en bombas		
	Verificar presiones de salida en bombas		
	Verificar temperatura de rodamiento delantero de bomba	A= B=	Inferior a 70°C
	Comprobar nivel de aceite		Con nivel
	Ausencia de fugas en depósitos		
	Comprobar temperatura de entrada y salida de aceite de la caldera	Ent= Sal=	E=240-255 S=270-275
	Comprobar temperatura de humos de salida		Inferior a 200°C
Comprobar presiones de gas antes y después de válvula reductora	Ent= Sal=	E= 1.3 bar S=16mbar	
OBSERVACIONES:			

Figura 24. Modelo gama de mantenimiento diario [18].

- Gamas quincenales o mensuales

La gama de mantenimiento incluye actividades más complejas que las diarias, como el desmontaje del equipo para realizar tareas de mantenimiento, la limpieza o engrase de los componentes internos y la parada del equipo para la toma de datos que requiere un mayor esfuerzo [10].

- Gamas semestrales, trimestrales o anuales

Esta gama de mantenimiento implica tareas más exhaustivas que requieren una inspección completa y detallada del equipo. Estas actividades generalmente se realizan con el equipo detenido y pueden incluir el reemplazo de rodamientos, la medición de espesores de componentes, entre otros [10].

1.4.13. Mantenimiento productivo total (TPM)

El sistema de "Mantenimiento al primer nivel" es una parte de la filosofía japonesa que involucra a todo el personal en tareas de mantenimiento. Los operadores realizan actividades preventivas simples, como limpieza, mientras que el personal de mantenimiento se encarga de las tareas más especializadas y críticas [13].

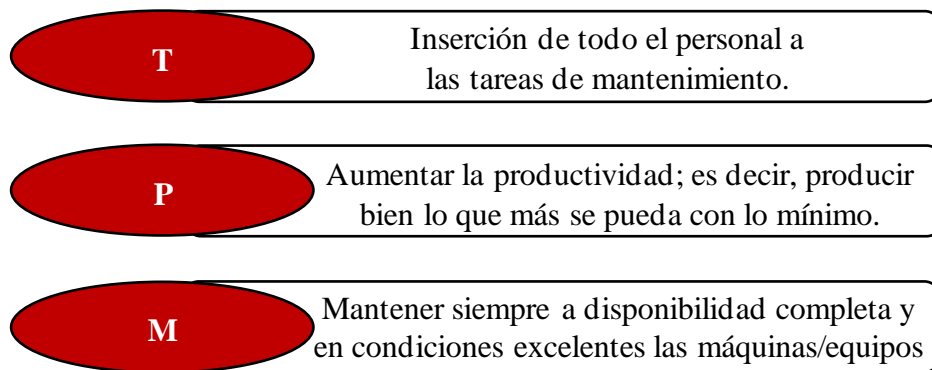


Figura 25. Mantenimiento productivo total – TPM [13].

1.4.14. Código para las tablas del mantenimiento preventivo

Tabla 28. Explicación de la estructura de los códigos para tablas.

INSTITUCIÓN	GUION	TIPO DE TABLA	CANTIDAD NUMERICA	GUION	DESCRIPCIÓN
LIM	–	INV	01	–	CA

Tabla 29. Siglas de cada elemento involucrado en el proyecto técnico.

Nº	DESCRIPCIÓN	SIGLAS
1	Inventario de Máquinas y Equipos	INV
2	Ficha Técnica	FT
3	Análisis Estadístico	AE

4	Fiabilidad de Weibull	FW
5	Matriz AMFE	MAF
6	Matriz Criticidad	MC
7	Bitácoras	BT
8	Gamas	GM
9	Planos	PL
10	Registro de Mantenimiento	RM
11	Máquinas y Equipos en General	GR
12	Cámara de acondicionamiento	CA
13	Cámara de inflamabilidad horizontal	CH
14	Cámara de inflamabilidad vertical	CV
15	Cámara de inflamabilidad de juguetes	CJ
16	Cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	CMC
17	Extractor	EX
18	Computadora	CT
19	Impresora	IP
20	Data Logger	TD
21	Regla	RL
22	Flexómetro	FX
23	Anemómetro digital	AN
24	Pirómetro	TI
25	Cronómetro	CR
26	Calibrador	CP
27	Balanza	BL
28	Goniómetro	GT
29	Sistema Eléctrico	SE
30	Sistema de Internet	SI
31	Sistema Hidrosanitario	SH

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Recursos

Los recursos necesarios que sustentarán el proyecto técnico se muestran con más detalle a continuación. Los rubros y costos se estimaron a partir de las actividades del cronograma y los objetivos planteados. Los recursos estimados a partir de dicha proyección se clasifican en humanos, institucionales, materiales y económicos.

2.1.1. Recursos humanos

- Estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
- Docente Tutor del Proyecto Técnico de Investigación y Coordinador de la Carrera de Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
- Responsable Técnico y de Calidad del Laboratorio de Investigación Mecánica LIM-UTA de la Universidad Técnica de Ambato.
- Miembros de la Unidad de Titulación de la Carrera de Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

2.1.2. Recursos institucionales

- Bibliotecas físicas y virtuales de la Universidad Técnica de Ambato.
- Instalaciones, máquinas y equipos del laboratorio de investigaciones LIM-UTA.
- Licencias en suite ofimática de aplicaciones para computadoras (Microsoft Office) y en softwares de diseño CAD para modelado mecánico en 2D y 3D.
- Adquisición de los reglamentos por Norma ISO 3795, Norma SAE 17021, Nota técnica de prevención NTP 679 y NTP 313.

2.1.3. Recursos materiales

- Computador
- Laptop
- Manual del usuario de las máquinas y equipos
- Normas, Notas y Reglamentos
- Material de oficina
- Herramientas de trabajo

- Impresora

2.1.4. Recursos económicos

Tabla 30. Recursos económicos

RECURSOS MATERIALES	
RUBROS	COSTOS
Computador	\$ 600
Laptop	\$ 300
Energía	\$ 180
Internet	\$ 80
Herramientas de trabajo	\$ 70
Impresiones	\$ 100
Alimentación	\$ 80
Movilización y Transporte	\$ 100
Imprevistos	\$ 250
TOTAL	\$ 1760

2.2. Métodos

La metodóloga define el tipo de estudio, diseño y desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del Laboratorio de Investigación Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato LIM-UTA. La investigación experimental que abarca el proyecto se las clasifica en exploratoria y explicativa, ya que implica un tema no abordado lo suficiente y que investiga causas y efectos del problema. Estrategias que cumplirán con los objetivos establecidos a principios del proyecto técnico y expresados a lo largo del contenido.

2.2.1. Investigación de campo

La investigación de campo utiliza datos esenciales para definir el alcance del mantenimiento, la ubicación del proyecto y el equipo o la máquina en la cual se aplica el plan de mantenimiento. El análisis de criticidad y las gamas de trabajo establece prioridades para que el personal pueda gestionar y ejecutar el proyecto de manera eficiente. Se debe recopilar datos estadísticos necesarios para el plan de mantenimiento

preventivo propuesto con un reconocimiento de planta para comprender el proceso de producción e identificar las áreas que lo componen durante su funcionamiento [54].

2.2.2. Investigación experimental

Este proyecto es experimental y se basa en la recopilación de datos a través de catálogos, registros de procesos y consultas al personal. Se busca comprender la frecuencia y la resolución de fallos en las máquinas. El mantenimiento se enfoca en reparar todas las averías según el tiempo, considerando la disponibilidad de la máquina.

Estos parámetros se utilizan para evaluar la confiabilidad de la máquina en términos de eficiencia. Luego se determina la criticidad de los componentes del equipo en función de los datos recopilados para llevar a cabo el mantenimiento enfocado en las partes críticas.

2.2.3. Investigación explicativa

El documento técnico explica las razones de su creación al identificar las causas de fallos y proponer soluciones relacionadas con el mantenimiento. Este método se utiliza para evaluar los mantenimientos preventivos anteriores en las máquinas inyectoras de plástico y encontrar una solución eficaz [54].

2.2.4. Investigación bibliográfica

La información bibliográfica consiste en recopilar datos relevantes de manuales y catálogos para crear un inventario técnico con códigos y ubicaciones. Metodología donde se elaboran fichas técnicas que detallarán aspectos críticos para analizar parámetros y detectar riesgos.

Es fundamental buscar información de diversas fuentes bibliográficas como artículos científicos, libros, revistas, sitios web, y otros documentos confiables que en total sean más de 27. El objetivo es identificar diversas metodologías, hipótesis y análisis a lo resulta fundamental para determinar las técnicas apropiadas en el desarrollo e implementación del mantenimiento preventivo [54].

2.3. Diagrama de Flujo del proyecto

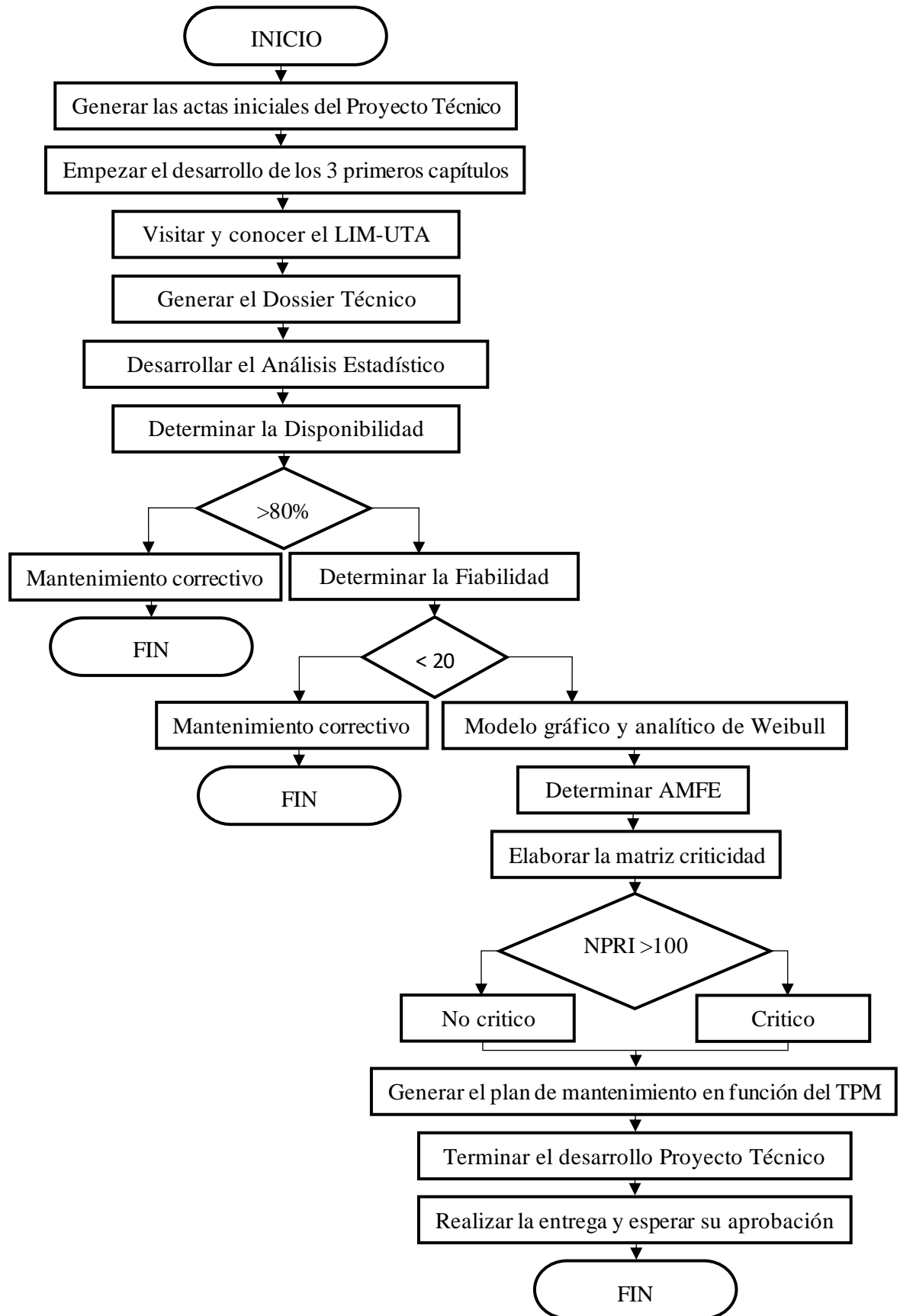


Figura 26. Diagrama de Flujo del plan de mantenimiento preventivo

CAPÍTULO III.- RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. Descripción de la empresa

El Laboratorio de Investigación Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato LIM-UTA, está enfocado al servicio de ensayos de inflamabilidad de materiales bajo la norma ISO 3795 [1]. Trabaja bajo el cumplimiento de la norma ISO 17025 [2], donde se establece los requisitos necesarios para ejercer como laboratorio. Conformada en 2019 con técnicos especializados propios de la universidad, obteniendo el reconocimiento del SAE y la designación del MIPRO en 2021 [3].

El LIM realiza ensayos de inflamabilidad para determinar el comportamiento y la velocidad de combustión en materiales interiores utilizados en el compartimiento de los ocupantes. Ya sean materiales de vehículos, furgonetas, buses urbanos, interprovinciales, de turismo o escolares, tractores o maquinarias que puedan estar expuestos a una llama. El informe de inflamabilidad es un requisito obligatorio para la homologación de vehículos en el Ecuador, donde la normativa es precisa y exige diversos criterios que avalen la seguridad de los pasajeros [55].

Misión

El Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de Inflamabilidad vertical de la Universidad Técnica de Ambato ofrece el servicio de ensayos de inflamabilidad vertical de manera confiable y oportuna. Con personal capaz y competente con gran capacidad de realizar las actividades cumpliendo con las necesidades del cliente.

Visión

Para el año 2025 el Laboratorio de Investigación Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato busca fortalecerse a través del ensayo de inflamabilidad como un referente nacional en realizar ensayos de alta calidad utilizando un modelo de gestión que garantice la confidencialidad de los resultados emitidos al cliente.

Valores

- Ética
- Imagen
- Respecto

- Innovación
- Compromiso
- Responsabilidad social
- Excelencia operacional
- Seguridad y medio ambiente [55].

Información General

Tabla 31. Información General

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA	
PAÍS	Ecuador
PROVINCIA	Tungurahua
CIUDAD	Ambato
PARROQUIA	Huachi Chico
DIRECCIÓN	Av. Los Chasquis, entre Río Guayllabamba y Río Payamino
CONTACTO	(03) 2841144 ext. 105 0984232282 - lim@uta.edu.ec

Información Empresarial

Tabla 32. Información Empresarial

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA	
REPRESENTANTE LEGAL	Ing. Mg. Danilo Javier Altamirano Analuisa
SERVICIO TÉCNICO	Ing. Christian Pérez - 0979348346 cs.perez@uta.edu.ec Ing. Gonzalo Naranjo - 0998839629 ge.naranjo@uta.edu.ec
RAZÓN SOCIAL	Unidad de vinculación con la sociedad y prestación de servicios de la universidad técnica de Ambato (UVPSUTA)
RUC	1865027790001
ACTIVIDAD ECONÓMICA	Prestación de asesoramiento y ayuda a las empresas y las administraciones públicas en materia de planificación, organización, eficiencia y control información administrativa etcétera
PÁGINA WEB	https://ficm.uta.edu.ec/v4.0/index.php/lim-uta-laboratorio-de-investigacion-mecanica/presentacion

3.2. Inventario de Máquinas y Equipos

Tabla 33. Inventario de máquinas y equipos.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA				
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA INVENTARIO DE MAQUINAS Y EQUIPOS						
		ELABORADO POR: Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN: 23/10/2023	CÓDIGO: LIM-INV01-GR		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023	VERSIÓN: 01		
MAQUINAS						
N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD	
1	DP-130CA01-D	Cámara de acondicionamiento	ADEUCARPI	STEAM/HEATING UNIT DAT TECH	2	
2	DP-70CH01-A	Cámara de inflamabilidad horizontal	ATLAS	HMV	1	
3	DP-70CH02-A	Cámara de inflamabilidad horizontal	Tesis UTA	-	1	
4	DP80-CV01-A	Cámara de inflamabilidad vertical	Tesis UTA	-	1	
5	DP-140CJ01-A	Cámara de inflamabilidad de juguetes	Tesis UTA	-	1	
6	DP-90CMC01-A	Cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	Tesis UTA	-	1	

EQUIPOS					
N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD
7	DP150-EX01-D	Extractor	BRIGGS	SC0029330001CW	1
8	DP160-CT01-D	Computadora	INTEL	-	1
9	DP170-IP01-D	Impresora	LEXMARK	CX522ade	2
10	DP-110TD01-D	Data Logger	ELITECH	RC-4HC	2
11	IM-30RL01-A	Regla	LANCER	-	3
12	IM-20FX01-A	Flexómetro	STANLEY	30-088	2
13	DP-40AN01-D	Anemómetro digital	HOLD PEAK	HP-866B	2
14	DP-120TI01-D	Pirómetro	UNI-T	UT305A	2
15	DP-60CR01-D	Cronómetro	SPER SCIENTIFIC	810033	1
16	IM-10CP01-D	Calibrador	ASIMETO	307-56-3	4
17	DP-50BL01-D	Balanza	SARTORIUS	TE1502S	2
18	DP-100GT01-D	Goniómetro	BOSCH	GAM 220 MF	2
19	DP180-SE01-D	Sistema Eléctrico	EEASA	-	1
20	DP190-SI01-D	Sistema de Internet	CNT	-	1
21	DP200-SH01-A	Sistema Hidrosanitario	EMAPA	-	1

3.3. Dossier Técnico

3.3.1. Cámara de Acondicionamiento

➤ **Ficha Técnica**

Tabla 34. Ficha técnica de la cámara de acondicionamiento.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA											
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-CA						
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01						
FICHA TÉCNICA:	01	Máquina	x	Equipo		Herramienta					
											
							CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO				
							CÓDIGO:		DP-130CA01-D		
							MARCA:		ADEUCARPI		
ESTADO:		Descontinuado									

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	Steam/Heating Unit Dat Tech	AÑO:	-
DIMENSIONES:	2270 x 535 x 915 mm	VOLTAJE:	220 V
PESO:	103 kg	AMPERAJE:	8 A
COLOR:	Blanco	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Ventilador		Recolector de agua condensada	
Electroválvula 24 VAC		Seguro de la puerta hidráulico	
Sensor de humedad		Paneles laterales acero AISI 304	
Data logger		Panel superior AISI 304.	
Sensor de nivel		Panel superior sandwich	
Resistencia tubular doble M		Panel trasero AISI 304	
Sensor de temperatura		Ruedas industriales	
Panel de control		Puerta frontal	
Bandeja de muestras		Bisagras	
Enchufe trifásico 220V		Soporte de bandejas	
FUNCIÓN:	Exponer y controlar las muestras, en un espacio cerrado, a varias condiciones ambientales como el calor y la humedad, y prepararlas para las siguientes pruebas de reacción al fuego en los materiales.		

➤ Documentos Comerciales

(02) 2450 196 / (02) 2920 425 - Whatsapp: (09) 6959 6898 | ventas1@adeucarpi.com.ec

ADEUCARPI INICIO NOSOTROS PRODUCTOS ▾ NOTICIAS CONTACTOS 🔍

COMERCIALIZADORA ADEUCARPI CIA .LTDA

Para nosotros es un placer poder asesorar y brindarles un apoyo en el desarrollo de sus empresas con una de las mejores marcas de maquinaria de panadería comercializadas en el mercado.

Río Coca e8-32 y Av. de los Shyris

ventas1@adeucarpi.com.ec

(593 2) 2450 196 / (593 2) 2920 425

(593 9) 969596898

www.adeucarpi.com.ec

Contáctanos
Con gusto te atenderemos!!!

Te garantizamos un servicio personalizado y de calidad

Figura 27. Información del fabricante de la cámara de acondicionamiento [56].

➤ Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante

- **Características de la máquina**

Tabla 35. Datos técnicos de la cámara de acondicionamiento

Código	<i>DP-130CA01-D</i>
Marca	<i>Adeucarpi</i>
Estado	<i>Descontinuado</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Modelo	<i>Steam/Heating Unit Dat Tech</i>
Dimensiones	<i>2270 x 535 x 915 mm</i>
Peso	<i>103 kg</i>
Color	<i>Blanco</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Voltaje	<i>220 V</i>
Amperaje	<i>8 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>
Temperatura de uso	<i>34 °C</i>
Tiempo máx de humidificación	<i>20 – 50 min</i>
Histéresis de humidificación	<i>2% - 10%</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

- Utilizarla por personal únicamente capacitado.
- Respetar los límites de uso y potencial de la máquina.
- La máquina está fabricada para realizar ciclos de calentamiento y humidificación, no usarla para otras actividades.
- No activarla, programarla o limpiarla por personas que no han leído el manual.
- El nivel de humedad para usarla varía entre el 30 y 95% de humedad relativa.

- **Lista de repuestos**

- Ventilador
- Electroválvula 24 VAC
- Sensor de humedad
- Data logger
- Sensor de nivel
- Resistencia tubular doble M
- Sensor de temperatura
- Panel de control
- Bandeja de muestras
- Enchufe trifásico 220V
- Recolector de agua condensada
- Seguro de la puerta hidráulico
- Paneles laterales acero AISI 304
- Panel superior AISI 304.
- Panel superior sándwich
- Panel trasero AISI 304
- Ruedas industriales
- Puerta frontal
- Soporte de bandejas
- Manguera
- Cable de baja tensión hasta 750V

- **Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos**

Cámara de acondicionamiento

ANEXO 4.

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

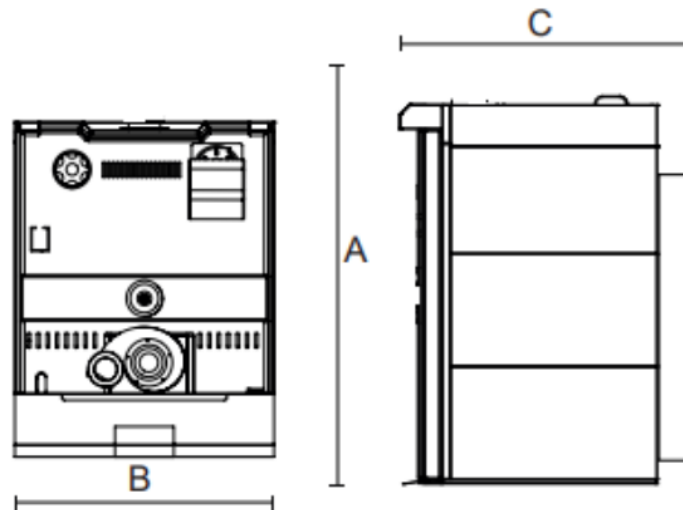


Figura 28. Dimensiones de la cámara de acondicionamiento.

A= 227 cm

B= 53.5 cm

C= 91.5 cm

- **Instrucciones de montaje**

Preparación

Revisar el contenido del paquete y asegurar que todos los componentes estén incluidos.

Verificar todas las herramientas necesarias para el montaje:

- Destornilladores: Llaves hexagonales y destornilladores para fijar componentes.
- Alicates: de punta fina y de corte para sujetar, manipular y cortar cables o alambres
- Tijeras: Tijeras afiladas para cortar materiales como cintas adhesivas y cables.
- Nivel de burbuja: para asegurar que la cámara se instale de manera equilibrada.
- Cinta métrica o regla: Medir y marcar las ubicaciones para los componentes.

Ubicación

Seleccionar una superficie plana y estable para montar la cámara de acondicionamiento de muestras. Colocarla en un área libre de por lo menos 1.50 metros alrededor de esta, para permitir un fácil acceso y mantenimiento.

Ensamblaje del marco

Colocar una de las dos jambas traseras inferior transversa y uno de los dos inferiores más largo, para armar el marco de la cámara. Utilice tornillos autorroscantes fitting (5,5 x 32 cabeza hexagonal) para fijar los tres travesaños [56].

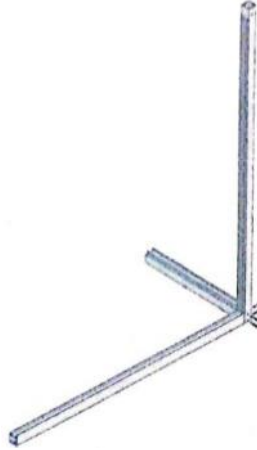


Figura 29. Proceso de montaje 1 [20].

Insertar los paneles laterales y traseros, luego colocar y sujetar firmemente la segunda parte trasera jamba y el segundo larguero inferior [74].

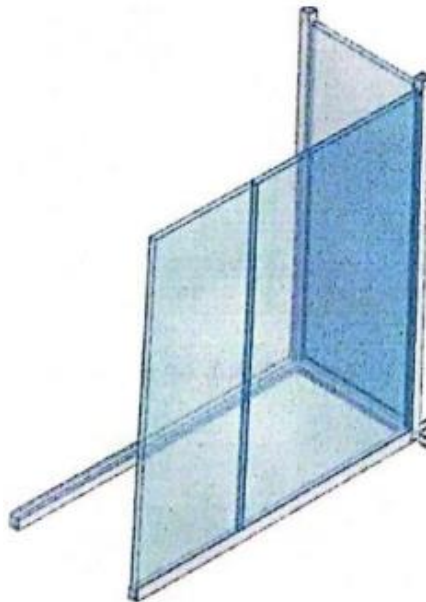


Figura 30. Proceso de montaje 2.

Colocar los dos perfiles laterales de protección del rack y fijarlos con los tornillos autorroscantes (cabeza de cruz 4,2 x 16) [74].

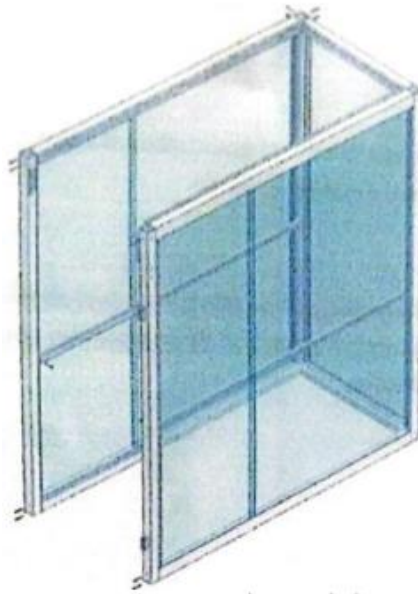


Figura 31. Proceso de montaje 3 [20].

Montar la carrocería respetando el siguiente orden:

1. Insertar la unidad de ventilador, calentador y vapor.
2. Colocar el primer panel superior que está provisto de un ojal que permite el paso de la funda y tubo de carga de agua.
3. Insertar los paneles de techo restantes.
4. Colocar y fijar el frontal horizontal atravesar [74].

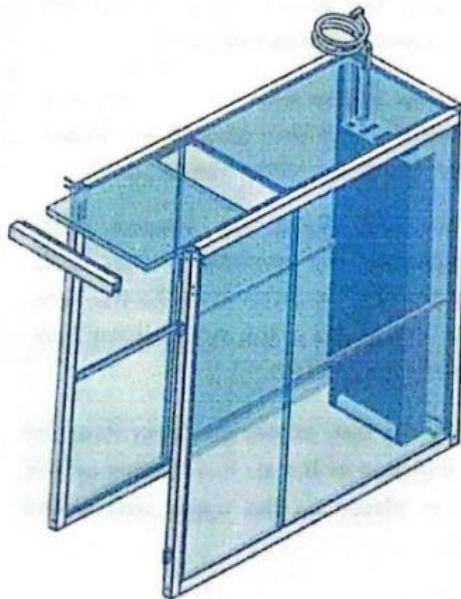


Figura 32. Proceso de montaje 4 [20].

Insertar el panel frontal y luego el travesaño de soporte trasero inferior y apretar todas las conexiones y tornillos de manera segura. Colocar las calzas de plástico y sellar todas las juntas entre paneles y perfiles con silicona [74].

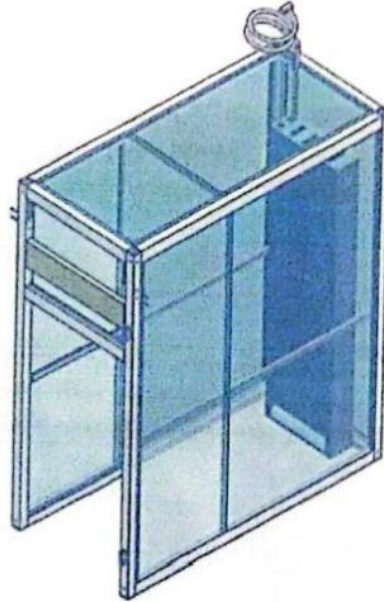


Figura 33. Proceso de montaje 5 [20]

Completar el montaje fijando el panel de control electromecánico e insertar la puerta de persiana en las bisagras y conecte el enchufe multi tipo a la toma ubicada en la parte posterior del panel de control.

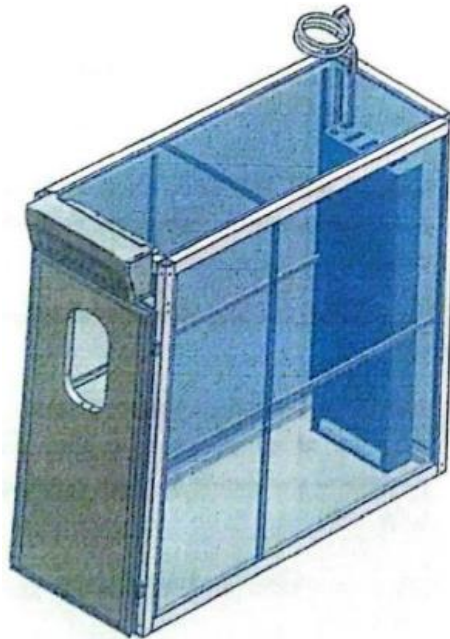


Figura 34. Proceso de montaje 6 [20].

Instalar las sondas internas de luz, temperatura y humedad y, una vez realizada la prueba, fije el perfil de protección de rango de la unidad a unos 2 cm del propio grupo. Durante la prueba, ajustar las aletas inferiores para la difusión del flujo de aire (actuando sobre el obturador colocado en la parte superior de la unidad) [55].

Instalación del sistema de acondicionamiento

Colocar los componentes del sistema de acondicionamiento (como filtros, calentadores, enfriadores, etc.) en los lugares designados.

Revisar que todas las conexiones estén seguras y sin fugas.

Sellado y aislamiento

Verificar que todas las juntas estén selladas para evitar fugas de aire o humedad.

Aplicar aislamiento térmico según las siguientes instrucciones:

- Seleccionar el material aislante: Elegir un material con propiedades de aislamiento térmico. Las más comunes son la espuma de poliuretano, el poliestireno expandido (EPS), la lana de roca o la fibra de vidrio.
- Preparar las superficies: Asegurar que las superficies estén limpias y libres de polvo, grasa u otros contaminantes. Esto garantizará una buena adhesión del material aislante.
- Aplicar aislante en las paredes: Cortar el material aislante en paneles con el tamaño para cubrir las paredes de la cámara de acondicionamiento de muestras. Aplicar un adhesivo térmico resistente al calor en la parte posterior del panel y luego pegar el panel directamente sobre las paredes de la cámara, asegurándose de cubrir completamente la superficie.
- Aislar las puertas y juntas: Las puertas y juntas de la cámara pueden ser puntos débiles para la transferencia de calor. Aplicar tiras o cintas de sellado aislante en las juntas de las puertas para asegurar un cierre hermético.

Verificación

Verificar que no haya espacios o huecos en el material y que esté correctamente adherido a las superficies.

Realizar una inspección visual para asegurarte de que todas las áreas estén cubiertas adecuadamente.

Instalación del sistema de control

Conectar los dispositivos de control de la cámara, como sensores, pantallas y sistemas de monitoreo.

Revisar que todos los componentes estén conectados y funcionando correctamente.

Pruebas y ajustes

Realizar pruebas de funcionamiento para verificar que todos los sistemas estén operativos.

Ajustar los parámetros de control según sea necesario para garantizar un rendimiento óptimo de la cámara [56].

- **Instrucciones de funcionamiento**

Encendido y preparación

Conectar la cámara a una fuente de alimentación con un voltaje de 220 V.

Verificar que todos los sistemas de control estén encendidos y funcionando correctamente.

Ajustar los controles de temperatura, humedad u otros parámetros de acuerdo con los requisitos de tu muestra y la prueba que esté realizando.

TABLE 1 Standard Atmospheres for Testing Various Materials

Material	Temperature	Relative Humidity %	ASTM Standard
Textiles, general, other than nonwoven, tire cords and glass fiber	21 ± 1 °C (70 ± 2 °F)	65 ± 2	D 1776
Nonwovens (includes paper)	23 ± 1 °C (73.4 ± 1.8 °F)	50 ± 2	D 1776
Plastics and electrical insulating materials	23 ± 2 °C (73.4 ± 3.6 °F)	50 ± 5	D 618
Glass fiber products:			
Plastic applications	23 ± 2 °C (73.4 ± 3.6 °F)	50 ± 5	D 618
Textile applications	21 ± 1 °C (70 ± 2 °C)	65 ± 5	D 1776
Tire cords:			
Rayon	24 ± 2 °C (75 ± 3.6 °F)	55 ± 2	D 885
Polyester, Aramid, Nylon	24 ± 2 °C (75 ± 3.6 °F)	55 ± 5	D 885

Figura 35. Tabla temperatura, humedad relativa y normativa [13]

Carga de muestras

Colocar las muestras en la cámara de acuerdo con los protocolos e instrucciones específicas del experimento dados por la norma ISO 3795.

Revisar que las muestras estén correctamente etiquetadas y aseguradas dentro de la cámara.

Evitar la sobrecarga de la cámara para permitir una circulación de aire alrededor de las muestras, colocar máximo 15 bandejas de 60x40 cm con un máximo de 5 muestras por bandeja [56].

Ajustar los parámetros de control

Utilizar los paneles de control o las interfaces de usuario para establecer y ajustar los parámetros como temperatura, humedad, etc. El valor de temperatura según el ensayo vertical es $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y el valor relativo de humedad es $55\% \pm 5\%$. El valor de temperatura según el ensayo horizontal es $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y el valor relativo de humedad es $50\% \pm 5\%$.

Establecer los valores deseados y asegurarse de que los sistemas de control estén funcionando correctamente. Para encerrar el valor de temperatura presionar el siguiente botón y se mirará el valor en la pantalla encima del botón [56].



Figura 36. Botón de temperatura.

Para manipular el valor de temperatura se aumenta con el botón de más y disminuye con el botón de menos.



Figura 37. Botones para aumentar y disminuir.

Para encerrar el valor de humedad se presiona el siguiente botón y se mira el valor en la pantalla encima del botón.

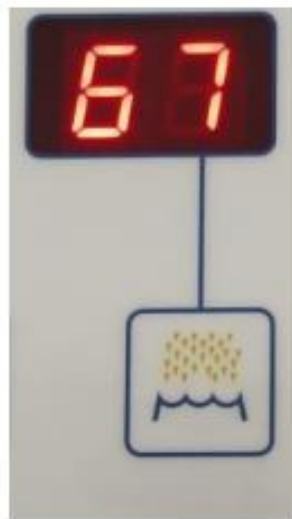


Figura 38. Botón de humedad.

Para manipular el valor de humedad se aumenta con el botón de más y disminuye con el botón de menos.



Figura 39. Botones para aumentar y disminuir.

Monitoreo de condiciones

Utilizar los sistemas de monitoreo y los sensores integrados para supervisar las condiciones dentro de la cámara, como temperatura, humedad.

Verificar periódicamente los valores medidos y compáralos con los rangos deseados.
Realizar ajustes si es necesario [56].

- **Normas de Seguridad**

Aprender el funcionamiento y las características de la cámara de acondicionamiento mediante la lectura del manual de usuario.

Entender el propósito y los límites de funcionamiento de la cámara.

Manipulación de muestras

Seguir las prácticas adecuadas de manipulación de muestras y utilizar equipos de protección personal (EPP) según sea necesario.

Verificar el tiempo en que las muestras estarán en la cámara dependiendo del material.

Fiber	Minimum Conditioning Period, h
Animal fibers (for example, wool) and regenerated proteins	8
Vegetable Fibers (for example, cotton)	6
Viscose	8
Acetate	4
Fibers having a regain less than 5 % at 65 % relative humidity	2

Figura 40. Tabla de acondicionamiento del material según el período medido.

Conexión eléctrica

Conectar la cámara a una fuente de alimentación de 220V.

Utilizar cables de bajo voltaje de hasta 750V y enchufes trifásicos en buen estado.

Condiciones ambientales

Siempre operar la cámara en un entorno bien ventilado para evitar la acumulación de calor o gases nocivos.

Ubicar la cámara lejos de fuentes de calor, radiadores, llamas abiertas o sustancias inflamables.

Monitoreo y supervisión

Supervisar constantemente los parámetros de funcionamiento. El valor de temperatura según el ensayo vertical es $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y el valor relativo de humedad es $55\% \pm 5\%$. El valor de temperatura según el ensayo horizontal es $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y el valor relativo de humedad es $50\% \pm 5\%$.

Configurar alarmas y sistemas de seguridad para alertar en caso de que los parámetros de control se salgan de los rangos deseados.



Figura 41. Botón de alarma.

Acceso y seguridad

Limitar el acceso a la cámara a personal autorizado y capacitado.

Revisar que los interruptores de emergencia y los sistemas de apagado de la cámara sean claramente identificables y accesibles en caso de necesidad.

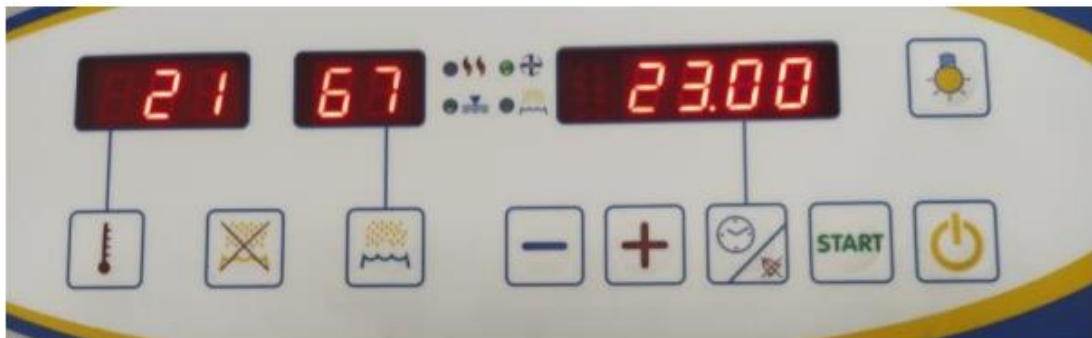


Figura 42. Botones de sistemas de apagado.

Emergencias

Establecer y comunicar los procedimientos de respuesta a emergencias, como fugas de gases, incendios o mal funcionamiento de la cámara.

Mantener actualizados los números de teléfono de los servicios de emergencia locales y del distribuidor del equipo este a la vista y sea claramente identificable [56].



Figura 43. Números de teléfono de los servicios de emergencia locales y del distribuidor del equipo.

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Limpieza regular

Apagar la cámara y desconectarla de la fuente de alimentación antes de comenzar cualquier tarea de limpieza.

Utilizar productos de limpieza suaves y no abrasivos para limpiar las superficies internas y externas de la cámara.

Prestar atención a las áreas propensas a acumulación de polvo, suciedad o residuos, como los filtros de aire y las juntas de la puerta.

Asegurarse de que todas las superficies estén completamente secas antes de encender la cámara nuevamente [56].

Calibración de sensores

Verificar la calibración de los sensores de temperatura, humedad u otros parámetros según las indicaciones del fabricante.

Realizar calibraciones periódicas según sea necesario para garantizar mediciones precisas y confiables.

Verificación de fugas

Realizar inspecciones regulares para identificar posibles fugas de aire o humedad.

Verificar las juntas de la puerta, las ventanas o cualquier otra área propensa a fugas.

Mantenimiento del sistema de acondicionamiento

Seguir las instrucciones del fabricante para el mantenimiento regular de los componentes del sistema de acondicionamiento, como deshumidificadores, calentadores, enfriadores, etc.

Limpiar los componentes según sea necesario y reemplazar los filtros o elementos desechables de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Lubricación de partes móviles

Verificar si es necesario aplicar lubricación según las instrucciones del fabricante.

Utilizar el lubricante recomendado y aplica la cantidad adecuada para asegurar un funcionamiento suave y evitar el desgaste prematuro.

Registro de mantenimiento

Llevar un registro de las tareas de mantenimiento realizadas, como limpieza, calibración, reemplazo de filtros, etc.

Registrar las fechas de las actividades de mantenimiento y cualquier observación relevante sobre el estado de la cámara [56].

3.3.2. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

➤ **Ficha Técnica**

Tabla 36. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad horizontal.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA						
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-CH	
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01	
FICHA TÉCNICA:	02	Máquina	x	Equipo		Herramienta
						
		CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL				
		CÓDIGO:		DP-70CH01-A		
		MARCA:		ATLAS		
ESTADO:		Stock				

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	USA	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	HMV	AÑO:	-
DIMENSIONES:	380 x 380 x 200 mm	VOLTAJE:	95-250 VAC
PESO:	12 kg	AMPERAJE:	0.6 A – 1.17 A
COLOR:	Gris	FRECUENCIA:	47-63 Hz
COMPONENTES			
Válvula reguladora de GLP		Conector espiga	
Soporte de muestras en forma de U		Panel de control	
Base del soporte		Regulador del quemador	
Cámara de inflamabilidad		Mechero bunsen	
Rejilla de soporte		Chimenea	
Placa horizontal		Puerta lateral	
Panel frontal		Base metálica	
Manómetro		Manguera de GLP	
Cilindro de gas		Bisagras	
Válvula de aguja		Cronómetro	
FUNCIÓN:	Determinar las velocidades de combustión comparativa y la resistencia a la combustión de textiles, plásticos y otros materiales para interiores de automóviles, carrocerías y maquinaria.		

➤ Documentos Comerciales



España Español

Cámara de llama horizontal HMV - Vehículos de motor **Representantes Locales**

Descripción General



País *
 Ecuador

LANZETTA RENGIFO Y CIA LTD.
 Mrs. Maria Victoria Rengifo (Director)
 Carrera 14, No. 82-41 Piso 3
 Santafe De Bogota, D.C.
 Colombia
 Phone: +57-1-611-09-83
 Fax: +57-1-611-07-95
tanja.helmling@ametek.com
<http://www.lanzettarengifo.com.co/>

Instalaciones de la empresa

Oficinas Centrales -

Atlas Material Testing Technology

1500 Bishop Court
 Mount Prospect, Illinois 60056, USA
 Phone +1-773-327-4520
 Fax +1-773-327-5787

[Haga clic aquí para obtener instrucciones de cómo llegar a la oficina](#)



Figura 44. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad horizontal [57].

➤ Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante

- Características de la máquina

Tabla 37. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad horizontal

Código	<i>DP-70CH01-A</i>
Marca	<i>Atlas</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>USA</i>
Modelo	<i>HMV</i>
Dimensiones	<i>380 x 380 x 200 mm</i>

Peso	<i>12 kg</i>
Color	<i>Gris</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Voltaje	<i>95-250 VAC</i>
Amperaje	<i>0.6 A – 1.17 A</i>
Frecuencia	<i>47-63 Hz</i>

- Uso en todo el mundo para la calificación de materiales de interior de automóviles
- Cámara de acero inoxidable con tapa extraíble
- Mechero montado en puerta con ajuste de altura de llama y encendido de piloto
- Alambre de soporte de muestra
- Cronómetro y escala de medición
- Gabinete separado para controles de gas
- Ensamblado de porta muestra
- Gabinete de acero inoxidable
- El estándar de control de gas manual incluye:
 - Gabinete de control manual de gas separado
 - Válvulas de control de gas manuales
- Control automático de gas opcional [57].

- **Condiciones de servicio especificadas**

Coloque el equipo de prueba en un ambiente bien ventilado para evitar que los humos tóxicos generados durante la prueba afecten la salud del operador.

El HMV cumple con el Federal Motor Vehicles Safety Standard No. 302 y también es adecuado para su uso con ISO 3795, ASTM D5132, GM9070P, GMW 3232 y SAE J369 y estándares similares.

- **Lista de repuestos.**

- Válvula reguladora de GLP
- Soporte de muestras en forma de U
- Base del soporte
- Cámara de inflamabilidad
- Rejilla de soporte

- Placa horizontal
 - Panel frontal
 - Manómetro
 - Cilindro de gas
 - Válvula de aguja
 - Conector espiga
 - Panel de control
 - Regulador del quemador
 - Mechero bunsen
 - Chimenea
 - Puerta lateral
 - Base metálica
 - Manguera de GLP
 - Bisagras
 - Cronómetro
- **Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos**

Cámara de inflamabilidad horizontal

ANEXO 5.

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**
- Dimensiones: 38 cm (15") An x 20 cm (8") P x 38 cm (15") Al
- Peso: 11 kg (28 lb)



Figura 45. Cámara de inflamabilidad horizontal.

- **Instrucciones de funcionamiento**

El HMV de Atlas es la cámara de llama preferida para realizar pruebas de resistencia a la combustión y de la velocidad de combustión en materiales para interiores de automóviles según la Norma Federal de Seguridad de Vehículos Automotores 302 (FVMSS 302) del Departamento de Transporte de los Estados Unidos y otras normas.

Su construcción duradera de acero inoxidable, su gran ventana de visualización de vidrio, su mechero montado en la puerta y su cubierta superior para facilitar el acceso a las muestras aumentan la comodidad del usuario. La carga de las muestras se simplifica con un portamuestra de acoplamiento exclusivo.

El control de gas automático (AGC) opcional ofrece un reloj automático digital y controles de gas con botón que proporcionan modos de incidencia de llama automáticos o manuales [57].

Conecte el gas LPG y la energía según los requisitos.

Coloque la muestra de prueba a través de los cables de soporte de la base del marco en U, con la superficie más cercana al compartimiento de los ocupantes del vehículo mirando hacia abajo en el marco. Un extremo de la muestra de prueba debe alinearse uniformemente con el extremo abierto del marco en U. Si las muestras son más cortas o estrechas que el tamaño recomendado, asegúrese de que el extremo esté revestido con el extremo abierto del marco en U solo para fines de encendido.

Coloque hilos a lo largo de la superficie superior de la muestra con las pesas de 14 gramos en su lugar en un extremo y el otro extremo del hilo asegurado al portahilos.

Coloque la parte superior del marco en U en su lugar para asegurar la muestra y las roscas durante el procedimiento. Tenga en cuenta las ranuras para colocar la rosca.

Con el marco en U montado en el banco de pruebas, colóquelo en el centro del gabinete de prueba a través de la puerta del lado derecho. El soporte se puede empujar hasta que se detenga para asegurarse de que esté colocado a la distancia correcta de la llama.

Encienda el mechero Bunsen y, con la entrada de aire cerrada, ajuste la llama para alcanzar el indicador de altura de 38 mm. Cierre la pequeña puerta que coloca el

mechero Bunsen de modo que el centro de la punta del mechero quede 19 mm por debajo del borde del extremo abierto de la muestra [57].

Encienda el suministro de gas regulado a la máquina. Encienda el botón de ENCENDIDO, ubicado en el gabinete eléctrico. Presione el botón GAS (amarillo), que iniciará el suministro de gas. Cuando se cierra la puerta, un temporizador de 15 segundos comienza automáticamente y corta el flujo de gas, apagando la llama al completar 15 segundos.

Presione el botón de inicio/parada T1 o T2 para comenzar a cronometrar el período desde que la muestra en combustión alcanza los 38 mm desde el extremo abierto del marco en U. Presione el mismo botón de inicio/parada del temporizador nuevamente una vez que avance hasta un punto a 38 mm del extremo sujetado del marco en U. Los puntos de inicio y finalización de 38 mm se muestran visualmente mediante el uso del hilo y los pesos.

Presione el botón RESET al finalizar la prueba, listo para que comience la siguiente. Esto asegurará que los temporizadores T1 y T2 se hayan reiniciado [57].

- **Normas de Seguridad**

Utilizar el equipamiento adecuado para realizar las pruebas.

Durante la prueba, debe estar conectado a tierra para evitar reacciones electrostáticas.

Al conectar la fuente de aire, se debe prestar atención a la tubería de aire para detectar fugas de aire.

Tener la experiencia y los conocimientos necesarios para hacer uso de la cámara [57].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Después de la prueba, elimine los residuos de combustión a tiempo para mantener limpio el equipo.

Rocíe aceite antioxidante sobre la superficie de este equipo con regularidad para evitar la oxidación y la corrosión después de mucho tiempo.

Inyecte regularmente lubricante en las partes de transmisión de este equipo para garantizar que cada prueba se pueda realizar sin problemas [57].

3.3.3. Cámara de Inflamabilidad Horizontal


➤ Ficha Técnica


Tabla 38. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad horizontal.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA					
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT02-CH
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01
FICHA TÉCNICA:	03	Máquina	x	Equipo	Herramienta
		 			
		CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL			
		CÓDIGO:		DP-70CH02-A	
		MARCA:		Tesis UTA	
ESTADO:		Descontinuado			

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	-	AÑO:	2023
DIMENSIONES:	740 x 370 x 200 mm	VOLTAJE:	95-250 VAC
PESO:	23.73 kg	AMPERAJE:	0.6 A – 1.17 A
COLOR:	Gris	FRECUENCIA:	47-63 Hz
COMPONENTES			
Válvula reguladora de caudal		Placa base del soporte de electroválvula	
Porta muestras		Conector espiga, rosca externa 0.25in	
Cámara de inflamabilidad		Panel de control	
Soporte horizontal		Mechero bunsen de 9.5mm	
Puerta frontal		Chimenea	
Manómetro		Ventana lateral	
Cilindro de gas		Base metálica	
Electroválvula 0.25in, 0-0.7MPa		Manguera de alta presión para gas	
Soporte de electroválvula		Bisagras	
Tornillo regulador del soporte de electroválvula		Cronómetro	
FUNCIÓN:	Determinar las velocidades de combustión comparativa y la resistencia a la combustión de textiles, plásticos y otros materiales para interiores de automóviles, carrocerías y maquinaria.		

➤ **Documentos Comerciales**





Laboratorio de Investigación Mecánica - LIM UTA
172 Me gusta · 188 seguidores

WhatsApp Mensaje Me gusta

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA

CONTACTOS

SERVICIO TÉCNICO

Ingeniero Mecánico: Christian Pérez

Teléfono: 0979348346

E-mail: cs.perez@uta.edu.ec

Ingeniero Mecánico: Gonzalo Naranjo

Teléfono: 0998839629

E-mail: ge.naranjo@uta.edu.ec

INFORMACIÓN

Teléfono: 0984232282

E-mail: lim@uta.edu.ec

Categorías

Servicio de ingeniería

Información de contacto

Avenida de los Chasquis, Ambato, Ecuador, Ambato, Ecuador
Dirección

099 820 1111
Celular

lim@uta.edu.ec
Correo electrónico

Información básica

★ Aún sin calificación (0 opiniones)

Figura 46. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad horizontal [57]

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 39. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad horizontal.

Código	<i>DP-70CH02-A</i>
Marca	<i>Tesis UTA</i>
Estado	<i>Descontinuado</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Dimensiones	<i>740 x 370 x 200 mm</i>

Peso	<i>23.73 kg</i>
Color	<i>Gris</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Año	<i>2023</i>
Voltaje	<i>95-250 VAC</i>
Amperaje	<i>0.6 A – 1.17 A</i>
Frecuencia	<i>47-63 Hz</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

Coloque el equipo de prueba en un ambiente bien ventilado para evitar que los humos tóxicos generados durante la prueba afecten la salud del operador.

- **Lista de repuestos**

- Válvula reguladora de caudal
- Porta muestras
- Cámara de inflamabilidad
- Soporte horizontal
- Puerta frontal
- Manómetro
- Cilindro de gas
- Electroválvula 0.25in, 0-0.7MPa
- Soporte de electroválvula
- Tornillo regulador del soporte de electroválvula
- Placa base del soporte de electroválvula
- Panel de control
- Mechero bunsen de 9.5mm
- Chimenea
- Ventana lateral
- Base metálica
- Manguera de alta presión para gas
- Bisagras
- Cronómetro

- **Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos**

Cámara de inflamabilidad horizontal

ANEXO 5.

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

Parámetros de diseño

Las condiciones y parámetros necesarios son extractos de la Norma ISO 3795-2, estos factores garantizan que los resultados sean correctos y confiables ya que representan las mejores condiciones de ensayo.

Los materiales utilizados en el interior de las carrocerías deben tener una velocidad de combustión baja o aproximadamente cero, bajo la acción de una llama pequeña.

El grosor de los materiales o partes a ensayar, individualmente o en combinación, no deben ser mayor a 13 mm; deben tener una sección constante y deben cumplir con las dimensiones como se muestran en la Figura 47, de tal manera que encajen en el porta muestras sin ningún esfuerzo al introducir o retirar la muestra.

Los materiales conectados mediante cosido, soldadura de alta frecuencia, remachado, etc. También conocidos como conexiones de forma intermitente no son considerados como materiales compuestos.

La muestra debe exponerse a una llama de baja energía durante un periodo de tiempo de 15 s, la misma que debe disponerse en el extremo libre de la muestra. La cámara de combustión debe ser de preferencia de acero inoxidable [57].

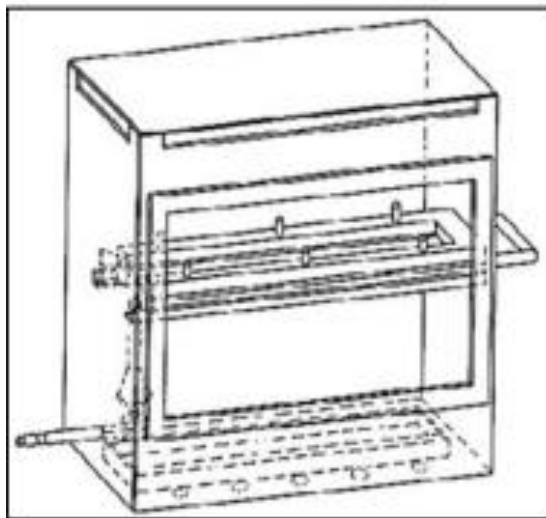


Figura 47. Ejemplo de cámara de combustión con soporte de muestra y bandeja de goteo.

La ventana de observación debe encontrarse en la parte frontal de la cámara, tiene que ser resistente a las llamas y donde se puede acceder para la limpieza.

Debe existir agujeros de ventilación en la parte inferior de la cámara de combustión y por la parte superior se debe encontrar una ranura de ventilación.

La altura a la que se debe colocar el equipo es a cuatro pies desde el suelo y 10 mm, respecto a la superficie de apoyo [57].

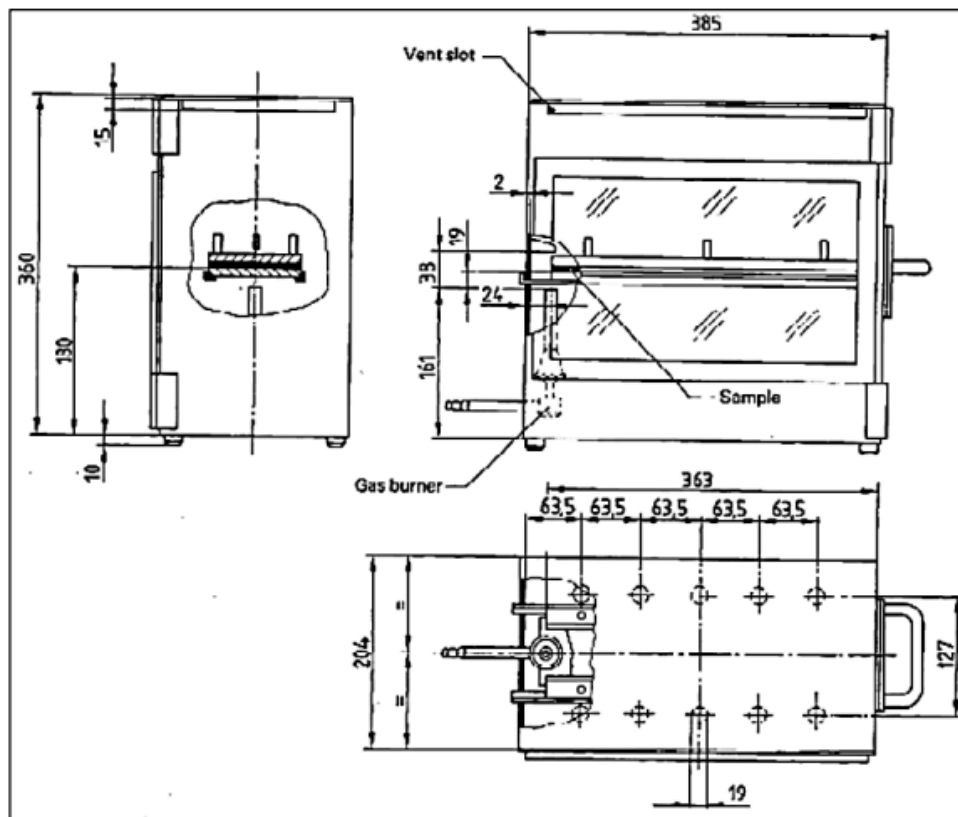


Figura 48. Ejemplo de cámara de combustión.

Se puede implementar una ranura para la introducción del porta muestras y en el extremo opuesto debe tener el orificio para la alimentación del combustible GLP.

La bandeja de recolección del material fundido se debe situar en el fondo de la cámara, de tal manera que se encuentre entre los orificios de ventilación sin cubrir ninguno de estos.

El porta muestras consta de dos placas o marcos de metal resistente a la corrosión en forma de U.

La placa inferior de la porta probetas tiene pasadores mientras que la superior contiene unos orificios donde traspasan dichos pasadores. El borde frontal del porta muestras debe tener una separación de 22 mm desde el extremo de la cámara. La separación de los lados longitudinales del porta muestras con respecto a los lados de la cámara debe ser de 50 mm.

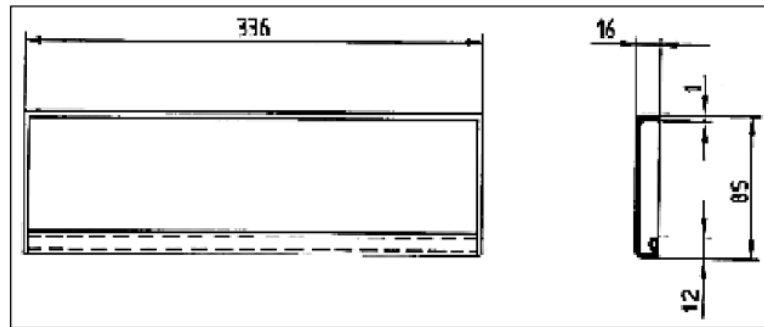


Figura 49. Bandeja de goteo típica.

La fuente de ignición debe ser a través de un mechero Bunsen con diámetro interno de 9.5 mm y debe estar ubicado dentro de la cámara de combustión a 19 mm por debajo del centro del borde inferior del extremo abierto de la muestra [57].

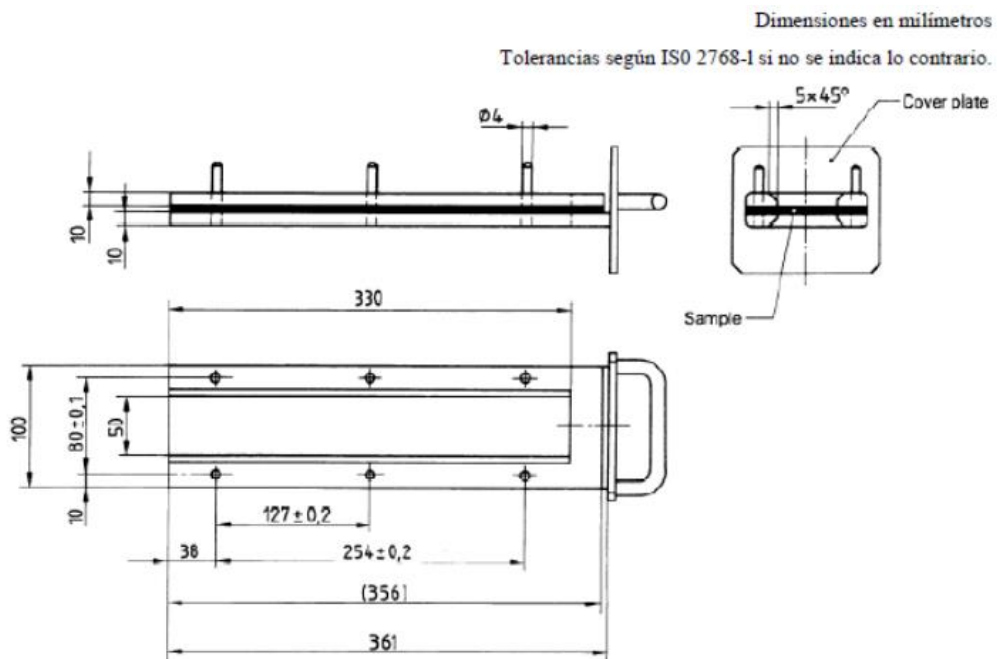


Figura 50. Ejemplo de porta muestras.

El combustible debe ser un gas con poder calorífico de 38 MJ/m³ aproximadamente y para la medición del tiempo se debe usar un cronómetro con una precisión de 0.5s.

Previamente a la realización de las pruebas se toma mediciones de la velocidad vertical del aire de la campana extractora; la cual se realiza a 100 mm delante y detrás de la cámara de combustión y deberá estar a 0.1 m/s y 0.3 m/s

La altura de la llama debe ser de 38 mm y antes de la primera prueba se deja la llama encendida por 1 minuto con el fin de estabilizarla.

La muestra y la llama deben estar en contacto durante 15 s.

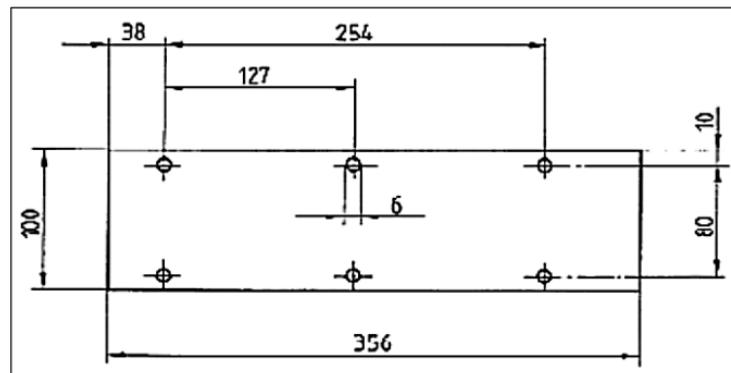


Figura 51. Dimensiones de las muestras.

Antes de continuar con la siguiente prueba se debe asegurar que la cámara de combustión y el porta muestras no excedan de 30 °C.

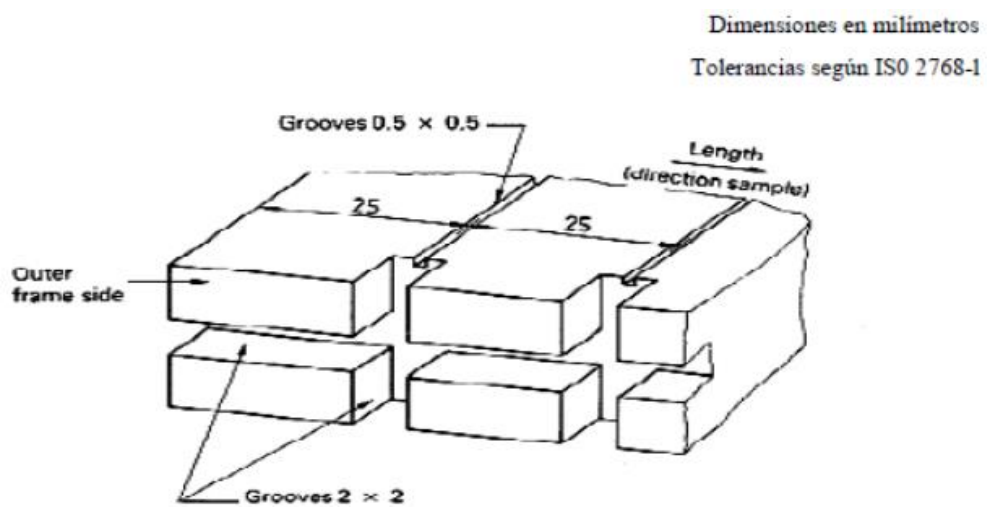


Figura 52. Ejemplo de sección de diseño de bastidor en U inferior para instalaciones de soporte de cables.

Tolerancias dimensionales

Realizar el cálculo para dos sistemas eje-agujero que se encuentran en la estructura de la cámara de inflamabilidad, de tal manera que se ha seleccionado dos calidades más comunes y utilizadas según la designación ISO, para obtener un ajuste con juego grande ya que el material podría tender a dilatarse con el intercambio de calor.

Tabla 40. Ajustes más comúnmente utilizados en el sistema ISO.

Tabla 15.2.		AJUSTES PRINCIPALES		Características externas (posición)	Características internas y calidad de las características externas					
					H 6	H 7	H 8	H 9	H 11	
		UTILIZAR DE PREFERENCIA LOS DE LOS CÍRCULOS								
AJUSTES CON JUEGO	JUEGO GRANDE	Ensamblajes cuyo funcionamiento requiere juego amplio por dilataciones, mal alineamiento, cojinetes grandes, etc.		c				9	11	
				d				9	(11)	
	JUEGO MEDIANO	Piezas que giran o deslizan con una buena lubricación.		e		7	(8)	(9)		
				f	6	6-7	(7)			
JUEGO PEQUEÑO	Piezas con guía exacta y movimientos de pequeña amplitud.		g	5	(6)					
AJUSTE EXACTO				h	(5)	(6)	(7)	(8)		
AJUSTES CON INTERFERENCIA	INTERFERENCIA PEQUEÑA	El ensamble se puede hacer a mano, la unión no puede transmitir esfuerzos. Se puede montar y desmontar.		Ensamble a mano		js	(5)	6		
						k	(5)			
	INTERFERENCIA MEDIANA	Imposible desmontar sin deterioro. La unión puede transmitir esfuerzos.		Ensamble a mano auxiliándose de un mazo		m		6		
						p		6		
	INTERFERENCIA GRANDE	Imposible desmontar sin deterioro. La unión puede transmitir esfuerzos.		Ensamble a prensa		s			7	
				Ensamble a prensa o por dilatación (verificar los esfuerzos internos).		u			7	
x								7		
				z			7			

En la Tabla 40, se muestra el valor numérico de la tolerancia para un diámetro nominal de 100 mm con una calidad de 9, como la calidad es la misma tanto para el eje como para el agujero, se tiene una tolerancia de 87 μm .

Tabla 41. Tolerancia de medida para eje [16].

Tolerancias de medida			ZONAS DE TOLERANCIA.—Valores en micras ($1\mu = 0,001\text{ mm}$)										TABLA 6 · 8	
N.º de calidad	Serie de tolerancias fundamentales	Unidades de tolerancia <i>i</i>	De 1,6 a 3	Más de 3 a 6	Más de 6 a 10	Más de 10 a 18	Más de 18 a 30	Más de 30 a 50	Más de 50 a 80	Más de 80 a 120	Más de 120 a 180	Más de 180 a 250		
1	IT - 1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	3	4	5		
2	IT - 2	1,6	2	2	2	2	2	3	3	4	5	7		
3	IT - 3	2,5	3	3	3	3	4	4	5	6	8	10		
4	IT - 4	4	4	4	4	5	6	7	8	10	12	14		
5	IT - 5	6,4	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20		
6	IT - 6	10	7	8	9	11	13	16	19	22	25	29		
7	IT - 7	16	9	12	15	18	21	25	30	35	40	46		
8	IT - 8	25	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72		
9	IT - 9	40	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115		
10	IT - 10	64	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185		
11	IT - 11	100	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290		
12	IT - 12	160	90	120	150	180	210	250	300	350	400	460		
13	IT - 13	250	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720		
14	IT - 14	400	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150		
15	IT - 15	640	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850		
16	IT - 16	1000	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900		
17	IT - 17	1600	900	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000	4600		
18	IT - 18	2500	1400	1800	2200	2700	3300	3900	4600	5400	6300	7200		

En la Tabla 41, se muestra una desviación superior de -120 um y una inferior de -207 um, un valor que permite tener un ajuste con juego máximo elevado.

Tabla 42. Desviaciones del eje [16].

Tolerancias de medida		ZONAS DE TOLERANCIA RECOMENDADAS EJE ÚNICO										TABLA 8 ₂ · 8	
Tolerancia		DESVIACIONES DEL EJE EN MICRAS											
Tolerancia		Diámetros nominales en mm.											
Serie	Consignación	De 1 a 3	Más de 3 a 6	Más de 6 a 10	Más de 10 a 18	Más de 18 a 30	Más de 30 a 50	Más de 50 a 80	Más de 80 a 120	Más de 120 a 180	Más de 180 a 250		
IT - 8	d 8	- 20	- 30	- 40	- 50	- 65	- 80	- 100	- 120	- 145	- 170		
		- 34	- 48	- 62	- 77	- 98	- 119	- 146	- 174	- 208	- 242		
	e 8	- 14	- 20	- 25	- 32	- 40	- 50	- 60	- 72	- 85	- 100		
		- 28	- 38	- 47	- 59	- 73	- 89	- 106	- 126	- 148	- 172		
	f 8	- 7	- 10	- 13	- 16	- 20	- 25	- 30	- 36	- 43	- 50		
		- 21	- 28	- 35	- 43	- 53	- 64	- 76	- 90	- 106	- 122		
IT - 9	h 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		- 14	- 18	- 22	- 27	- 33	- 39	- 48	- 54	- 63	- 72		
	j 8	+ 7	+ 9	+ 11	+ 14	+ 17	+ 20	+ 23	+ 27	+ 32	+ 36		
		- 7	- 9	- 11	- 13	- 16	- 19	- 23	- 27	- 31	- 36		
	k 8	+ 14	+ 18	+ 22	+ 27	+ 33	+ 39	+ 46	+ 54	+ 63	+ 72		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
IT - 9	d 9	- 20	- 30	- 40	- 50	- 65	- 80	- 100	- 120	- 145	- 170		
		- 45	- 60	- 75	- 93	- 117	- 142	- 174	- 207	- 243	- 285		
	e 9	- 14	- 20	- 25	- 32	- 40	- 50	- 60	- 72	- 85	- 100		
		- 39	- 50	- 61	- 75	- 92	- 112	- 134	- 159	- 185	- 215		
	h 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		- 25	- 30	- 36	- 43	- 52	- 62	- 74	- 87	- 100	- 115		
IT - 9	j 9	+ 13	+ 15	+ 18	+ 22	+ 26	+ 31	+ 37	+ 44	+ 50	+ 58		
		- 12	- 15	- 18	- 21	- 26	- 31	- 37	- 43	- 50	- 57		
IT - 9	k 9	+ 25	+ 30	+ 36	+ 43	+ 52	+ 62	+ 74	+ 87	+ 100	+ 115		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

En la Tabla 42, se muestra una desviación superior de 87 um y una inferior de 0 um para el agujero teniendo una tolerancia superior e inferior de 100.

Tabla 43. Desviaciones de los agujeros [16].

Tolerancias de medida		ZONAS DE TOLERANCIA RECOMENDADAS AGUJERO ÚNICO										TABLA 7 ₂ - 8	
DESVIACIONES DEL AGUJERO EN MICRAS													
Tolerancia		Diámetros nominales en mm.											
Serie	Consignación	De 1 a 3	Más de 3 a 6	Más de 6 a 10	Más de 10 a 18	Más de 18 a 30	Más de 30 a 50	Más de 50 a 80	Más de 80 a 120	Más de 120 a 180	Más de 180 a 250		
IT 8	D 8	+ 20 + 34	+ 30 + 48	+ 40 + 62	+ 50 + 77	+ 65 + 98	+ 80 + 119	+ 100 + 146	+ 120 + 174	+ 145 + 208	+ 170 + 242		
	E 8	+ 14 + 28	+ 20 + 38	+ 25 + 47	+ 32 + 59	+ 40 + 73	+ 50 + 89	+ 60 + 106	+ 72 + 126	+ 85 + 148	+ 100 + 172		
	F 8	+ 7 + 21	+ 10 + 28	+ 13 + 35	+ 16 + 43	+ 20 + 53	+ 25 + 64	+ 30 + 76	+ 36 + 90	+ 43 + 106	+ 50 + 122		
	H 8	0 + 14	0 + 18	0 + 22	0 + 27	0 + 33	0 + 39	0 + 46	0 + 54	0 + 63	0 + 72		
	J 8	- 7 + 7	- 9 + 9	- 10 + 12	- 12 + 15	- 13 + 20	- 15 + 24	- 18 + 28	- 20 + 34	- 22 + 41	- 25 + 47		
	K 8			- 16 + 6	- 19 + 8	- 23 + 10	- 27 + 12	- 32 + 14	- 38 + 16	- 43 + 20	- 50 + 22		
	M 8			- 21 + 1	- 25 + 2	- 29 + 4	- 34 + 5	- 41 + 5	- 48 + 6	- 55 + 8	- 63 + 9		
	N 8	- 15 - 1	- 20 - 2	- 25 - 3	- 30 - 3	- 36 - 3	- 42 - 3	- 50 - 4	- 58 - 4	- 67 - 4	- 77 - 5		
IT - 9	D 9	+ 20 + 45	+ 30 + 60	+ 40 + 76	+ 50 + 93	+ 65 + 117	+ 80 + 142	+ 100 + 174	+ 120 + 207	+ 145 + 245	+ 170 + 285		
	E 9	+ 14 + 39	+ 20 + 50	+ 25 + 61	+ 32 + 75	+ 40 + 92	+ 50 + 112	+ 60 + 134	+ 72 + 159	+ 85 + 185	+ 100 + 215		
	H 9	0 + 25	0 + 30	0 + 36	0 + 43	0 + 52	0 + 62	0 + 74	0 + 87	0 + 100	0 + 115		
	J 9	- 13 + 12	- 15 + 15	- 18 + 18	- 21 + 22	- 26 + 26	- 31 + 31	- 37 + 37	- 44 + 43	- 50 + 50	- 58 + 57		

En la Tabla 43, se muestra la tolerancia para este sistema, con una calidad de 11 se tiene 75 um, esta calidad corresponde a una fabricación poco esmerada, lo que significa que el acabado no necesita ser de alta precisión ni exactitud.

Tabla 44. Tolerancia de medida para agujero [16].

Tolerancias de medida			ZONAS DE TOLERANCIA. – Valores en micras ($1 \mu = 0,001 \text{ mm}$)										TABLA 6 · 8	
N.º de calidad	Serie de tolerancias fundamentales	Unidades de tolerancia <i>i</i>	De	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	
			1,6 a 3	3 a 6	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250		
1	IT - 1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	3	4	5		
2	IT - 2	1,6	2	2	2	2	2	3	3	4	5	7		
3	IT - 3	2,5	3	3	3	3	4	4	5	6	8	10		
4	IT - 4	4	4	4	4	5	6	7	8	10	12	14		
5	IT - 5	6,4	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20		
6	IT - 6	10	7	8	9	11	13	16	19	22	25	29		
7	IT - 7	16	9	12	15	18	21	25	30	35	40	46		
8	IT - 8	25	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72		
9	IT - 9	40	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115		
10	IT - 10	64	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185		
11	IT - 11	100	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290		
12	IT - 12	160	90	120	150	180	210	250	300	350	400	460		
13	IT - 13	250	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720		
14	IT - 14	400	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150		
15	IT - 15	640	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850		
16	IT - 16	1000	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900		
17	IT - 17	1600	900	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000	4600		
18	IT - 18	2500	1400	1800	2200	2700	3300	3900	4600	5400	6300	7200		

En la Tabla 44, se muestran las desviaciones para el eje, donde la superior es -30 um y la inferior es -105 um

Tabla 45. Desviaciones del eje [16].

Tolerancias de medida		ZONAS DE TOLERANCIA RECOMENDADAS EJE ÚNICO										TABLA 8 · 8	
DESVIACIONES DEL EJE EN MICRAS													
Tolerancia		Diámetros nominales en mm.											
Serie	Consig-nación	De 1	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de	Más de		
		a 3	3 a 6	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250		
IT - 11	d 11	- 20	- 30	- 40	- 50	- 65	- 80	100	- 120	- 145	- 170		
		- 80	- 105	- 130	- 160	- 185	- 240	- 290	- 340	- 395	- 460		
	h 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		- 60	- 75	- 90	- 110	- 130	- 160	- 190	- 220	- 250	- 290		
j 11	+ 30	+ 38	+ 45	+ 55	+ 65	+ 80	+ 95	+ 110	+ 125	+ 145			
	- 30	- 37	- 45	- 55	- 65	- 80	- 95	- 110	- 125	- 145			
k 11	+ 60	+ 75	+ 90	+ 110	+ 130	+ 160	+ 190	+ 220	+ 250	+ 290			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

En la Tabla 45, se muestran las desviaciones para el agujero donde la superior es de 75 um y la inferior de 0 um.

El rango de juego de este sistema eje-agujero va de 0.18mm a 0.03mm, estos valores son importantes para el diseño de los porta muestras, ya que garantizan un ensamblaje adecuado de sus partes.

Tabla 46. Desviación del agujero [16].

Tolerancias de medida		ZONAS DE TOLERANCIA RECOMENDADAS AGUJERO ÚNICO									TABLA 7. 8	
DESVIACIONES DEL AGUJERO EN MICRAS												
Tolerancia		Diámetros nominales en mm.										
Serie	Consignación	De 1 a 3	Más de 3 a 6	Más de 6 a 10	Más de 10 a 18	Más de 18 a 30	Más de 30 a 50	Más de 50 a 80	Más de 80 a 120	Más de 120 a 180	Más de 180 a 250	
IT - 11	D 11	+ 20 + 80	+ 30 + 100	+ 40 + 130	+ 50 + 160	+ 65 + 195	+ 80 + 240	+ 100 + 290	+ 120 + 340	+ 145 + 395	+ 170 + 460	
	H 11	0 + 60	0 + 75	0 + 90	0 + 110	0 + 130	0 + 160	0 + 190	0 + 220	0 + 250	0 + 290	
	J 11	- 30 + 30	- 38 + 37	- 45 + 45	- 55 + 55	- 65 + 65	- 80 + 80	- 95 + 95	- 110 + 110	- 125 + 125	- 145 + 145	

- **Instrucciones de montaje**

La cámara de inflamabilidad se debe ubicar a una altura de 4 pies (1.2 m) con respecto del lugar donde va a estar instalada la máquina. Los soportes que tiene la cámara de inflamabilidad en su base deben ser de 10 mm, ya que estos sirven para la toma de aire que disponen los agujeros que se ubican en la parte inferior de la cámara de inflamabilidad. Los soportes son de caucho antideslizante, que cumplen la función de absorber las vibraciones al momento de ensayar probetas [57]



Figura 53. Ubicación de la cámara de inflamabilidad.

- **Instrucciones de funcionamiento**

Sistema de ignición electrónico

El sistema de ignición electrónico cuenta de dos componentes los cuales son:

- Módulo de encendido electrónico
- Soporte de bujías emisoras de chispa

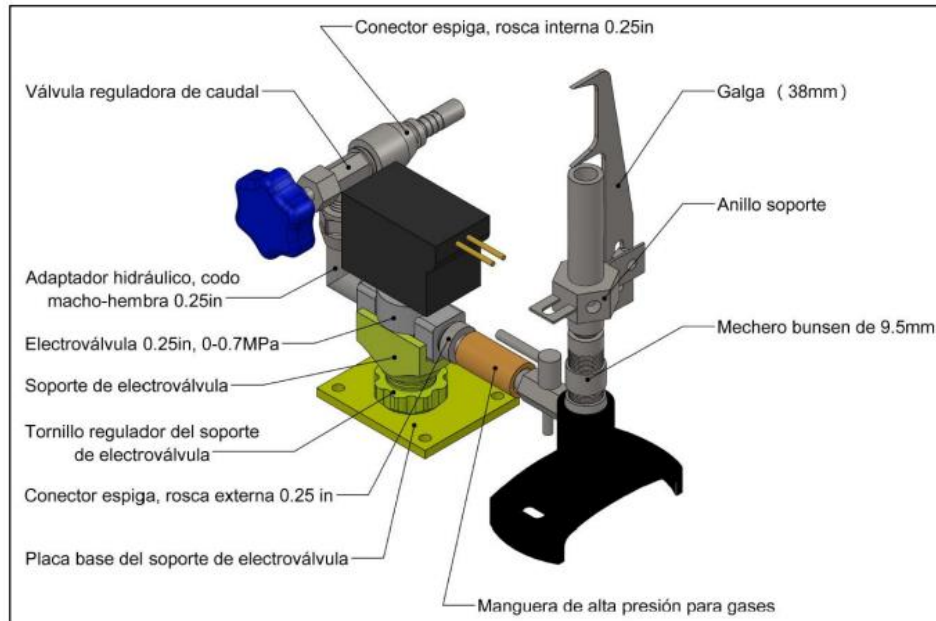


Figura 54. Sistema de regulación de caudal del combustible.

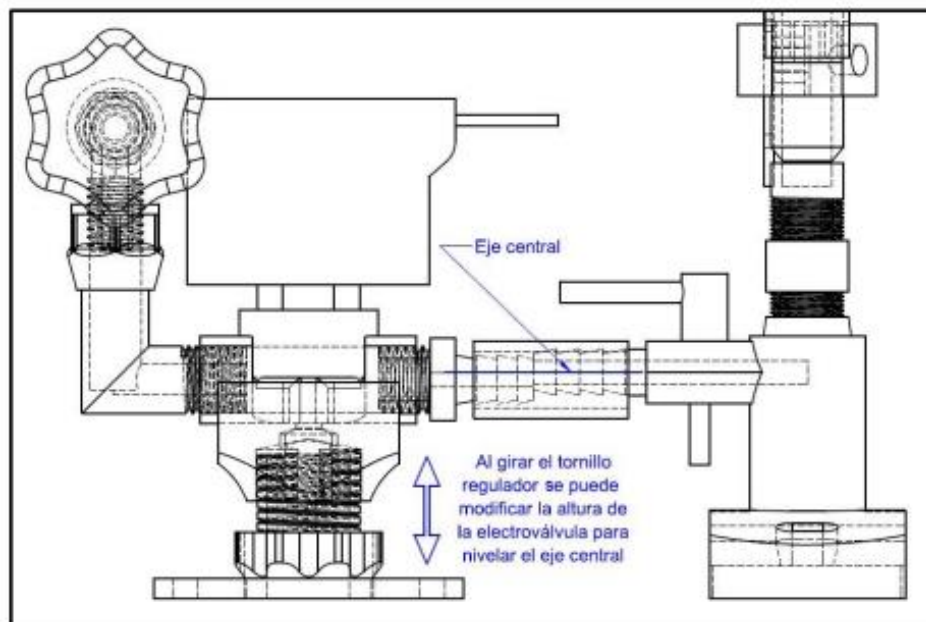


Figura 55. Función del tornillo regulador [57].

Módulo de encendido electrónico

Los módulos de ignición electrónica generan una chispa adecuada gracias a la configuración de las bujías emisoras de chispa que poseen, alimentados con un voltaje correspondiente a 3 V, el que se consigue conectando en serie dos pilas alcalinas de 1.5 V cada una.

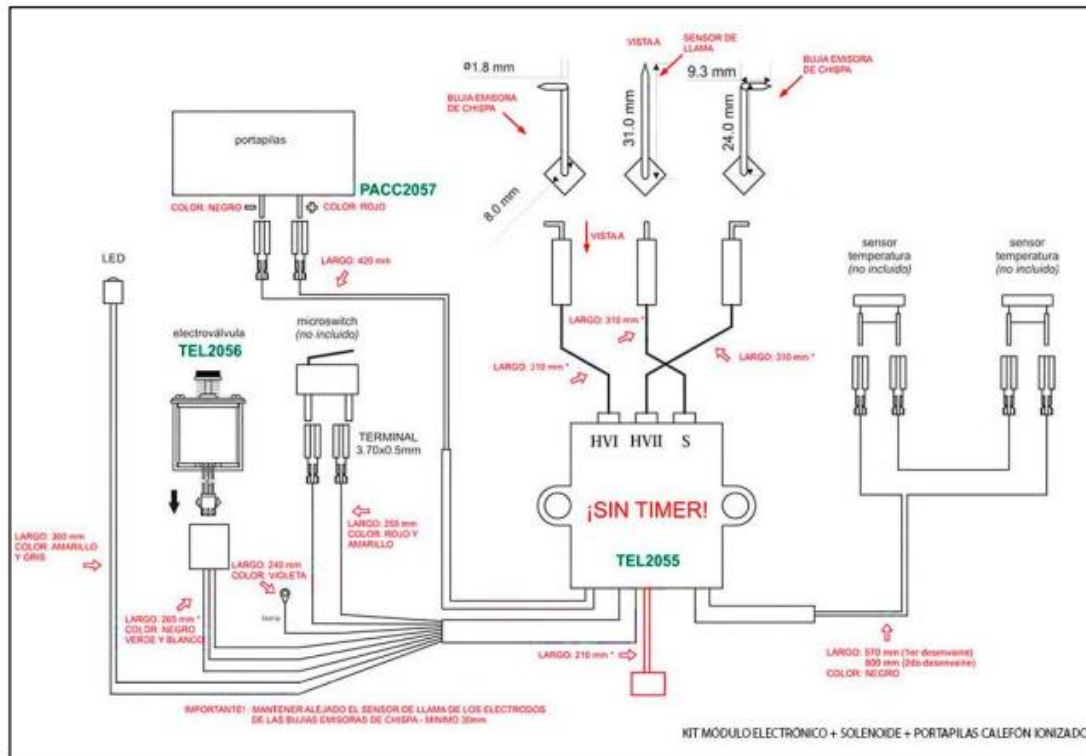


Figura 56. Módulo de encendido electrónico.

En la Figura se muestra un diagrama con una serie de pines o conectores que se utiliza para generar la chispa de ignición del combustible, donde se representa los dos cables de alimentación positivo (amarillo) y negativo (negro). No obstante, en el diagrama se representa el cable positivo de color rojo, esto varía dependiendo el fabricante.

El cable de puesta a tierra (violeta) ayuda con la protección de los elementos electrónicos y drena las cargas estáticas, los cables (rojo y amarillo) conectan el micro switch el cual permite el paso de corriente a las bujías emisoras de chispa, este elemento es un interruptor normalmente cerrado. Finalmente, los cables (gris y amarillo) están conectados a un led que permite visualizar la carga de las baterías y se enciende cuando se activa el micro switch. De los puertos HVI y HVII salen los

conductores hacia las bujías emisoras de chispa, en este caso no es necesario utilizar el sensor de llama ya que al dejar de presionar el micro switch este suspende el paso de corriente a dichos elementos [57].

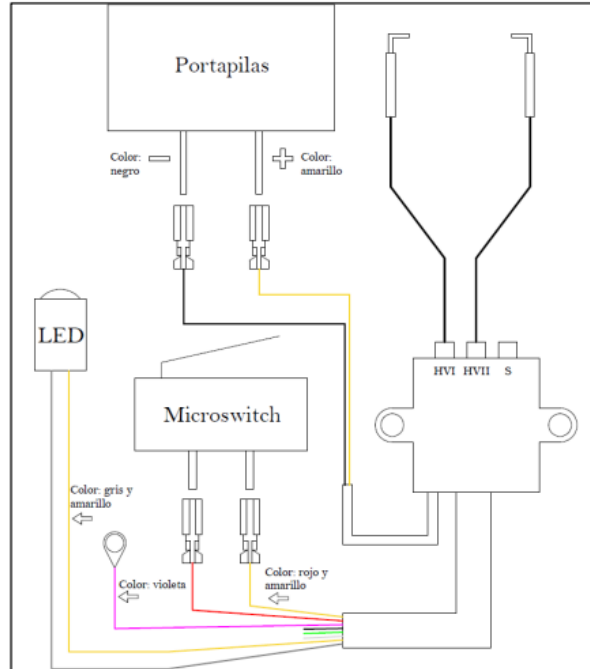


Figura 57. Compuertas utilizadas del diagrama del módulo de encendido electrónico.

Circuito electrónico.

El circuito electrónico, es el encargado de la parte de control, donde los botones (+) Seg, (-) Seg, Gas on (abrir electroválvula) y reset se encuentran con la conexión en PULL_DOWN, mientras que el botón de start se encuentra en PULL_UP. Cabe mencionar que este último botón es el final de carrera que actúa como un pulsador normalmente abierto.

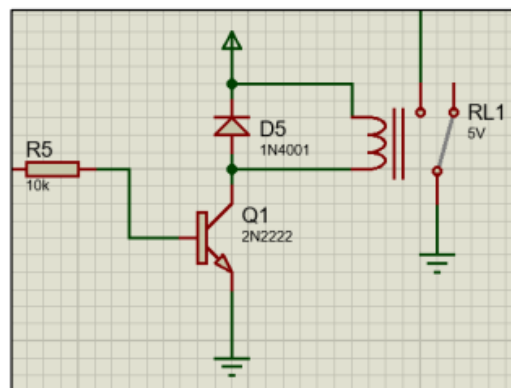


Figura 58. Simulación del módulo relé de 5V.

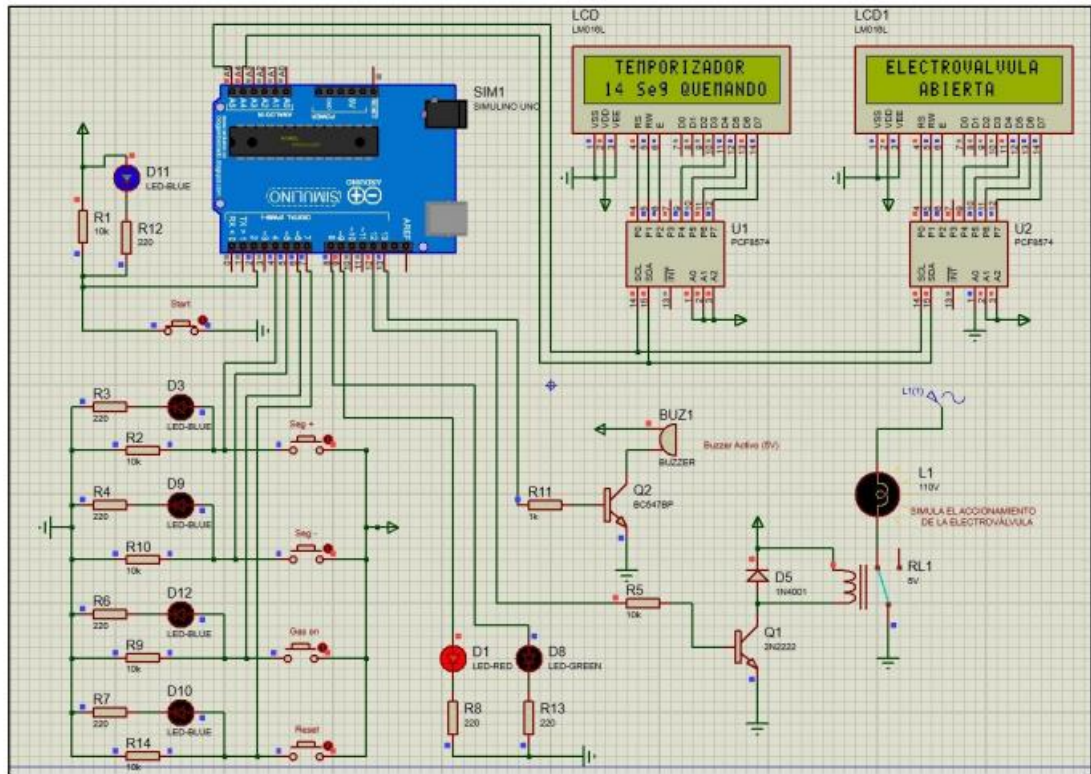


Figura 59. Circuito electrónico.

En la Figura anterior, la lámpara simula ser la electroválvula y la simulación del módulo relé del Arduino de 5V se muestra en la Figura a continuación. Este módulo relé es implementado en el circuito y contiene una serie de resistencias, diodos y transistor que permiten su correcto funcionamiento y con el fin de conseguir una correcta simulación se lo replicó en el software.

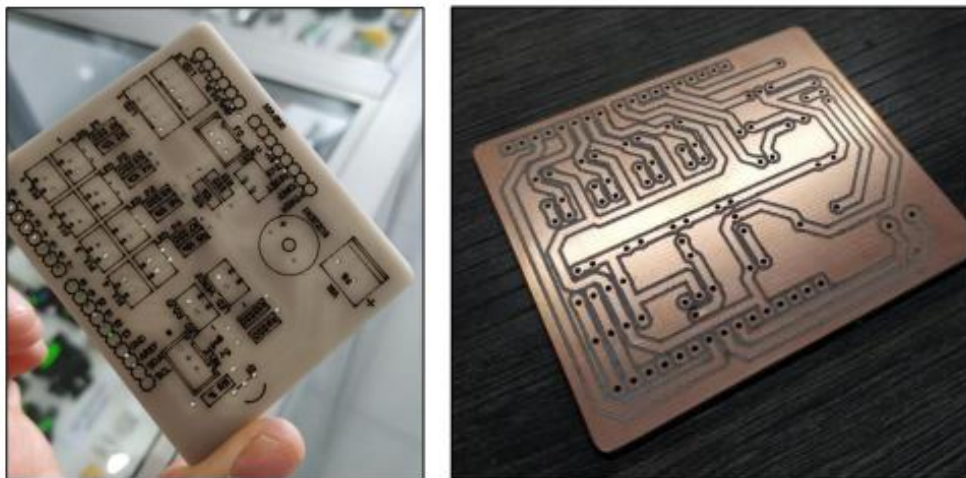


Figura 60. Parte superior y posterior de la PCB sin componentes soldados.

Para este circuito se construyó una placa de circuito impreso o PCB, tipo shield, la cual es una placa modular que es capaz de superponerse sobre el Arduino para dar mayor accesibilidad y reducir el espacio de trabajo [57].

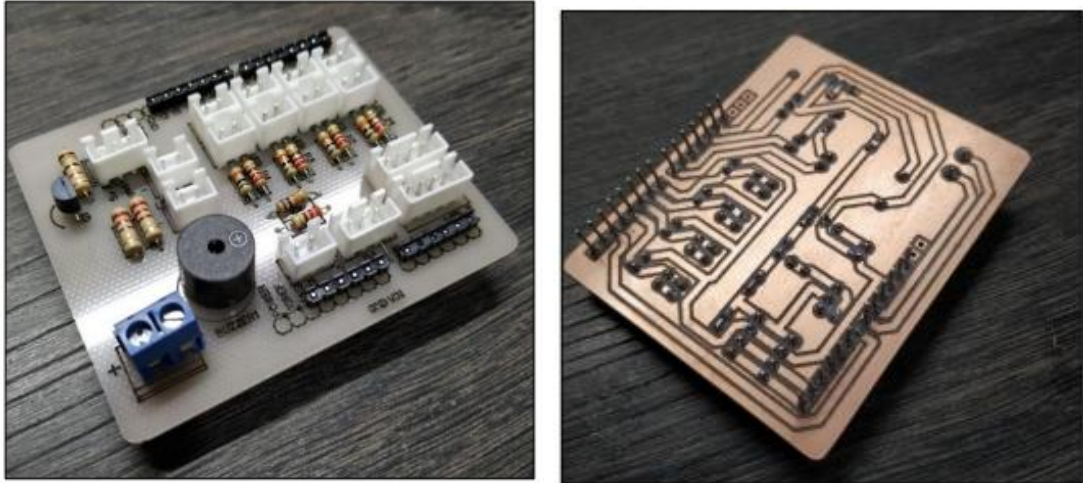


Figura 61. Parte superior y posterior de la PCB con componentes soldados.

- **Normas de Seguridad**

Utilizar el equipamiento adecuado para realizar las pruebas.

Durante la prueba, este equipo debe estar conectado a tierra para evitar reacciones electrostáticas.

Al conectar la fuente de aire, se debe prestar atención a la tubería de aire para detectar fugas de aire.

Tener la experiencia y los conocimientos necesarios para hacer uso de la cámara [57].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Después de la prueba, elimine los residuos de combustión a tiempo para mantener limpio el equipo.

Rocíe aceite antioxidante sobre la superficie de este equipo con regularidad para evitar la oxidación y la corrosión después de mucho tiempo.

Inyecte regularmente lubricante en las partes de transmisión de este equipo para garantizar que cada prueba se pueda realizar sin problemas [57].

3.3.4. Cámara de Inflamabilidad Vertical

➤ **Ficha Técnica**

Tabla 47. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad vertical.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-CV		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	04	Máquina	x	Equipo		Herramienta	
		 					
		CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL					
		CÓDIGO:			DP80-CV01-A		
		MARCA:			Tesis UTA		
		ESTADO:			Descontinuado		

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	-	AÑO:	2018
DIMENSIONES:	760 x 330 x 330 mm	VOLTAJE:	110 V
PESO:	26.82 kg	AMPERAJE:	2 A
COLOR:	Gris	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Válvula reguladora		Mechero Bunsen	
Porta probetas		Manguera de GLP	
Escalímetro		Bisagra de puerta	
Base de mechero		Manija de puerta	
Cámara de inflamabilidad		Pinzas de sujeción	
Manómetro		Seguro de la puerta	
Cilindro de GLP		Brazo de entrada	
Soporte horizontal de la porta probeta		Base	
Tren regulador		Válvula de aguja	
Porta electrodos		Chimenea	
FUNCIÓN:	Determinar las velocidades de combustión comparativa y la resistencia a la combustión de textiles, plásticos y otros materiales para interiores de automóviles, carrocerías y maquinaria.		

➤ **Documentos Comerciales**



Laboratorio de Investigación Mecánica - LIM UTA

172 Me gusta · 188 seguidores

WhatsApp

Mensaje

Me gusta

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA

CONTACTOS

SERVICIO TÉCNICO

Ingeniero Mecánico: Christian Pérez

Teléfono: 0979348346

E-mail: cs.perez@uta.edu.ec

Ingeniero Mecánico: Gonzalo Naranjo

Teléfono: 0998839629

E-mail: ge.naranjo@uta.edu.ec

INFORMACIÓN

Teléfono: 0984232282

E-mail: lim@uta.edu.ec

Categorías

Servicio de ingeniería

Información de contacto

Avenida de los Chasquis, Ambato, Ecuador, Ambato, Ecuador
Dirección

099 820 1111
Celular

lim@uta.edu.ec
Correo electrónico

Información básica

★ Aún sin calificación (0 opiniones)

Figura 62. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad vertical [58].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 48. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad vertical.

Código	<i>DP80-CV01-A</i>
Marca	<i>Tesis UTA</i>
Estado	<i>Descontinuado</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Modelo	<i>Steam/Heating Unit Dat Tech</i>

Dimensiones	<i>760 x 330 x 330 mm</i>
Peso	<i>26.82 kg</i>
Color	<i>Gris</i>
Año	<i>2018</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Voltaje	<i>110 V</i>
Amperaje	<i>2 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>
Material	<i>Acero Inoxidable</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

Condiciones de ensayo

- Temperatura ambiente: 20 – 23°C

Material de probeta

- Pranna Poliéster
- Expandible
- Material a base de vinilo para piso
- Poliuretano flexible
- Poliuretano rígido 70
- Fibra de vidrio
- Numero de probetas: 60
- Poder calorífico del combustible: 38MJ/m³ (GLP)
- Altura de llama: 38mm
- Tiempo de prueba: 12 segundos ± 2
- Tiempo de estabilización de la llama: 1 minuto
- Distancia Quemador – Probeta: 19mm [59].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Válvula reguladora
- Porta probetas
- Escalímetro
- Base de mechero

- Cámara de inflamabilidad
 - Manómetro
 - Cilindro de GLP
 - Soporte horizontal de la porta probeta
 - Tren regulador
 - Porta electrodos
 - Porta mechero
 - Porta muestras
 - Soporte horizontal
 - Sistema de control
 - Eje de porta mechero
 - Camisa
 - Mordaza
 - Clavija
 - Puerta frontal
 - Mechero Bunsen
 - Manguera de GLP
 - Bisagra de puerta
 - Manija de puerta
 - Pinzas de sujeción
 - Seguro de la puerta
 - Brazo de entrada
 - Base
 - Válvula de aguja
 - Chimenea
- **Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos**

Cámara de inflamabilidad vertical

ANEXO 6.

Código de programación del sistema

ANEXO 7.

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

Ensayo utilizado para medir la propagación de llama vertical en textiles utilizados en el interior de las carrocerías. En esta prueba se coloca las probetas en orientación vertical a una llama para determinar la velocidad de propagación [58].

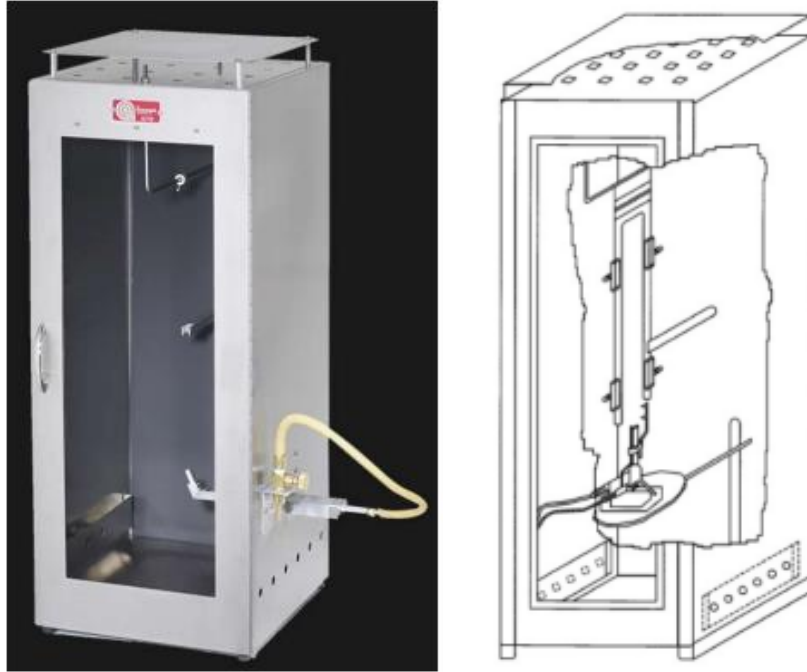


Figura 63. Equipo de inflamabilidad vertical [59].

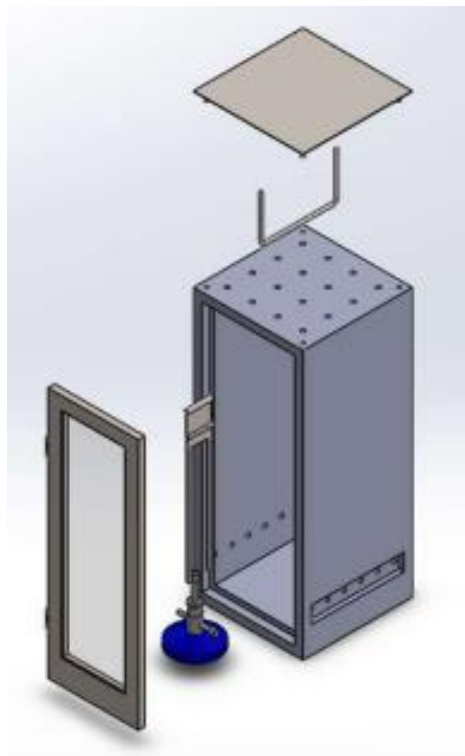


Figura 64. Elementos de la reingeniería de la cámara de inflamabilidad vertical.

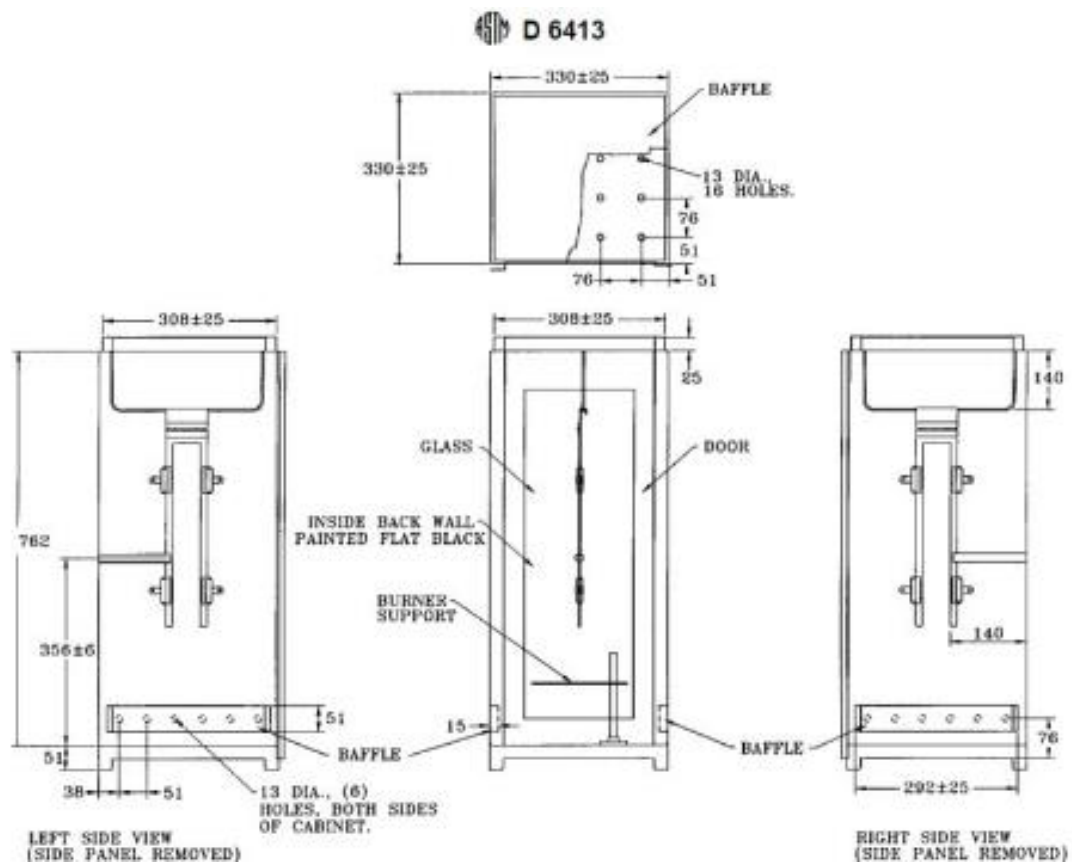


Figura 65. Detalle de construcción de porta-muestra según norma ASTM D6413.

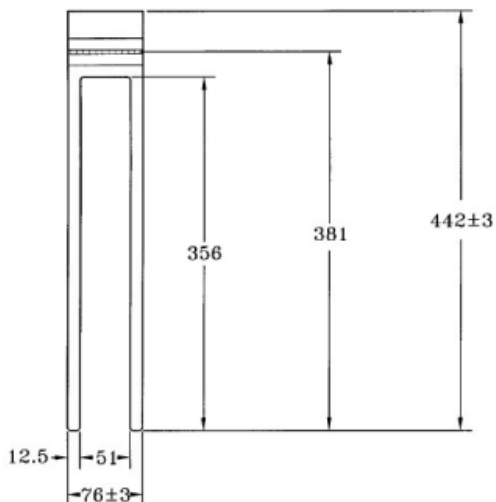


Figura 66. Porta probetas en acero inoxidable AISI 304.

- **Instrucciones de funcionamiento**

Verificar los elementos de seguridad

Verificar que se dispone del EPP adecuado para manipular el equipo.

Verificar que no existan otros elementos mecánicos que afecten en el funcionamiento del equipo [58].

Preparar el elemento a quemar

Preparar el espacio de trabajo siguiendo las normas de seguridad e higiene.

Verificar que el mechero y el recoge escoria se encuentren perfectamente ubicados.



Inspeccionar que la muestra se encuentre correctamente sujeta al porta muestras.



Encender el mechero y dejar estabilizar la llama durante 1 minuto.



Medir la longitud de la llama y la distancia del porta muestras al quemador, como nos indica la norma ASTM D6413.



Colocar de manera manual y adecuada la muestra a ensayarse en el porta muestras [58]



Realización de la prueba de inflamabilidad

Colocar el porta muestras en los soportes de una manera adecuada.

Cerrar la puerta de la cabina de una manera adecuada para evitar fugas [59].



Sacar el porta muestras una vez finalizada la prueba, utilizando los instrumentos de seguridad [58].



Dejar enfriar la muestra y tomar las medidas obtenidas en la prueba.



Colocar una nueva muestra después que la temperatura de la cabina haya descendido menos de 30°C.



- **Normas de Seguridad**

- Verificar que no existan otros elementos mecánicos que afecten en el funcionamiento del equipo.
- No realizar la prueba sin los EPP necesarios.
- Retirar todos los elementos innecesarios.
- Limpiar el espacio para realizar la prueba de inflamabilidad.
- No iniciar el proceso si se encuentra mal ubicado los componentes.
- Verificar la longitud de la llama y distancia del quemador.
- Evitar sacar el portamuestras y cerrar la válvula de gas.
- Esperar hasta que la temperatura de la cámara sea menos a 30 °C [58].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

La cabina de pruebas de inflamabilidad determina el índice de inflamabilidad de los materiales textiles utilizados en el interior de las carrocerías. Para lo cual es importante:

- Limpiar siempre toda la cámara una vez terminada las pruebas.
- Limpiar con una brocha o franela el polvo o suciedad del banco de pruebas
- Verificar que el mechero se encuentre en perfecto funcionamiento
- Comprobar el apriete de las abrazaderas del mechero y el cilindro de GLP

- Verificar que el vidrio se encuentre en perfecto estado, sin quebraduras
- Verifique el correcto estado de los componentes y verificar que la válvula del GLP se encuentre correctamente colocada
- Limpie el banco de pruebas después de haberlo utilizado.
- Verifique el correcto estado de los componentes.
- Verificar que no se quede restos de GLP en la manguera después de haberlo utilizado
- Verificar que la válvula del GLP y del mechero se encuentren bien cerradas
- Comprobar que las vinchas de sujeción se encuentren en buen estado [58].



Figura 67. Mantenimiento de la cámara de inflamabilidad vertical [59].

3.3.5. Cámara de Inflamabilidad de Juguetes


➤ Ficha Técnica


Tabla 49. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA									
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-CJ				
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01				
FICHA TÉCNICA:	05	Máquina	x	Equipo		Herramienta			
						CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES			
						CÓDIGO:		DP-140CJ01-A	
						MARCA:		Tesis UTA	
						ESTADO:		Descontinuado	

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	-	AÑO:	2021
DIMENSIONES:	965 x 1000 x 800 mm	VOLTAJE:	110 V
PESO:	-	AMPERAJE:	2 A
COLOR:	Negro	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Estabilizador de llama		Cilindro de GLP	
Base fija		Rejilla de soporte	
Gancho piola		Manómetro	
Tapa posterior		Eje acero inoxidable 1/2	
Tapa lateral		Tubo 4 in x 2 mm largo 250mm	
Sujeción de muestras		Caucho esponja 3/4 in	
Tapa frontal		Seguro con llave	
Puerta		vidrios templados	
Tapa base		Cauchos con perno 3/8	
Carro móvil		Manguera 1/2 flexible (por metros)	
FUNCIÓN:	Determinar las velocidades de combustión comparativa y la resistencia a la combustión de textiles, plásticos y otros materiales para la producción de juguetes.		

➤ **Documentos Comerciales**





Laboratorio de Investigación Mecánica - LIM UTA
172 Me gusta · 188 seguidores

WhatsApp Mensaje Me gusta

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA

CONTACTOS

SERVICIO TÉCNICO

Ingeniero Mecánico: Christian Pérez
Teléfono: 0979348346
E-mail: cs.perez@uta.edu.ec

Ingeniero Mecánico: Gonzalo Naranjo
Teléfono: 0998839629
E-mail: ge.naranjo@uta.edu.ec

INFORMACIÓN

Teléfono: 0984232282
E-mail: lim@uta.edu.ec

Categorías

Servicio de ingeniería

Información de contacto

Avenida de los Chasquis, Ambato, Ecuador, Ambato, Ecuador
Dirección

099 820 1111
Celular

lim@uta.edu.ec
Correo electrónico

Información básica

★ Aún sin calificación (0 opiniones)

Figura 68. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 50. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad de juguetes [60].

Código	<i>DP-140CJ01-A</i>
Marca	<i>Tesis UTA</i>
Estado	<i>Descontinuado</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Dimensiones	<i>965 x 1000 x 800 mm</i>

Color	<i>Negro</i>
Año	<i>2021</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Voltaje	<i>110 V</i>
Amperaje	<i>2 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

- Inclinación de la muestra: 45 grados vertical
- Altura de la porta probetas: 600 mm
- Temperatura: 20±5 °C según NTE INEN-ISO 8124-2, apartado 5.1.3.
- Humedad relativa: 65±5% según NTE INEN-ISO 8124-2, apartado 5.1.3 Cámara de acondicionamiento y ensayo.
- Separación de muestra hacia las paredes: 300 mm según NTE INEN-ISO 8124-2, apartado 5.1.3 Cámara de acondicionamiento y ensayo.
- Pre calentamiento de mechero: 2 min según NTE INEN-ISO 8124-2, apartado - 5.1.4 Llama de ensayo.
- Distancia máxima entre el borde superior del área quemada y el punto de aplicación de la llama de ensayo: no debe ser mayor de 70 mm según NTE INEN-ISO 8124-2, apartado 4.2.4 Máscaras de cabeza moldeada.
- Altura máxima de muestra: 520 mm según el ensayo para los juguetes flexibles rellenos con una dimensión máxima superior a 520 mm [60].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Estabilizador de llama
- Base fija
- Gancho piola
- Tapa posterior
- Tapa lateral
- Sujeción de muestras
- Tapa frontal
- Puerta
- Tapa base

- Carro móvil
- Tapa base posterior
- Tapa base superior
- Mechero
- Chimenea
- Cilindro de GLP
- Rejilla de soporte
- Manómetro
- Eje acero inoxidable 1/2
- Tubo 4 in x 2 mm largo 250mm
- Caucho esponja 3/4 in
- Seguro con llave
- vidrios templados
- Cauchos con perno 3/8
- Manguera 1/2 flexible (por metros)
- Bisagra (por metro)
- DriverDrv8825 (morado)
- Arduino MEGA 2560 R3 + cable
- Módulo de reloj RTCDS130724C32 Real Time
- Módulo Final de carrera
- Sensor Inductivo SN04NNPN3
- Sensor capacitivo de temperatura y humedad (Digital)
- Módulo de relé de estado sólido 1 canal
- Lámpara Led

- **Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos**

Cámara de inflamabilidad para juguetes

ANEXO 8.

Código de programación del sistema

ANEXO 9.

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

La norma NTE INEN-ISO 8124- 2, indica que el mechero se debe comprar o fabricar cumpliendo la norma española “UNE-EN ISO 6941 Tejidos textiles, comportamiento al fuego, medición de las propiedades de propagación de la llama de probetas orientadas verticalmente”. La norma UNE-EN ISO 6941 en su apartado 5 hace referencia a los planos de fabricación para construir el mechero a usar en los diferentes ensayos [60].

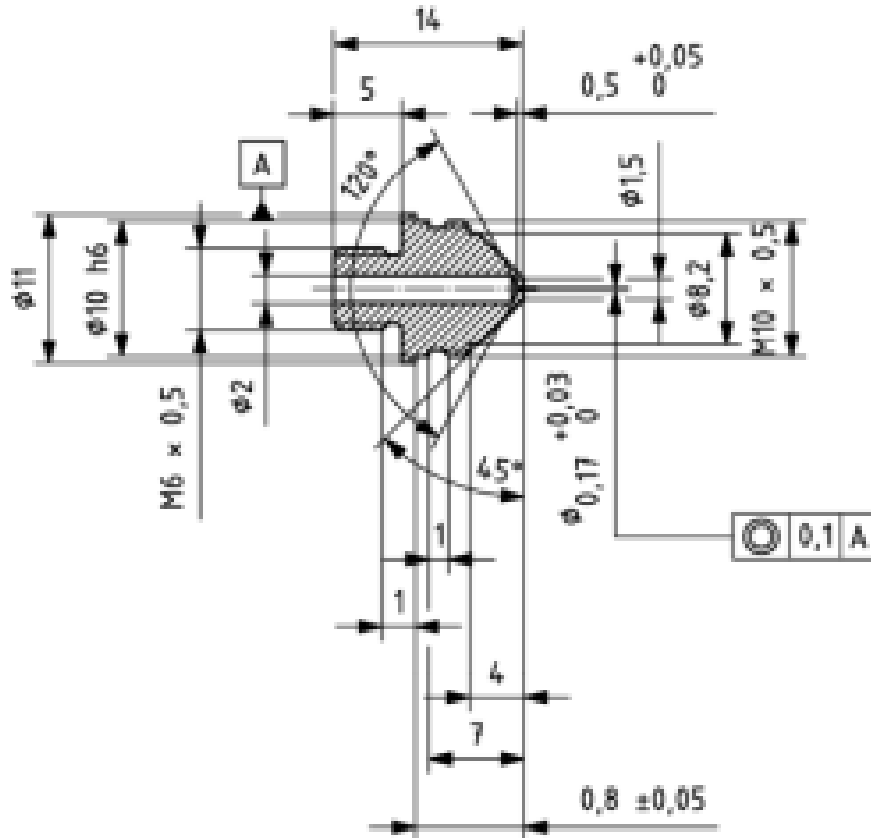


Figura 69. Dimensiones del propulsor de gas [60].

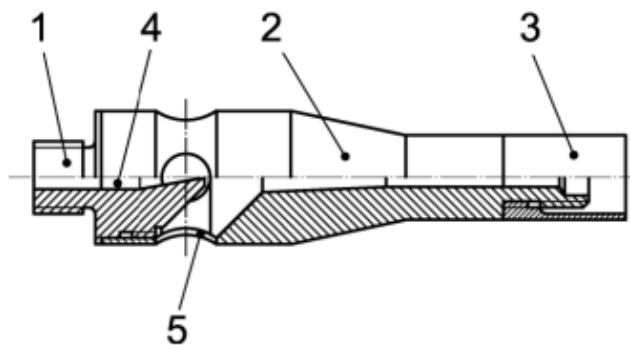


Figura 70. Mechero de gas según UNE-EN ISO 6941 [60].

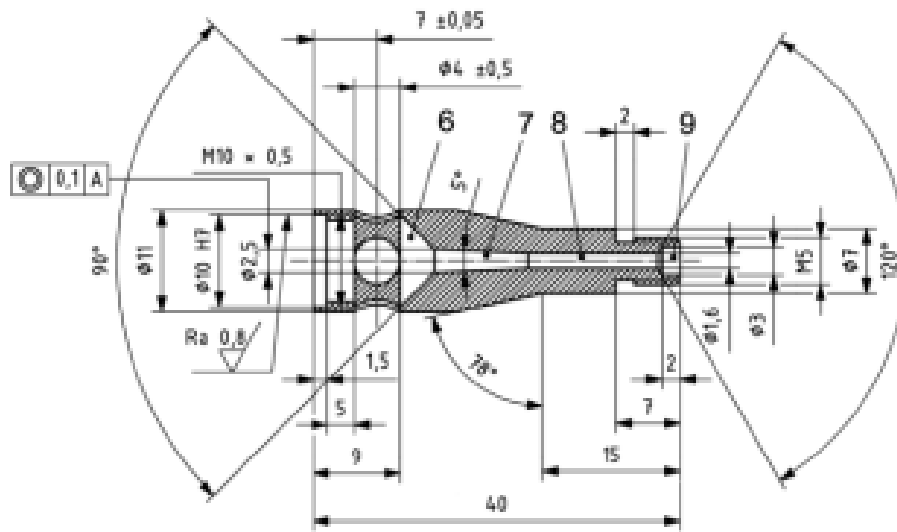


Figura 71. Dimensiones del quemador de gas [60].

- **Instrucciones de montaje**

Recepción

- Verificar las condiciones externas, pintura y vidrios frontales.
- Verificar las partes que lo componen para todos los ensayos, 45 grados, vertical.

Trasporte y almacenamiento

- Desmontar las partes móviles que tiene en el interior de la cámara de inflamabilidad.
- Proteger el vidrio frontal (cartón, lamina de plástico) para evitar roturas.
- Sujetar tapa inferior para evitar que salga en el momento del trasporte.

Ubicación

Ubicar en una base dura y estable, que permita apoyar en por lo menos 4 puntos fijos de la cámara de inflamabilidad. No ubicar cerca de partes, piezas o cosas inflamables.

Nivelación

Nivelarla con ayuda de un instrumento nivelador, de esta manera la cámara de inflamabilidad permanecerá en la posición adecuada evitando desviaciones de la llama al momento de encender el mechero de esta.

Instalaciones eléctricas

- La cámara de inflamabilidad tiene una entrada de 110V, en caso de no funcionar al conectar revisar el fusible de seguridad ubicado al ingreso de la conexión (parte exterior de la cámara) [60].

- **Instrucciones de funcionamiento**

Cámara de inflamabilidad

La cámara de inflamabilidad consiste en acercar la llama hacia la muestra, el tiempo que indique la norma y el apartado que aplique, al terminar el tiempo se retira a su posición inicial o home.

La máquina puede funcionar con diferentes gases como GLP o butano, dependiendo de la petición de la norma, la cámara de inflamabilidad mantiene un sistema automatizado para mejorar el funcionamiento y la precisión.

La campana superior permite extraer los gases que se generan por la combustión de las muestras y probetas, el mismo se destina hacia el exterior de cualquier instalación en la cual se coloque la cámara de inflamabilidad.

Para poner en marcha la cámara de inflamabilidad se debe conectar a una entrada de 110v, presionar el suich externo y se activara la pantalla táctil. En la pantalla ingresamos el tiempo que especifique el apartado de la norma aplicable al ensayo a realizar y presionamos por 2 segundos el botón de inicio [60].

Preparación de muestra y porta muestra

Lavado de probetas: Agua a 20 °C, durante 10 minutos (Repetir por dos veces).



Enjuague: En agua desmineralizada, por 2 minutos.



Ingresar a la cámara de acondicionamiento.



Se separa el porta muestras y se coloca la muestra de las dimensiones indicadas por la norma. Se cierra el porta muestras anclándola con los pernos para que no tenga separación [60].



Figura 72. Porta muestras.

Se coloca el porta muestras en la cámara de inflamabilidad, enganchando las guías superiores.

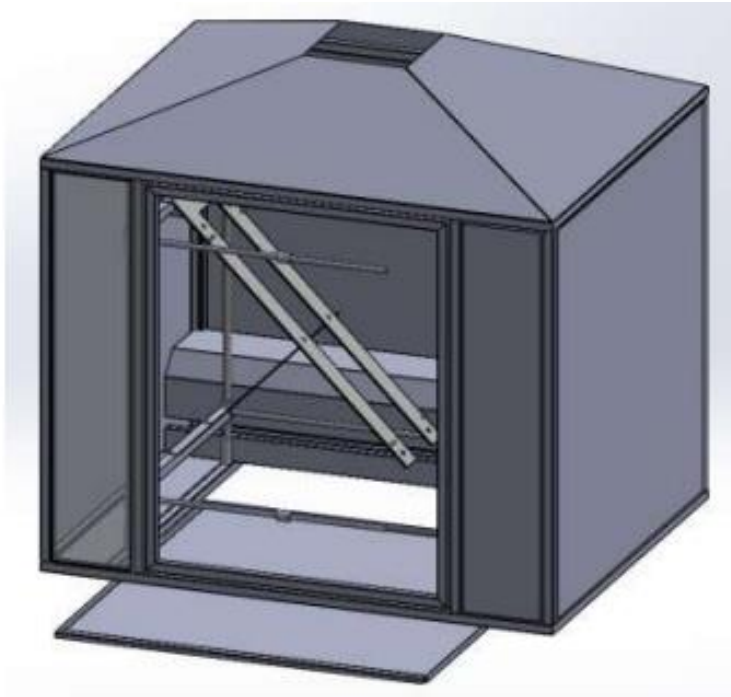


Figura 73. Cámara de inflamabilidad de juguetes.

Se toma la altura ayudándonos con la guía de medidas [60].

Puesta en marcha

Pantalla principal - Botón marcha/paro - Botón reloj a cero - Botón configuración.

- Cronometro
- Temperatura
- Humedad



Interfaz botón configuración.

- Temperatura
- Tiempo
- Motor

Configuramos la temperatura que deseamos que este la cámara durante el ensayo.

Presionamos el botón de configuración/temperatura.

Colocamos la temperatura deseada

25 °C



Configuramos el tiempo en contacto de la llama con la probeta.

Presionamos el botón de configuración/tiempo.

Colocamos el tiempo deseado.

1Seg.



Configuramos la velocidad de avance del carro móvil.

Presionamos el botón de configuración/Motor.

Aumentamos o disminuimos los pasos del motor para controlar la velocidad.



Presionamos el botón marcha paro en el control para iniciar el ensayo. En caso de emergencia presionar paro de emergencia.

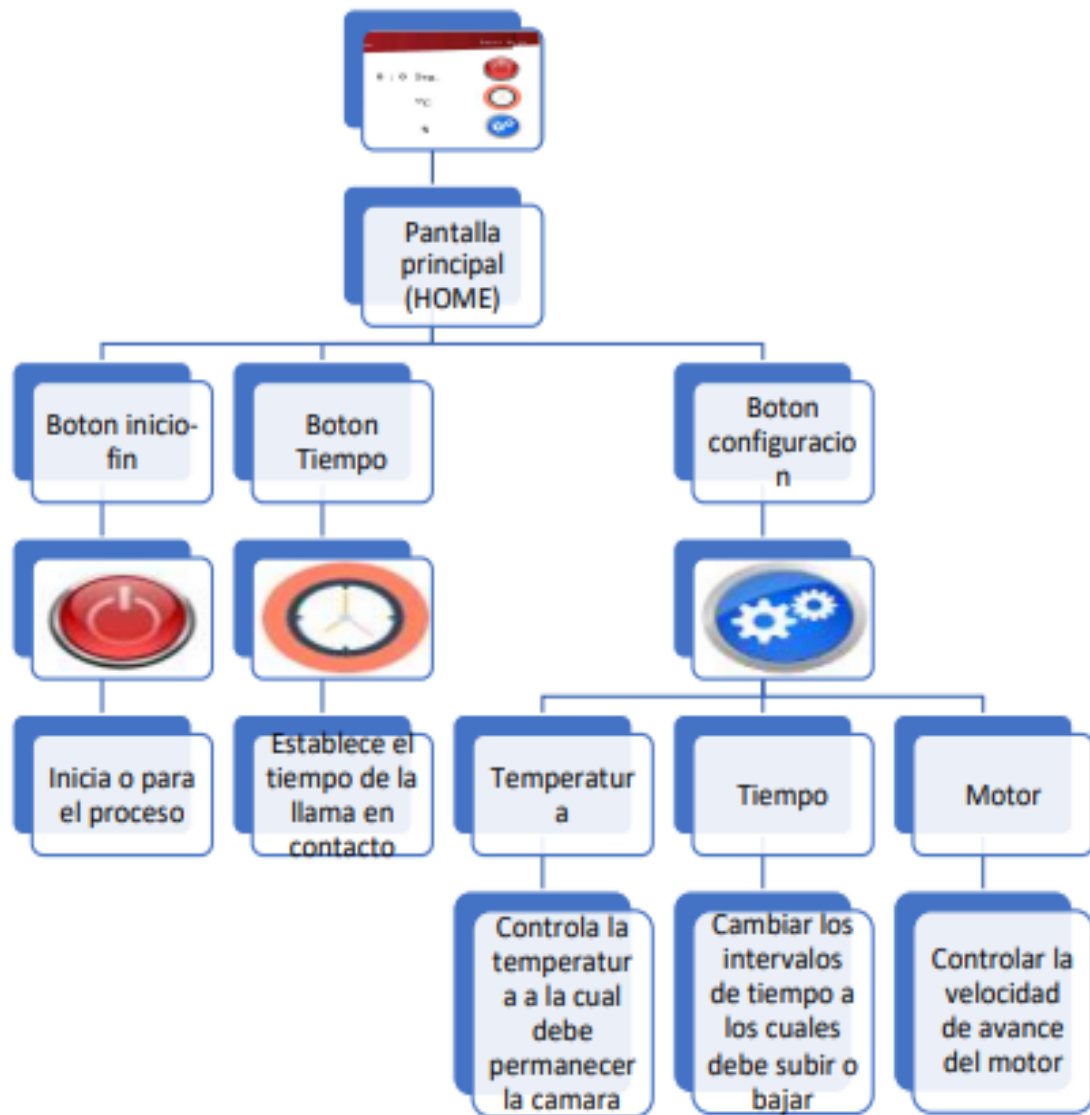


Figura 74. Interfaz de pantalla táctil.

Verificar las condiciones externas, pintura y vidrios frontales y las partes que lo componen para todos los ensayos, 45 grados, vertical. En la cámara de inflamabilidad existe una pantalla de visualización táctil, que permite visualizar el tiempo, configurar velocidades, temperatura y tiempo e iniciar y para el sistema [60].

- **Normas de Seguridad**

Quemaduras

Mantener cerca un extintor de incendios para cualquier suceso o accidente pueda ser prevenido o tratado de la forma más urgente.

Instalaciones eléctricas

Verificar que todas las instalaciones estén en correcto estado (no estén quemadas por el calor generado). Al cambiar fusibles o componentes colocar los componentes de las mismas características para evitar fallas en el funcionamiento [60].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Generalidades

Las instrucciones contenidas en este manual tratan sobre la identificación y remplazamiento de las piezas de recambio.

Las instrucciones han sido preparadas para el personal de mantenimiento y para aquellas personas responsables del suministro de las piezas de recambio.

Almacenamiento.

Antes de almacenar la cámara, debe estar completamente vacío de líquidos.

Evitar en lo posible la exposición de las piezas a ambientes excesivamente húmedos.

Limpieza.

Utilizar guantes de goma durante los procesos de limpieza.

Retirar todos los desperdicios de la combustión de las probetas o muestras ensayadas, se lo puede realizar retirando la tapa inferior para mayor facilidad [60].

3.3.6. Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción


➤ **Ficha Técnica**


Tabla 51. Ficha técnica de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-CMC		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	06	Máquina	x	Equipo		Herramienta	
		 					
		CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
		CÓDIGO:			DP-90CMC01-A		
		MARCA:			Tesis UTA		
ESTADO:			Descontinuado				

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	-	AÑO:	2023
DIMENSIONES:	810 x 700 x 400mm	VOLTAJE:	110 V
PESO:	41 kg	AMPERAJE:	2 A
COLOR:	Gris	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Porta muestras	Bloque de madera		
Cámara de inflamabilidad	Mecanismo regulador del quemador		
Tapa superior	Válvula de aguja		
Rejilla de soporte	Quemador		
Placa horizontal	Chimenea		
Panel frontal	Regulador del desplazamiento del quemador		
Puerta lateral	Manguera de GLP		
Soporte de regulación	Manómetro		
Pernos	Tanque de GLP		
Pasadores	Estabilizador de la llama		
FUNCIÓN:	Determinar las velocidades de combustión comparativa y la resistencia a la combustión de textiles, plásticos y otros materiales de construcción.		

➤ **Documentos Comerciales**





Laboratorio de Investigación Mecánica - LIM UTA

172 Me gusta · 188 seguidores

WhatsApp Mensaje Me gusta

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA

CONTACTOS

SERVICIO TÉCNICO

Ingeniero Mecánico: Christian Pérez

Teléfono: 0979348346

E-mail: cs.perez@uta.edu.ec

Ingeniero Mecánico: Gonzalo Naranjo

Teléfono: 0998839629

E-mail: ge.naranjo@uta.edu.ec

INFORMACIÓN

Teléfono: 0984232282

E-mail: lim@uta.edu.ec

Categorías

Servicio de ingeniería

Información de contacto

Avenida de los Chasquis, Ambato, Ecuador, Ambato, Ecuador
Dirección

099 820 1111
Celular

lim@uta.edu.ec
Correo electrónico

Información básica

★ Aún sin calificación (0 opiniones)

Figura 75. Información del fabricante de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción [61].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 52. Datos técnicos de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.

Código	<i>DP-90CMC01-A</i>
Marca	<i>Tesis UTA</i>
Estado	<i>Descontinuado</i>

Procedencia	<i>Ecuador</i>
Dimensiones	<i>810 x 700 x 400mm</i>
Peso	<i>41 kg</i>
Color	<i>Gris</i>
Año	<i>2023</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Voltaje	<i>110 V</i>
Amperaje	<i>2 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

Coloque el equipo de prueba en un ambiente bien ventilado para evitar que los humos tóxicos generados durante la prueba afecten la salud del operador [61].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Porta muestras
- Cámara de inflamabilidad
- Tapa superior
- Rejilla de soporte
- Placa horizontal
- Panel frontal
- Puerta lateral
- Soporte de regulación
- Pernos
- Pasadores
- Bloque de madera
- Mecanismo regulador del quemador
- Válvula de aguja
- Quemador
- Chimenea
- Regulador del desplazamiento del quemador
- Manguera de GLP
- Manómetro

- Tanque de GLP
- Estabilizador de la llama
- Muesca para el montaje
- **Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos**

Cámara de inflamabilidad de materiales de construcción

ANEXO 10.

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

Tomar en cuenta las especificaciones de la norma ISO 11925-2 en donde se describe la geometría del quemador, los elementos que lo componen y las dimensiones. A continuación, se presentan los elementos que forman parte del quemador:

- 1) Propulsor de gas
- 2) Tubo del quemador
- 3) Estabilizador de la llama
- 4) Tubo regulador interno
- 5) Muesca para el montaje

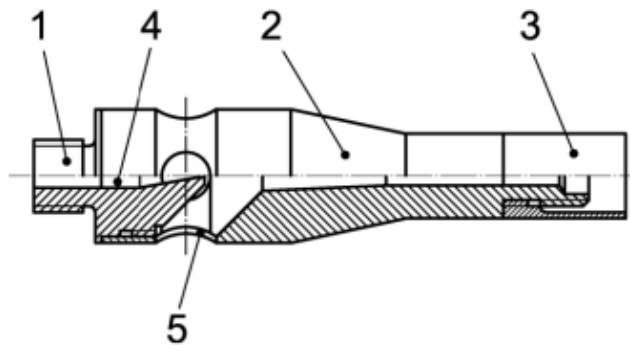


Figura 76. Elementos principales del quemador [61].

Cámara de inflamabilidad

La cámara de inflamabilidad de llama única para ensayos se rige bajo la norma ISO 11925-2 y cumple con los parámetros de análisis y dimensiones del equipo que se especifican en la norma. Las dimensiones y el diseño general de la cámara de inflamabilidad de fuente de llama única están bajo la norma ISO 11925-2.

Material: AISI 304, Chapa metálica 1,5 mm

Procesos de fabricación:

- Corte con plasma
- Doblado de chapas metálicas
- Soldadura TIG
- Perforación
- Sujeción con pernos

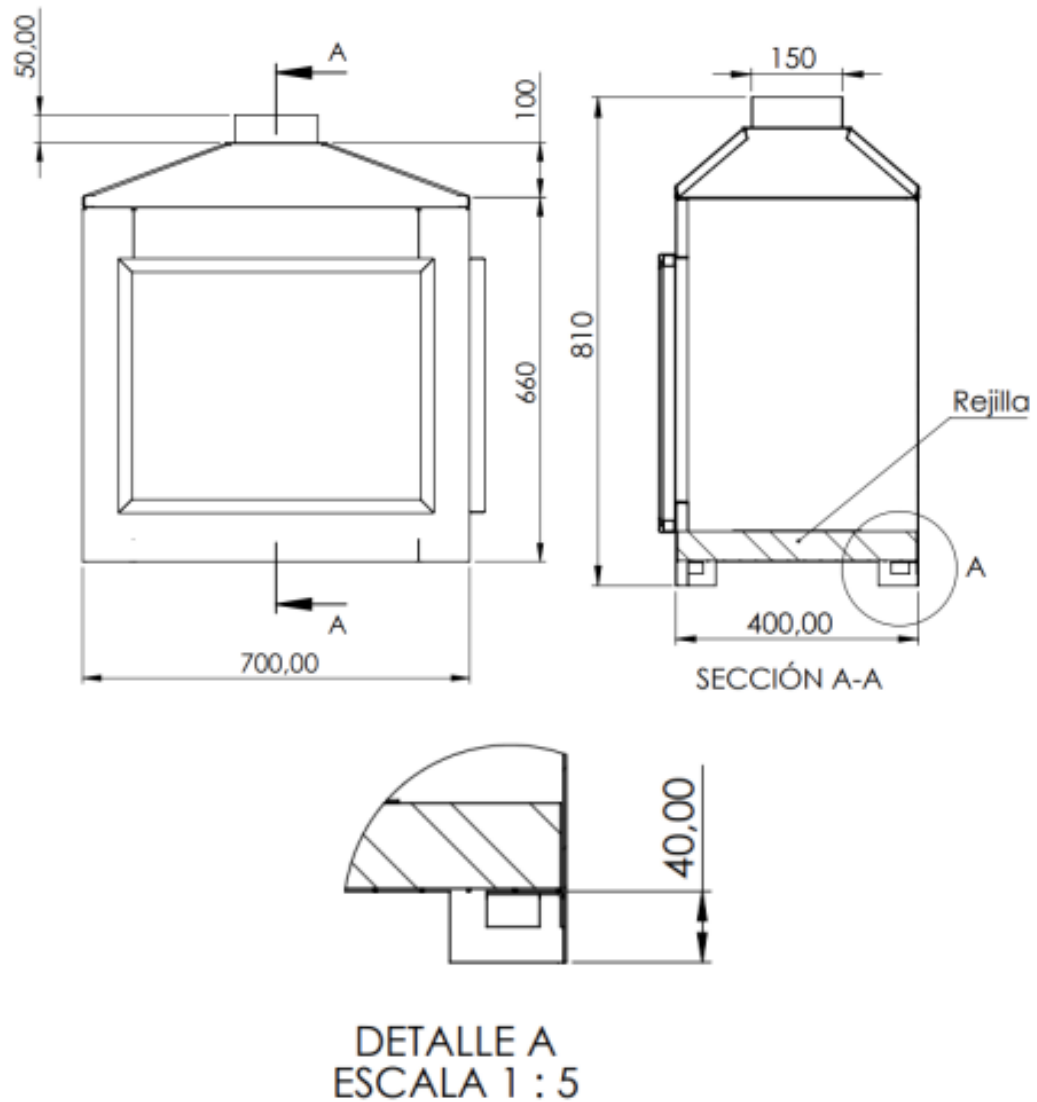


Figura 77. Dimensiones generales de la cámara de combustión [61].

Porta muestras – materiales planos

Material: AISI 304 - Platinas de 5 mm de espesor y ejes de 15 mm de diámetro

Procesos de fabricación:

- Corte con laser
- Soldadura TIG
- Mecanizado
- Unión con pernos

Porta muestras – materiales sueltos

Material:

- AISI 304, Platinas de 5mm de espesor
- Zinc, Alambre de 1mm de diámetro
- Madera, bloques de roble

Procesos de fabricación: Unión con pernos

Quemador

Las dimensiones del propulsor de gas que se basan en las especificaciones de la normativa, para el diseño del quemador se plantea el diseño empleando un software CAD, para un posterior mecanizado.

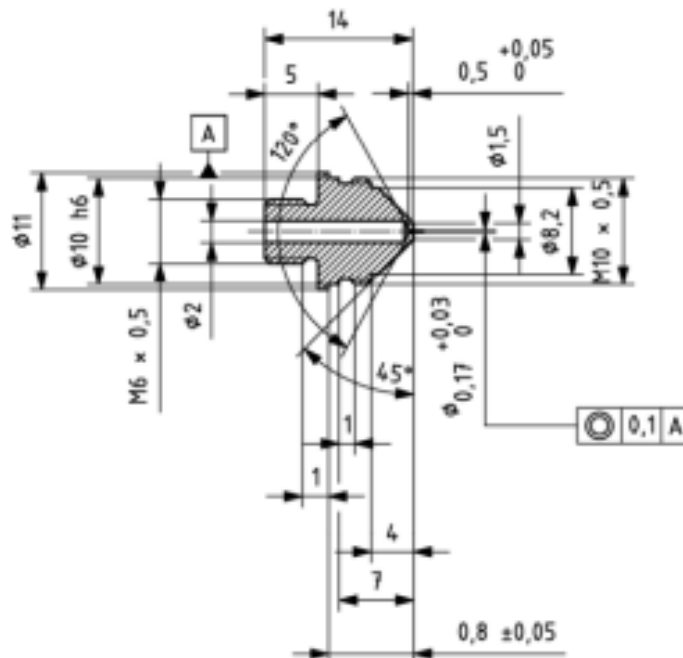


Figura 78. Dimensiones del propulsor de gas [61].

En la Figura 78. se muestran las dimensiones del quemador de gas.

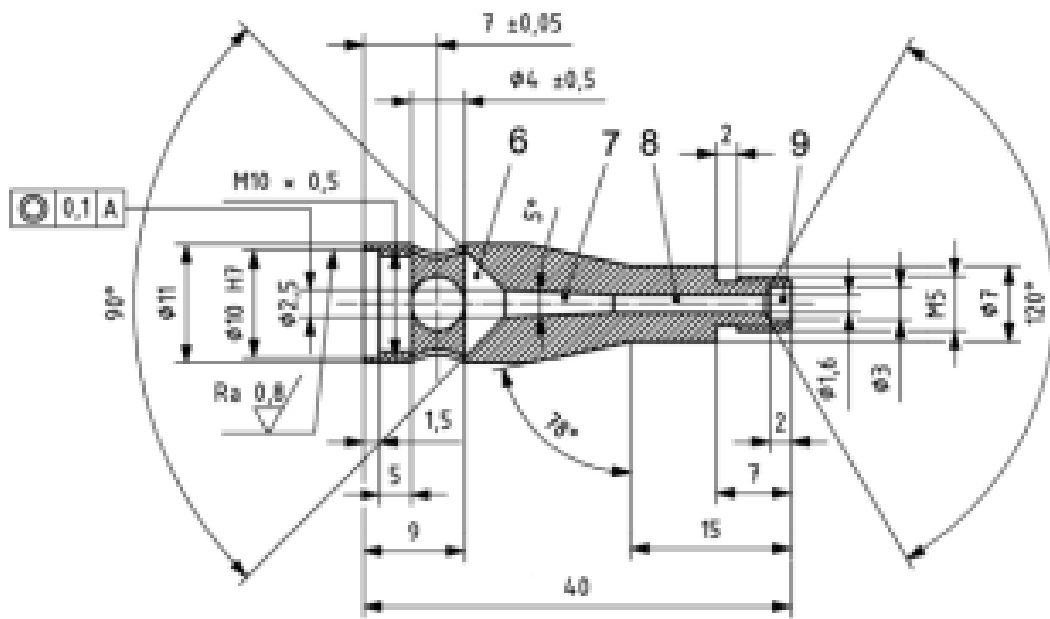


Figura 79. Dimensiones del quemador de gas [61].

- Material: Latón
- Proceso de fabricación: Mecanizado

En la Figura 79. se presentan las dimensiones del estabilizador de llama. En este caso, la fabricación fue de latón puesto que es un material con buena maquinabilidad.

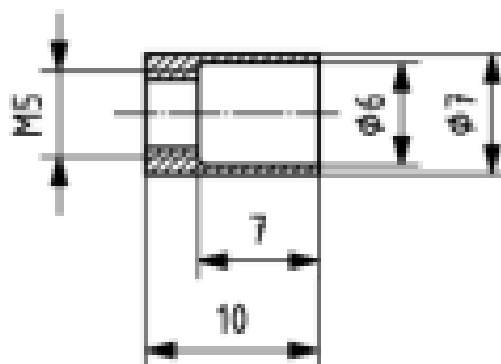


Figura 80. Dimensiones del estabilizador de llama [61].

Para este tipo de aceros es aconsejable el uso de corriente continua y la conexión de la antorcha al polo negativo. En base a los parámetros descritos, se determina que el rango de corriente aplicable para el proceso es de 60 a 150 A, sin embargo, se debe mantener el mínimo posible para evitar sobrepasar la temperatura entre pasadas.

Tabla 53. Parámetros para soldadura TIG en electrodos de Tungsteno [25].

Diámetro electrodo en mm	Corriente continua c.c. (-)		Diámetro tobera en mm
	Tungsteno puro	Tungsteno con óxidos	
1,0	10 - 75 A	10 - 75 A	10
1,6	60 - 150 A	60 - 150 A	10
2,0	75 - 180 A	100 - 200 A	10
2,4	120 - 220 A	150 - 250 A	12
3,2	160 - 310 A	225 - 330 A	12
4,0	275 - 450 A	350 - 480 A	12

- **Instrucciones de montaje**

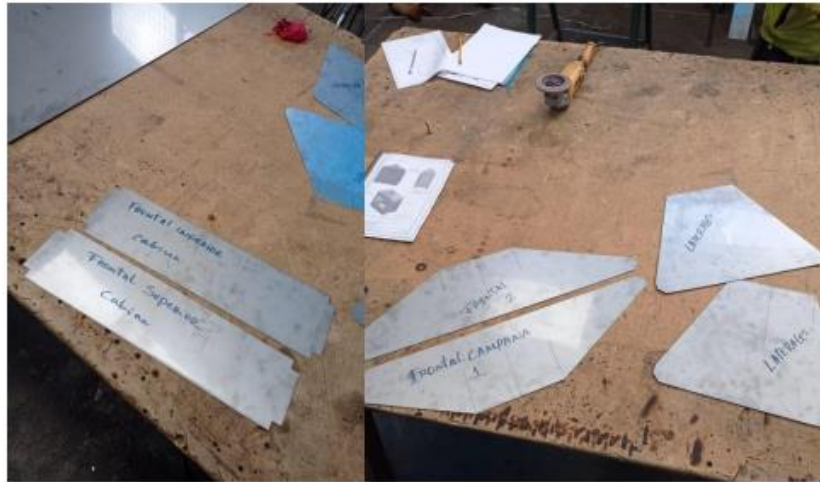
Realizar el trazado de las partes de acuerdo con las medidas planteadas en el diseño de los componentes de la cámara de inflamabilidad



Para el corte utilizar un disco propio para este tipo de trabajos y la ayuda de una amoladora, utilizar planchas de acero de 1,5 mm.



Verificar que se cuenta con todas las partes listas para el proceso de doblado [61].



Aquí se muestra el cuerpo de la cámara de combustión luego de obtener su configuración final, los elementos quedaron listos para el proceso de soldadura.



Aplicar del proceso de soldadura TIG con material de aporte de Tungsteno y gas de protección de Argón para la unión de los elementos de la campana.



Se presenta el proceso del ensamblaje de la cámara de combustión.



Se presenta el ensamblaje del resto de elementos, en todos los casos, se realiza la unión empleando el proceso de soldadura TIG.



Se presenta el ensamblaje de las puertas, se colocaron empleando bisagras y en el caso de la fijación de las puertas se emplearon imanes de neodimio.



Colocar la malla de acero inoxidable como base de la cámara de combustión. Realizar cortes láser con la configuración del mallado y entrelazar los componentes para fijarlos con puntos de soldadura. La colocación en el interior de la cámara se realizó de manera directa.



Aquí se presenta el ensamblaje final de la cámara de combustión, adicionalmente a esto, se agregaron los demás componentes que son los encargados de regular la distancia horizontal y vertical de los porta muestras, así como también el movimiento del quemador [61].



Fabricación del quemador mediante un torno y el porta muestras fabricado. Soporte para el quemador que permite la movilidad de la boquilla a 45 y 90 grados.

Para la construcción de la cámara de inflamabilidad se siguió un proceso detallado mediante el cual se emplearon etapas como la preparación del material, corte de la

chapa de acero y elementos estructurales, procesos de soldadura y medios de conexión como pernos y bisagras [61].



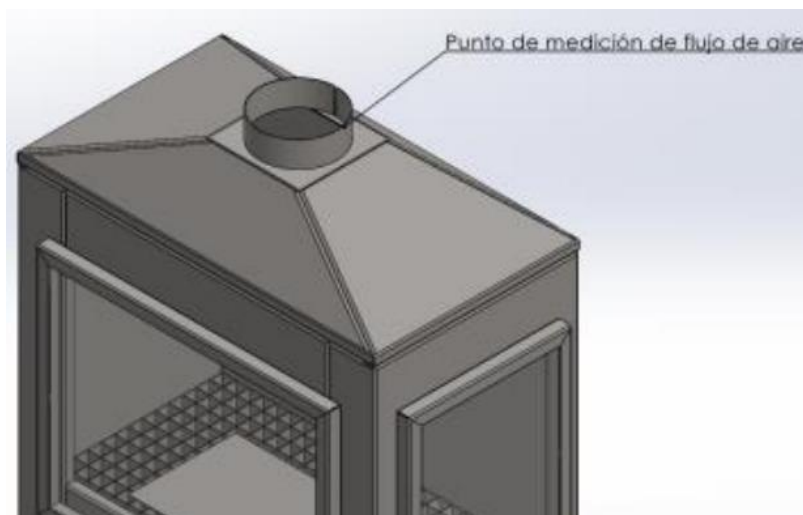
- **Instrucciones de funcionamiento**

Tiempo de aplicación de la llama

15 segundos – 30 segundos

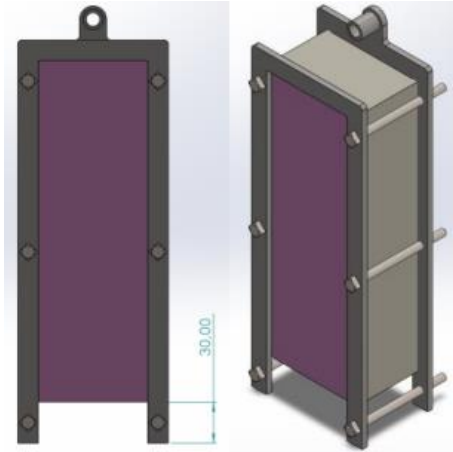
Previo al ensayo

Medir la velocidad de flujo de aire en la chimenea de la máquina de ensayos.

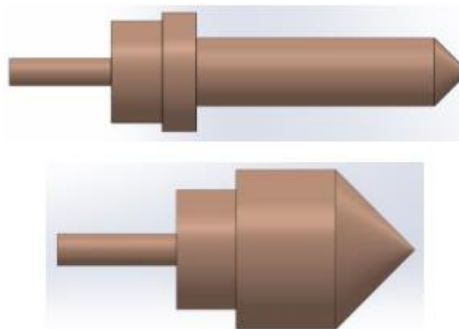


Dejar separadas del espacio de adecuación las muestras de ensayo durante 30 minutos en un recipiente sellado, después de ese tiempo, iniciar con el análisis.

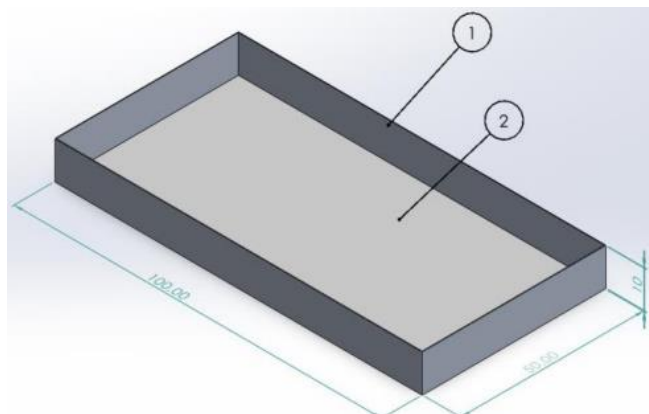
Fijar la muestra de ensayo en el porta muestras dejando 30 mm libres en el borde expuesto.



Configurar la distancia de las muestras al quemador, empleando los aditamentos espaciadores con el quemador inclinado a 45°.



Colocar el papel filtro acondicionado tres minutos antes del ensayo, por cada muestra se deben colocar dos piezas de papel filtro (2) en la bandeja de papel aluminio (1) [61].



Procedimiento de ensayo

- Encender el quemador en posición de 90° hasta que la llama se estabilice.
- Ajustar la altura de la llama a 20 mm empleando la galga de medición.

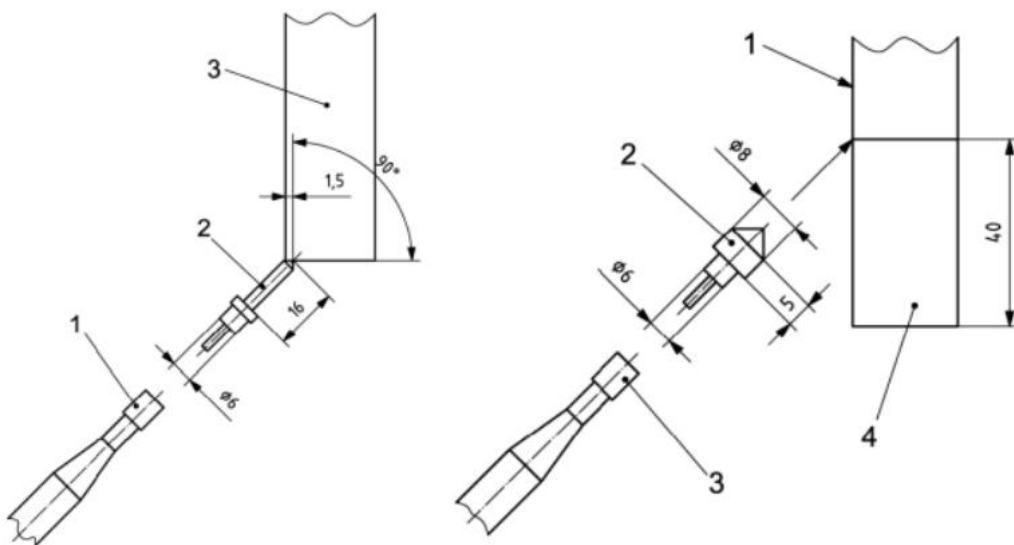


- Inclinar el quemador a 45°.
- Colocar el quemador desplazándolo hasta el punto de contacto con la muestra.
- Iniciar el cronómetro cuando la llama entra en contacto con la muestra de ensayo.
- Aplicar la llama durante 15 o 30 segundos según las especificaciones del cliente.
- Retirar el quemador de forma uniforme y continua [61].

Condiciones de exposición

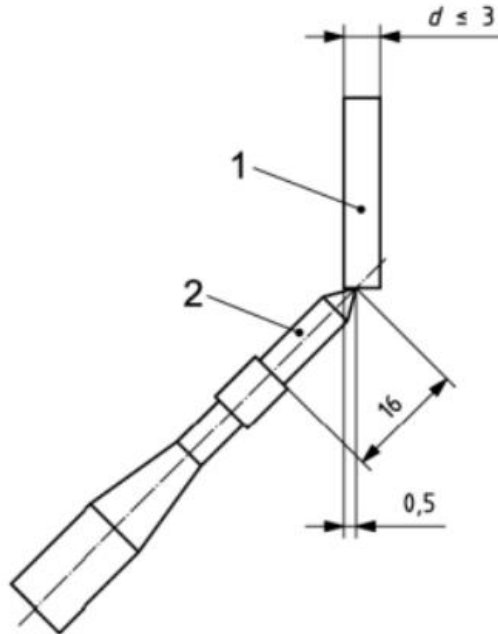
Superficie expuesta: productos planos

1. Aplicar sobre el eje de la muestra a 40 mm sobre el borde inferior.
2. Ensayar toda superficie que pueda quedar expuesta en la práctica.



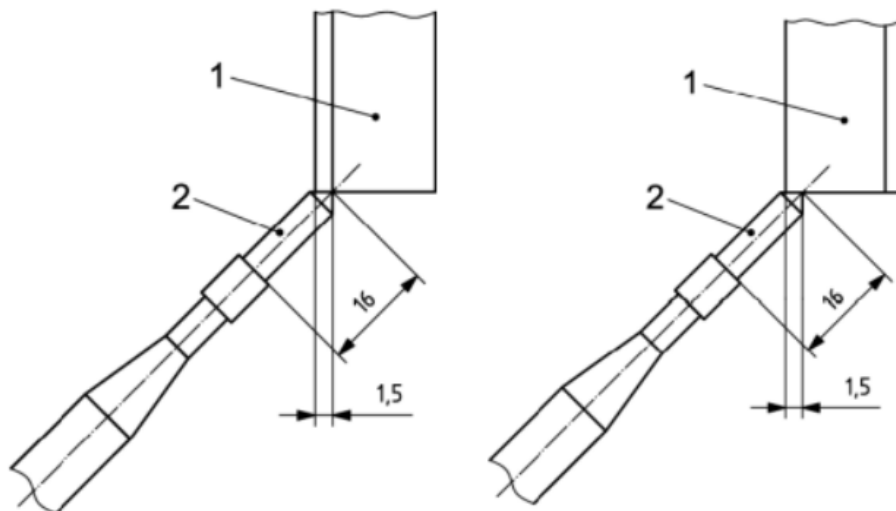
Borde expuesto – productos planos monocapa o multicapa – menor o igual a 3 mm

1. Aplicar la llama en el punto medio de la parte inferior de la muestra de ensayo.



Borde expuesto – productos planos monocapa o multicapa – mayor a 3 mm

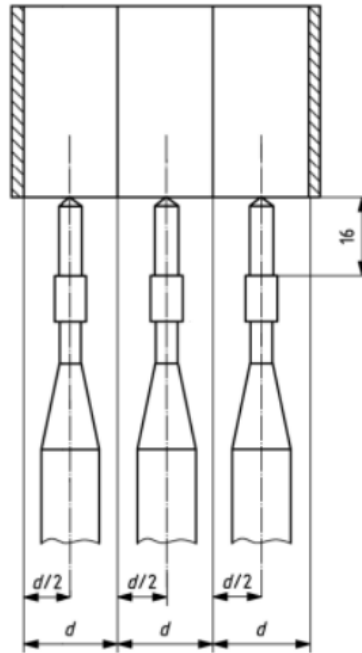
1. Aplicar la llama en el centro del ancho del borde inferior de la muestra de ensayo a 1,5 mm tras la superficie.



Productos multicapa de espesor mayor a 10 mm

1. Girar la muestra a 90° respecto al eje vertical.

- Colocar la llama en contacto con el eje centrar del borde inferior de cada capa diferente del material.



- Realizar al menos dos ensayos por cada cara punto de aplicación de la llama.
- Determinar el pésimo resultado entre los puntos de aplicación.
- Realizar un ensayo completo de seis muestras de ensayo empleando el pésimo punto de aplicación de la llama.

Productos que no son esencialmente planos

- Ensayar los productos en su forma final de uso.
- Aplicar las condiciones de ensayo de productos planos monocapa o multicapa mayor o igual a 3 mm.
- Realizar al menos dos ensayos para cada punto de aplicación de la llama. Realizar un ensayo completo de seis muestras de ensayo empleando el pésimo punto de aplicación de la llama [61].

Duración del ensayo

- Si el tiempo de aplicación de llama es de 15 s, la duración total del ensayo debe ser de 20 s desde el momento en que se aplica la llama.
- Si el tiempo de aplicación de llama es de 30s, la duración total del ensayo debe ser de 60 s desde el momento en el que se aplique la llama.

- **Normas de Seguridad**

Utilizar el equipamiento adecuado para realizar las pruebas.

Durante la prueba, este equipo debe estar conectado a tierra para evitar reacciones electrostáticas.

Al conectar la fuente de aire, se debe prestar atención a la tubería de aire para detectar fugas de aire.

Tener la experiencia y los conocimientos necesarios para hacer uso de la cámara [61].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Para el mantenimiento se debe realizar la limpieza interior y exterior de la cámara de inflamabilidad después de cada uso. Con este fin se puede emplear alcohol para dejar sin residuos de hollín en las superficies.

Para cambiar el tipo de quemador, se debe ajustar con la ayuda de una llave hexagonal y posicionarlo en el soporte de regulación vertical (2).

Para retirar la placa horizontal (7) y el mecanismo de regulación del quemador (8) se debe retirar quitando la cinta de doble faz con la cual se fijaron los elementos.

Para poder movilizar la cámara de inflamabilidad se deben sujetar a la rejilla (6) los componentes móviles y cerrar las puertas con cuidado de romper los vidrios de las puertas que son de material templado. La sujeción debe realizarse de la parte inferior de los laterales, la misma que cuenta con pestañas propias para mayor comodidad [61].

3.3.7. Extractor

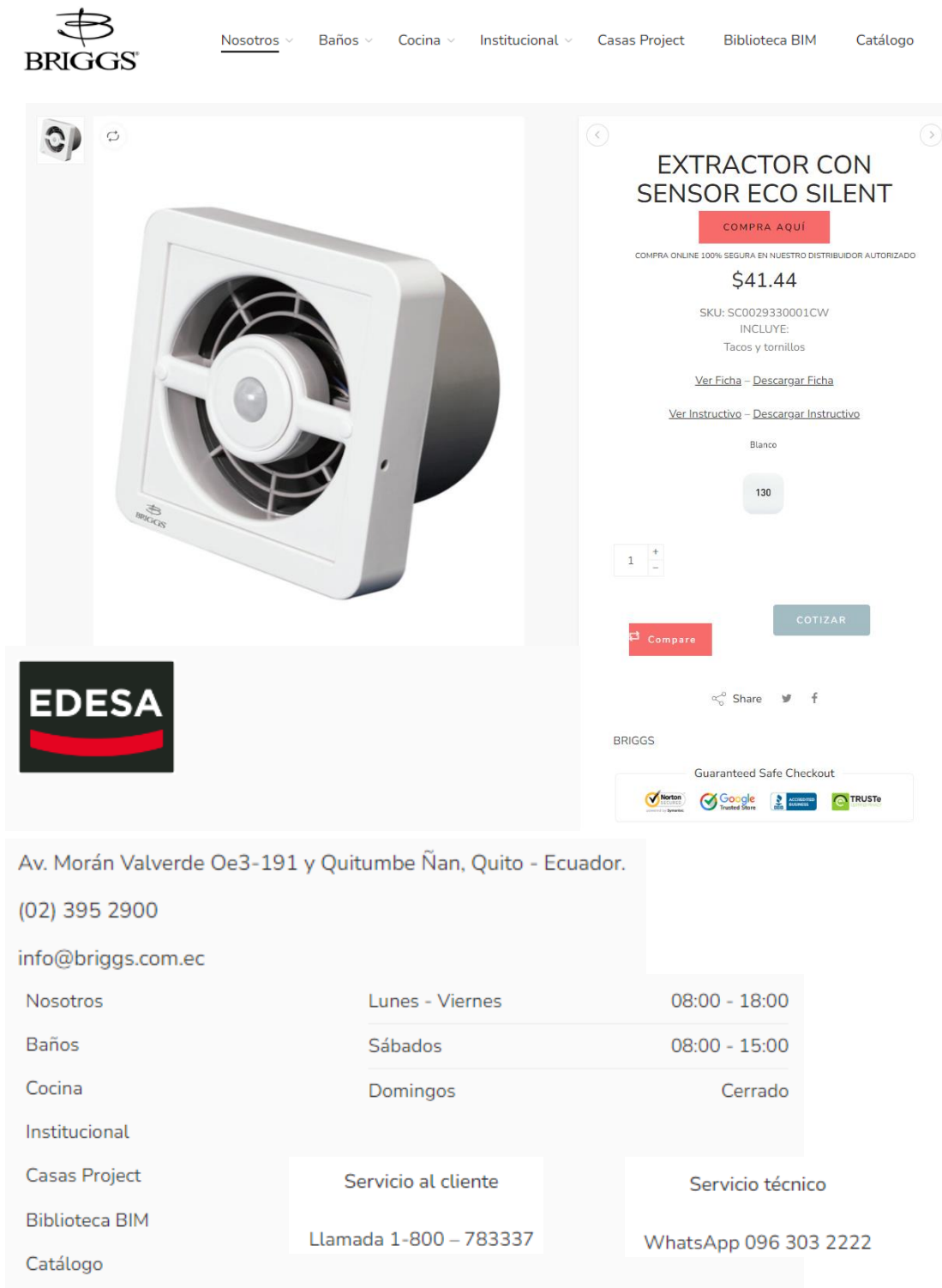
➤ Ficha Técnica

Tabla 54. Ficha técnica del extractor de aire.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA						
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-EX	
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01	
FICHA TÉCNICA:	07	Máquina	x	Equipo	Herramienta	
						
	EXTRACTOR					
	CÓDIGO:			DP150-EX01-D		
	MARCA:			BRIGGS		
ESTADO:			Stock			

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Electrónico
MODELO:	SC0029330001CW	AÑO:	2023
DIMENSIONES:	152 x 152 x 115 mm	VOLTAJE:	127 V
PESO:	0.75 kg	AMPERAJE:	0.19 A
COLOR:	Blanco	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Marco		Sensor de presencia	
Transmisión		Motor	
Soportes		Cubierta	
Filtro UV		Conexiones	
FUNCIÓN:	Reducir el moho, los malos olores y mantener las paredes, techos y juntas en buen estado, ya que los extractores evacuan el aire hacia el exterior, evitando así la condensación que produce humedad.		

➤ **Documentos Comerciales**



BRIGGS

Nosotros ▾ Baños ▾ Cocina ▾ Institucional ▾ Casas Project Biblioteca BIM Catálogo

EXTRACTOR CON SENSOR ECO SILENT

COMPRA AQUÍ

COMPRA ONLINE 100% SEGURA EN NUESTRO DISTRIBUIDOR AUTORIZADO

\$41.44

SKU: SC0029330001CW
INCLUYE:
Tacos y tornillos

[Ver Ficha](#) - [Descargar Ficha](#)

[Ver Instructivo](#) - [Descargar Instructivo](#)

Blanco

130

1 + -

Compare **COTIZAR**

Share

BRIGGS

Guaranteed Safe Checkout

Horton Google TRUSTe

Av. Morán Valverde Oe3-191 y Quitumbe Ñan, Quito - Ecuador.
(02) 395 2900
info@briggs.com.ec

Nosotros	Lunes - Viernes	08:00 - 18:00
Baños	Sábados	08:00 - 15:00
Cocina	Domingos	Cerrado

Institucional

Casas Project

Biblioteca BIM

Catálogo

Servicio al cliente
Llamada 1-800 – 783337

Servicio técnico
WhatsApp 096 303 2222

Figura 81. Información del fabricante del extractor de aire [62].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 55. Datos técnicos del extractor de aire.

Código	<i>DP150-EX01-D</i>
Marca	<i>BRIGGS</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Modelo	<i>SC0029330001CW</i>
Dimensiones	<i>152 x 152 x 115 mm</i>
Peso	<i>0.75 kg</i>
Color	<i>Blanco</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Año	<i>2023</i>
Voltaje	<i>127 V</i>
Amperaje	<i>0.19 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>

- Producto de alta resistente y durabilidad al estar fabricado de ABS con filtro UV.
- No necesita el uso de interruptor, pues posee sensor de presencia que activa un temporizador que mantiene al extractor conectando durante 10 minutos al detectar movimiento es su radio de captación.
- Promueve la ventilación de los ambientes y baños de forma eficiente, económica y silenciosa.
- Utilizado para ambientes con poca o ninguna ventilación cuyo objetivo es elimina el calor, la humedad, vapores, olores acumulados en el interior gracias a su elevada capacidad de extracción de aire.
- Mantiene las paredes, suelos y juntas en buen estado a pesar de la presencia de vaho y humedad en el cuarto de baño.
- Puede ser instalado en el cielo raso, en la pared o ligado a una instalación existente. Es ideal para cualquier ambiente donde sea necesaria una eficaz renovación de aire.
- Reduce los riesgos de infecciones causadas por virus y bacterias.
- Crea un ambiente desfavorable para hongos, ácaros, polillas, arañas, etc., y aumenta la vida útil de los utensilios existentes en el local [62].

- **Condiciones de servicio especificadas**

- No utilizar en locales con temperatura ambiente superior a 40°C

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Marco
- Transmisión
- Soportes
- Filtro UV
- Sensor de presencia
- Motor
- Cubierta
- Conexiones

- **Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos**

Conexión eléctrica

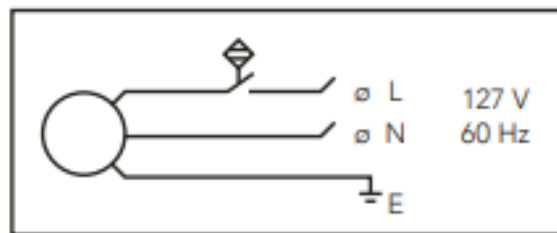
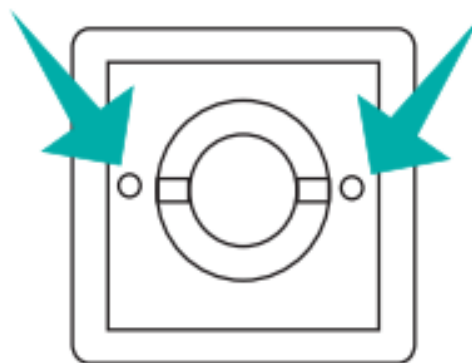


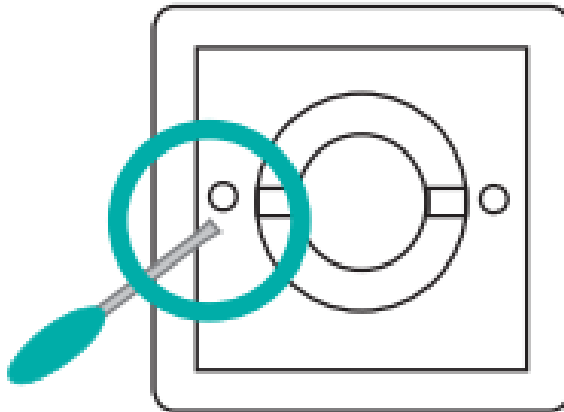
Figura 82. Conexión eléctrica.

- **Instrucciones de montaje**

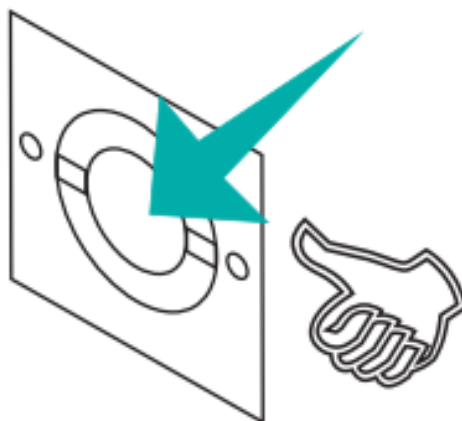
Retire las dos pequeñas tapas blancas que cubren los tornillos de la moldura anterior, con ayuda de un instrumento que no las dañe.



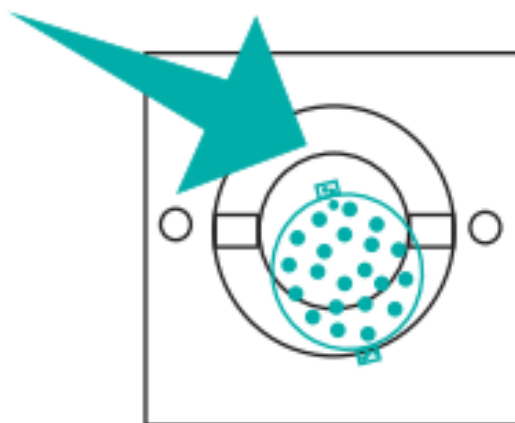
Con el destornillador, desenrosque y retire la moldura.



Con los pulgares, fuerce lentamente la parte interior de la tapa redonda de dentro de la moldura.



Poner la nueva tapa encajando un lado de la tapa en el centro del Ventokit Aquarella y después el otro hasta oír el clic [62].



- **Instrucciones de funcionamiento**

El sensor de presencia es accionado por medio de la captación de movimientos en su área de alcance. Objetos a su frente, como paredes, divisorias, vidrio o acrílico comprometen su captación.

El alcance de sensor es de hasta 2 metros, su instalación debe ser hecha en un ambiente que respete estos rayos, para que la captación y el funcionamiento del aparato puedan atender a sus necesidades.

Este aparato no debe ser instalado próximo a fuentes de calor o viento, tales como: aire acondicionado, calentadores de ambiente, ventiladores, lámparas o cualquier elemento que pueda causar un diferencial brusco en la temperatura [62].

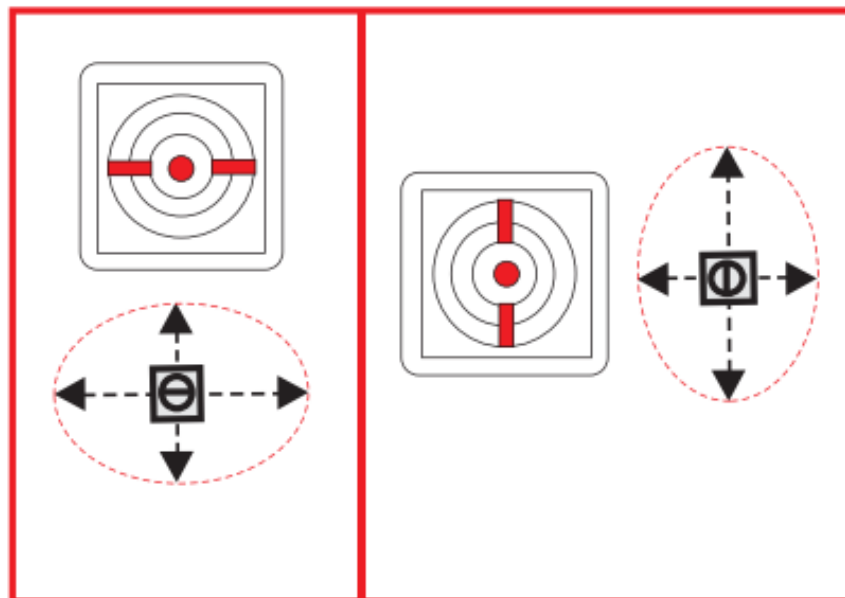


Figura 83. Funcionamiento del sensor.

Puede ocurrir en los primeros accionamientos del aparato una alteración cuanto a su tiempo de permanencia en funcionamiento (10 minutos). Esta ocurrencia será normalizada automáticamente después de algunos accionamientos.

Alterar la posición del Ventokit, el fajo de captación también será alterado, de acuerdo el esquema arriba [62].

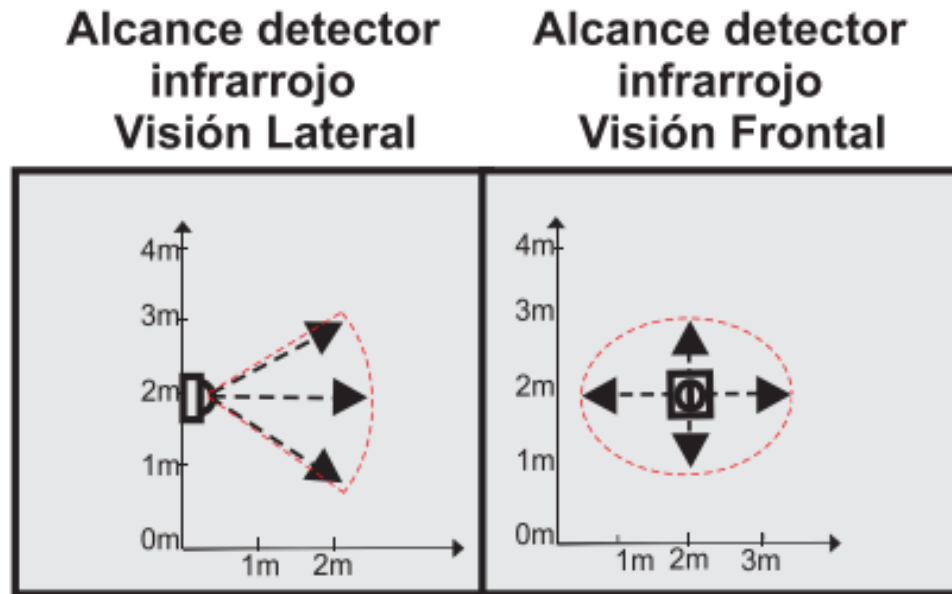


Figura 84. Alcance del sensor infrarrojo.

- **Normas de Seguridad**

- El extractor debe contar con un sistema que permita trabajar a muy baja tensión, mediante el uso de un transformador específico.
- Se debe hacer una limpieza de todo el sistema que entre en contacto con el aire exterior. Ello afecta desde a las rejillas de aire exterior hasta a los elementos interiores (rejillas, difusores o toberas).
- Es importante que se practiquen registros de manera que se puedan realizar las correspondientes limpiezas obligatorias que marca el RITE.
- Es obligatorio realizar un muestreo microbiológico (toma de muestras para analizar en laboratorio).
- En lo que respecta a los productos químicos utilizados para la higienización, se deben solicitar las fichas de seguridad química [62].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

- Es recomendable que la extracción se lleve a cabo en el mismo lugar donde se producen los contaminantes y malos olores.
- El aire de extracción proveniente de baños y excusados no debe ser recirculado dentro del inmueble.

- Antes de realizar cualquier labor de limpieza o mantenimiento, es necesario cortar el suministro de energía eléctrica para evitar accidentes.
- No violar las conexiones del aparato
- Observe el voltaje del aparato, pues el mismo no puede ser instalado fuera de su especificación;
- No exponer el aparato al contacto con agua, fuego, agente corrosivo y oleosidad
- No obstruya las áreas de ventilación del aparato tanto interna como externamente
- La renovación de aire debe ser desde el ambiente interno para externo. Cualquier adaptación efectuada por el usuario fuera de este padrón ocasionará la pérdida de la garantía
- La garantía no cubre problemas ocasionados por sobrecarga eléctrica, rayos y golpes
- La garantía no cubre daños causados por golpes, rayones y arañazos en el sensor de presencia.
- Mantenga el aparato limpio, efectuando periódicamente una limpieza para retirada de polvo y residuos [62].

3.3.8. Computadora

➤ Ficha Técnica

Tabla 56. Ficha técnica de la computadora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-CT		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	08	Máquina		Equipo	x	Herramienta	
							
							COMPUTADORA
		CÓDIGO:		DP160-CT01-D			
		MARCA:		INTEL			
		ESTADO:		Stock			

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Electrónico
MODELO:	-	AÑO:	-
DIMENSIONES:	460 x 460 x 180 mm	VOLTAJE:	110 V
PESO:	18 kg	AMPERAJE:	2 A
COLOR:	Negro	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Pantalla		Mouse	
Placa madre		Pad mouse	
Disco duro		Caja	
Ventiladores		Conexiones	
Disipador		Memoria RAM	
Teclado			
FUNCIÓN:	Procesar, ordenar y almacenar información vital para el LIM, a través de programas y elementos electrónicos que posee en su interior.		

➤ **Documentos Comerciales**

Figura 85. Información del fabricante de la computadora [63].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 57. Datos técnicos de la computadora.

Código	<i>DP160-CT01-D</i>
Marca	<i>INTEL</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Dimensiones	<i>660 x 460 x 180 mm</i>
Peso	<i>18 kg</i>
Color	<i>Negro</i>
Tipo	<i>Electrónico</i>

Año	<i>2023</i>
Voltaje	<i>110 V</i>
Amperaje	<i>2 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

Humedad

Junto a la condensación, puede provocar la corrosión de componentes internos y afectar la conductividad térmica, la resistencia eléctrica/física y el tamaño.

Altitud

Hay dispositivos que no operan de forma eficiente a cierta altura por falta de enfriamiento, fallas en los sensores de presión interna y problemas eléctricos (arco y corona).

Polvo

Compuesto por gran variedad de partículas, su acumulación o penetración produce más calor interno y condiciona la operatividad normal de los equipos.

Cambios de temperatura

Los cambios extremos de esta variable ocasionan averías mecánicas, fallas en chips, alteraciones el desempeño y provocan un desgaste prematuro [63].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Pantalla
- Placa madre
- Disco duro
- Ventiladores
- Disipador
- Teclado
- Mouse
- Pad mouse
- Caja

- Conexiones
- Memoria RAM
- **Instrucciones de montaje**

Piezas de la Computadora

Lo primero es elegir el tipo de computadora que queremos y las piezas que vamos a necesitar. Es recomendable contar con un asesor capacitado, el cual será de gran ayuda para hacerlo de la forma más sencilla [63].



Figura 86. Componentes de la computadora.

Placa Base, Procesador y RAM.



Figura 87. Placa madre.

Sacar la placa base de su caja y la colocar en una superficie acolchada para que no se dañen los componentes (la propia lámina de espuma que trae la placa vale perfectamente).

Luego sacar el procesador y colocarlo en el socket. Fíjate en la muesca de la esquina que tiene el zócalo para que coincida con el del procesador. Lo encajamos de forma que coincidan las flechas así $\triangleright\triangleleft$ y le damos a la palanquita de sujeción.

Extender la pasta térmica sobre el procesador y ajustar el sistema de refrigeración que hayamos seleccionado.

Por último, colocamos la memoria RAM y conectamos el conector del ventilador a la toma de la placa suele poner CPU FAN y es el que está más cerca del procesador [63].



Figura 88. RAM y procesador instalado en la placa madre.

Torre y Fuente.

La elección de una buena caja de PC es fundamental para el óptimo funcionamiento del equipo. Acondicionar la torre para poder proceder con el montaje, para ello lo primero es colocar los pernos donde tenemos que fijar la placa, añadir los componentes adicionales como lectores o ventiladores y ajustar la fuente.



Figura 89. Torre.

La fuente solemos colocarla en este paso siempre que después nos sea sencillo montar la placa base. Si la fuente va aislada no tenemos problema, pero si no tenerlo en cuenta. Seguir colocando elementos como los discos duros, disco SSD interno y lectores. Una vez los tenemos todos colocados procedemos a la distribución de los cables.



Figura 90. Disipador.

Para distribuir los cables es recomendable tener sacada la tapa trasera, ya que utilizando los huecos que las torres suelen traer en el chasis llegaremos a todos los lugares, a la vez que dejamos limpio el espacio visual encima del lugar en el que estará la placa base.



Figura 91. Fuente de poder.

Si hemos elegido una fuente modular o semi-modular lo tenemos más fácil porque solo usaremos los que necesitamos, si no, seleccionaremos los que vamos a usar y apartaremos el resto.

Es importante que antes de introducir la placa instalar el panel posterior metálico que protege los conectores de esta. Si nos olvidamos tendremos que sacarla para hacerlo, ya que es prácticamente imposible hacerlo con la placa puesta sin cargarnos nada [63].



Figura 92. Placa del panel posterior metálico.

Introducción de la placa y cableado general.

Una vez todo acondicionado en la torre y con la fuente preparada proceder a meter la placa en el interior. La cogeremos con cuidado por el ventilador y la ajustaremos hasta

que coincidan los agujeros de los tornillos con los pernos de anclaje en la torre. Utilizamos nuestro destornillador para apretarla y cablear el sistema.

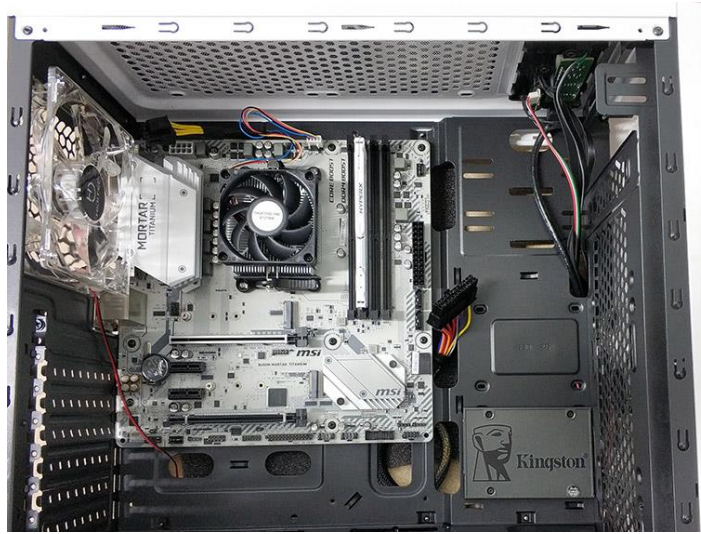


Figura 93. Componentes acoplados en la torre.

El primer conector que solemos poner es el cable ATX de alimentación de la placa de 24 pines. Fácil de reconocer porque es el más grande y solo tenemos uno.

Posteriormente conectar el cable de alimentación de la CPU. Puede ser de 4 u 8 pines. Si es de 4 lo conectamos igual, pero debemos tener en cuenta que podremos tener problemas de suministro si nuestro procesador es muy potente. Suelen traerlo las fuentes más baratas y cutres.

Si tienen conectores Molex los conectaremos a la fuente directamente. Si son de 3 u 4 pines los podemos poner en la placa si tienes esa posibilidad. Lo bueno de esto es que conectados a placa se regulan según los parámetros que configuremos en la BIOS. Directos a fuente funcionarían generalmente todo el tiempo ya que les suministramos una alimentación constante [63].

En la parte inferior y derecha localizamos una gran cantidad de pines de conexión y es aquí donde debemos de fijarnos un poco y tirar del libro de instrucciones. Localizar los siguientes conectores para los cables de la torre:

- HD Audio
- USB 2.0
- USB 3.0

- Reset WS
- Power WS
- HDD Led
- Power Led +
- Power Led –
- Speaker o Buzzer (Si nos viene incluido)

Si hemos montado un lector de tarjetas también debemos conectarlo a un conector USB 2.0.

Por último, vamos con los discos duros y los lectores. Utilizaremos los cables de alimentación de la fuente para darles potencia y los cables SATA para conectarlos a la placa base [63].

Instalar las tarjetas PCI y discos M.2.

En este paso y una vez tenemos todo colocado dentro de la torre, montar los añadidos a la placa. Si tenemos una tarjeta gráfica necesitaremos montarla sobre una ranura PCi 16x generalmente y como recomendación. Para ello sacamos la chapa protectora de la torre y procedemos a encajarla en la ranura. Si es necesario alimentarla con uno o dos conectores de 8 pines lo buscamos en la fuente y se lo colocamos.

Los otros componentes PCi que tengamos podemos instalarlos en las consiguientes ranuras, según el tamaño e interfaz que necesiten.

Con los discos M.2 tener algo de cuidado e identificar qué tipo de bus utilizan, ya que a veces las ranuras de estos discos comparten la misma que los puertos PCi. Con lo cual o usaremos el disco o la tarjeta, pero no ambos. Fijarse bien en las especificaciones de la placa base para tener claro ese punto [63].

Arranque del equipo y ajustes finales de nuestro ordenador paso a paso.

Una vez todo en su sitio procedemos a arrancar el equipo para comprobar que todo vaya bien. Si todo está correcto arrancará y entraremos en la BIOS. Si algo falla, los pitidos nos notificaron de lo que puede suceder.

Una vez con el ordenador ya funcionando como es debido lo apagamos y esperamos unos segundos para proceder con el ajuste final de los cables, tanto en la parte delantera como en la posterior.

Si hemos sido hábiles en la distribución inicial solo tendremos que ajustarlos y esconderlos en la parte trasera mediante bridas.

De esta forma tendremos un equipo limpio en el montaje y digno de ser admirado con orgullo. Este proceso no es solo por estética, ya que también ayudará a que el flujo de aire sea más eficiente dentro de la caja [63].

Instalación del Sistema Operativo y Drivers.

El último paso es instalar el sistema operativo y después los drivers de los componentes que hemos instalado como la placa base o la tarjeta gráfica.

Puede llevar algo de tiempo, pero con tan solo introducir el disco que nos trae el componente o un pendrive con el software requerido y una conexión a Internet, avanzaremos de forma sencilla hasta tener nuestro ordenador 100% operativo.



Figura 94. Verificación del funcionamiento de la computadora.

- **Instrucciones de funcionamiento**

El Ratón

- Ponga la mano sobre el ratón con el dedo índice arriba del lado izquierdo, y el dedo medio arriba del lado derecho.

- Para controlar el ratón muévelo en una forma de circulo hasta que la flecha o el cursor este donde lo desea.
- El cursor marca su posición y aparece como una flecha blanca, una I o un palito que pulsea.
- El cursor es una flecha blanca en el Tablero y afuera del documento, y sirve para señalar y para darle acceso a varias funciones.
- El cursor es una I adentro del documento y muestra la posición del ratón.
- El cursor es un palito pulseando cuando hace click izquierdo con el ratón para marcar su posición en el documento.
- Para hacer CLICK, oprima suavemente con el dedo índice y suelte.
- Para hacer DOBLE CLICK, oprima rápidamente dos veces con el dedo índice.
- Para hace CLICK y ARRASTRAR, oprima con el dedo índice y no lo suelte.
- Esto selecciona una palabra o grupo de palabras y mueve un icono.
- Al hacer CLICK DERECHO le muestra opciones de los menús.
- Use el dedo índice para mover la ruedita que está arriba en medio del ratón. Esto mueve la pantalla para arriba y para abajo.
- Cuando ve un reloj de arena quiere decir que la computadora está trabajando o buscando lo que le pidió [63].

Pantalla del Monitor

Los símbolos en el Tablero se llaman ICONOS y representan los programas que están instalados en la computadora. Para abrir y entrar en un programa, la flecha blanca debe estar tocando el icono. Haga doble click.

Los ICONOS en el Tablero son atajos para programas o funciones que se usan a menudo.

Iconos típicos: My Documents (Mis Documentos), My Computer (Mi Computadora), Internet Access (Acceso al Internet), Recycle Bin (Bodega de Reciclaje)

El botón Start (en la parte inferior izquierda) da menús y acceso a todos los programas de la computadora. Los Iconos pequeños al fondo de la pantalla también son atajos para funciones y programas. Use el ratón para redondear encima de los iconos y le dirá el uso de ese icono [63].



Figura 95. Ventana de Windows.

Teclado

La mayoría de las teclas son iguales a una máquina de escribir. Las cuatro flechas al lado derecho mueven el cursor para arriba, para abajo, para el lado derecho y para el lado izquierdo.

Backspace - elimina una letra o espacio al lado izquierdo del cursor.

Delete - elimina una letra o espacio al lado derecho del cursor.

End - pone el cursor al fin de la línea.

La tecla Ctrl se usa en combinación con una letra para formar atajos. Con un dedo mantenga oprimida la tecla Ctrl y con otro dedo oprima la letra del atajo. Por ejemplo:

Ctrl+A: Selecciona toda la pagina.

Ctrl+C: Copia todo lo que está seleccionado, a la memoria.

Ctrl+V: Pega todo lo que está en la memoria a otro lugar.

Ctrl+X: Corta todo lo que está seleccionado y lo guarda en la memoria.

Ctrl+P: Es para imprimir el documento.

Imaginar que la memoria es un lugar para guardar mensajes. Cuando copia o corta algo se va a la memoria. Si copia o corta algo más, se guarda en la memoria como otro mensaje y borra el mensaje anterior. La memoria solo recuerda lo último que se guarda.

Pantalla de Trabajo

- La Barra de Título
- La Barra de Menú
- Las Barras de Herramientas
- La Barra de Estado

Guarda Información

En el HARD DRIVE o Carpeta C: -- Esta es la memoria de la computadora que guarda la información en My Documents (Mis Documentos), My Folders (Mis Carpetas)

En el Drive o Carpeta A: donde se usan los diskettes que miden 3 ½”

En el Drive o Carpeta E: donde se usa la Memoria USB (muy conveniente y fácil de usar, alta capacidad). En las computadoras nuevas que tienen más de un puerto de USB, puede ser que la Carpeta donde conecte su Memoria USB tenga otra letra

En el Drive o Carpeta D: donde se usan los CDs o DVDs (No es muy fácil de usar). Para guardar a un Disco de Compacto la computadora necesita tener la habilidad de grabar en Discos de Compacto—se necesita un “CD Writer” [63].

Como Guardar un Documento

Oprima FILE (En la Barra de Menú)

Cuando se baja la ventana de opciones, escoja SAVE AS

Se abre otra venta que dice Save As. Le está preguntando donde quiere guardar el documento.

Oprima la flecha al lado derecho de la caja que dice Save In y escoja el drive o carpeta donde desea guardar el documento: Sea My Documents, A: o E:, C:, etc.

- **Normas de Seguridad**

- No debe de encontrarse junto a objetos que pueda caer sobres ella tales como mesas, sillas, lámparas, etc.

- No comer ni tomar líquidos cerca de la computadora ya que cualquier derrame accidental podría afectar el funcionamiento del equipo.
- Revisar las conexiones eléctricas y asegurarse que no estén enredadas y no estén al nivel del piso. Así se evita que, en caso de existir algún líquido a nivel del piso, no llegue a afectar las conexiones eléctricas y dañar el equipo.
- La corriente eléctrica debe de ser confiable y estable.
- El CPU no debe estar en el piso, debe de estar en el mueble donde se tiene el resto del equipo.
- Cada equipo debe estar conectado a un regulador.
- El equipo debe apagarse de manera correcta.
- No se deben dejar discos dentro de la disquetera.
- El equipo, cuando no se usa, debe estar cubierto por fundas especiales para que no penetre el polvo sobre el mismo.
- No deben de desconectarse ningún dispositivo sino ha sido apagado el CPU [63].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Periódicamente es conveniente realizar las siguientes tareas de mantenimiento:

- Limpiar el disco duro
- Vaciar la Papelera
- Eliminar ficheros temporales y cachés
- Desfragmentar el disco duro
- Desinstalar programas.
- Sistema operativo
- Comprobar las actualizaciones
- Revisar los programas de inicio
- Reiniciar la computadora
- Copia de seguridad
- Analizar el disco en busca de virus
- Instalar programa contra el spyware
- Protégete del Phishing
- Uso de contraseñas
- Comprueba la seguridad de tu red wifi [63].

3.3.9. Impresora



➤ Ficha Técnica


Tabla 58. Ficha técnica de la impresora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-IP		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	09	Máquina		Equipo	x	Herramienta	
				 Lexmark™			
							IMPRESORA
		CÓDIGO:			DP170-IP01-D		
		MARCA:			LEXMARK		
		ESTADO:			Stock		

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	China	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	CX522ade	AÑO:	-
DIMENSIONES:	462 x 442 x 588 mm	VOLTAJE:	120 V
PESO:	27.1 kg	AMPERAJE:	2 A
COLOR:	Gris/Blanco	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Pantalla táctil		Bandeja	
Disco duro		Soporte ajustable	
Cartuchos		Panel de control	
Puertos USB		Sistema de inyección	
Escáner		Rodillos	
FUNCIÓN:	Producir copias permanentes de texto o gráficos de documentos almacenados en formato electrónico, imprimiéndolos en medios físicos, normalmente en papel, utilizando cartuchos de tinta o tecnología láser.		

➤ Documentos Comerciales




Buscar Lexmark 

[Impresoras](#) [Suministros y Accesorios](#) [Industrias y Soluciones](#) [Servicios](#) [Asistencia](#) 

[Inicio](#) > [Productos](#) > [Printer](#)



Lexmark CX522ade

Parte nº: 42C7360



CARACTERÍSTICAS

- láser de color
- Impresión dúplex (2 caras): Dúplex integrado
- Velocidad de Impresión: Hasta 35 ppm
- Volumen de Páginas Mensual Recomendado: 1500 - 8500 Páginas†



Lexmark International

Teléfono: [+1-800-279-3198](tel:+1-800-279-3198)

MON-FRI: 8.00 a.m. to 12.00 a.m. EST
SAT and SUN: Closed

[Ver Lexmark CX522ade folleto descriptivo \[PDF\]](#)

[Visite nuestra guía de usuario interactiva Lexmark CX522ade](#)

[Ir a controladores y descargas \[VÍNCULO\]](#)

Contacte con el servicio de asistencia

Estamos aquí para ayudarle. Elija cómo desea contactar con nosotros.

Ecuador

Opciones de contacto	Horario de trabajo
Llamada 1-800-010-226	Lunes a viernes: 7AM - 7PM (ECT)
Llame al 1-800-000-065 (alternativa)	Sábado a domingo: Cerrado
Chatee con un representante	
Envíe un ticket de asistencia	

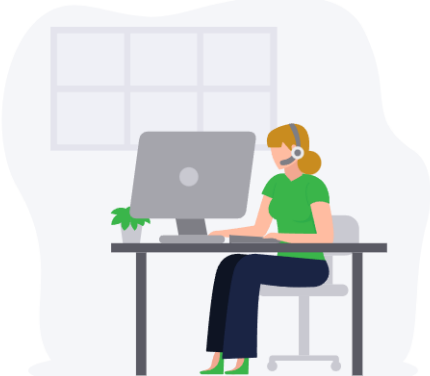


Figura 96. Información del fabricante de la impresora [64].

➤ Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante

- **Características de la máquina**

Tabla 59. Datos técnicos de la impresora.

Código	<i>DP170-IP01-D</i>
Marca	<i>LEXMARK</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Modelo	<i>CX522ade</i>
Dimensiones	<i>462 x 442 x 588 mm</i>
Peso	<i>27.1 kg</i>
Color	<i>Gris/Blanco</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Voltaje	<i>120 V</i>
Amperaje	<i>2 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

Deje espacio suficiente para poder abrir las bandejas, las cubiertas y las puertas, y para instalar opciones de hardware.

Configure la impresora cerca de una toma de corriente eléctrica.

Asegúrese de que el flujo de aire de la habitación cumple con la última revisión de la normativa ASHRAE 62 o con la normativa 156 del departamento técnico del Comité Europeo de Normalización.

Proporcionar una superficie plana, limpia y estable.

Mantenga la impresora:

- Limpia, seca y sin polvo.
- Lejos de grapas sueltas y clips.
- Lejos del flujo de aire de los aparatos de aire acondicionado, calentadores o ventiladores.
- A salvo de la luz solar directa y humedad extrema.

Observe el rango de temperatura.

Temperatura de funcionamiento: de 10 a 32,2 °C (de 50 a 90 °F)

Deje el siguiente espacio recomendado alrededor de la impresora para conseguir una ventilación correcta:



1. Arriba: 305 mm (12 pulgadas)
2. Posterior: 102 mm (4 pulgadas)
3. Lado derecho: 76 mm (3 pulgadas)
4. Frontal: 508 mm (20 pulgadas). El espacio mínimo requerido delante del equipo es de 76 mm (3 pulgadas)
5. Lado izquierdo: 76 mm (3 pulgadas) [64].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Pantalla táctil
- Disco duro
- Cartuchos
- Puertos USB
- Escáner
- Bandeja

- Soporte ajustable
 - Panel de control
 - Sistema de inyección
 - Rodillos
- **Instrucciones de montaje**

Instalación del software de la impresora

El controlador de impresión se incluye en el paquete de instalación del software.

En el caso de equipos Macintosh con MacOS versión 10.7 o posterior, no es necesario instalar el controlador para imprimir en una impresora certificada con AirPrint. Si desea funciones de impresión personalizadas, descargue el controlador de impresión.

- Obtenga una copia del paquete de instalación del software.

A través del CD de software suministrado con la impresora.

Vaya a www.lexmark.com/downloads.

- Haga doble clic en el paquete de instalación y siga las instrucciones que aparecen en la pantalla del equipo [64].

Conexión de cables



1. Puerto LINE: Disponible únicamente en algunos modelos de impresora.

Conectar la impresora a una línea telefónica activa a través de una toma mural estándar (RJ-11), un filtro DSL, un adaptador VoIP o cualquier otro adaptador que le permita acceder a la línea telefónica para enviar y recibir faxes.

2. Puerto EXT: Disponible únicamente en algunos modelos de impresora.

Conectar más dispositivos (teléfono o contestador automático) a la impresora y la línea telefónica. Utilice este puerto si no dispone de una línea de fax exclusiva para la impresora y si este método de conexión es válido en su país o región.

3. Toma del cable de alimentación

Conectar la impresora a una toma de alimentación eléctrica debidamente conectada a tierra.

4. Puerto USB: Disponible únicamente en algunos modelos de impresora.

Conecte un teclado o cualquier opción compatible.

5. Puerto USB de la impresora

Conectar la impresora a un ordenador.

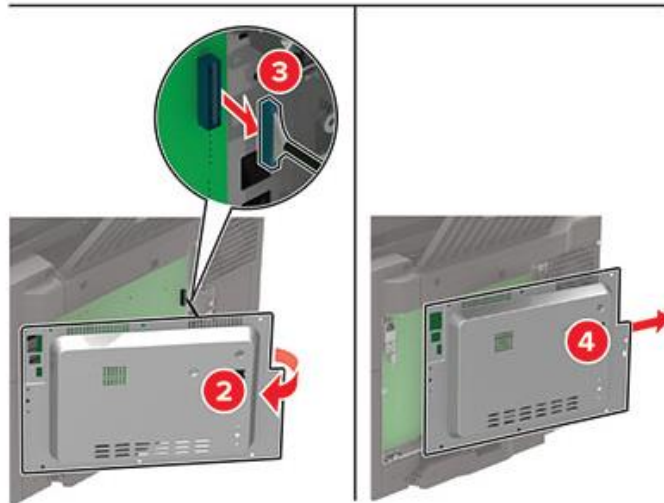
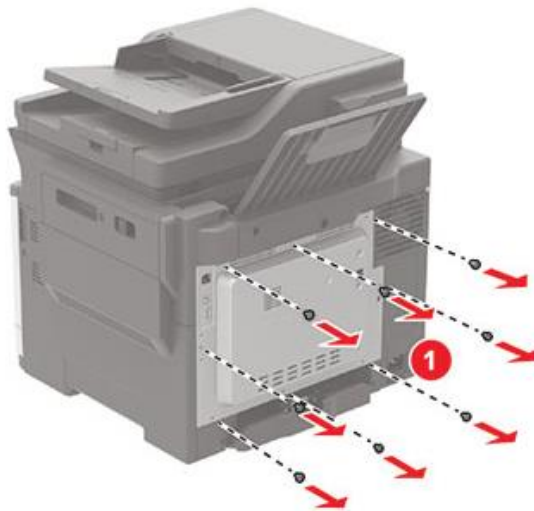
6. Puerto Ethernet

Conectar la impresora a una red [64].

Instalación de una tarjeta de memoria

1. Apague la impresora.
2. Desconecte el cable de alimentación de la toma eléctrica y, a continuación, de la impresora.
3. Con un destornillador de punta plana, retire la cubierta de acceso de la placa del controlador.

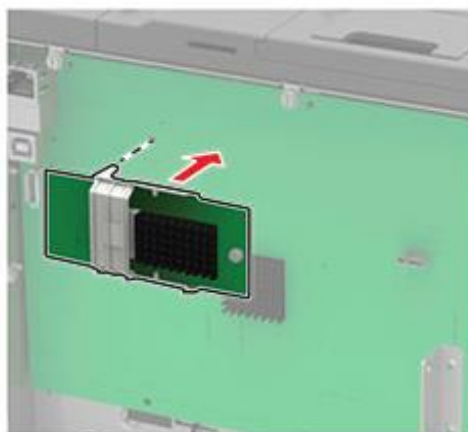
Advertencia: Los componentes electrónicos de la placa del controlador se dañan fácilmente con la electricidad estática. Toque primero una superficie metálica en la impresora antes de tocar ningún conector o componente de la placa del controlador.



4. Extraiga la tarjeta de memoria del embalaje.

Advertencia: No toque los puntos de conexión situados en el borde de la tarjeta.

5. Inserte la tarjeta de memoria hasta que encaje en su lugar.

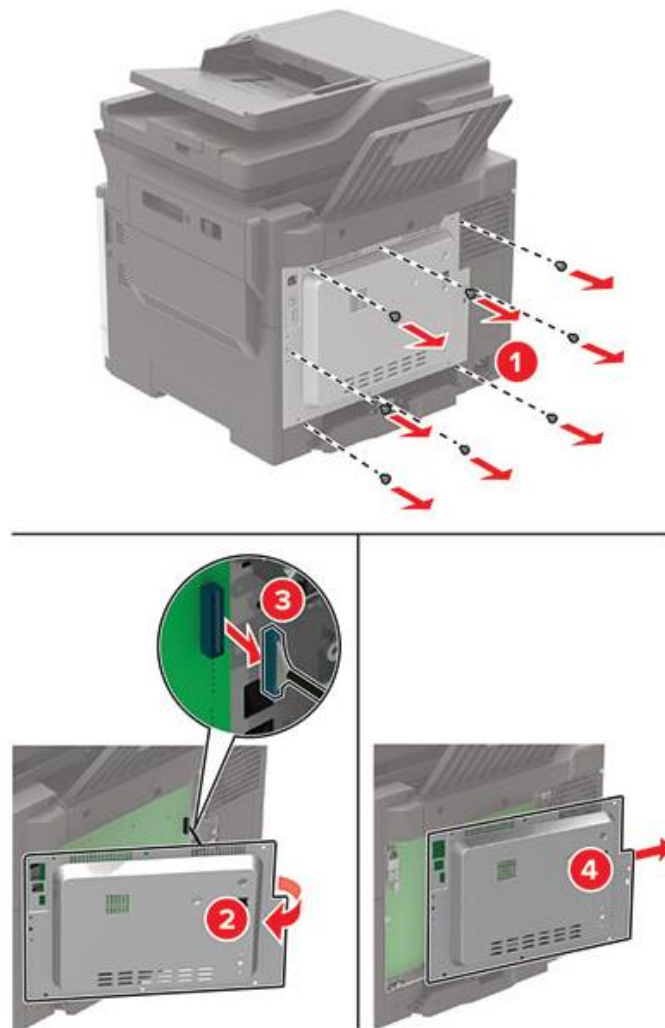


6. Coloque la cubierta de acceso.
7. Conecte el cable de alimentación a la impresora y, a continuación, a un enchufe.
8. Encienda la impresora [64].

Instalación de una tarjeta opcional

1. Apague la impresora.
2. Desconecte el cable de alimentación de la toma eléctrica y, a continuación, de la impresora.
3. Con un destornillador de punta plana, retire la cubierta de acceso de la placa del controlador.

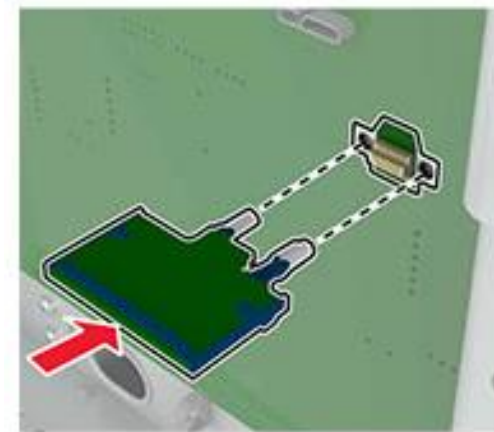
Advertencia: Los componentes electrónicos de la placa del controlador se dañan fácilmente con la electricidad estática. Toque primero una superficie metálica en la impresora antes de tocar ningún conector o componente de la placa del controlador.



4. Desembale la tarjeta opcional.

Advertencia: No toque los puntos de conexión situados en el borde de la tarjeta.

5. Empuje la tarjeta con firmeza para encajarla.



Todo el conector de la tarjeta debe tocar y estar nivelado con la placa del controlador.

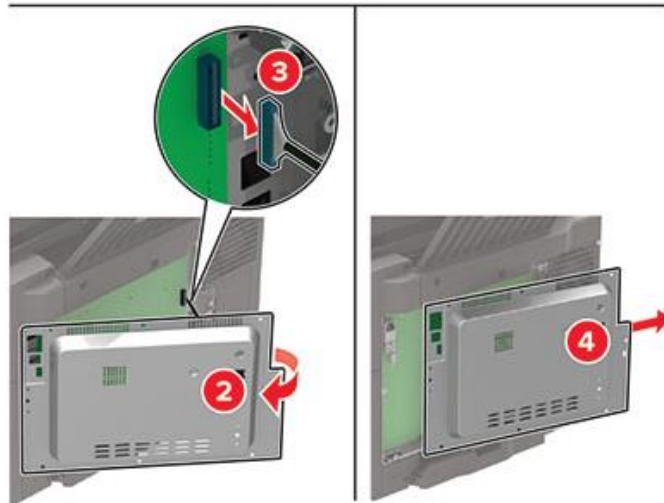
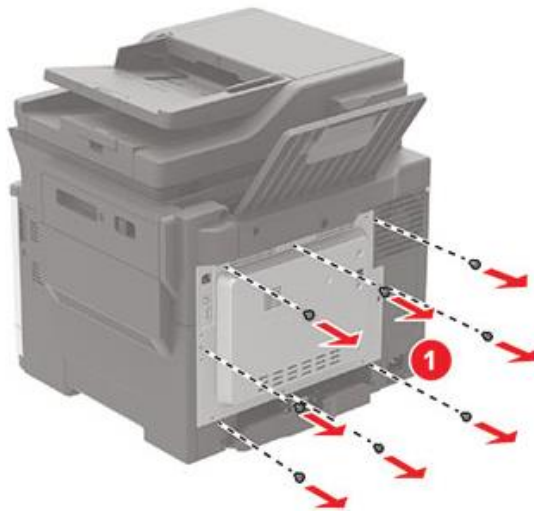
Advertencia: La instalación inadecuada de la tarjeta podría provocar daños en la tarjeta y en la placa del controlador.

6. Coloque la cubierta de acceso.
7. Conecte el cable de alimentación a la impresora y, a continuación, a un enchufe.
8. Encienda la impresora [64].

Instalación de un disco duro de impresora

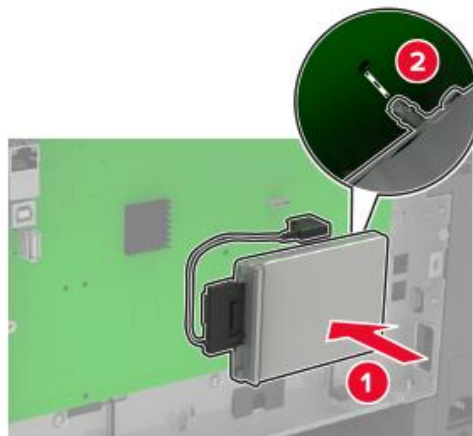
1. Apague la impresora.
2. Desconecte el cable de alimentación de la toma eléctrica y, a continuación, de la impresora.
3. Con un destornillador de punta plana, retire la cubierta de acceso de la placa del controlador.

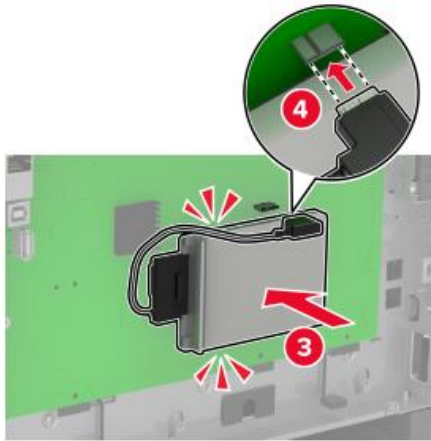
Advertencia: Los componentes electrónicos de la placa del controlador se dañan fácilmente con la electricidad estática. Toque primero una superficie metálica en la impresora antes de tocar ningún conector o componente de la placa del controlador.



4. Desembale el disco duro de la impresora.
5. Conecte el disco duro y, a continuación, conecte el cable de interfaz del disco duro a la placa del controlador.

Advertencia: No toque ni presione el centro del disco duro.





6. Coloque la cubierta de acceso.
7. Conecte el cable de alimentación a la impresora y, a continuación, a un enchufe.
8. Encienda la impresora [64].

- **Instrucciones de funcionamiento**

Impresión desde un ordenador

Para etiquetas, tarjetas y sobres, configure el tamaño y tipo de papel en la impresora antes de imprimir el documento.

- Abra el cuadro de diálogo Imprimir en el documento que trata de imprimir.
- Ajuste los valores si es necesario.
- Imprima el documento.

Impresión desde una unidad flash

- Introduzca la unidad flash.



Si se introduce la unidad flash cuando aparece un mensaje de error, la impresora ignorará la unidad flash.

Si introduce la unidad flash mientras la impresora está procesando otros trabajos de impresión, aparecerá el mensaje Ocupada en la pantalla.

- Seleccione el documento que quiere imprimir.

Si fuera necesario, configure otros valores de impresión.

- Imprima el documento.

Para imprimir otro documento, seleccione Unidad USB.

Advertencia: Para evitar la pérdida de datos o averías en la impresora, no manipule la unidad flash ni la impresora en la zona que se muestra mientras esté imprimiendo, leyendo o escribiendo en el dispositivo de memoria [64].



Unidades flash y tipos de archivo admitidos

- Unidades flash
 - Lexar JumpDrive S70 (16 GB y 32 GB)
 - SanDisk Cruzer (16 GB y 32 GB)
 - PNY Attaché (16 GB y 32 GB)

La impresora es compatible con unidades flash USB de alta velocidad con el estándar de alta velocidad.

Las unidades flash USB deben admitir el sistema de archivos FAT (del inglés File Allocation Tables, tablas de localización de archivos).

- Tipos de archivo

Documentos

- PDF (versión 1.7 o anterior)
- XPS
- Los formatos de archivo de Microsoft (.doc, .docx, .xls, .xlsx, .ppt, .pptx) solo son compatibles en algunos modelos de impresora.

Imágenes

- .dcm
- .gif
- .JPEG o .jpg
- .bmp
- .pcx
- .TIFF o .tif
- .png

Cancelación de un trabajo de impresión

- En el panel de control de la impresora
- En la pantalla principal, toque Cola de trabajos.

También puede acceder a esta configuración tocando la parte superior de la pantalla de inicio.

- Seleccione el trabajo que desea cancelar.
- Desde el equipo

En función del sistema operativo, realice una de las siguientes acciones:

- Abra la carpeta de impresoras y, a continuación, seleccione la impresora.
- En Preferencias del sistema en el menú de Apple, navegue hasta la impresora.

Seleccione el trabajo que desea cancelar.

Copia en ambas caras del papel

- Cargue un documento original en la bandeja del ADF o mediante el cristal del escáner.
- En el panel de control, navegue hasta:

Copiar > valores > Caras

En los modelos de impresora sin pantalla táctil, pulse OK para navegar por los distintos ajustes.

- Ajuste los valores
- Copie el documento

Realización de una copia

- Cargue un documento original en el alimentador automático de documentos (ADF) o en el cristal del escáner.

Para evitar que la imagen quede recortada, asegúrese de que el documento original y el de salida tienen el mismo tamaño de papel.

- En el panel de control, toque Copiar y, a continuación, especifique el número de copias.

Si es necesario, ajuste el resto de los valores.

- Copie el documento [64].

Copia en cabecera

- Cargue un documento original en el alimentador automático de documentos (ADF) o en el cristal del escáner.
- En el panel de control del escáner, navegue hasta:

Copiar > Copiar de > seleccione el tamaño del documento original > Copiar en > seleccionar un origen de papel

Si está cargando en el alimentador multiuso, navegue hasta:

Copiar en > Alimentador multiuso > seleccione un tamaño de papel > Membrete

En los modelos de impresora sin pantalla táctil, pulse OK para navegar por los distintos ajustes.

- Copie el documento.

Copia de fotografías

- Coloque una foto en el cristal del escáner.
- En el panel de control del escáner, navegue hasta:

Copiar > Valores > Contenido > Tipo de contenido > Foto

En los modelos de impresora sin pantalla táctil, pulse OK para navegar por los distintos ajustes.

- En el menú Origen de contenido, seleccione el ajuste que mejor se adapte a la fotografía original.
- Copie el documento.

Carga de bandejas

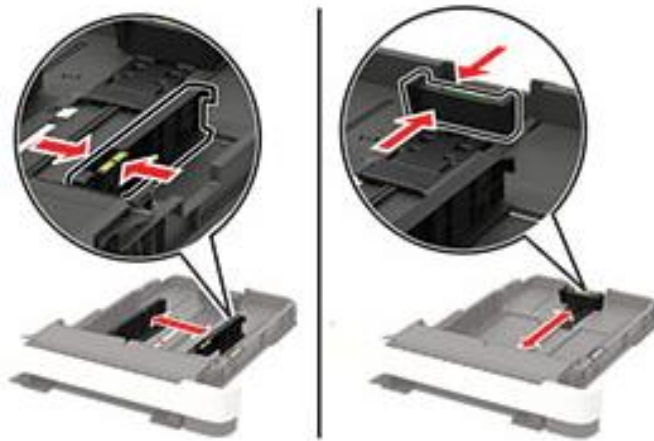
- Extraiga la bandeja.

Para evitar atascos de papel, no extraiga las bandejas mientras la impresora esté ocupada.

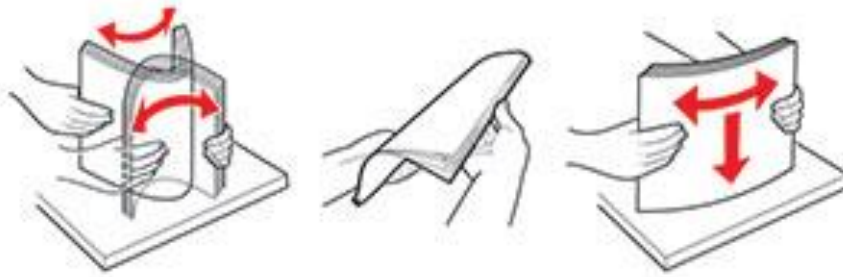


- Ajuste las guías para que coincidan con el tamaño del papel que va a cargar.

Utilice los indicadores de la parte inferior de la bandeja como ayuda para la colocación de las guías.



- Flexione, airee y alise los bordes del papel antes de cargarlo.



- Cargue la pila de papel con la cara de impresión hacia arriba y, a continuación, asegúrese de que las guías laterales están ajustadas contra el papel.



- Para imprimir a una cara, cargue el papel con la cabecera hacia arriba, con el encabezamiento hacia la parte frontal de la bandeja.
- Para imprimir a dos caras, cargue el papel con la cabecera hacia abajo, con el encabezamiento hacia la parte posterior de la bandeja.

- No deslice el papel en la bandeja.
- Para evitar atascos de papel, asegúrese de que la altura de la pila no exceda el indicador de capacidad máxima de papel.



- Introduzca la bandeja.

Si es necesario, defina el tamaño y el tipo del papel en el panel de control para que coincidan con el papel cargado [64].

- **Normas de Seguridad**

Para evitar el riesgo de incendio o descarga eléctrica, conecte el cable de alimentación a una toma de corriente debidamente conectada a tierra con la potencia adecuada que se encuentre cerca del dispositivo y resulte fácilmente accesible.

Para evitar el riesgo de descarga eléctrica, no instale este producto cerca de agua o donde exista humedad.

Para evitar el riesgo de descarga eléctrica, no configure este producto ni realice ninguna conexión eléctrica ni de cableado, como la función de fax, el cable de alimentación o el teléfono, si hay una tormenta eléctrica.

Para evitar el riesgo de incendio o descarga eléctrica, utilice exclusivamente el cable de alimentación que se suministra junto con este producto o el repuesto autorizado por el fabricante.

Para reducir el riesgo de incendio, utilice solo un cable de telecomunicaciones (RJ-11) de 26 AWG o mayor cuando conecte esta impresora a la red telefónica conmutada

pública. Para los usuarios de Australia, el cable debe contar con la aprobación de la Australian Communications and Media Authority.

Para evitar el riesgo de descarga eléctrica al limpiar el exterior de la impresora, desconecte el cable de alimentación de la toma eléctrica y desconecte todos los cables de la impresora antes de realizar la operación.

Para reducir el riesgo de inestabilidad del equipo, cargue cada bandeja por separado. Mantenga todas las bandejas cerradas hasta que los necesite [64].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Impresora

Realice esta tarea una vez transcurridos varios de meses.

Cualquier daño de la impresora ocasionado por su manipulación inadecuada queda fuera de la cobertura de garantía de la impresora.

- Apague la impresora y, a continuación, desconecte el cable de alimentación de la toma de tierra.
- Elimine el papel de la bandeja estándar y del alimentador multiuso.
- Retire el polvo, las pelusas y los trozos de papel que se encuentren alrededor de la impresora con un cepillo suave o una aspiradora.
- Limpie la parte exterior de la impresora con un paño húmedo paño suave y sin pelusa.

No utilice productos de limpieza para el hogar ni detergentes, ya que podrían dañar el acabado de la impresora.

Asegúrese de que todas las partes de la impresora estén secas después de la limpieza.

- Conecte el cable de alimentación a la toma eléctrica y, a continuación, encienda la impresora [64].

Pantalla táctil

- Apague la impresora y, a continuación, desconecte el cable de alimentación de la toma de corriente.
- Con un paño húmedo, suave y sin pelusa, limpie la pantalla táctil.

No utilice productos de limpieza para el hogar ni detergentes, ya que podrían dañar la pantalla táctil.

Asegúrese de que la pantalla táctil está seca después de limpiarla.

- Conecte el cable de alimentación a la toma eléctrica y, a continuación, encienda la impresora.

Escáner

Abra la cubierta del escáner.



Con un paño húmedo, suave y sin pelusa, limpie las siguientes áreas:

- Cristal del ADF



- Panel de cristal del ADF



- Cristal del escáner



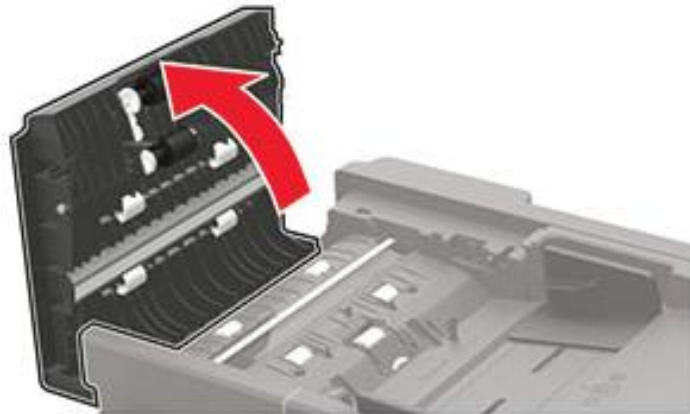
- Panel de cristal del escáner



Cierre la cubierta del escáner.

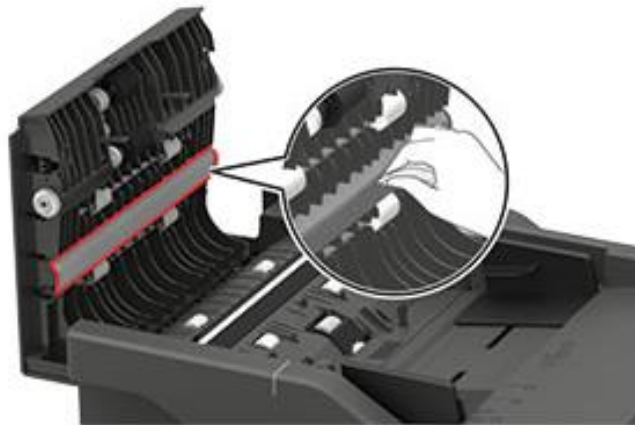
- Si su impresora tiene otro cristal del ADF en el interior de la puerta C, continúe con los siguientes pasos.

Abra la puerta C.

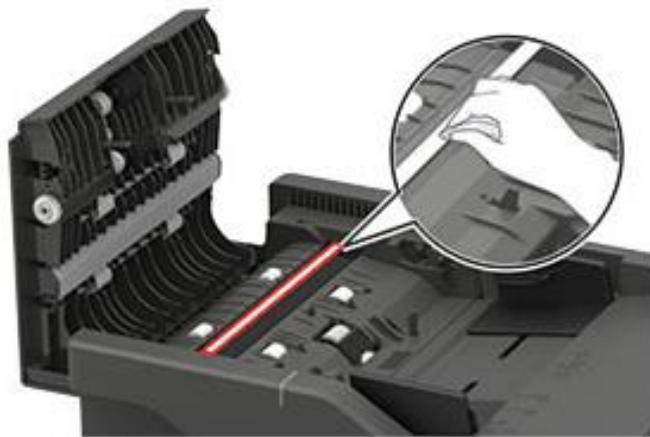


Con un paño húmedo, suave y sin pelusa, limpie las siguientes áreas:

- Panel del cristal del ADF en la puerta C.



- Cristal del ADF en la puerta C



Cierre la puerta [64].

3.3.10. Data Logger

➤ **Ficha Técnica**

Tabla 60. Ficha técnica del data logger.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-TD		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	10	Máquina		Equipo	x	Herramienta	
		 					
		DATA LOGGER					
		CÓDIGO:			DP-110TD01-D		
		MARCA:			ELITECH		
ESTADO:			Stock				


CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	USA	TIPO:	Electrónico
MODELO:	RC-4HC	AÑO:	-
DIMENSIONES:	84 x 44 x 20 mm	VOLTAJE:	3 V
PESO:	0.06 kg	AMPERAJE:	580 mAh
COLOR:	Blanco	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Pantalla LCD		Sonda de temperatura	
Cable USB		Bocina	
Botón principal		Placa	
Batería		Carcasa	
Puerto USB			
FUNCIÓN:	Registrar los datos de temperatura y humedad de los alimentos, medicamentos y otros productos en el almacenamiento y transporte, y se aplican ampliamente para los eslabones de la cadena frío.		

➤ Documentos Comerciales

support@elitechus.com USD / English

Elitech
Innovation. Precision. All.

HVAC/R TOOLS ▾ DATA LOGGER ▾ TEMP CONTROLLERS ▾ AIR QUALITY MONITOR ▾ SALE ▾ SUPPORT ▾



RC-4HC

48°C

Elitech

★★★★★ 19

Availability: In Stock ✓

👉 **Buy more, save more!** Get up to 61% off with more pcs!

\$21.27 ~~\$32.99~~ -36%

Pay in 4 interest-free installments for orders over **\$50.00** with [shop Pay](#) [Learn more](#)

Quantity:

1 PIECE 5 PIECES 10 PIECES 50 PIECES

Quantity: - 1 +

ADD TO CART BUY NOW

SKU: RC-4HC-1pc

Share: [f](#) [t](#) [p](#)

VISA PayPal

FREE SHIPPING OVER \$49

Shipping within 24 hours. Free Standard Shipping On Orders Over \$49 (US Only): 3-5 Days for delivery.

30 DAYS RETURNS

Not the right fit? No worries. We'll arrange pick up and a full refund within 7 days including the delivery fee.

1 YEAR WARRANTY

Quality comes first and our

Send Us A Message

We believe in delivering excellent customer service and we are dedicated to satisfying our customers. Got a question or suggestion? We would love to hear from you. Send us a message and we will respond as soon as possible.

We'd love to hear from you - please use the form to send us your message or ideas.

Address
2528 Qume Drive #2, San Jose, CA 95131, United States

Phone
(+1)4088444070

Email
support@elitechus.com

Opening Hours
Monday to Friday: 8:30am - 5:00pm(PT)

Address
Type here

Figura 97. Información del fabricante del data logger [65].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 61. Datos técnicos del data logger.

Código	<i>DP-110TD01-D</i>
Marca	<i>RC-4HC</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>USA</i>
Modelo	<i>RC-4HC</i>
Dimensiones	<i>84mm x 44mm x 20 mm</i>
Peso	<i>0.06 kg</i>
Color	<i>Blanco</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Voltaje	<i>3 V</i>
Amperaje	<i>580 mAh</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

- Modelo: RC-4HC
- Intervalo de registro: 15 minutos
- Modo de arranque: Arranque por botón
- Arranque con retardo: 0
- Modo de parada: Parada por software
- Arranque repetido: Prohibición
- Memoria por circulación: Prohibición
- Huso horario
- Unidad de temperatura °C
- Límite superior de temperatura: 60°C
- Límite inferior de temperatura: -30°C
- Calibración de temperatura: 0°C
- Límite superior de humedad: 90%RH
- Límite inferior de humedad: 10%RH
- Calibración de humedad: 0%RH
- Sonido de aviso del botón: Prohibición
- Alarma acústica: Prohibición [65].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Pantalla LCD
- Cable USB
- Botón principal
- Batería
- Puerto USB
- Sonda de temperatura
- Bocina
- Placa
- Carcasa

- **Instrucciones de montaje**

Cambio de la batería

- Gire la tapa de batería en sentido antihorario para abrirla.
- Saque el aislador de batería.
- Gire la tapa de batería en sentido horario para cerrarla [65].

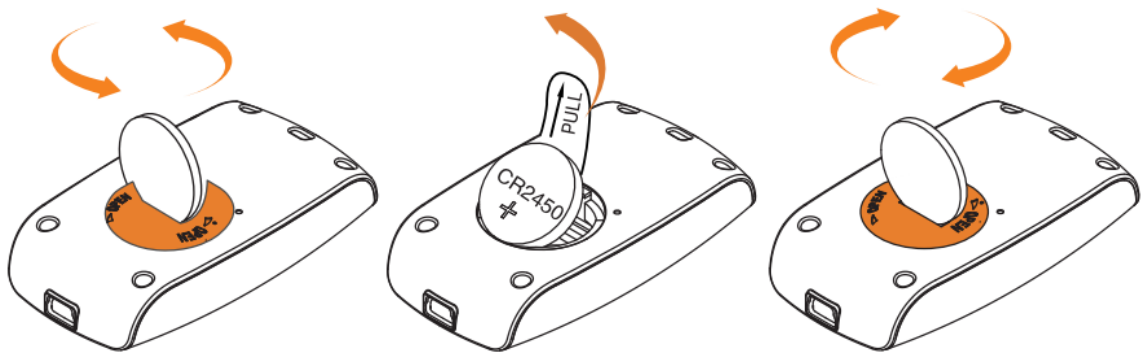


Figura 98. Cambio de batería.

Instalación de la sonda

RC-4/RC-4HC utiliza el sensor interior por defecto; si se necesita utilizar la sonda de temperatura exterior, opere según la figura siguiente:

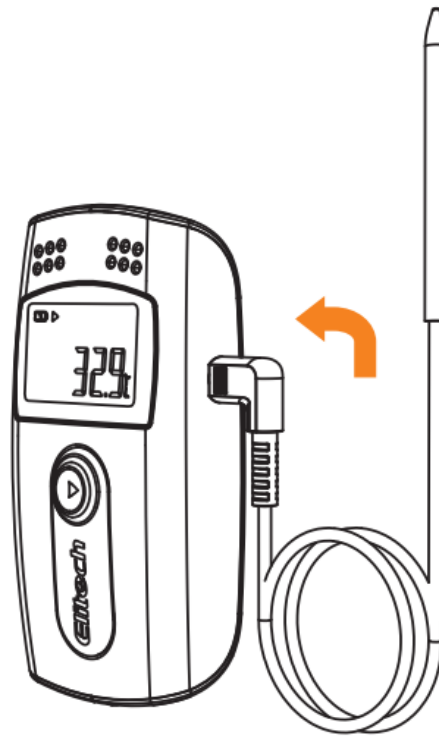


Figura 99. Data Logger.

Instalación del software

Descargue el software gratuito ElitechLog por:

- Elitech US: www.elitechstore.com/pages/download o
- Elitech UK: www.elitechonline.co.uk/software o
- Elitech BR: www.elitechbrasil.com.br e instálelo (sistemas macOS y Windows) [65].

Configuración de parámetros

Conecte el registrador con el ordenador por el cable USB, hasta que el icono aparezca.



Figura 100. Icono de USB.

Configuración del software ElitechLog:

- Si no se necesita modificar los parámetros por defecto (véase el Apéndice), haga clic en el menú Resumen> y el botón Restablecimiento Rápido para sincronizar el tiempo local.
- Si se necesita modificar los parámetros, haga clic en el menú Parámetros para modificarlos, y haga clic en el botón Guardar parámetros para terminar la configuración.

Para evitar los errores del tiempo / huso horario, haga clic en el botón Restablecimiento rápido o Guardar parámetros antes del primer uso o después del cambio de batería para asegurar que el tiempo local se configure en el registrador.

Iniciar el registro

Arranque por botón: Mantenga el botón por 5 segundos para iniciar el registro, y el apareamiento del icono en LCD indicará el inicio con éxito.

El parpadeo continuo del icono indica que el registrador ajuste el retardo de arranque, y se inicia el registro después de terminar el arranque con retardo [65].

Parar el registro

- Parada por botón*: Mantenga el botón por 5 segundos para parar el registro, cuando el icono aparece en LCD, lo indica que pare con éxito.
- Parada automática: Pararé automáticamente después de que la cantidad de registros llegue a la máxima.
- Parada por software: Abra el software ElitechLog, y haga clic en el menú Resumen> y el botón Parar el registro.

Parada por botón es la opción por defecto. Si se ajusta a la opción de prohibición, la función de parada por botón fallará; si se necesita parar, abra el software ElitechLog, y haga clic en el botón Parar a fin de parar el registro [65].

Descarga de datos

- Conecte el registrador con el ordenador por el cable USB hasta que el icono aparezca en LCD, luego por:
- Software ElitechLog: Los datos se pueden cargar automáticamente. Haga clic en el botón Exportar para seleccionar el formato y exportar el informe; si los datos no

se cargan automáticamente, haga clic manualmente en el botón Descargar y repita las operaciones.

Reinicio

Pare el registrado, conéctelo con el ordenador, y guarde o exporte los datos;

Repita las operaciones en 4. Configuración de parámetros, para configurar el registrador;

Reinicie el registrador según los pasos en 5. Iniciar el registro, para iniciar los nuevos registros.

Después de guardar los parámetros, los datos históricos registrados se eliminarán; si se olvida de guardar/exportar los datos, podrá ver y gestionar el registrador por el Menú Historial del software ElitechLog [65].

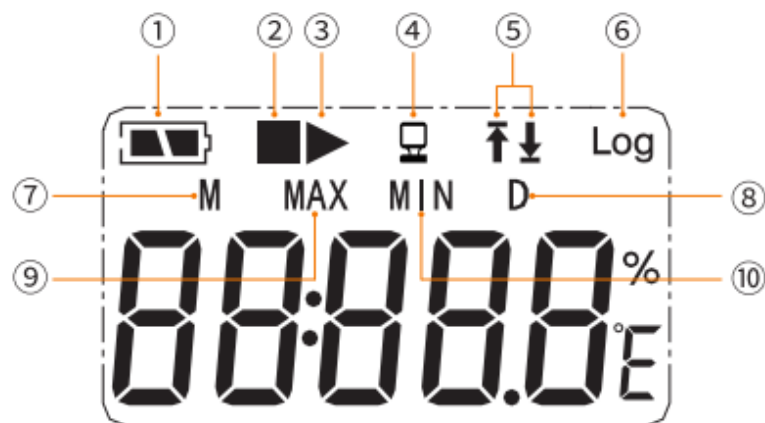
- **Instrucciones de funcionamiento**

Funciones de botones

Mantenga el botón por 5 segundos. Iniciar/Parar el registro.

Haga clic en el botón. Ver/Conmutar las interfaces de visualización.

Pantalla principal de LCD



1. Nivel de batería
2. Se ha parado
3. Logging
4. Está registrando

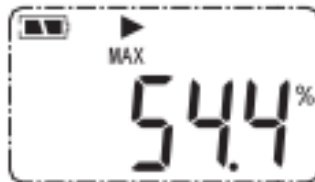
5. Ordenador está conectado
6. Cantidad de grupos de registros (actual)
7. Mes
8. Día
9. Valor máximo de temperatura/humedad
10. Valor mínimo de temperatura/humedad

Interfaz de LCD

Temperatura



Humedad



Cantidad de grupos de registros (actual)



Tiempo actual



Fecha actual: M-D



Valor máximo de temperatura



Valor mínimo de temperatura



Valor máximo de humedad



Valor mínimo de humedad



Límite superior de temperatura



Límite inferior de temperatura



Solo RC-4HC visualiza la interfaz de humedad [65].

LCD indicaciones del zumbador

Operaciones concretas de activación de la función del zumbador: abra ElitechLog. Y haga clic en el Menú de Parámetros>Zumbador>Permitir.

Tabla 62. Indicadores del LCD zumbador.

Icono de LCD	Zumbador	Descripción
▶		Se ha iniciado
■		Se ha parado
No aparece nada		No se inicia
(Valor máximo/mínimo de ▶ , ■ temperatura)	Suena 3/10 veces	La temperatura excede el límite superior/inferior
(Valor máximo/mínimo de ↑ / ↓ humedad)		La humedad excede el límite superior/inferior

- **Normas de Seguridad**

- Almacene el registrador en el entorno de temperatura normal.
- Hay que sacar el aislador en el compartimento de baterías antes del uso.
- Por el primer uso del registrador, hay que utilizar el software ElitechLog para realizar la configuración de parámetros, sincronizando el tiempo del sistema.
- Se prohíbe sacar la batería en el registro del registrador.
- Si no pulsa ningún botón dentro de 15 segundos, el registrador apagará la pantalla automáticamente. Haga clic en el botón para encender la pantalla nuevamente;
- Cada vez que el registrador configura los parámetros nuevamente, los datos registrados anteriores se eliminarán. Exporte los datos o guárdelos en los Datos historiales antes de guardar los parámetros.

- Para asegurar la precisión de humedad, evite el contacto con los disolventes químicos inestables u otros compuestos químicos, especialmente evite el almacenamiento o la exposición por largo plazo en el entorno de altas concentraciones de la cetona, acetona, alcohol, 2-propanol y tolueno etc..
- Cuando el icono del nivel de batería en LCD es inferior a la mitad (icono) se prohíbe utilizarlo para el transporte a largas distancias [65].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Cambio de la batería

- Gire la tapa de batería en sentido antihorario para abrirla.
- Ponga la batería CR2450 del rango de temperatura amplio, con la cara del polo "+" hacia arriba, y colóquela en el compartimento de baterías.
- Gire la tapa de batería en sentido horario para cerrarla.

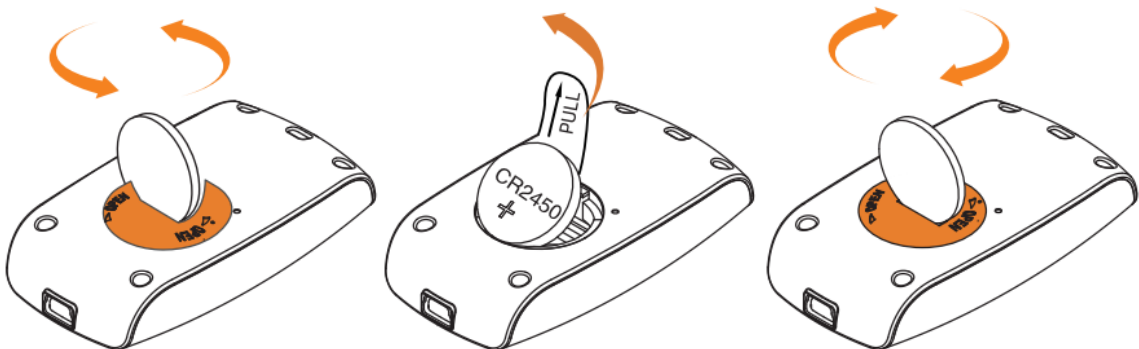


Figura 101. Mantenimiento de la batería.

Lista de accesorios

- Registrador x1
- Cable de datos USB x1
- Batería CR2450 x1
- Manual de uso x1
- Sonda de temperatura x1 (1.1m)
- Certificado de calibración x1 [65].

3.3.11. Regla

➤ Ficha Técnica

Tabla 63. Ficha técnica de la regla.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA						
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-RL	
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01	
FICHA TÉCNICA:	11	Máquina		Equipo	x	Herramienta
						
						REGLA
		CÓDIGO:		IM-30RL01-A		
		MARCA:		LANCER		
ESTADO:		Stock				

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Manual
MODELO:	-	AÑO:	-
DIMENSIONES:	325 x 25 x 1 mm 625 x 25 x 1 mm	VOLTAJE:	-
PESO:	0.1 kg	AMPERAJE:	-
COLOR:	Gris	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Lamina metálica		Escala numérica	
FUNCIÓN:	Realizar mediciones y crear trazados de líneas rectas gracias a que dispone de una escala de valores para conocer la longitud de algo.		

➤ **Documentos Comerciales**

Superpa-co.com

Buscar productos **BUSCAR**

TECNOLOGÍA | HOGAR | ESCOLAR Y OFICINA | LIBROS Y TEXTOS | ARTE Y MANUALIDADES | JUGUETES Y REGALOS | OFERTAS EXCLUSIVAS

Escuela y Oficina | Dibujo técnico y maquetaría | Reglas y Juegos Geométricos | Regla metálica 30cm

Regla metálica 30cm
 Marca: LANCER | Código: 6970880598611

Reglas plásticas

\$1,00

En stock

Agregar al carrito

Calcula los costos de envío

Provincia: Provincia

Ciudad: Ciudad

CALCULAR

Comparte

Visítanos
 Av. Colón E4-81 Y 9 de Octubre. Edificio PA-CO Quito (P)Pichincha (EC) 170522 Ecuador

Teléfono: +593 2 3997 500

Escribenos a: ecommerce@pa-co.com

Chatea con nosotros ahora

Facebook Messenger

WhatsApp

Figura 102. Información del fabricante de la regla [66].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 64. Datos técnicos de la regla.

Código	IM-30RL01-A
Marca	LANCER
Estado	Stock
Procedencia	Ecuador

Dimensiones	<i>325 x 25 x 1 mm</i> <i>625 x 25 x 1 mm</i>
Peso	<i>0.1 kg</i>
Color	<i>Gris</i>
Tipo	<i>Manual</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

- Colocarla en un lugar plano para evitar que se doble.
- No mojar la regla y en caso de hacerlo secarla por completo.
- No golpear los lados o filos de la regla.
- No intentar borrar intencionalmente la escala numérica impresa.
- Evitar el contacto con limalla metálica, polvo o piedras [66].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Lamina metálica
- Escala numérica

- **Instrucciones de funcionamiento**

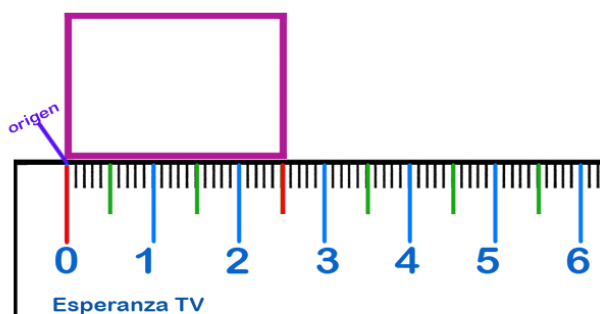


Figura 103. Funcionamiento de la regla.

La primera división de la regla siempre coincide con uno de sus extremos

Es muy importante que el cero de la regla graduada quede perfectamente determinado.

Para medir una longitud tenemos que seguir los siguientes pasos:

- Decidir desde dónde comenzamos a medir el objeto. Este será el origen.
- Situar el número 0 de la regla en el origen.

- Orientar la regla correctamente y visualizar el punto final de la medición
- Mirar en la regla con qué número coincide el punto final. Ésta será la medición.

No siempre coincidirá con un número exacto de centímetros, entonces debemos mirar los milímetros [66].

- **Normas de Seguridad**

- Es un instrumento de medida, y no debe ser usada para otro fin.
- Tener cuidado con las finas puntas metálicas de la regla.
- No lanzar la herramienta por ningún motivo.
- No utilizar el filo de la regla para cortar nada [66].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

- Una vez utilizada, debemos limpiarla cuidadosamente y protegerla del polvo del taller.
- La regla graduada no debe mezclarse con las herramientas de trabajo.
- Periódicamente es conveniente engrasarla suavemente para evitar la oxidación.
- Calibrar cada cierto tiempo para asegurar un margen de error aceptable.
- Enderezarla en caso de estar doblada.
- Antes de cada verificación realizar un mantenimiento preventivo comprendido por una inspección visual y una limpieza general a los instrumentos de medición.
- Cuando se encuentren en labores de campo, los funcionarios y contratistas a cargo de labores catastrales deben procurar mantener recogidas o enrolladas dentro de su estuche las cintas métricas, mientras no se encuentren en uso.
- No se debe realizar ningún tipo de mantenimiento correctivo a las reglas metálicas. Si se han deteriorado, se deben dar de baja y proceder a su reemplazo [66].

3.3.12. Flexómetro

➤ Ficha Técnica

Tabla 65. Ficha técnica del flexómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-FX		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	12	Máquina		Equipo	x	Herramienta	
							
							FLEXÓMETRO
		CÓDIGO:			IM-20FX01-A		
		MARCA:			STANLEY		
ESTADO:			Stock				

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Manual
MODELO:	30-088	AÑO:	-
DIMENSIONES:	80 x 80 x 30 mm	VOLTAJE:	-
PESO:	0.15 kg	AMPERAJE:	-
COLOR:	Negro/Gris	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Carcasa		Clip para cinturón	
Seguro delantero		Cinta metálica	
Resorte		Gancho	
FUNCIÓN:	Medir longitudes en superficies rectas o curvas gracias a que dispone de una escala de valores para conocer la longitud de las cosas.		

➤ Documentos Comerciales

STANLEY ej. Cuchillas

PRODUCTOS ▾ SISTEMAS & SOLUCIONES ▾ SOPORTE ▾ MySTANLEY Dónde Comprar Registra un Producto EC | ES

Herramientas Manuales > Herramientas de Medición y Marcado > Cintas Métricas > 30-088

30-088
Cinta Métrica PRO 8m/26'

[Comprar ahora](#)

[Agregar a mis favoritos](#)

- Cinta recubierta de Nylon.
- Escala en ambos lados de la cinta.
- Punta magnética.

[Ver más características](#)

Centros de Servicio

[Ver Instrucciones](#)

SERVICENTRO JARAMILLO
6.74 KM
Centro Comercial Ventura Mall Local 11-1PA
QUITO, Pichincha 170102
02-2371284
[Ver Instrucciones](#)

TECHNIQUE
7.62 KM
Guayaquil Oe2 -135 entre Rocafuerte y Gonzalo Diaz
Quito, Pichincha 170102
995648527
[Ver Instrucciones](#)

SERVITOLS
8.38 KM
Av. Gualberto Perez E1-126 Y Av. Napo
Quito, Pichincha 170102
22613224
[Ver Instrucciones](#)

CONTACTO

Contamos con una plataforma multicanal de atención al cliente que brinda información sobre especificaciones técnicas de las herramientas, centros de servicio técnico, repuestos originales y mantenimiento, dónde comprar o cualquier duda que tengas antes, durante y luego de tu compra. Porque para hacer tu mejor obra, necesitas todo de tus herramientas.

Elige tu plataforma favorita para contactarnos.

LLÁMANOS
Lunes a Viernes - 9:00 a 17:00
(180) 000-0910

ENVÍANOS UN MENSAJE
[Contáctanos](#)

WHATSAPP
Escanea el código



+1 210 693 1486

Figura 104. Información del fabricante del flexómetro [67].

➤ Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante

- Características de la máquina

Tabla 66. Datos técnicos del flexómetro.

Código	<i>IM-20FX01-A</i>
Marca	<i>STALEY</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Modelo	<i>30-088</i>
Dimensiones	<i>80 x 80 x 30 mm</i>
Peso	<i>0.15 kg</i>
Color	<i>Negro/Gris</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

- No halar la cinta metálica más allá de su longitud original.
- No mojar la regla y en caso de hacerlo secarla por completo.
- No golpear los lados o filos de la lámina.
- No intentar borrar intencionalmente la escala numérica impresa.
- No halar el gancho cuando este agarrado a una superficie.
- Evitar el contacto con limalla metálica, polvo o piedras [67].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Carcasa
- Seguro delantero
- Resorte
- Clip para cinturón
- Cinta metálica
- Gancho
- Escala numérica

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

El gancho permite aferrarse a la superficie que se desea medir, dando una medida igual de precisa ya que repone hasta 1 mm a la medida original.

- **Instrucciones de montaje**

Comienza a desenrollar tu cinta métrica hasta que llegues al final de la cinta.

Cuando hayas sacado toda la cinta, vuelve a enrollarla lentamente.

Gíralo hacia atrás manteniendo el pulgar firmemente presionado sobre la rueda para que vuelva a entrar suavemente y no se salga.

Una vez que empieces a llegar al final, mantén la cinta recta con el pulgar para que se retraiga sin inconvenientes.

Colocar el resorte dentro de la carcasa y enrollar la cinta metálica, colocar la parte superior de la carcasa asegurándose de que la cinta no se salga o se desenrolle sola.

¡Recuerda mantener el pulgar en la rueda mientras colocas la parte superior para que no se salga y lastime a nadie!

Comienza a colocar los tornillos en sus respectivos lugares y atorníllalos firmemente.

Haz esto mientras aplicas presión en la parte superior para que no salgan partes.

Una vez que vuelvas a colocar los tornillos, verifica tu cinta métrica para ver si funciona correctamente o no [67].

- **Instrucciones de funcionamiento**

Para tomar la medida de un objeto, debes fijar la espiga en el punto inicial de la superficie a medir. Luego, extiende la cinta hasta el punto final. A continuación, debes activar el seguro y leer la medida en el extremo de la cinta más cercano a la carcasa.

Para medir una pared de piso a techo, debes ubicar la base del flexómetro en el piso y extender la cinta hasta el techo. Luego de activar el seguro, lee la medida en la cinta y súmale la altura de la carcasa (recuerda que está marcada en la parte de atrás).

La espiga o labio trae un agujero que permite fijarla mediante la cabeza de un clavo al inicio de la superficie que vas a medir.

Cuando tengas que medir algo más largo que la cinta de tu flexómetro, haz una marca en el punto hasta el que alcances a extenderla. A continuación, deja que se enrolle la cinta y comienza a medir desde el punto que marcaste. Para terminar, suma las medidas.

Asegúrate de que la cinta esté bien extendida y tensa para tomar medidas sin distorsión [67].

- **Normas de Seguridad**

- Es un instrumento de medida, y no debe ser usada para otro fin.
- Tener cuidado con el filo metálico de la cinta.
- No lanzar la herramienta por ningún motivo.
- No usar el flexómetro como una honda o látigo.
- No utilizar el filo de la regla para cortar nada [67].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

- Una vez utilizada, debemos limpiarla cuidadosamente y protegerla del polvo del taller.
- Periódicamente es conveniente engrasarla suavemente para evitar la oxidación.
- Calibrar cada cierto tiempo para asegurar un margen de error aceptable.
- Enderezarla en caso de estar doblada.
- Antes de cada verificación realizar un mantenimiento preventivo comprendido por una inspección visual y una limpieza general a los instrumentos de medición.
- Las cintas métricas patrón deben mantenerse en las instalaciones de la Dirección Territorial, siguiendo las instrucciones suministradas por la Subdirección de Catastro.
- A las cintas métricas se les debe realizar mantenimiento preventivo de limpieza, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Cuando se encuentren en labores de campo, los funcionarios y contratistas a cargo de labores catastrales deben procurar mantener recogidas o enrolladas dentro de su estuche las cintas métricas, mientras no se encuentren en uso.
- No se debe realizar ningún tipo de mantenimiento correctivo a las cintas métricas. Si se han deteriorado, se deben dar de baja y proceder a su reemplazo [67].

3.3.13. Anemómetro Digital

➤ **Ficha Técnica**

Tabla 67. Ficha técnica del anemómetro digital.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-AN		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	13	Máquina		Equipo	x Herramienta		
							
		ANEMÓMETRO DIGITAL					
		CÓDIGO:	DP-40AN01-D				
		MARCA:	HOLD PEAK				
ESTADO:	Stock						

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	USA	TIPO:	Electrónico
MODELO:	HP-866B	AÑO:	-
DIMENSIONES:	165 x 85 x 38 mm	VOLTAJE:	AAA 1.5 V x 2
PESO:	0.153 kg	AMPERAJE:	3 mA
COLOR:	Negro	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Pantalla LCD		Interruptores	
Ventilador de 8 aspas		Carcasa	
Sensores		Batería	
FUNCIÓN:	Medir la velocidad o rapidez de los gases ya sea en un flujo contenido, como el flujo de aire en un conducto, o en flujos no confinados, como un viento atmosférico.		

➤ Documentos Comerciales

HoldPeak Since 1998
Focus on electronics measurers

Search

SHOP HOME ABOUT US RETURNS SHIPPING CONTACT US HOLDPEAK YOUTUBE BLOG | +86-756-337403

INICIO / ALL / HP-866B DIGITAL ANEMOMETER,HANDHELD WIND SPEED METER

HP-866B Digital Anemometer,Handheld Wind Speed Meter

HOLDPEAK
★★★★★ (26 reviews) [Write a Review](#)

Was: \$28.99
Now: \$24.99

SKU: HP-866B

Availability: Located in US, AU, UK, CN Warehouse. 24 hours Handling!

Shipping: Free Shipping

Bulk Pricing: [Buy in bulk and save](#)

Quantity:

ADD TO CART Add To Wish List

f e p in

ZHUHAI JIDA HUAPU INSTRUMENT CO., LTD 3 F BUILD H, QINGHUA SCIENCE PARK BUILDING, NO. 101 UNIVERSITY ROAD, TANGJIAWAN VILLAGE, ZHUHAI, GUANGDONG, CHINA EMAIL: HOLDPEAKSTORE@GMAIL.COM +86-756-337403

Powered by BigCommerce
Created by Lone Star Templates
© 2023 HoldPeak Online

Figura 105. Información del fabricante del anemómetro digital [68].

➤ Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante

- Características de la máquina

Tabla 68. Datos técnicos del anemómetro digital.

Código	<i>DP-40AN01-D</i>
Marca	<i>HOLD PEAK</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>USA</i>
Modelo	<i>HP-866B</i>

Dimensiones	<i>165 x 85 x 38 mm</i>
Peso	<i>0.153 kg</i>
Color	<i>Negro</i>
Tipo	<i>Electrónico</i>
Año	<i>2023</i>
Voltaje	<i>AAA 1.5 V x 2</i>
Amperaje	<i>3 mA</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

Tabla 69. Rango de velocidad del viento.

Unidad	Rango	Resolución	Exactitud
M/s	0.3 – 30	0.1	±5%
Ft/min	59 – 5905	19	
Knots	1 – 55	0.2	
Km/h	2 – 90	0.3	
Mph	1 - 65	0.2	

Tabla 70. Rango de temperatura.

Unidad	Rango	Resolución	Exactitud
°C	-10°C ~ 45°C	0.2	±2°C
°F	14°F ~ 113°F	0.36	±3.6°F

Humedad relativa: ≤ 90% HR

Temperature Store: - 40 °C – 60 °C (-40°F – 140°F)

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Pantalla LCD
- Ventilador de 8 aspas
- Sensores
- Interruptores
- Carcasa
- Batería

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

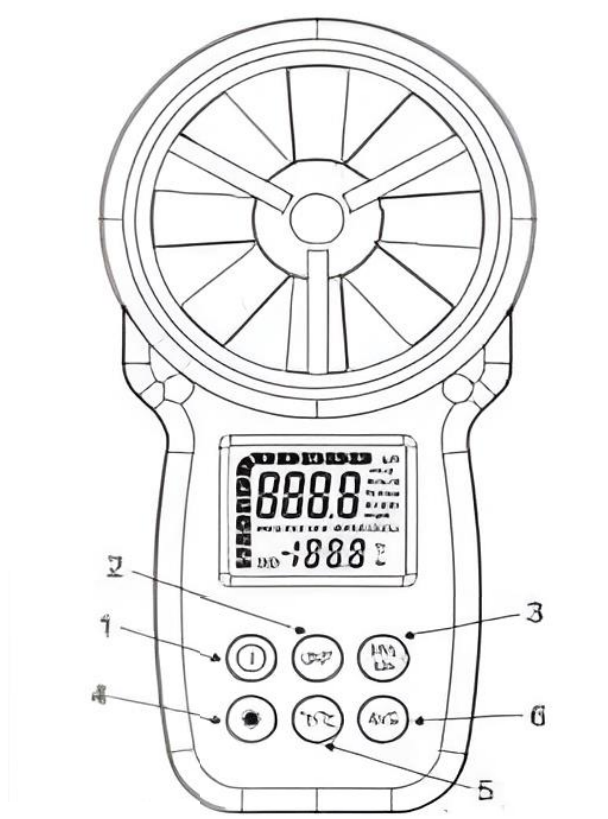


Figura 106. Anemómetro digital.

1. Velocidad y temperatura del viento
2. Indicación de sensación térmica
3. °C/°F
4. Unidad de medición de velocidad del viento diferente
5. Medir la velocidad del viento en: Actual/Promedio/Máx./Min.
6. Advertencia de batería baja
7. Retroiluminación LCD [68].

- **Instrucciones de montaje**

El anemómetro proporciona 2 sistemas. Android (IOS) está instalado.

Escanee la parte superior de la imagen del código bidimensional.

Instale las indicaciones de la aplicación del teléfono móvil según teléfono móvil.

Después de la instalación, el anemómetro debe encenderse antes de usarlo y luego encender la función de transmisión bluetooth del teléfono móvil.

Cuando la luz verde está encendida, la coincidencia es exitosa. Haga clic en el botón de inicio en la interfaz del teléfono móvil y el anemómetro y el teléfono móvil se podrán transmitir en dos direcciones.

Cuando el tiempo de apagado se establece en 0, no se apagará automáticamente. Cuando se cierra la configuración automática, el anemómetro se apagará automáticamente. En este momento, se puede despertar con el botón del anemómetro.

La interfaz de alimentación está ubicada en el lado derecho del anemómetro y se puede conectar al adaptador de corriente por debajo de 12 v [68].

- **Instrucciones de funcionamiento**

Coloque la batería en el compartimiento de la batería. Todos los símbolos parpadearán durante 1 segundo en la pantalla.

Recupere la tapa de la batería, atornille y presione “1” en 1 segundo para encender la unidad. La pantalla LCD mostrará la velocidad del viento, la temperatura y el ícono de la batería. Presione nuevamente, se apagará.

Configuración de diferentes unidades de velocidad del viento: Presa “2” cada vez, circulará entre “m/s”, “Km/h”, “Ft/min”, “Nudos” y “mph” Símbolo de dígito: M/s metro por segundo; km/h kilómetro por hora; pies/min pies por minuto; nudos milla náutica por hora; mph milla por hora;

Máx./mín.: Presione 3 mostrará máximo o mínimo

Luz de fondo: Presa 4, la luz de fondo se encenderá, presione nuevamente, se apagará y se activará durante 15 segundos.

°C/°F opción de cambio: Presione 5 para seleccionar diferentes unidades de temperatura.

Promedio: Presione 6, se mostrará la lectura promedio en 15 segundos.

Medición: cuando la veleta (impulsor) gira, la pantalla LCD muestra instantáneamente la velocidad y la temperatura del viento. Cuando la temperatura es inferior a 0°C, el símbolo de sensación térmica aparecerá en la pantalla LCD [68].

- **Normas de Seguridad**

Este dispositivo cumple con la parte 15 de las normas de la FCC. El funcionamiento está sujeto a las dos condiciones siguientes:

- Este dispositivo no puede causar interferencias dañinas.
- Este dispositivo debe aceptar cualquier interferencia recibida, incluidas las interferencias que puedan provocar un funcionamiento no deseado.

Cualquier cambio o modificación no aprobado expresamente por la parte responsable del cumplimiento podría anular la autoridad del usuario para operar el equipo.

Este equipo ha sido probado y cumple con los límites para un dispositivo digital Clase B, de conformidad con la Parte 15 de las reglas de la FCC. Estos límites están diseñados para proporcionar una protección razonable contra interferencias dañinas en una instalación residencial.

Este equipo genera, usa y puede irradiar energía de radiofrecuencia y, si no se instala y usa de acuerdo con las instrucciones, puede causar interferencias dañinas en las comunicaciones por radio. Sin embargo, no hay garantía de que no se produzcan interferencias en una instalación en particular.

Si este equipo causa interferencias dañinas en la recepción de radio o televisión, que se puede determinar apagando y encendiendo el equipo, se recomienda al usuario intentar corregir la interferencia mediante una o más de las siguientes medidas:

1. Reorientar o reubicar la antena receptora.
2. Aumente la separación entre el equipo y el receptor.
3. Conecte el equipo a una toma de corriente de un circuito diferente al que está conectado el receptor.
4. Consulte al distribuidor o a un técnico experimentado para obtener ayuda.

El dispositivo ha sido evaluado para cumplir con los requisitos generales de exposición a RF. El dispositivo se puede utilizar en condiciones de exposición portátil sin restricciones [68].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

- Está prohibido utilizar el anemómetro en un entorno de gas inflamable.
- Está prohibido poner la sonda del anemómetro en gas inflamable. De lo contrario, podría producirse un incendio o una explosión.

- Utilice el anemómetro correctamente de acuerdo con los requisitos del manual de instrucciones. El uso inadecuado puede provocar descargas eléctricas, incendios y daños en el sensor.
- Durante el uso, si el anemómetro emite un olor, sonido o humo anormales, o si el líquido fluye hacia el anemómetro, apáguelo inmediatamente y retire la batería. De lo contrario, existe riesgo de descarga eléctrica, incendio y daño al anemómetro.
- No exponga la sonda y el cuerpo del anemómetro a la lluvia. De lo contrario, puede haber riesgo de descarga eléctrica, incendio y lesiones personales.
- No toque la parte del sensor dentro de la sonda.
- Cuando el anemómetro no se utilice durante mucho tiempo, retire la batería interna. De lo contrario, la batería puede tener fugas y dañar el anemómetro.
- No coloque el anemómetro en un lugar con alta temperatura, alta humedad, polvo y luz solar directa. De lo contrario, se producirán daños en los componentes internos o el deterioro del rendimiento del anemómetro.
- No limpie el anemómetro con líquidos volátiles. De lo contrario, la carcasa del anemómetro podría deformarse y decolorarse. Cuando haya manchas en la superficie del anemómetro, se puede limpiar con un paño suave y detergente neutro.
- No deje caer ni someta a tensión el anemómetro. De lo contrario, se producirá un mal funcionamiento o daños en el anemómetro.
- No toque la parte del sensor de la sonda cuando el anemómetro esté cargado. De lo contrario, el resultado de la medición se verá afectado o el circuito interno del anemómetro se dañará [68].

3.3.14. Pirómetro

➤ Ficha Técnica

Tabla 71. Ficha técnica del pirómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-TI		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	14	Máquina		Equipo	x	Herramienta	
							
							PIRÓMETRO
		CÓDIGO:			DP-120TI01-D		
		MARCA:			UNI-T		
ESTADO:			Descontinuado				

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	USA	TIPO:	Electrónico
MODELO:	UT305A	AÑO:	-
DIMENSIONES:	183 x 147 x 57 mm	VOLTAJE:	9 V
PESO:	0.32 kg	AMPERAJE:	-
COLOR:	Negro/Rojo	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Pantalla		Laser infrarrojo	
Conexión USB		Interruptores	
Sensor		Carcasa	
Batería		Gatillo	
Seguro del gatillo		Bocina	
FUNCIÓN:	Medir la temperatura de una sustancia u objeto, sin necesidad de estar en contacto con ella, ya que es posible mediante la salida de un láser directo.		

➤ **Documentos Comerciales**



UT305A/UT305C Infrared Thermometers (Discontinued)

UT305 series infrared thermometers can measure temperature by laser or contact with k-type temperature probe. UT305 has a 50:1 D:S ratio, so it can measure long range temperature points of interest with great accuracy. UT305 also has 99 sets of data storage and USB data transmission. They are ideal tools for industrial quality inspection such as HVAC and electronics manufacturing.

Models: UT305A, UT305C

Contact →

Address

Uni-Trend Technology (China) Co., Ltd.

No.6, Industrial North 1st Road, Songshan Lake Park, Dongguan City, Guangdong Province
Post Code: 523 808
Tel: (86-769) 8572 3888

Uni-Trend Technology (Hong Kong) Limited

Rm 901, 9/F, Nanyang Plaza, 57 Hung To Road, Kwun Tong, Kowloon, Hong Kong

Uni-Trend Technology EU GmbH

Affinger Str. 12, 86167, Augsburg
(Munich area in Germany)

Uni-Trend Technology US INC.

3171 Mercer Ave Suite 104
Bellingham WA



UNI-TREND TECHNOLOGY (CHINA) CO., LTD.

Sandy Lu (Sales Director)

Email: sandy@uni-trend.com.cn

Tel: +86 769-8572 3888-501

Fax: +86 769-8572 5888

Wechat & WhatsApp: +86 13902600624

Figura 107. Información del fabricante del pirómetro [69].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 72. Datos técnicos del pirómetro.

Código	<i>DP-120TI01-D</i>
Marca	<i>UNI-T</i>
Estado	<i>Descontinuado</i>
Procedencia	<i>USA</i>
Modelo	<i>UT305A</i>
Dimensiones	<i>183 x 147 x 57 mm</i>
Peso	<i>0.32</i>

Color	<i>Negro/Rojo</i>
Tipo	<i>Electrónico</i>
Voltaje	<i>9 V</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

Transporte

Utilice un maletín adecuado a la hora de transportar el aparato para así protegerlo de posibles influencias externas.

Almacenamiento

Mientras no esté utilizando el aparato, proceda a almacenarlo cumpliendo las siguientes condiciones:

- En un ambiente seco,
- En un lugar protegido del polvo y la irradiación solar directa
- Protegido del polvo con una funda si fuera necesario.
- Extraiga las pilas del aparato [69].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Pantalla
- Conexión USB
- Sensor
- Batería
- Seguro del gatillo
- Laser infrarrojo
- Interruptores
- Carcasa
- Gatillo
- Bocina

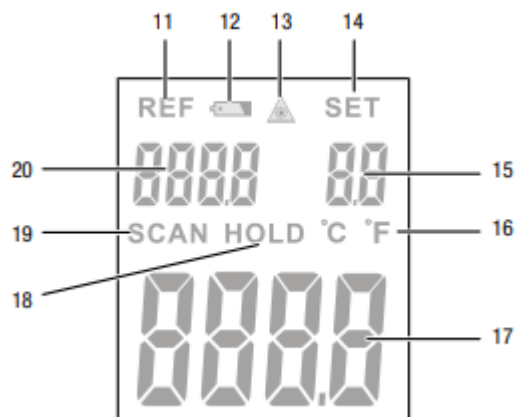
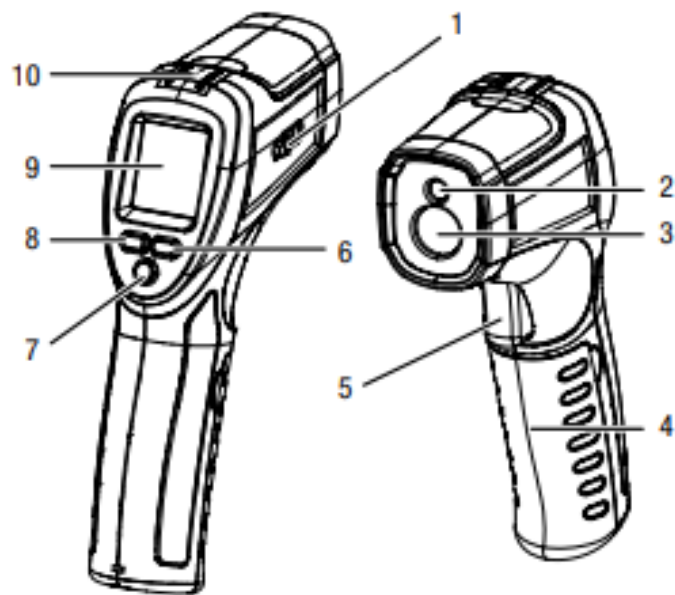
- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

Tabla 73. Tolerancias del pirómetro.

Especificaciones		UT305A+
Rango de medición	Medición de temperatura infrarroja	-50°C ~ 1850°C -58°F ~ 3362°F
	Medición de temperatura del medio ambiente	-10°C ~ 50°C
	Humedad relativa	10%RH ~ 90%RH
	Termopar tipo K	-50°C ~ 1370°C
Precisión	Medición de temperatura infrarroja	-50°C ~ 0°C ± (1.0°C + 0.1°C/°C) 0°C ~ 2200°C ± 1.0°C or ± 0.01xt°C
	Medición de temperatura del medio ambiente	0°C ~ 40°C (±0.5°C) -10°C ~ 0°C/40°C ~ 50°C (±1.0°C)
	Humedad relativa	±5%RH
	Termopar tipo K	(0.5% xt + 1.5)°C
Relación de distancia (D:S)		55:1
Emisividad		0.1 ~ 1.0 (<i>Ajustable</i>)
Respuesta espectral		8 μ m ~ 14 μ m
Repetibilidad de temperatura infrarroja		±0.5% xt°C or 1°C (<i>es mayor</i>)
Resolución de la pantalla		0.1°C
Tipo de laser		Láser Único, salida <1 Mw, clase II
Comunicación USB		OK
Tip de LCD		TFT LCD de 2.4 pulgadas, 320 x 240 píxeles
Coeficiente de temperatura		±0.1°C/°C or ± 0.1%°C/°C (<i>mayor</i>)
Prueba de caída		1 m
Sonda de termopar tipo K estándar (Tipo perla)		
Rango de medición		-40°C a 260°C (<i>de - 40°F a 500°F</i>)
Precisión		0.075 xT (es la temperatura medida)
Longitud		Cable de termopar tipo K de 1m (40 pulgadas) de largo con micro termopar estándar conector y sonda de cordón

- **Instrucciones de funcionamiento**

Pirómetro



N.	Denominación
1	Sector del valor del umbral
2	Puntero láser
3	Sensor infrarrojo
4	Compartimento de la pila con tapa
5	Tecla de medición
6	Tecla para la luz
7	Tecla C/F
8	Tecla láser
9	Pantalla
10	LED de función de alarma
11	Referencia

12	Estado de la pila
13	Láser
14	SET
15	Valor del umbral configurado
16	C/F
17	Valor de medición
18	HOLD
19	SCAN
20	Valor de referencia

Colocación de las pilas

Antes de usar el aparato por primera vez, introduzca la pila enviada en el volumen de suministro. Cerciérese de que la superficie del aparato esté seca y el aparato esté apagado.

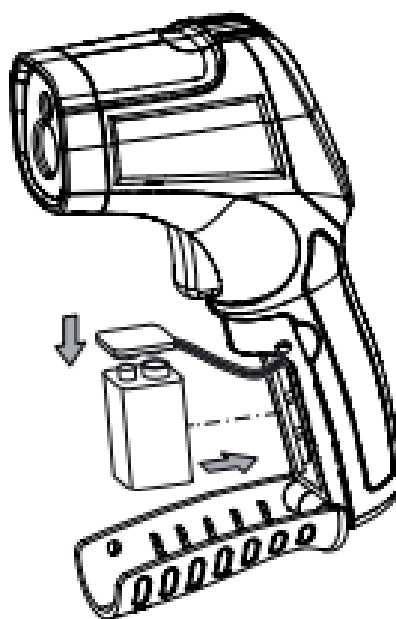


Figura 108. Cambio de batería.

1. Abra la tapa del compartimento de la pila.
2. Conectar la nueva pila al clip de la pila asegurándose de que la polarización es correcta.

3. Introduzca la pila en el compartimento asegurándose de que la polarización es correcta.
4. Cierre la tapa del compartimento de la pila [69].

Realizar una medición

Tenga en cuenta que si se desplaza de un entorno frío a uno cálido se puede formar agua condensada en la placa de circuito impreso, un efecto físico inevitable que lleva a errores en la medición. En estos casos, los valores mostrados en la pantalla serán incorrectos o ni siquiera aparecerán resultados, por lo que conviene esperar unos minutos a que el aparato se ajuste a las nuevas condiciones ambientales antes de comenzar una medición.

- Cerciórese de que la superficie a medir esté libre de polvo, suciedad o sustancias similares.
- Para alcanzar un resultado más exacto de la medición en superficies reflectantes cúbralas de cinta protectora mate o pintura negra mate con un grado de emisión lo más alto posible y conocido.
- Tenga en cuenta la relación 10:1 entre la distancia y el diámetro del área de medición. Para lograr mediciones precisas, el objeto de medición debe ser al menos el doble de grande que el área de medición.

El primer objeto sobre el cual dirija el aparato y cuya temperatura mida constituye al mismo tiempo el valor de referencia para todas las demás mediciones. El valor de referencia se visualiza en el indicador del valor de referencia.

1. Oriente el aparato hacia el objeto a medir.
2. Presione la tecla de medición (5).
 - El valor de referencia se visualiza en el indicador del valor de referencia (20).
 - En la pantalla aparece el mensaje SCAN (19).
 - El valor de medición actual se muestra en el indicador del valor de medición (17).
3. Pulse de nuevo la tecla de medición (5) si desea congelar un valor de medición.
 - Se congela el valor de medición actual.
 - En la pantalla aparece el mensaje HOLD (18) [69].

Realizar una medición con los valores umbral

El aparato permite configurar un valor umbral en relación con la temperatura de referencia configurada, así como un indicador acústico y visual en caso de que se supere o no se alcance la temperatura de referencia en torno a este valor umbral.

Mediante el selector (1) del lateral del aparato puede fijar el valor umbral en relación con la temperatura de referencia. A continuación, se describen los ajustes posibles:

- OFF: El valor umbral queda desactivado.
- 1 °C: El valor umbral se sitúa 1 °C (1,8 °F) por encima y por debajo del valor de referencia.
- 3 °C: El valor umbral se sitúa 3 °C (5,4 °F) por encima y por debajo del valor de referencia.
- 5 °C: El valor umbral se sitúa 5 °C (9 °F) por encima y por debajo del valor de referencia.

El valor umbral elegido se visualiza en el indicador correspondiente (15).

Si el valor actual de medición supera el valor de referencia configurado por encima del valor umbral seleccionado, se ilumina el LED rojo y se activa una señal acústica intermitente de sonidos cortos.

Si el valor de medición actual se sitúa dentro del rango de valor umbral configurado se ilumina el LED verde.

Si el valor actual de medición no alcanza el valor de referencia configurado por debajo del valor umbral seleccionado, se ilumina el LED azul y se activa una señal acústica intermitente de sonidos largos [69].

Encender o apagar el puntero láser

El puntero láser viene apagado de fábrica. Tenga en cuenta que, en caso de estar encendido el láser, el puntero láser comenzará a funcionar en cuanto pulse la tecla de medición (5).

La radiación láser de la clase 2 emite una radiación visible con una potencia máxima de 1 milivatio (mW) mediante un funcionamiento en modo de ondas continuas (radiación más duradera). Si se mira directamente a los rayos láser durante más de 0,25

segundos, se pueden sufrir daños en la retina. Evite dirigir la vista directamente hacia los rayos láser.

No mire hacia la radiación láser a través de instrumentos ópticos. No reprima el reflejo de cerrar los párpados al mirar accidentalmente hacia la radiación láser. No oriente la radiación láser hacia personas o animales.

1. Pulse la tecla Láser (8).
 - En la pantalla aparece la indicación Láser (13).
 - El puntero láser se encuentra activado.
2. Pulse de nuevo la tecla del láser (8) si desea desactivar el puntero láser.
 - El indicador láser (13) ya no aparece en la pantalla.
 - El puntero láser está apagado [69].

Activar y desactivar la iluminación de la pantalla

La iluminación de la pantalla se encuentra desactivada de fábrica.

1. Pulse la tecla Iluminación (6).

Se activa la iluminación de la pantalla.

2. Pulse de nuevo la tecla de Iluminación (6) si desea desactivar nuevamente.

Se desactiva la iluminación de la pantalla.

Aunque se apague, el aparato mantiene la configuración elegida anteriormente.

Cambiar entre unidad en °C y °F

1. Pulse la tecla °C/°F (7) para cambiar la unidad de temperatura entre grados Celsius o Fahrenheit.

Apagar el aparato

- Si el indicador SCAN (19) se encuentra activado, el aparato se apagará una vez transcurridos aprox. 6 minutos.
 - Si el indicador HOLD (18) se encuentra activado, el aparato se apagará una vez transcurridos aprox. 15 minutos.
1. Presione la tecla de medición (5) durante unos 3 segundos.

→ El aparato está apagado [69]

Principio de medición

El aparato mide la temperatura gracias a un sensor infrarrojo. Las magnitudes principales son el diámetro del área de medición y el grado de emisión.

Área de medición

Tenga en cuenta la relación entre la distancia y el diámetro del área de medición. Mientras mayor sea la distancia al objeto mayor será el diámetro del área de medición y más impreciso el resultado de la medición.

El puntero láser indica el punto medio aproximado del área de medición. Por lo tanto, sólo se debe tomar como una de indicación y no como la medición de temperatura válida [69].

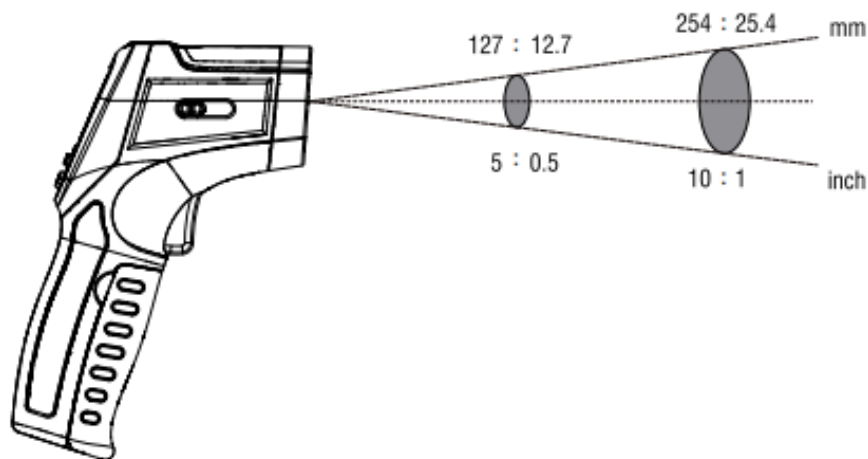


Figura 109. Área de medición del pirómetro.

Grado de emisión

El grado de emisión define el valor de emisión de energía que presenta un material.

El grado de emisión de un material depende de varios factores:

- Composición,
- Naturaleza superficial,
- Temperatura.

El grado de emisión se sitúa siempre entre 0,1 y (teóricamente) 1.

Se puede definir una norma general para el comportamiento de los materiales a este respecto:

- Si un material es más bien oscuro y su estructura superficial mate, probablemente presentará un grado de emisión elevado.
- Por el contrario, cuanto más clara y transparente sea la superficie del material, mayor probabilidad habrá de que su grado de emisión sea bajo.
- Cuanto mayor sea el grado de emisión de la superficie que se desea medir, más adecuada será para llevar a cabo una medición de temperatura sin contacto mediante un pirómetro o una cámara térmica, puesto que las reflexiones de temperatura erróneas son menos probables.

La introducción de un valor de emisión lo más adecuado posible es indispensable (en caso de que el sea el aparato lo permita) para lograr una medición precisa. La mayoría de los materiales orgánicos tienen un grado de emisión de 0.95. Los materiales metálicos o brillantes presentan un valor muy inferior.

- Selección °C/°F
- Alarma sonora
- Hora y fecha reales
- Modo profesional de infrarrojos.
- Modo de detección de conducción de calor superficial.
- Modo de detección del punto de rocío superficial.
- Modo de comparación de temperatura de superficie.
- Función de bloqueo del gatillo, Medición de reservas.
- 999 grupos de almacenamiento de datos, salida de datos compatible con formato PDF, CSV.
- Visualización de alta precisión de la temperatura ambiente, la humedad relativa, la temperatura del punto de rocío y la temperatura del bulbo húmedo.
- Medición de temperatura del termopar tipo K [69].

- **Normas de Seguridad**

Lea detenidamente este manual de instrucciones antes de poner en funcionamiento este aparato y manténgalo siempre a su alcance en el lugar de montaje o cerca del aparato.

No ponga el aparato en funcionamiento en espacios potencialmente explosivos.

No ponga el aparato en funcionamiento en atmósferas agresivas. Asegúrese de que el aparato no reciba permanentemente y de forma directa la irradiación solar.

No retire del aparato ninguna indicación de seguridad, pegatina o etiqueta. Asegúrese de que todas las indicaciones de seguridad, pegatinas y etiquetas se mantienen siempre legibles.

No abra el aparato utilizando una herramienta.

Respete las condiciones de almacenamiento y servicio.

Uso adecuado

El aparato está previsto exclusivamente para mediciones de temperatura con sensor infrarrojo dentro del rango indicado en los datos técnicos. Las personas que usen este aparato deben haber leído y comprendido el manual de instrucciones y en especial el capítulo Seguridad.

Uso indebido

El aparato no puede ser usado en atmósferas potencialmente explosivas. NO puede ser orientado hacia personas. La empresa no se hace responsable de los daños resultantes de un uso indebido. En tal caso se pierde el derecho de garantía.

Cualificación del personal

Las personas que usen este aparato deben:

- Ser conscientes de los peligros derivados del trabajo con aparatos de medición láser.
- Haber leído y comprendido el manual de instrucciones y en especial el capítulo Seguridad.

Peligros residuales

Radiación láser de la clase 2. Los láseres de la clase 2 emiten una radiación visible con una potencia máxima de 1 milivatio (mW) mediante un funcionamiento en modo de ondas continuas (radiación más duradera). Si se mira directamente a los rayos láser durante más de 0,25 segundos, se pueden sufrir daños en la retina. Evite dirigir la vista directamente hacia los rayos láser. No mire hacia la radiación láser a través de

instrumentos ópticos. No reprima el reflejo de cerrar los párpados al mirar accidentalmente hacia la radiación láser. No oriente la radiación láser hacia personas o animales.

Manténgalo suficientemente separado de fuentes de calor.

No deje el material de embalaje descuidado. Podría convertirse en un juguete peligroso para los niños.

El aparato no es un juguete y no puede caer en manos de los niños.

Este aparato puede suponer un peligro si es empleado indebidamente por personas no instruidas o con fines diferentes al previsto.

Para evitar daños en el aparato, no lo utilice en condiciones de temperatura o humedad extremas ni en lugares mojados.

No use detergentes, limpiadores abrasivos ni diluyentes fuertes [69].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Limpieza

Limpie el aparato con un paño húmedo, suave y sin pelusas. Asegúrese de que no entre humedad al interior de la carcasa. No utilice espráis, disolventes, detergentes que contengan alcohol o limpiadores abrasivos sino sólo agua clara para humedecer el paño.

Reparación

No realice modificaciones en el aparato ni recambie piezas. Para realizar una reparación o comprobación del equipo deberá dirigirse al fabricante.

Cambiar la pila

Se debe cambiar la pila cuando parpadee el estado de la pila o no se pueda encender el aparato (véase el capítulo Introducción de las pilas) [69].

3.3.15. Cronómetro

➤ Ficha Técnica

Tabla 74. Ficha técnica del cronómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA					
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-CR
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01
FICHA TÉCNICA:	15	Máquina		Equipo	x Herramienta
					
					
		CRONÓMETRO			
		CÓDIGO:		DP-60CR01-D	
		MARCA:		SPER SCIENTIFIC	
ESTADO:		Stock			

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Electrónico
MODELO:	810033	AÑO:	-
DIMENSIONES:	95.25 x 57.15 x 19.05 mm	VOLTAJE:	3 V
PESO:	0.0652 kg	AMPERAJE:	210 mAh
COLOR:	Negro	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Pantalla		Carcasa	
Batería		Interruptores	
Cordón		Bocina	
Placa		Memoria	
FUNCIÓN:	Medir tiempos mediante la puesta en marcha y parada del mecanismo de control que generalmente son botones que ponen en marcha el inicio del tiempo o paran la medición de éste en el momento que se acciona.		

➤ **Documentos Comerciales**

SPER SCIENTIFIC DIRECT
ENVIRONMENTAL MEASUREMENT INSTRUMENTS

PRODUCTOS ▾ INDUSTRIAS ▾ ACERCA DE NOTICIAS CALIBRACIÓN APOYO CONTACTO

Inicio › 60-Memory Stopwatch

Espero científico
810033

Cronómetro de 60 memorias

★★★★☆ 4.4 (5 reseñas)

\$43.00

Cantidad
1

AGREGAR AL CARRITO

Pague de forma segura con:

Complementos opcionales (para certificaciones, agregue un certificado por medidor):

Certificado de cumplimiento rastreado por NIST: cronómetros (requiere compra de cronómetro) \$24.00USD

Contáctenos

Hablemos...

Utilice el siguiente formulario para ponerse en contacto; nos encantaría saber de usted y estaremos encantados de ayudarlo con lo que necesite.

O llámenos al (480) 948-4448 durante el horario comercial habitual: de 8:00 a. m. a 4:30 p. m., de lunes a viernes (hora de Arizona).

Hora local actual en Arizona, EE. UU.:

Figura 110. Información del fabricante del cronómetro [70].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 75. Datos técnicos del cronómetro.

Código	<i>DP-60CR01-D</i>
Marca	<i>SPER SCIENTIFIC</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Modelo	<i>810033</i>
Dimensiones	<i>95.25 x 57.15 x 19.05 mm</i>
Peso	<i>0.0652 kg</i>
Color	<i>Negro</i>

Tipo	<i>Electrónico</i>
Voltaje	<i>3 V</i>
Amperaje	<i>210 mAh</i>

- Visualización de cronómetro de vuelta, split y carrera.
- Mide hasta 9 horas 59 minutos y 59,99 segundos.
- 30/60/100/300/500 Memorias de vuelta y divididas recuperables.
- Visualización de los tiempos de vuelta más rápidos (FS), más lentos (SL) y medios (AV) de las vueltas recorridas.
- Contador de vueltas (00-999).
- Temporizador de cuenta regresiva doble reloj
- Hora, minutos, segundos, mes, fecha, día y año, calendario automático y alarma.
- Opción de usuario de 12/24 horas y calendario europeo [70].

- **Condiciones de servicio especificadas**

No utilice ni almacene este cronómetro en áreas con temperaturas extremas, magnetismo, vibración o impacto.

El calor puede reducir la vida media de la batería y provocar un mal funcionamiento.

Mantenga el cronómetro lejos de áreas con mucho calor o exposición directa al sol.

Nunca utilice el cronómetro en el baño o algún área que sea susceptible de humedad.

Nunca intente abrir el cronómetro, esto puede dañar los componentes internos.

Manténgalo lejos de tarjetas de crédito, tarjetas de prepago u otras tarjetas que tengan banda magnética como lo son cintas de audio, diskettes y demás objetos que puedan ser dañados por el magnetismo.

No deje su cronómetro a temperaturas muy bajas

No accione los botones cuando el cronómetro esté mojado [70].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Pantalla
- Batería

- Cordón
- Placa
- Carcasa
- Interruptores
- Bocina
- Memoria
- **Instrucciones de montaje**

Cronómetro



Figura 111. Cronómetro.

Cambio de batería

Cuando la pantalla se oscurece o se desvanece, es necesario reemplazar la batería.

- Desenrosque y retire la cubierta trasera.
- Desenrosque el contacto de la batería.
- Reemplácela con una batería de litio CR2032 nueva o equivalente.
- Antes de colocar la batería nueva, asegúrese de que el contacto triangular está en la ranura triangular debajo de la batería.

- Utilice una herramienta metálica pequeña (como una pinza o un destornillador) para cortocircuitar momentáneamente la almohadilla de CA en el lado inferior de la batería.
- Vuelva a atornillar la cubierta trasera [70].

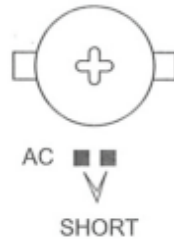
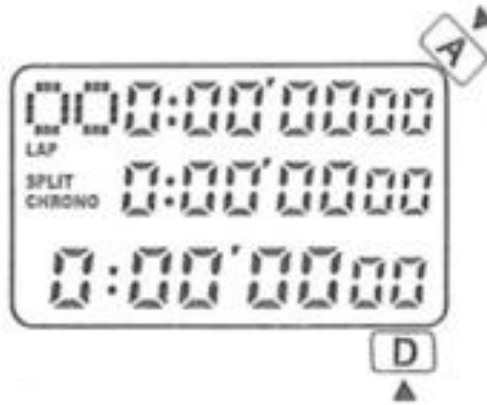


Figura 112. Indicador de batería.

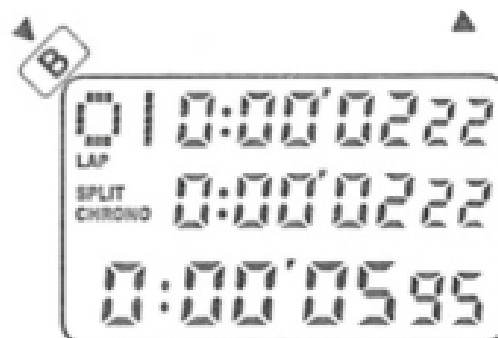
- **Instrucciones de funcionamiento**

Operaciones del cronómetro

Pulse D para seleccionar el modo de funcionamiento. Aparece el indicador del cronómetro. Pulse A para iniciar.



Pulse B para leer el tiempo de la 1ª vuelta. LAP se visualiza en la fila superior, SPLIT se visualiza en la fila central y RUNNING CHRONO se visualiza en la fila inferior.



Pulse B para visualizar el tiempo de la 2ª vuelta. Los 2 dígitos en formato de matriz de puntos en la esquina superior izquierda son el contador de vueltas.



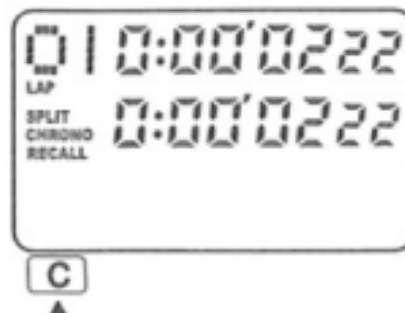
Pulse B para visualizar el tiempo de la tercera vuelta.



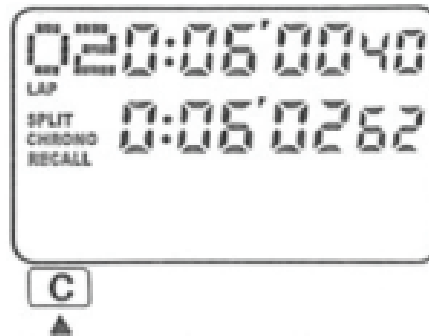
Pulse A para detener el conteo.



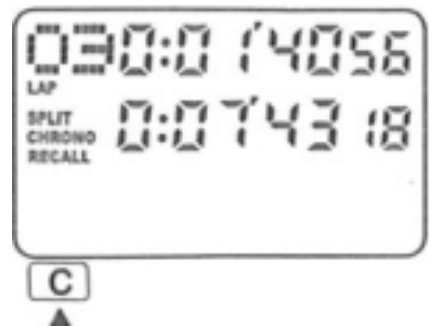
Pulse C para recuperar los datos de la 1ª vuelta (la memoria puede recuperarse en cualquier momento con el cronógrafo en marcha o parado).



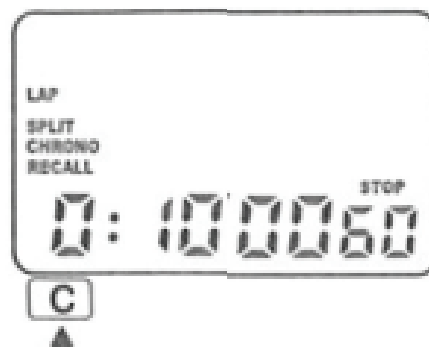
Pulse C de nuevo para recuperar los datos de la 2ª vuelta.



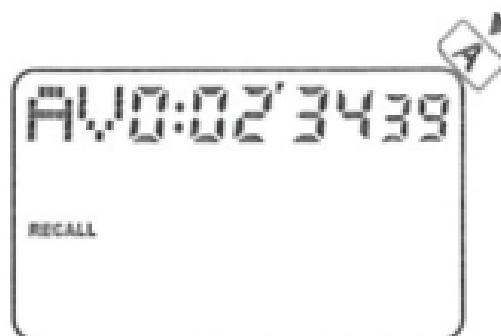
Pulse C de nuevo para recuperar los datos de la 3ª vuelta.



Pulse C de nuevo para recuperar el tiempo detenido.



En cualquier momento durante el modo RECALL.

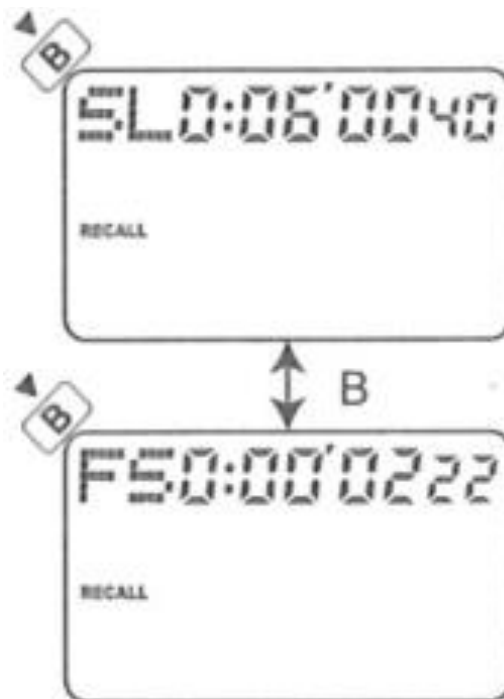


Pulse A para visualizar el tiempo medio (AV) de las vueltas recorridas.

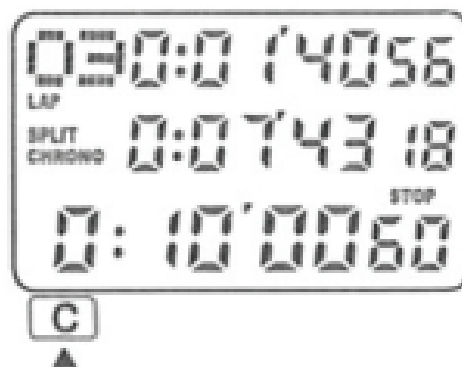
Si el contador de vueltas es > 999 o cualquiera de los dos Lap/split es superior a 9H 59M 59.99S, la información AV se desactivará, se visualizará AV.

Presione B mostrará el tiempo de vuelta más lento (SL) de las vueltas recorridas.

Pulsando B se visualiza el tiempo más rápido (FS) de las vueltas recorridas. Si pulsa repetidamente B, se mostrarán alternativamente los tiempos más rápidos y lentos.



Otra pulsación del botón C devolverá el cronómetro al estado parado. (La presión de D en cualquier momento durante el modo de recuperación sirve para el mismo propósito.) Presione A para reiniciar el conteo o B para reiniciar todas las memorias.



El cronómetro puede recuperar la última vuelta y los datos de vuelta introducidos antes de que se agote la capacidad de la memoria.

Temporizador de cuenta atrás doble operativo

Pulse el botón D hasta que el cronómetro pase al modo TEMPORIZADOR. La fila superior es la visualización del 1er temporizador y la fila central es la visualización del 2º temporizador.

Pulse y mantenga pulsado el botón B durante 2 segundos para pasar al modo de AJUSTE DEL TEMPORIZADOR con el dígito de la hora del 1er temporizador parpadeando.

Pulse el botón A para ajustar la hora deseada para la cuenta atrás.

Pulse B para ir al primer dígito en minutos y pulse A para ajustar los minutos. Del mismo modo, utilizando los botones B y A se pueden ajustar los tiempos de cuenta atrás deseados para el 1º y 2º temporizadores.

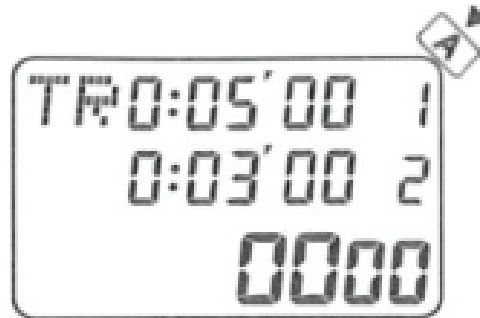
"Al pulsar el botón D una vez en cualquier momento durante esta secuencia de ajuste del TEMPORIZADOR se completará el ajuste y el temporizador estará listo para comenzar al pulsar el botón A".



Pulse A para iniciar la cuenta atrás con el "1" parpadeando en la esquina superior derecha y la cuenta atrás del ajuste del temporizador. Cuando el 1er temporizador se aproxima a cero, el temporizador emite 4 pitidos y el 2º temporizador comienza la cuenta atrás inmediatamente.

Cuando el 2º temporizador se aproxima a cero, emite 2 pitidos y el contador de 4 dígitos de la fila inferior avanza de 1 en 1 automáticamente.

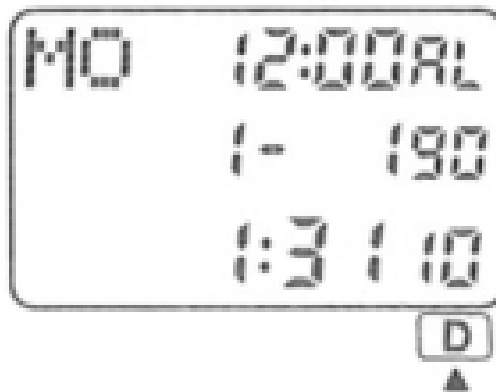
En cualquier momento durante la cuenta atrás pulsando A se detendrá la cuenta.



Si sólo se ajusta el 1er temporizador, el temporizador se utiliza como un temporizador de cuenta atrás ordinario y emitirá 5 veces 4 pitidos cuando finalice el tiempo ajustado. El contador de 4 dígitos también avanza de 1 en 1 automáticamente cuando el temporizador llega a cero [70].

Funcionamiento del reloj

Pulse D para seleccionar el modo RELOJ. La hora de alarma, los minutos de alarma, el mes, la fecha, el día, el año, la hora, los minutos y los segundos se visualizan como se muestra. El ajuste de la hora puede realizarse mediante la de- presión de B para seleccionar los dígitos y A para avanzar los dígitos.



Observaciones: la alarma se activa automáticamente si se ha ajustado la hora o los minutos de la alarma. La alarma también puede activarse o desactivarse pulsando C en el modo de hora normal. Cuando la alarma está activada "AL" parpadea y cuando no lo está "AL" no parpadea. Cuando se alcanza la hora de alarma y la alarma está activada, sonará una salida de 3 pitidos cortos/segundo durante 15 segundos.

Observaciones: si se alcanza la hora de alarma cuando el cronómetro está en otros modos, la alarma sólo emitirá 3 pitidos cortos [70].

- **Normas de Seguridad**

No utilice ni almacene este cronómetro en áreas con temperaturas extremas, magnetismo, vibración o impacto.

El calor puede reducir la vida media de la batería y provocar un mal funcionamiento. No deje su cronómetro bajo la luz directa del sol o a temperaturas muy altas durante mucho tiempo, la pantalla podría ennegrecerse.

No deje su cronómetro a temperaturas muy bajas ya que esto puede causar una ligera pérdida o ganancia de tiempo y el cambio de dígitos se vuelve lento. En ambos casos, las condiciones anteriores se corregirán cuando el cronómetro vuelva a la temperatura normal.

Mantenga el cronómetro lejos de áreas con mucho calor o exposición directa al sol.

Nunca utilice el cronómetro en el baño o algún área que sea susceptible de humedad. El cronómetro está diseñado para resistir el contacto accidental con el agua, como salpicaduras o lluvia, pero no está diseñado para su uso en el agua. No accione los botones cuando el cronómetro esté mojado.

Nunca intente abrir el cronómetro, esto puede dañar los componentes internos.

Recuerde que este cronómetro posee un imán en el clip. Manténgalo lejos de tarjetas de crédito, tarjetas de prepago u otras tarjetas que tengan banda magnética como lo son cintas de audio, diskettes y demás objetos que puedan ser dañados por el magnetismo.

Evitar dejar caer su cronómetro o golpearlo contra superficies duras ya que puede causar un daño mecánico [70].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Comuníquese antes con su distribuidor autorizado para cualquier mantenimiento o reparación.

Para limpiar el cronómetro, utilice una franela suave humedecida de agua o detergente neutro y retire toda la suciedad de la superficie. Nunca utilice thinner, alcohol u otras soluciones similares.

Mantenga este manual de operación a la mano para referencias futuras sobre el adecuado uso y manejo del instrumento.

El circuito integrado de su cronómetro puede verse afectado por la electricidad estática. Si la electricidad estática es muy fuerte, puede producirse un daño permanente. Tenga cuidado con la pantalla del televisor y con el uso de ropa de material sintético seco; en tales casos puede generarse una electricidad muy fuerte.

No exponga su cronómetro a disolventes como gasolina y alcohol, aerosoles de cosméticos, limpiadores, pinturas, etc., ya que pueden causar daños en el cronómetro [70].

3.3.16. Calibrador

➤ **Ficha Técnica**

Tabla 76. Ficha técnica del calibrador.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA					
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-CP
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01
FICHA TÉCNICA:	16	Máquina		Equipo	x Herramienta
					
					
		CALIBRADOR			
		CÓDIGO:		IM-10CP01-D	
		MARCA:		ASIMETO	
ESTADO:		Stock			

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Electrónico
MODELO:	307-56-3	AÑO:	-
DIMENSIONES:	170 x 80 x 5 mm	VOLTAJE:	LR44 1.5 V
PESO:	0.22 kg	AMPERAJE:	-
COLOR:	Gris	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Pantalla digital		Brazo principal	
Batería		Rueda de ajuste fino	
Tornillo de abrazadera deslizante		Brazo secundario	
Interruptores		Hoja de profundidad	
FUNCIÓN:	Medir las dimensiones de pequeños objetos o superficies planas, huecas o de profundidad, y conocer sus longitudes y medidas de diámetros interiores y exteriores con un alto grado de precisión.		

➤ **Documentos Comerciales**

The screenshot shows the Elicrom website interface. At the top, there is a navigation menu with links for Inicio, Calibración, Ambiente, Higiene Industrial, Validaciones, and Servicio al Cliente. Below the menu is a breadcrumb trail: Inicio > Equipos de Laboratorio > Medidores de longitud > Calibradores > Calibrador digital absoluto 0 - 150 mm. The main content area features a search icon, the product name 'Calibrador digital absoluto 0 - 150 mm', and details: Marca: ASIMETO, Código: 307-56-3, Entrega: Inmediata, and Stock: 12 disponibles. A product image of the digital depth gauge is shown on the left. Below the image are social media icons for Facebook, Twitter, WhatsApp, Email, and Telegram. The price is listed as \$72.30. At the bottom of the product section, there is a quantity selector set to 1 and a blue 'Añadir al carrito' button. Below the product section is a newsletter subscription banner with the text 'Suscríbete al boletín ...y recibe información actualizada de nuestros servicios a su correo' and a 'Suscribirse' button. At the bottom, there is a footer with the Elicrom logo, social media icons, and a 'Sitio WEB' section with links for Inicio, Novedades, Calibración, Ambiente, and Higiene Industrial. To the right of the footer is an 'Atención al Cliente' section with links for Servicio al Cliente, Mi Cuenta, Rastrear Pedido, Términos y Condiciones, and Política de Privacidad.

Figura 113. Información del fabricante del calibrador [71].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 77. Datos técnicos del calibrador.

Código	<i>IM-10CP01-D</i>
Marca	<i>ASIMETO</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Modelo	<i>307-56-3</i>

Dimensiones	<i>170 x 80 x 5 mm</i>
Peso	<i>0.22 kg</i>
Color	<i>Gris</i>
Tipo	<i>Electrónico</i>
Voltaje	<i>LR44 1.5 V</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

No halar las mordazas más allá de su longitud original.

Colocarla en un lugar plano para evitar que se doble cualquier parte.

No mojar el calibrador y en caso de hacerlo secarla por completo.

No golpear los lados o filos del calibrador.

No intentar borrar intencionalmente la escala numérica impresa.

No doblar la punta de medición de profundidad.

Evitar el contacto con limalla metálica, polvo o piedras [71].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Pantalla digital
- Batería
- Tornillo de abrazadera deslizante
- Interruptores
- Brazo principal
- Rueda de ajuste fino
- Brazo secundario
- Hoja de profundidad

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

Vernier Digital (Calibrador pie de rey) de 150 mm

Para mediciones dimensionales exteriores, interiores y de profundidad

Con pantalla de cuatro dígitos

Botón de encendido/apagado

Puesta a cero para medición referencial

Mide milímetros o pulgadas

Auto apagado

Alimentación: 1,5 V--- (1 x LR44)

Precisión: $\pm 0,2$ mm (0.01 in)

Rango: 0 – 153 mm (0 – 6 in)

Resolución: 0,2 mm (0.01 in)

Rango: 0-150 mm / 0-6

Resolución: .0005 "/ 0.01 mm

Profundidad de mordaza: 40 mm (1.57 in)

La pinza estará lista para las mediciones tan pronto como se encienda y la pantalla LCD muestre la posición real del deslizador. No es necesario establecer la posición cero cada vez. El ajuste de origen se conserva incluso cuando la pinza está apagada.

El sistema absoluto ofrece una medición confiable.

Conversión pulgada / métrica.

Se proporciona una ruedecilla para facilitar su uso.

Salida de datos por cable: 900-05-4 / 5.

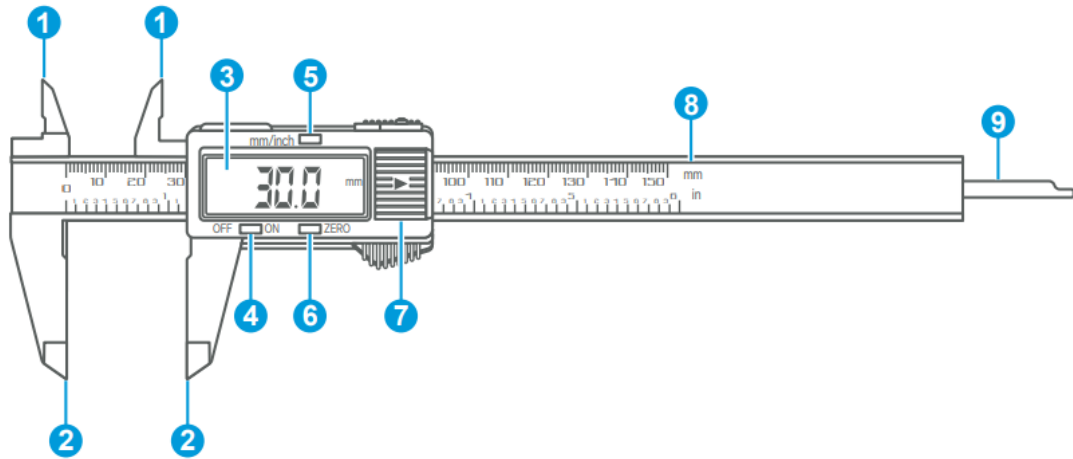
Salida de datos inalámbrica:

- Transmisor: 901-00-4 / 6
- Receptor: 901-00-3

Batería incluida LR44 [71].

- **Instrucciones de funcionamiento**

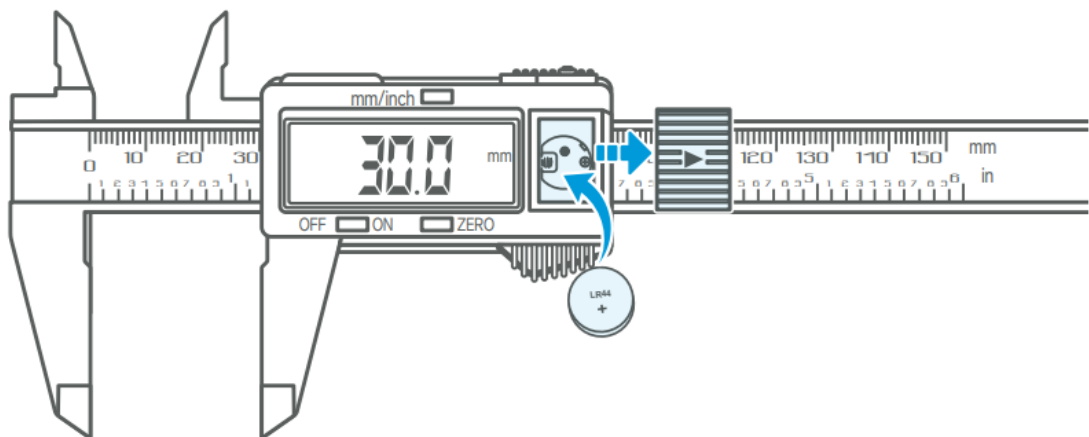
Calibrador o Pie de Rey



1. Mordazas de medición interiores
2. Mordazas de medición exteriores
3. Pantalla LCD
4. Encendido / Apagado
5. Milímetros / Pulgadas
6. Ajuste cero
7. Compartimento de batería
8. Escala
9. Punta de medición de profundidad [71].

Batería

Desliza la tapa del compartimento e inserta una batería tipo LR44.



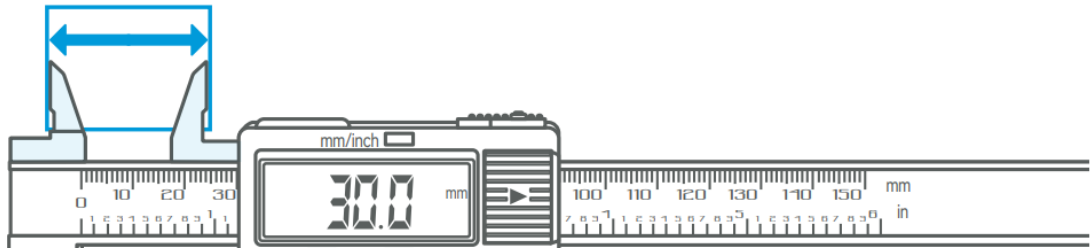
Modo de uso

Para encender el calibrador, oprime el botón OFF/ON, y desliza el elemento móvil.

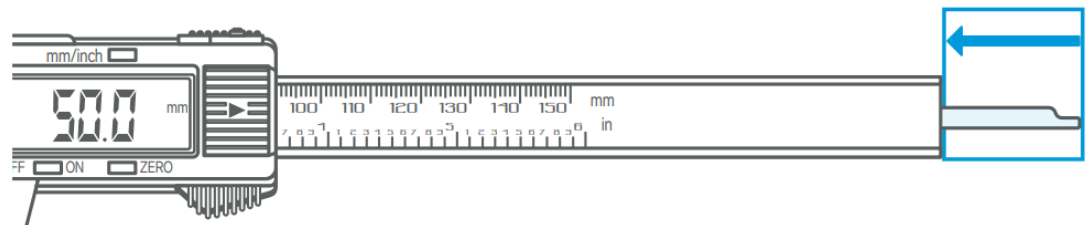
Presiona el botón mm/inch para elegir entre milímetros o pulgadas [71].

Formas de Medición

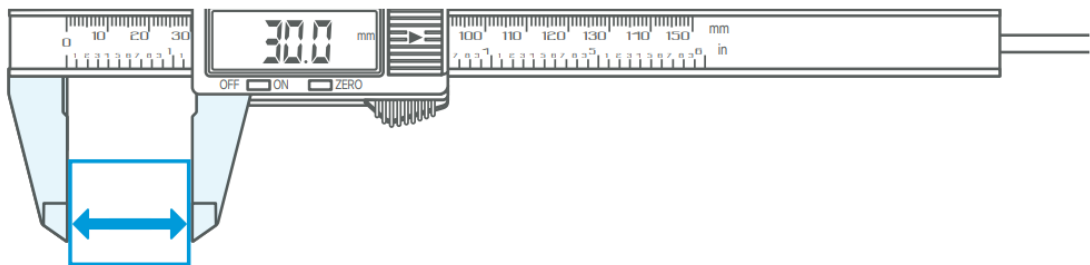
Interiores



Profundidad



Exterior



- **Normas de Seguridad**

Este aparato no se destina para utilizarse por personas (incluyendo niños) cuyas capacidades físicas, sensoriales o mentales sean diferentes o estén reducidas, o carezcan de experiencia o conocimiento.

Los niños deben supervisarse para asegurarse de que no empleen el aparato como juguete.

El empleo indebido de este producto es responsabilidad de quien lo usa.

No uses ni almacenes el producto en lugares donde existan goteras, salpicaduras o humedad.

No excedas los valores máximos que se muestran en las especificaciones.

Evita que el producto sufra golpes o caídas [71].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Por favor, lee completamente y con atención este instructivo, antes de realizar cualquier acción con el equipo, para saber cómo utilizarlo adecuadamente.

La información presentada sirve únicamente como referencia sobre el producto. Debido a actualizaciones pueden existir diferencias [71].

3.3.17. Balanza

➤ Ficha Técnica

Tabla 78. Ficha técnica de la balanza.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA					
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-BL
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01
FICHA TÉCNICA:	17	Máquina		Equipo	x Herramienta
					
		BALANZA			
		CÓDIGO:		DP-50BL01-D	
		MARCA:		SARTORIUS	
ESTADO:		Descontinuado			

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	USA	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	TE1502S	AÑO:	-
DIMENSIONES:	200 x 270 x 70 mm	VOLTAJE:	115 V
PESO:	1.7 kg	AMPERAJE:	2 A
COLOR:	Blanco	FRECUENCIA:	48 – 60 Hz
COMPONENTES			
Plato de pesaje		Patas niveladoras de caucho	
Nivelador de burbuja		Pantalla LCD	
Teclado		Carcasa	
Cargador		Balanza	
FUNCIÓN:	Medir la masa de los objetos por comparación con una masa conocida. Su característica más importante es que poseen muy poco margen de error, lo que las hace ideales para utilizarla en mediciones muy precisas.		

➤ Documentos Comerciales



Soluciones de pesaje de renombre a nivel mundial

Una amplia gama de balanzas de laboratorio de alta precisión, desde ultramicrobalanzas hasta soluciones de alta capacidad



Solicite hoy mismo una demostración virtual de una Balanza de laboratorio!



Contact Sartorius

Need to speak to a Sartorius expert immediately? Please complete [the form below](#) for your product or service inquiry.

Sartorius Company Mailing Addresses

Sartorius Corporate Administration GmbH

Otto-Brenner-Straße 20
37079 Goettingen
Germany

Phone: +49.551.308.0
Fax: +49.551.308.3289
Email: info@sartorius.com

Sartorius Stedim Biotech GmbH

August-Spindler-Straße 11
37079 Goettingen
Germany

Phone: +49.551.308.0
Fax: +49.551.308.3289
Email: info@sartorius-stedim.com

Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG

Otto-Brenner-Straße 20
37079 Goettingen
Germany

Phone: +495513080
Fax: +495513083289
Email: info@sartorius.com

Sartorius Stedim Plastics GmbH

Karl-Arnold-Straße 21
37079 Goettingen
Germany

Phone: +49.551.308.0
Fax: +49.551.308.3289
Email: info@sartorius-stedim.com

Figura 114. Información del fabricante de la balanza [72].

➤ Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante

- Características de la máquina

Tabla 79. Datos técnicos de la balanza.

Código	<i>DP-50BL01-D</i>
Marca	<i>SARTORIUS</i>
Estado	<i>Descontinuado</i>
Procedencia	<i>USA</i>
Modelo	<i>TE1502S</i>
Dimensiones	<i>200 x 270 x 70 mm</i>
Peso	<i>1.7 kg</i>
Color	<i>Blanco</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Voltaje	<i>115 V</i>
Amperaje	<i>2 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz48 – 60 Hz</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

La balanza y su fuente de alimentación, así como los accesorios suministrados por Sartorius no deben someterse a temperaturas extremas, vapores químicos agresivos, humedad, golpes, vibraciones e intensos campos electromagnéticos.

Las modificaciones realizadas en los aparatos, así como la conexión de cables o aparatos no suministrados por Sartorius, serán responsabilidad única del usuario. A petición del cliente, Sartorius puede proporcionar datos sobre la calidad de funcionamiento.

Tener en cuenta el grado de protección IP de la balanza y de la fuente de alimentación.

Evitar la penetración de líquidos.

El grado de protección indica la aptitud de los aparatos frente a diferentes condiciones del entorno (humedad, cuerpos extraños).

La balanza debe abrirse únicamente por personal especializado, formado por Sartorius [72].

Colocación

Durante la colocación, evitar lugares con las siguientes influencias desfavorables:

- Calor (calefacción, radiación solar)
- Corrientes de aire directas a través de ventanas y puertas abiertas
- Vibraciones durante el pesaje
- Humedad extrema

Aclimatar

Si se traslada un aparato frío a un entorno con mayor temperatura, se puede provocar la condensación de humedad. Por lo tanto, debería dejarse aclimatar el aparato unas 2 horas a temperatura ambiente y desenchufado de la red.

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Balanza
- Platillo de pesaje
- Platillo inferior solo en modelos con platillo de pesaje redondo
- Fuente de alimentación con adaptadores de enchufe desmontables.
- Protector contra corrientes de aire con puertas corredizas
- Anillo apantallador
- Chapa apantalladora
- Cubierta protectora contra el polvo
- Protector contra corrientes de aire de vidrio redondo (con chapa apantalladora y tapa) [72].

- **Instrucciones de montaje**

Condiciones de almacenamiento y transporte

No exponer el aparato a temperaturas extremas, golpes, vibraciones ni humedad.

Desembalar

Inspeccionar el aparato nada más desembalarlo para detectar posibles daños externos.

En caso de daños, consultar las indicaciones incluidas en el capítulo “Cuidados y mantenimiento”, párrafo “Controles de seguridad”

Conservar todas las piezas del embalaje original por si fuese necesario devolverlo. Al enviarlo, no deje ningún cable enchufado.

Instalación

Balanzas con protector contra corrientes de aire de vidrio redondo

Colocar sucesivamente las piezas:

- Colocar la tapa con el borde hacia arriba y girarla hasta que quede fija.
- Platillo inferior
- Platillo de pesaje
- Protector de vidrio
- Tapa con el borde hacia abajo [72].

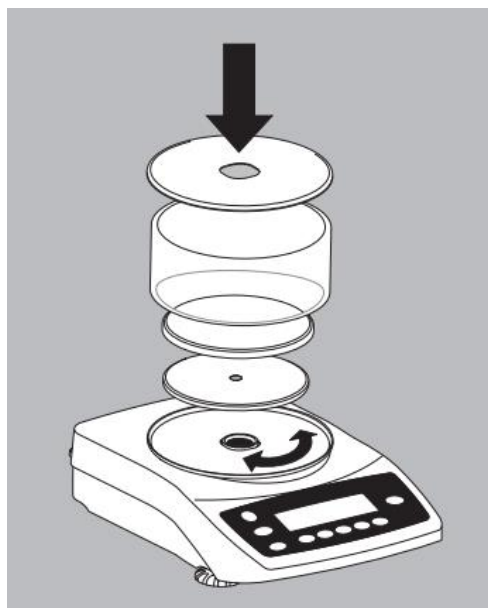


Figura 115. Ensamble de las partes de la balanza.

Conexión a la red

Ensamblar la fuente de alimentación

Seleccione el adaptador de red específico del país. El adaptador de red debe ser apropiado para el enchufe del lugar de instalación.

Encaje el adaptador de red en la fuente de alimentación. La tecla estriada debe mirar hacia delante.

Deslice el adaptador de red hasta el tope, hasta que encaje de forma audible.

Compruebe que el adaptador de red esté bien fijado. Para ello, tire suavemente del adaptador de red. Si no puede retirar el adaptador de red, está bien fijado.

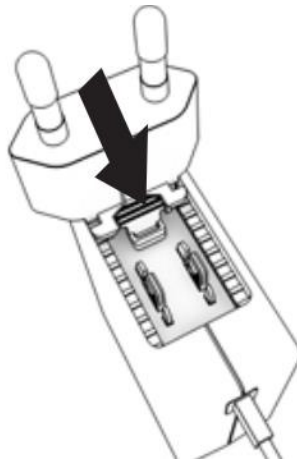


Figura 116. Conexión del enchufe de alimentación.

Desmontar el adaptador de red

Presione desde arriba la tecla estriada y deslice el adaptador de red hacia atrás.

Desencaje y saque el adaptador de red de la fuente de alimentación.

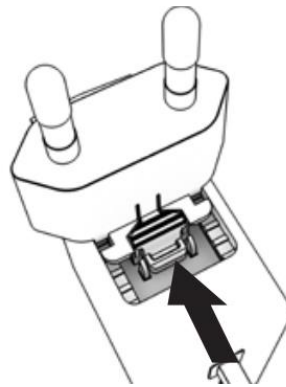


Figura 117. Enchufe conectado.

Conectar la fuente de alimentación

Compruebe el valor de tensión eléctrica en la placa de tipo de la fuente de alimentación. El valor de tensión impreso debe coincidir con la tensión de red del lugar de la instalación. Utilice solo fuentes de alimentación originales de Sartorius.

Si la tensión de red indicada no se corresponde con la tensión de red del lugar de instalación o no hay ningún adaptador de red válido, no utilice la fuente de alimentación. Póngase en contacto con Sartorius Service.

Conecte el conector acodado (2) en la toma de red de la parte posterior del aparato.

Conecte el enchufe (1) en una toma de corriente (tensión de red) en el lugar de instalación [72].

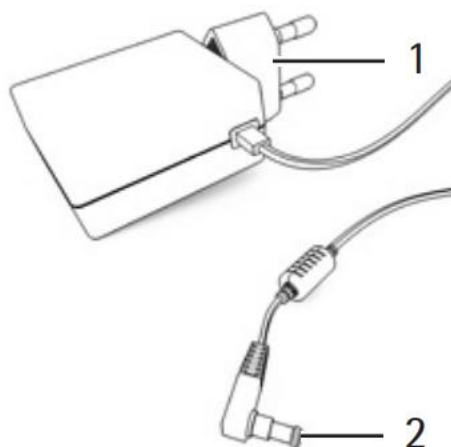


Figura 118. Conector y enchufe de la balanza.

Conexión de componentes electrónicos (periféricos)

Antes de conectar o separar dispositivos adicionales (impresora, PC) a la interfaz de datos, es necesario desenchufar el aparato de la red eléctrica.

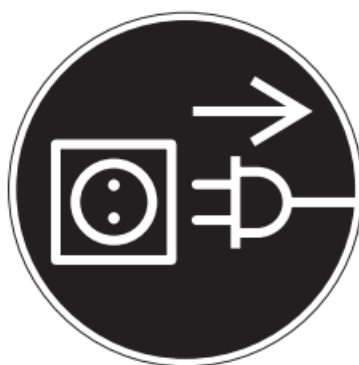


Figura 119. Icono de conexión de componentes.

Tiempo de calentamiento previo

Para suministrar resultados precisos, el aparato necesita un tiempo de precalentamiento de 30 minutos. Solo entonces se habrá alcanzado la temperatura de funcionamiento necesaria.

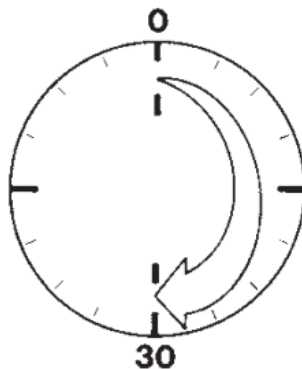


Figura 120. Icono del tiempo de calentamiento.

Antirrobo

Para el seguro antirrobo, utilizar la hembrilla de fijación situada en la parte trasera de la balanza. Fijar la balanza en su lugar de ubicación con una cadena o un candado.

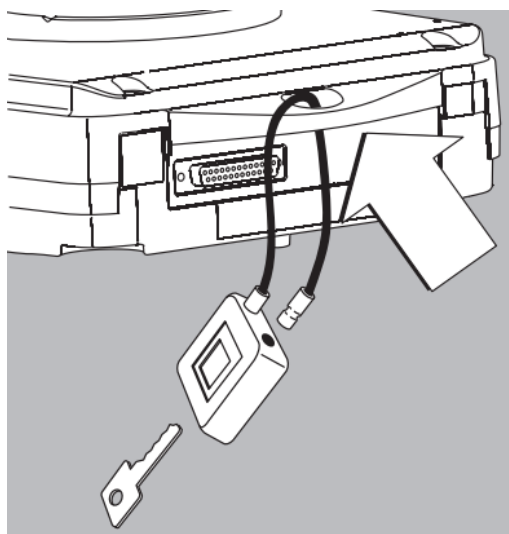


Figura 121. Ejemplo de seguridad.

Nivelar la balanza

Compensar las irregularidades de la superficie de colocación.

Cada vez que se cambie el lugar de ubicación, es necesario nivelar de nuevo la balanza. La nivelación se realiza únicamente con las dos patas de apoyo delanteras.

Enroscar las dos patas de apoyo (solo en modelos con platillo de pesaje rectangular).

Girar las dos patas de apoyo delanteras según muestra la figura hasta que la burbuja de aire del nivel quede en el centro del círculo.

En general son necesarios varios pasos de nivelación.

En los modelos con platillo de pesaje rectangular: Desenroscar las dos patas de apoyo delanteras hasta que toquen la superficie de colocación [72].

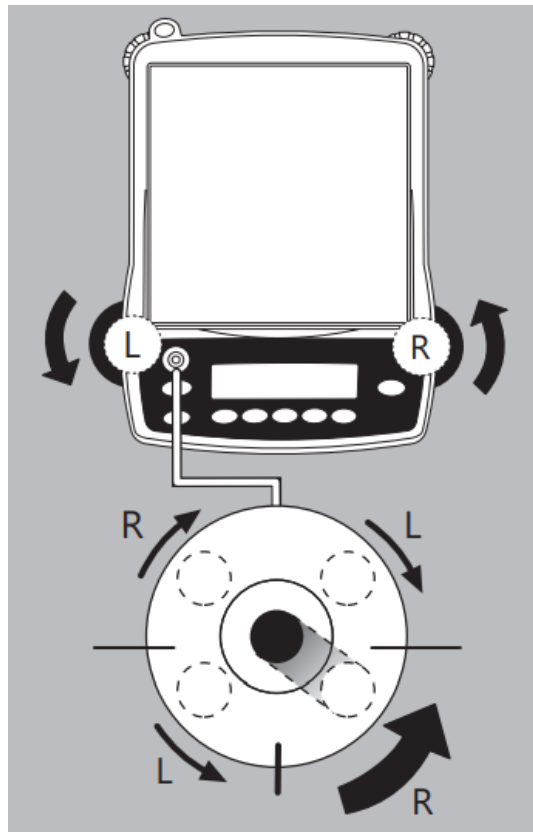


Figura 122. Nivelador de la balanza.

Pesaje por debajo de la balanza

Para pesar por debajo de la balanza se dispone de un dispositivo especial.

No es admisible para aplicaciones de metrología legal.

Levantar la placa de cierre de la base de la balanza. Colocar para ello la balanza sobre un lateral y no sobre la parte superior.

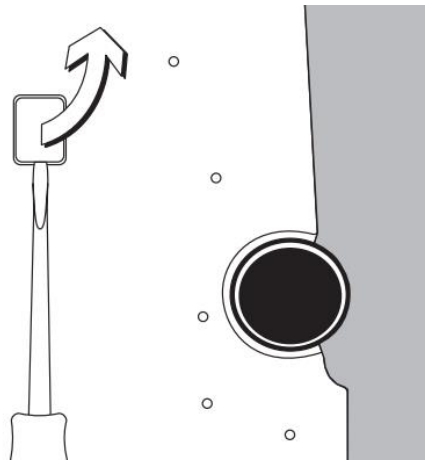


Figura 123. Gancho de pesaje inferior.

Gancho fijo 1: colgar del gancho el producto que se vaya a pesar.

Dado el caso, instalar la protección contra corrientes de aire [72].

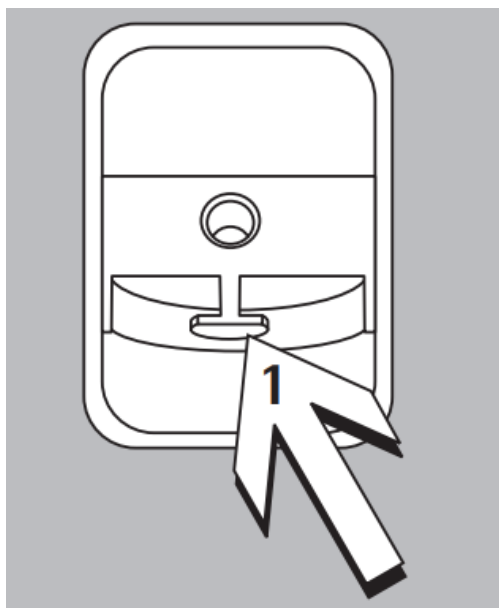


Figura 124. Contra corriente de aire para el pesaje inferior.

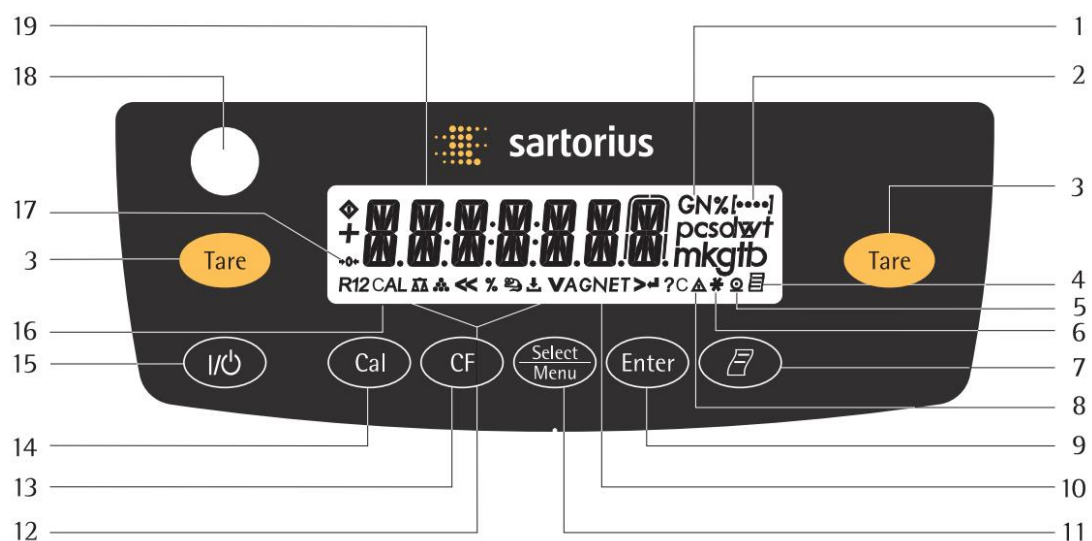
- **Instrucciones de funcionamiento**

Función básica pesaje

- Características
 - Tarar la balanza
 - Imprimir el valor de pesaje

- Preparación
 - Encender la balanza.
 - Dado el caso, tarar la balanza.
 - Dado el caso, modificar los ajustes: Ver el capítulo “Ajustes previos”
 - Dado el caso, cargar los ajustes previos de fábrica: Ver el capítulo “Ajustes previos”
 - Otra función: Apagar la balanza.

Sinopsis de los elementos indicadores y de manejo



1. Unidades de pesaje
2. Visualización del nivel de menú
3. Tarar
4. Pictograma para “Impresión GLP activa”
5. Pictograma para “Imprimir activo”
6. Programa de aplicación activo
7. Salida de datos:
8. Identificación: ningún valor de pesaje
9. Abrir el programa de aplicación
10. Indicador: valor bruto o valor neto
11. Cambiar en el programa de aplicación | abrir menú
12. Pictogramas para la aplicación ajustada
13. Borrar (Clear Función)

14. Iniciar los procesos de ajuste
15. Encender | apagar
16. Indicador: función de ajuste
17. Pictograma para “Cero absoluto”
18. Nivel de burbuja
19. Valores de indicación de peso correspondientes a la unidad base seleccionada [72].

Ajustar

- Finalidad

Ajustar significa eliminar la desviación entre el valor medición indicado y el valor masa real, o bien, reducirla a los límites de error permitidos.

- Características

El proceso de ajuste solo puede iniciarse si

- La balanza no está sometida a carga
- La balanza está tarada
- La señal interna de pesaje es estable
- El valor del peso colocado solo puede variar un 2 % con respecto al valor de consigna

Si no se cumplen estos requisitos, aparecerá el mensaje de error “ERR 02”.

Tras el ajuste se borra el programa de aplicación.

- Ajuste interno

En la carcasa de la balanza se encuentra una conmutación de la pesa de ajuste con una pesa interna de ajuste. La pesa puede colocarse internamente de forma motorizada.

- La pesa de ajuste interna se coloca automáticamente
- La balanza se ajusta
- La pesa interna se levanta automáticamente

En la carcasa de la balanza se encuentra una conmutación de la pesa de ajuste con una pesa interna de ajuste. La pesa de ajuste se coloca y retira internamente de forma motorizada.

- Ajuste externo

De fábrica viene predeterminado un valor de peso [72]

Programas de aplicación

- Contaje

Símbolo indicativo: Z

- Finalidad

Con el contaje es posible determinar la cantidad de piezas que tienen un peso por unidad aproximadamente igual. En primer lugar, se determina el peso de una cantidad de piezas determinada a mano y a partir de ella se calcula el peso unitario (referencia). Partiendo del peso de una cantidad desconocida de piezas se calcula la cantidad total.

- Modificar la cantidad de unidades de referencia

Activar función

Seleccionar la posible cantidad de unidades de referencia 1 hasta 100

La cantidad de piezas seleccionada se guarda a prueba de caídas de tensión.

- Optimización de los resultados de contaje

La optimización de referencia automática permite resultados más precisos en el contaje. Esta función puede activarse o desactivarse en el menú.

La optimización de referencia automática se ejecuta si se cumplen los requisitos y el criterio de estabilización ajustado.

Con la optimización OPT se muestra brevemente el peso unitario medio.

Cambio de unidades

- Finalidad

Con este programa de aplicación es posible visualizar un valor de pesaje en una unidad base y en hasta 4 unidades aplicativas (ver la tabla en la página siguiente).

- Características

- En el menú se muestra la unidad base y su resolución de lectura

- En el menú aplicaciones se lleva a cabo únicamente el ajuste de la aplicación Cambio de unidades y el de la resolución de lectura para las unidades aplicativas.
- La selección de las unidades se memoriza a prueba de caídas de tensión.
- Después de encenderla, la balanza arranca siempre con la unidad base seleccionada.

Determinación de densidad

- Finalidad

Con este programa de aplicación puede determinarse la densidad de cuerpos sólidos según el método de empuje hidrostático.

- Características

La densidad del líquido de medición (g/cm³) para la correspondiente temperatura puede ajustarse con la tecla b. Para obtener información sobre los valores de densidad del agua, ver página siguiente. El ajuste de fábrica es 1 g/cm³.

Se utiliza la formula:

	$\rho_{muestra} = \frac{\text{Peso en aire}}{(\text{Peso en aire} - \text{Peso en agua})} + \rho_{liquido}$	Ecuación 23
--	---	--------------------

Al iniciar la determinación de la densidad se muestra brevemente la densidad del líquido. Para la muestra en aire y en agua pueden adoptarse valores de pesaje positivos y negativos. Sin embargo, el valor en agua debe ser inferior al valor en aire, de lo contrario aparecerá un mensaje de error.

El resultado puede mostrarse con 0 hasta 3 cifras de decimales: ver el capítulo “Ajustes previos”. No se incluye en el suministro: cesta y alambre.

Interfaz de datos

Finalidad

La balanza está equipada con una interfaz de datos a la que se puede conectar un ordenador (u otro dispositivo periférico). En combinación con un ordenador, pueden modificarse, ejecutarse y supervisarse tanto las funciones de la balanza como las de los programas de aplicación.

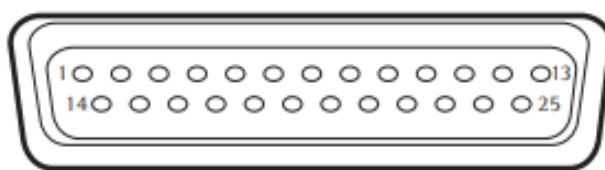


Figura 125. Conector de la interfaz.

Mensajes de error

Los mensajes de error aparecen en el indicador principal durante aprox. 2 segundos.

Después, el programa regresa automáticamente al modo de pesaje [72].

- **Normas de Seguridad**

Peligro de explosión. No usar la balanza en áreas potencialmente explosivas.

El valor de tensión impreso en la fuente de alimentación debe corresponder con la tensión de red local.

Utilizar la balanza únicamente si su carcasa y la fuente de alimentación, incluyendo todas sus conexiones no presentan daños. Desconectar la tensión del aparato dañado desenchufando inmediatamente la fuente de alimentación

Antes de limpiar la fuente de alimentación o la balanza: desenchufar la fuente de alimentación de la toma de corriente.

No debe abrirse la fuente de alimentación.

En caso de rotura de vidrio existe peligro de lesiones por corte con los cantos de vidrio.

Tender los cables de forma que no exista riesgo de tropezar.

Respetar las condiciones de uso descritas en los datos técnicos.

Utilizar solo accesorios originales de Sartorius.

Existe riesgo de electrocución si se utiliza un adaptador de red incorrecto o si se utiliza el adaptador de red de forma inadecuada. Monte el adaptador de red específico del país en la fuente de alimentación. El adaptador de red debe ser apropiado para el enchufe del lugar de instalación. No enchufe jamás el adaptador de red sin la fuente de alimentación.

Desenchufar la balanza de la alimentación de tensión, dado el caso soltar el cable de datos conectado a la balanza. La balanza no debe entrar en contacto con ningún líquido.

Las siguientes piezas no deben limpiarse con acetona o con productos de limpieza agresivos: lámina del teclado, entrada del conector de red, interfaz de datos, así como todo el resto de las piezas de plástico

Agarrar bajo el anillo apantallado y levantar el platillo de pesaje junto con el platillo inferior para no dañar el sistema de pesaje. No debe penetrar ningún líquido en el interior de la balanza.

La balanza cumple las directivas de la Unión Europea y las normas relativas a la seguridad eléctrica y a la compatibilidad electromagnética*. Sin embargo, su uso inadecuado puede causar lesiones y daños materiales.

En caso de uso o manejo inadecuado de la balanza se perderá el derecho a garantía.

- El personal debe haber leído y entendido estas instrucciones de instalación, incluyendo las indicaciones de seguridad.
- En caso de utilizarse en instalaciones y entornos con condiciones que requieran requisitos de seguridad más estrictos, deberán cumplirse las condiciones y requisitos exigidos en su país.
- Mantener siempre libre el acceso a los dispositivos y a la balanza. En caso de instalación o manejo inadecuado de la balanza se perderá el derecho a garantía [72].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Servicio

Es posible cerrar un contrato individual de mantenimiento.

Reparaciones

Las reparaciones deben ser realizadas solo por técnicos. Las reparaciones incorrectas pueden constituir un grave peligro para el usuario.

Limpieza

Limpiar la balanza con un paño ligeramente humedecido con lejía de jabón

Las partes superior e inferior de la carcasa de la balanza están provistas de un revestimiento especial, con lo que estas piezas pueden limpiarse utilizando acetona.

Secar la balanza con un paño suave.

Retirar y limpiar el platillo de pesaje en balanzas analíticas.

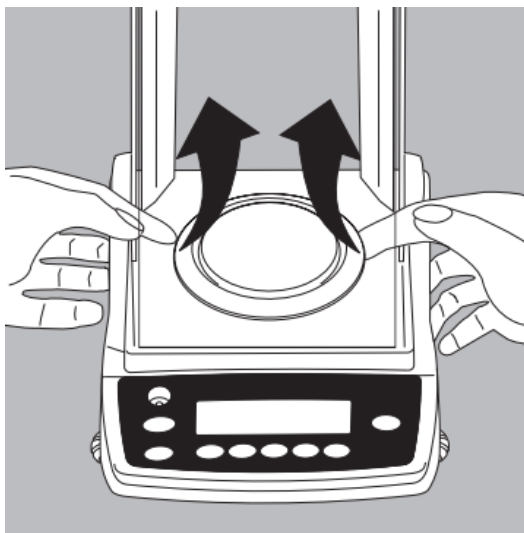


Figura 126. Mantenimiento de la balanza.

Limpeza de las superficies de acero inoxidable

Limpiar todas las partes de acero inoxidable en intervalos regulares.

Limpiar el plato de carga acero inoxidable a fondo por separado.

Limpiar las partes de acero inoxidable de la balanza con un paño húmedo o una esponja.

Utilizar solamente detergentes de uso común en el hogar adecuados para acero inoxidable.

Limpiar las superficies de acero inoxidable simplemente frotando. Luego enjuagar meticulosamente hasta eliminar todos los restos. A continuación, dejar secar el aparato. Como protección adicional puede aplicarse aceite de mantenimiento.

Comprobación de seguridad

Si ya no se puede garantizar el funcionamiento seguro de la balanza:

Separar la tensión de alimentación: desenchufar la fuente de alimentación de la toma de corriente.

Asegure la balanza para evitar que siga usándose

Reciclaje

El embalaje está compuesto por materiales respetuosos con el medio ambiente que se pueden utilizar como materia prima reciclada. Si el embalaje ya no va a necesitarse, en Alemania será posible entregarlo gratuitamente a través del sistema dual de gestión de residuos VfW. (Número de contrato D-59101-2009-1129).

En otro caso deberá actuar con el material en la forma que dicten las normas locales relativas a los desechos.

El aparato incluyendo los accesorios y baterías no debe desecharse junto con la basura doméstica, se reciclarán como aparatos eléctricos y electrónicos [72].



Figura 127. Icono de reciclaje.

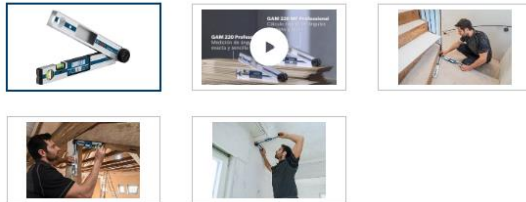
3.3.18. Goniómetro

➤ **Ficha Técnica**

Tabla 80. Ficha técnica del goniómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-GT		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	18	Máquina		Equipo	x	Herramienta	
		  BOSCH					
		GONIÓMETRO					
		CÓDIGO:			DP-100GT01-D		
		MARCA:			BOSCH		
		ESTADO:			Stock		

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Electrónico
MODELO:	GAM 220 MF	AÑO:	-
DIMENSIONES:	447 x 52 x 60 mm	VOLTAJE:	1.5 V LR6 x4
PESO:	1.2 kg	AMPERAJE:	-
COLOR:	Gris	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Brazo abatible		Nivel de burbuja para nivelado horizontal	
Ventana del display		Nivel de burbuja para nivelado vertical	
Rueda de fijación		Panel de control	
Brazo base		Prolongador del brazo (GAM 220 MF)	
Tapa del compartimento de la pila		Estuche de protección	
Pantalla display		Placa base	
Batería			
FUNCIÓN:	Medir o construir ángulos entre dos objetos, tales como dos puntos de una costa, o un astro, generalmente el Sol, y el horizonte.		



GAM 220 MF PROFESSIONAL

MEDIDOR DE ÁNGULOS

Cálculo rápido de los ángulos a inglete

- Rápido cálculo y transferencia de ángulos gracias a la función de memoria para medidas de ángulo utilizadas con frecuencia
- Cálculo automático y sencillo de ángulos a inglete y bisel sin necesidad de otros accesorios

Funciones y características principales



Tu selección

- ✓ con 4 pilas (AA), juego de accesorios

[mostrar variante](#)

259,00 EUR

Precio de venta recomendado sin IVA

● Disponible en 12 tiendas online

[Comprobar disponibilidad >](#)


[Compra ya](#)



¡Te escuchamos!

ATENCIÓN AL CLIENTE


Lunes – Viernes: 08:30 - 20:00

 91 090 08 00

ASISTENCIA TÉCNICA

Lunes – Viernes: 08:00 - 15:00

 949 20 04 20

 [Formulario de contacto](#)

PREGUNTAS FRECUENTES

Aquí encontrarás respuestas a las preguntas más frecuentes sobre los temas relacionados con nuestros servicios.

[Saber más >](#)

Figura 128. Información del fabricante del goniómetro [73].

- **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**
- **Características de la máquina**

Tabla 81. Datos técnicos del goniómetro.

Código	<i>DP-100GT01-D</i>
Marca	<i>BOSCH</i>
Estado	<i>Stock</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Modelo	<i>GAM 220 MF</i>
Dimensiones	<i>447 x 52 x 60 mm</i>
Peso	<i>1.2 kg</i>
Color	<i>Gris</i>
Tipo	<i>Electrónico</i>
Voltaje	<i>1.5 V LR6 x4</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

- Medidor Digital de Ángulos: GAM 220 MF
- Número de referencia: 3601 K76 6..
- Función Hold: Ok
- Iluminación del display: Ok
- Modo de operación (Inglete simple): Ok
- Modo de operación (Inglete doble): Ok
- Alcance: 0°C ~ 220°C
- Exactitud de medición de ángulos: $\pm 0.1^\circ$
- Resolución: 0.1°
- Temperatura de servicio: -10°C ... + 50°C
- Temperatura de almacenamiento: -20°C ... + 70°C
- Altura de aplicación máx. sobre la altura de referencia: 2000 m
- Humedad relativa del aire max.: 90%
- Grado de contaminación según IEC 61010-1: 2A
- Pilas: 4 x 1.5 V LR6 (AA)
- Acumuladores: 4 x 1.2 V HR6 (AA)

- Autonomía (con pilas alcalinas de magnesio), aprox.: 80 h
- Sistema automático de desconexión tras aprox.: 30 min
- Longitud del brazo: 400 mm
- Peso según EPTA-Procedure 01:2014: 1.2 kg
- Medidas (long x ancho x altura): 447 x 52 x 60 mm
- IP54 (protegido contra polvo y salpicadura de agua): Ok

Sólo se produce un ensuciamiento no conductor, sin embargo, ocasionalmente se espera una conductividad temporal causada por la condensación. Para la identificación unívoca de su aparato de medición sirve el número de serie (10) en la placa de características [73].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Brazo abatible
- Ventana del display
- Rueda de fijación
- Brazo base
- Tapa del compartimento de la pila
- Pantalla Display
- Batería
- Nivel de burbuja para nivelado horizontal
- Nivel de burbuja para nivelado vertical
- Panel de control
- Prolongador del brazo (GAM 220 MF)
- Estuche de protección
- Placa base

- **Instrucciones de montaje**

Elementos de indicación

- Indicador H para valor de memoria Hold
- Indicador de pila
- Valor de medición
- Indicador para el ángulo de inglete vertical BVL (GAM 220 MF)
- Indicador para el ángulo de inglete horizontal MTR (GAM 220 MF)

- Indicador para el ángulo de esquina CNR (GAM 220 MF)
- Indicador para el ángulo de inclinación SPR (GAM 220 MF)

Componentes principales






- 1) Brazo abatible
- 2) Ventana del display
- 3) Rueda de fijación
- 4) Brazo base
- 5) Tapa del compartimento de la pila
- 6) Enclavamiento de la tapa del compartimento de las pilas
- 7) Display
- 8) Nivel de burbuja para nivelado horizontal
- 9) Nivel de burbuja para nivelado vertical
- 10) Número de serie
- 11) Tecla Hold
- 12) Tecla de conexión/desconexión
- 13) Tecla para el giro de la indicación
- 14) Tecla MTR1 para inglete simple (GAM 220 MF)
- 15) Tecla MTR2 para inglete doble (GAM 220 MF)
- 16) Prolongador del brazo (GAM 220 MF)
- 17) Estuche de protección [73].

Colocar/cambiar las pilas

Se recomienda utilizar pilas alcalinas de manganeso, o acumuladores, en el aparato de medición. Para abrir la tapa del compartimento de las pilas (5) pulse el bloqueo (6) y abra la tapa del compartimento de las pilas. Coloque las pilas o los acumuladores.

Observe en ello la polaridad correcta conforme a la representación en la tapa del compartimento de pilas. La indicación de pila (b) muestra siempre el estado actual de las pilas o los acumuladores:

Tabla 82. Indicador y capacidad de la pila.

Indicador	Capacidad
	90 – 100%
	60 – 90%
	30 – 60%
	10- 30%
	0 – 10% La indicación de pila vacía parpadea. Desde el inicio del parpadeo hasta la desconexión le permite medir aun cerca de 15 – 20 min.
Siempre sustituya todas las pilas o acumuladores al mismo tiempo. Solamente utilice pilas o acumuladores del mismo fabricante e igual capacidad.	

Retire las pilas o los acumuladores del aparato de medición si no va a utilizarlo durante un periodo largo. Las pilas y los acumuladores pueden sufrir corrosión y descargarse si se almacenan durante mucho tiempo en el aparato de medición [73].

Montaje del prolongador del brazo

Desplace el prolongador de brazo (16) desde la parte delantera sobre el brazo abatible (1). Desplace el prolongador de brazo sobre la articulación del aparato de medición en la medida posible.

- **Instrucciones de funcionamiento**

Proteja el aparato de medición de la humedad y de la exposición directa al sol.

No exponga el aparato de medición a temperaturas extremas o fluctuaciones de temperatura.

No la deje, por ejemplo, durante un tiempo prolongado en el automóvil. En caso de fuertes fluctuaciones de temperatura, deje que se estabilice primero la temperatura de la herramienta de medición antes de la puesta en servicio. Las temperaturas extremas o los cambios bruscos de temperatura pueden afectar a la exactitud del aparato de medición.

Mantenga limpias las superficies de apoyo y los bordes de apoyo del aparato de medición. Proteja el aparato de medición ante choques y golpes.

Las partículas de suciedad o una deformación pueden provocar medidas erróneas.

Conexión/desconexión

Para conectar el aparato de medición pulse la tecla de conexión/ desconexión (12).

Si está iluminado el indicador H (a), todavía está almacenado un valor de la última medición. Este valor se puede borrar pulsando brevemente la tecla de conexión / desconexión (12).

Para desconectar el aparato de medición presione de nuevo la tecla de conexión/desconexión (12).

Si no se realiza ninguna acción durante aprox. 30 min, el aparato de medición se desconecta automáticamente para proteger las pilas o los acumuladores [73]

Nivelación con los niveles de burbuja

Con el nivel de burbuja (8), puede alinear el aparato de medición horizontalmente y, con el nivel de burbuja (9), verticalmente.

El aparato de medición lo puede usar también como nivel de burbuja para controlar niveles horizontales y verticales. Para ello, asiente el aparato de medición sobre la superficie a controlar.

Giro de la indicación

Para poder leer mejor el valor indicado, pulse la tecla (13) para girar la indicación.

Modo de operación "Medición estándar"

Tras cada conexión, el aparato de medición se encuentra en el modo de operación «Medición estándar». En el modo de operación «Medición estándar» se efectúa la medición de ángulos.

- Medición de ángulos (ver figuras C–D)

Coloque el brazo abatible (1) y el brazo base (4) en o sobre las superficies de los bordes a medir. El valor de medición (c) indicado corresponde al ángulo interior w entre el

brazo base y el brazo abatible. Este valor de medición se muestra en el display (7), hasta que cambie el ángulo entre el brazo abatible (1) y el brazo base (4).

- Transferencia de ángulos (ver figura E)

Mida el ángulo a transferir asentando el brazo abatible y el base sobre las respectivas caras.

Apretando la rueda de fijación (3) es posible asegurar mecánicamente la posición de los brazos. El valor indicado no se memoriza.

Asiente el aparato de medición en la posición deseada sobre la pieza de trabajo. Use los brazos como regla para aplicar el ángulo.

- Memorizar el valor de medición

Para memorizar (H) el valor de medición actual (c), pulse la tecla de memoria Hold (11).

Para confirmar, el indicador (a) parpadea en el display. El valor mostrado actualmente se congela y no se modifica, aunque se mueva el brazo. Si se pulsa de nuevo la tecla de memoria Hold, el indicador (a) se muestra de manera permanente en el display. El valor indicado se modifica con el movimiento del brazo.

El valor previamente congelado está ahora memorizado en segundo plano. Pulsado una vez más la tecla de memoria Hold (11) se muestra el valor previamente memorizado, el indicador (a) parpadea. Para borrar el valor guardado pulse brevemente la tecla de conexión / desconexión (12).

Para poder memorizar un nuevo valor, se debe borrar un valor previamente memorizado. Los valores memorizados no se pueden sobrescribir.

El valor memorizado se mantiene al desconectarse (manual o automáticamente) el aparato de medición. Sin embargo, éste se borra al cambiar o agotarse las pilas.

- Medición con prolongador de brazo (ver figuras F–H)

El prolongador de brazo (16) permite la medición de ángulos cuando la superficie de apoyo es más corta que el brazo abatible (1).

Coloque el brazo base (4) y el prolongador de brazo sobre los bordes a medir apoyando en toda su superficie.

En el display se mostrará como valor de medición el ángulo w entre el brazo base y el brazo abatible. El ángulo buscado v entre el brazo base y el prolongador de brazo se calcula de la siguiente forma: $v = 180^\circ - w$ [73].

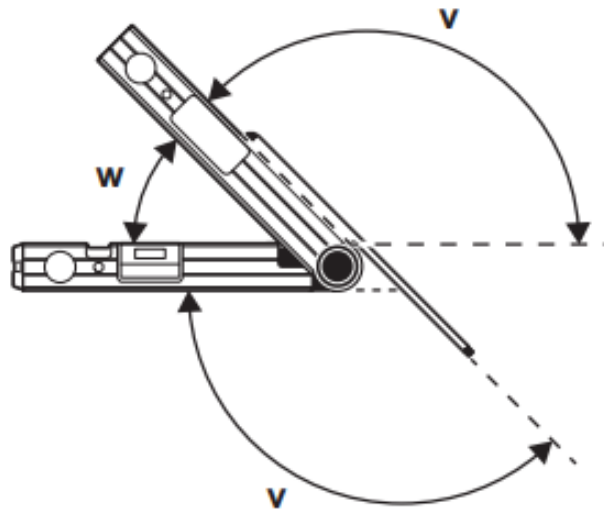


Figura 129. Medición prolongada del brazo.

GAM 220 MF: Modo de funcionamiento "Inglete sencillo"

La medición "Inglete sencillo" sirve para el cálculo del ángulo de corte MTR, cuando dos piezas con el mismo inglete deben conformar juntas cualquier ángulo exterior x° menor de 180° (p. ej. rodapiés, columnas para barandillas o marcos).

La medición "Inglete sencillo" se activa pulsando la tecla MTR1 (14). Para el cálculo del MTR se emplea siempre el valor mostrado. Si en este momento se muestra un valor memorizado (la indicación (a) parpadea), el cálculo se realizará con el valor memorizado independientemente de la posición del brazo.

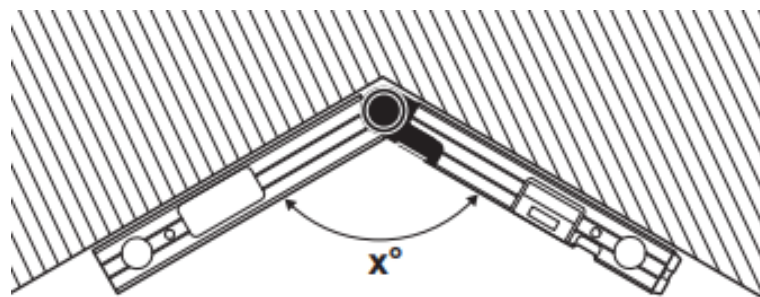


Figura 130. Funcionamiento de inglete sencillo.

Si las piezas de trabajo deben montarse en una esquina (p. ej. para rodapiés), entonces mida el ángulo de esquina x° mediante la aplicación del brazo abatible y el brazo base. Para ángulos predeterminados (p. ej. marcos para cuadros) abra el brazo abatible y el brazo base, hasta que se muestre el ángulo deseado en el display.

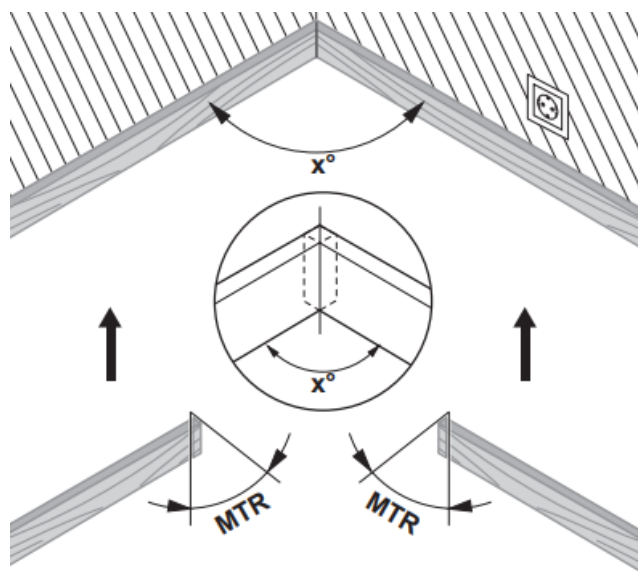


Figura 131. Funcionamiento de inglete horizontal.

Se calcula el ángulo de inglete horizontal MTR ("Miter Angle": ángulo de inglete horizontal), en el que deben acortarse las dos piezas de trabajo. En estos cortes a inglete, la hoja de sierra se encuentra perpendicularmente a la pieza de trabajo (el ángulo de inglete vertical es de 0°).

Pulse la tecla MTR1 (14). En el display se muestran tanto el ángulo de inglete horizontal calculado MTR, que debe ajustarse en la sierra de incisión y sierra de ingletar, como el indicador MTR.

Pulse la tecla MTR1 (14) para retornar del modo de funcionamiento "Inglete sencillo" al modo de funcionamiento "Medición estándar".

Pulsando brevemente la tecla de conexión / desconexión (12) se retorna al modo de funcionamiento "Medición estándar". No obstante, se borrará el posible valor Hold que se haya memorizado.

Indicación: El ángulo de inglete horizontal calculado MTR solo se puede utilizar para sierras oscilantes y de inglete cuando el ajuste para cortes verticales es de 0°. Si el ajuste para cortes verticales es de 90°, deberá calcular el ángulo de la sierra de la siguiente manera:

$90^\circ - \text{ángulo indicado MTR} = \text{ángulo a ajustar en la sierra}$ [73].

GAM 220 MF: Modo de funcionamiento "Inglete doble"

La medición de "Inglete doble" ("Compound MTR") sirve para el cálculo de ángulos de inglete horizontales y verticales, cuando dos piezas de trabajo deben encajar en forma exacta con ángulos múltiples (p. ej. listones de techo).

La medición "Inglete doble" se activa pulsando la tecla MTR2 (15). Para el cálculo del ángulo se utiliza siempre el valor indicado de las posiciones de los brazos. Si se ha memorizado un valor Hold, se borrará cuando finalice el modo de funcionamiento "Inglete doble".

Realice los pasos de trabajo respetando exactamente el orden indicado.

1. SPR: Memorizar el ángulo de inclinación (Spring Angle)

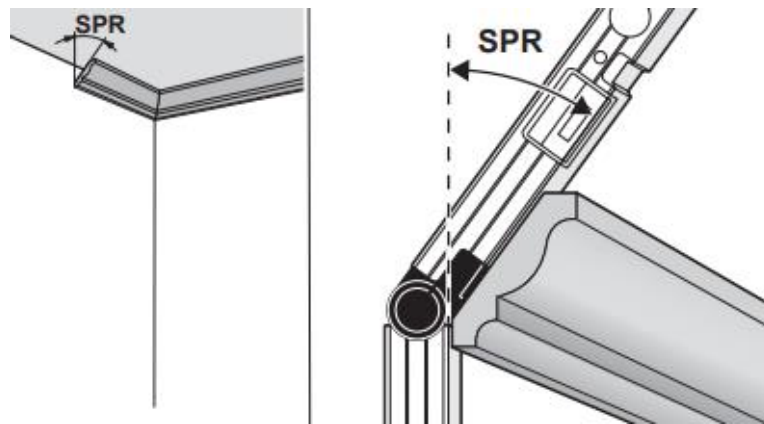


Figura 132. Funcionamiento de inglete doble.

Para la memorización del ángulo de inclinación existen las siguientes posibilidades:

- Abra el brazo abatible y el brazo base, hasta que se indique el ángulo de inclinación deseado en el display.
- En caso de un ángulo de inclinación desconocido, debe medirlo. Para ello, coloque las caras de asiento de la pieza a medir entre el lado abatible y el lado base. Si no

es posible realizar la medición con el aparato de medición en piezas de trabajo especialmente estrechas o pequeñas, entonces utilice medios auxiliares, como p. ej. una falsa escuadra, y ajuste luego el ángulo en el aparato de medición.

Oprima la tecla MTR2 (15), a fin de memorizar el ángulo de inclinación medido para el inglete doble. En el display aparece SPR y el ángulo actual. Si al pulsar la tecla MTR2 (15) el ángulo es superior a 90° , pero inferior a 180° , entonces el ángulo de inclinación SPR se convertirá automáticamente de la siguiente forma:

$$\text{SPR} = 180^\circ - \text{ángulo medido o ajustado.}$$

2. CNR: Memorizar el ángulo de esquina (Corner Angle)

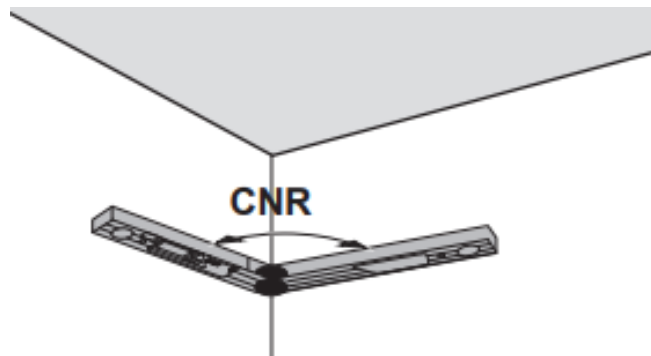


Figura 133. Funcionamiento en ángulo de esquina.

- Apoye el brazo abatible y el brazo base en toda su superficie sobre las paredes para medir el ángulo de esquina o ajuste un ángulo de esquina conocido en el aparato de medición.
 - Oprima de nuevo la tecla MTR2 (15), a fin de memorizar el ángulo de esquina medido para el inglete doble. En el display aparece CNR y el ángulo actual.
3. MTR: Determinar el ángulo de inglete horizontal (Miter Angle)

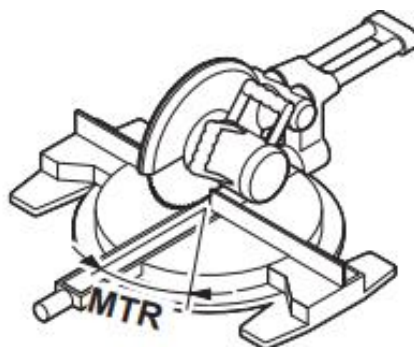


Figura 134. Medición del MTR.

- Oprima de nuevo la tecla MTR2 (15). En el display aparece MTR y el ángulo de inglete horizontal calculado para la sierra oscilante y de inglete. Con la ayuda del ángulo de inglete horizontal se determina el giro de la mesa de aserrar (MTR).

BVL: Determinar el ángulo de inglete vertical (Bevel Angle)

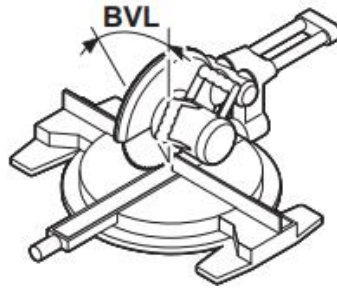


Figura 135. Medición del BVL.

Oprima de nuevo la tecla MTR2 (15). En el display aparece BVL y el ángulo de inglete vertical calculado para la sierra oscilante y de inglete.

Con ayuda del ángulo de inglete vertical se determina la inclinación de la hoja de sierra (BVL).

En caso necesario es posible consultar de nuevo el ángulo de inglete horizontal y vertical, pero solo mientras no se haya pulsado la tecla de conexión/ desconexión (12) para cambiar el modo de funcionamiento. Para consultar los ángulos, pulse la tecla MTR2 (15). En el display aparecen MTR y el ángulo de inglete horizontal calculado; pulsando de nuevo la tecla MTR2 (15) BVL y el ángulo de inglete vertical.

Pulse la tecla MTR1 (14) durante menos de 1 seg. para retornar del modo de funcionamiento "Inglete doble" al modo de funcionamiento "Medición estándar" [73].

Indicaciones para el modo de operación "Inglete doble"

El ángulo de inglete horizontal calculado MTR solo se puede utilizar para sierras oscilantes y de inglete cuando el ajuste para cortes verticales es de 0°. Si el ajuste para cortes verticales es de 90°, debe calcular el ángulo de la sierra de la siguiente manera:

$$90^\circ - \text{ángulo indicado MTR} = \text{ángulo a ajustar en la sierra.}$$

- **Normas de Seguridad**

Lea y observe todas las instrucciones.

Si el aparato de medición no se utiliza según las presentes instrucciones, pueden menoscabarse las medidas de seguridad integradas en el aparato de medición.

Sólo deje reparar el aparato de medición por personal técnico calificado y sólo con repuestos originales. Solamente así se mantiene la seguridad del aparato de medición.

No trabaje con el aparato de medición en un entorno potencialmente explosivo, en el que se encuentran líquidos, gases o polvos inflamables. El aparato de medición puede producir chispas e inflamar los materiales en polvo o vapores.

Al aserrar piezas de trabajo para las que se han determinado los ángulos con este aparato de medición, se deben observar estrictamente las instrucciones de seguridad y funcionamiento de la sierra utilizada (inclusive las indicaciones para posicionar y sujetar la pieza de trabajo).

Si los ángulos requeridos no se pueden ajustar en una sierra o tipo de sierra en particular, se deben utilizar métodos de aserrado alternativos.

Los ángulos muy agudos se pueden cortar con un dispositivo de sujeción cónico con una sierra de mesa o una sierra circular manual.

- **Instrucciones de Mantenimiento**

Mantenimiento y limpieza

- Mantenga limpio siempre el aparato de medición.
- No sumerja el aparato de medición en agua ni en otros líquidos.
- Limpiar el aparato con un paño húmedo y suave. No utilice ningún detergente o disolvente.
- En caso de que el aparato de medición haya quedado expuesto prolongadamente a la lluvia, puede que ello afecte a su funcionamiento. Sin embargo, una vez que se haya secado del todo, es posible utilizar el aparato de medición sin restricción alguna. No es necesario recalibrarlo.
- Almacene y transporte el aparato de medición solo en el estuche de protección (17).

- En caso de reparación, envíe el aparato de medición en el estuche de protección (17) [73].

Servicio técnico y atención al cliente

- El servicio técnico le asesorará en las consultas que pueda Ud. tener sobre la reparación y mantenimiento de su producto, así como sobre piezas de recambio. Las representaciones gráficas tridimensionales e informaciones de repuestos se encuentran también bajo: www.bosch-pt.com
- El equipo asesor de aplicaciones de Bosch le ayuda gustosamente en caso de preguntas sobre nuestros productos y sus accesorios.
- Para cualquier consulta o pedido de piezas de repuesto es imprescindible indicar el N° de artículo de 10 dígitos que figura en la placa de características del producto [73].

3.3.19. Sistema Eléctrico

➤ Ficha Técnica

Tabla 83. Ficha técnica del sistema eléctrico.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA						
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-SE	
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01	
FICHA TÉCNICA:	19	Máquina		Equipo	Sistema	x
					SISTEMA ELECTRICO	
					CÓDIGO:	
	MARCA:		EEASA			
	ESTADO:		Activo			

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Eléctrico
MODELO:	-	AÑO:	2019
DIMENSIONES:	-	VOLTAJE:	110 V - 220 V
PESO:	-	AMPERAJE:	20 A
COLOR:	-	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Focos tipo tubo		Breaker	
Tomacorrientes de 110 V		Regulador de voltaje	
Tomacorrientes de 220 V		Cajetín	
Cables eléctricos		Red eléctrica	
Interruptores			
FUNCIÓN:	Generar, transportar y distribuir la energía eléctrica a todos los espacios distribuidos por el LIM, mediante el conjunto de instalaciones, conductores y equipos.		

➤ **Documentos Comerciales**

Empresa Eléctrica Ambato
Regional Centro Norte S.A.
Institución ▾ Servicios ▾ Contratación ▾

Servicios en línea

Portal Mi
EEASA

Simulación
calc.
factura

Consulta
valores
pendientes
de pago -
SAP

Consulta
cuenta
contrato

Pagos en
línea

Actualización
de datos

Telemedición

Solicitud
de nuevo
medidor

Puntos de
atención

Conexión
generación
distribuida

Direcciones:

Matriz Ambato
Av. 12 de Noviembre 11-29 y Espejo
Telf: 03 299 8600 – Fax: 03 242 1265

Atención Clientes: 136
WhatsApp: 0996137317

Sucursal Mayor Tena:
Rocafuerte y Jorge Carrera Andrade
Telf: 03 2895 063 / 06 288 6038

Sucursal Mayor Puyo:
Av. 13 de Abril y calle 9 de Octubre
Telf: 03 2998 691 / 03 2998 694

Figura 136. Información del sistema eléctrico [74].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 84. Datos técnicos del sistema eléctrico.

Código	<i>DP180-SE01-D</i>
Marca	<i>EEASA</i>
Estado	<i>Activo</i>

Procedencia	<i>Ecuador</i>
Tipo	<i>Eléctrico</i>
Año	<i>2019</i>
Voltaje	<i>110 – 220 V</i>
Amperaje	<i>20 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

- Voltaje. Es el nivel de carga eléctrica o voltaje de un aparato eléctrico (batería, generador, red eléctrica), que un fabricante ha definido para un equipo en concreto.
- Frecuencia. Es la frecuencia de la corriente alterna de la red eléctrica, típicamente de 50 Hz o 60 Hz, dependiendo de la región.
- Capacidad de Corriente. Es la máxima corriente que puede transportar continuamente un conductor en condiciones normales de servicio.
- Factor de Potencia. Es una medida de la eficiencia o rendimiento que se establece la relación entre la potencia activa y aparente en el sistema, con un factor cercano a 1 indicando eficiencia energética adecuada.
- Protección y Coordinación. Son los requisitos para la coordinación de dispositivos de protección, como interruptores automáticos y relés, para una desconexión rápida de equipos defectuosos y minimizar interrupciones. [74].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Focos tipo tubo
- Toma corriente de 110 V
- Toma corriente de 220 V
- Cables eléctricos
- Interruptores
- Breaker
- Regulador de Voltaje
- Cajetín
- Red eléctrica

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

- Margen de Estabilidad. Es la capacidad del sistema para mantenerse estable frente a perturbaciones y variaciones en la carga, incluyendo criterios de estabilidad de voltaje y frecuencia.
- Separación y Espaciado. Son las dimensiones entre componentes, que deben cumplir con las normas de seguridad y las tolerancias de ajuste establecen los márgenes aceptables para estas separaciones.
- Longitud de Conexiones. Son las dimensiones de las conexiones eléctricas, que deben garantizar una baja resistencia eléctrica y una transferencia eficiente de energía.
- Dimensiones de Equipos. Son las dimensiones que los equipos deben para su correcta instalación y operación.
- Aislamiento. Es la cantidad de aislante que debe existir en cables y dispositivos, las dimensiones del material aislante y las tolerancias asociadas son críticas para prevenir accidentes y garantizar la seguridad eléctrica.
- Tolerancias térmicas. Especificaciones aplicadas a componentes expuestos a cambios de temperatura, los cuales deben ajustarse para compensar la dilatación térmica y garantizar un rendimiento consistente.
- Normativa y estándar. Las dimensiones y tolerancias en un sistema eléctrico suelen estar reguladas por normativas y estándares específicos de la industria, los cuales establecen los requisitos mínimos para la seguridad y el rendimiento [74].

- **Instrucciones de montaje**

- Identificación de Componentes. Enumerar y verificar todos los componentes del sistema eléctrico que se van a instalar y proporciona información detallada sobre cada componente.
- Requisitos de espacio y ubicación. Especificar los requisitos de espacio y ubicación para cada componente.
- Herramientas y equipamiento. Enumerar las herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo la instalación.
- Preparación del área de trabajo. Proporcionar instrucciones de preparación en el área de trabajo.
- Conexiones eléctricas. Detallar el procedimiento para realizar las conexiones eléctricas, proporciona información sobre la selección y uso adecuado de cables, conectores y herramientas.

- Configuración y ajustes. Incluir instrucciones para configurar y ajustar los parámetros necesarios en cada componente del sistema, información sobre la programación, ajustes y configuraciones.
- Pruebas y verificación. Describir los procedimientos de prueba para verificar la correcta instalación y funcionamiento del sistema eléctrico.
- Normativas y regulaciones. Hay que destacar normativas y regulaciones locales o nacionales que deben seguirse durante la instalación.
- Mantenimiento y cuidado. Proporcionar recomendaciones para el mantenimiento regular y el cuidado de los componentes del sistema eléctrico con procedimientos de mantenimiento preventivo.
- Advertencias de Seguridad. Incluir advertencias de seguridad clave para prevenir riesgos eléctricos y garantizar la seguridad del personal durante la instalación [74].

- **Instrucciones de funcionamiento**

- Encendido y apagado del sistema. Entender los detalles de los procedimientos adecuados para iniciar y detener la operación.
- Secuencia de arranque y parada de equipos. Detallar la secuencia correcta para arrancar y detener equipos específicos en el sistema eléctrico.
- Interconexiones y comunicación. Conocer el funcionamiento de cualquier sistema de interconexión o comunicación con otros dispositivos o sistemas.
- Monitoreo de Parámetros. Explicar el monitoreo de los parámetros clave del sistema, como corriente, voltaje, temperatura, etc.
- Aplicación de actualizaciones o mejoras. Proporcionar instrucciones sobre cómo aplicar actualizaciones de software o mejoras al sistema [74].

- **Normas de Seguridad**

- No energizar antes del mantenimiento. Antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento, reparación o inspección, es crucial dejar de energizar y bloquear el sistema eléctrico para prevenir descargas eléctricas.
- Uso de equipamiento de protección personal (EPP). Exigir el uso de EPP, como guantes aislantes, gafas de seguridad y calzado dieléctrico, para proteger al personal contra posibles riesgos eléctricos.

- Etiquetado y señalización. Se debe asegurar que todos los equipos eléctricos estén debidamente etiquetados y señalizados para indicar los riesgos, voltajes peligrosos y procedimientos de seguridad.
- Capacitación del personal. Exigir la capacitación regular del personal a cerca de sistemas eléctricos, para garantizar la comprensión de las normas de seguridad y procedimientos operativos.
- Distancias de Seguridad. Establecer las distancias seguras que deben mantenerse entre el personal y equipos energizados.
- Aterrizaje adecuado. Establecer sistemas de puesta a tierra adecuados para disipar corrientes no deseadas.
- Protección contra sobrecargas. Proteger las instalaciones y dispositivos contra sobrecargas, como fusibles o interruptores automáticos.
- Aislamiento y Barreras de Protección. Utilizar barreras físicas y aislamiento adecuado para proteger a los trabajadores en áreas peligrosas.
- Protocolos de Emergencia. Desarrollar protocolos claros y prácticos para situaciones de emergencia con entrenamiento regular y simulacros.
- Cierre y bloqueo de equipos. Implementar procedimientos de cierre y bloqueo antes de realizar trabajos en equipos eléctricos.
- Manejo seguro de herramientas. Establecer prácticas seguras para el manejo de herramientas eléctricas en buen estado de funcionamiento.
- Cumplimiento con normativas locales e internacionales. Asegurar que el sistema cumpla con todas las normativas y regulaciones locales e internacionales pertinentes de seguridad eléctrica [74].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

- Programación de Mantenimiento. Establecer un programa de mantenimiento regular que abarque inspecciones, pruebas y tareas de mantenimiento preventivo.
- No energizar antes o durante de iniciar cualquier trabajo de mantenimiento, enfatiza la necesidad de dejar de energizar y bloquear el sistema.
- Inspección visual. Consiste en realizar inspecciones visuales periódicas para identificar daños visibles, conexiones sueltas o cualquier otra anomalía.
- Pruebas funcionales. Especificar pruebas funcionales necesarias para verificar el rendimiento de los equipos eléctricos.

- Limpieza y mantenimiento de componentes. Detallar los procedimientos de limpieza para componentes específicos del sistema.
- Reemplazo de componentes desgastados. Identificar los componentes que pueden desgastarse con el tiempo y establece criterios para su reemplazo.
- Reapriete de Conexiones. Incluir instrucciones sobre el reapriete regular de conexiones eléctricas.
- Verificación de aislamiento. Indicar cómo realizar pruebas de aislamiento para asegurar que no haya fugas o degradación en los materiales aislantes.
- Actualizaciones y mejoras. Proporcionar pautas para actualizaciones de equipos o mejoras en el sistema, asegurando la compatibilidad y eficiencia.
- Registro y documentación. Se recomienda mantener un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento, incluyendo fechas, intervenciones realizadas y resultados de pruebas.
- Lubricación de componentes móviles. Si hay componentes móviles en el sistema, proporcionar instrucciones sobre la lubricación adecuada.
- Mantenimiento de baterías. En el caso poseer baterías, establecer procedimientos para su mantenimiento, incluyendo la verificación de niveles de electrolito y la limpieza de terminales.
- Capacitar al personal. Subrayar la importancia de la capacitación continua del personal encargado del mantenimiento, para asegurar mejores prácticas y procedimientos actualizados.
- Cumplimiento con Normativas. Enfatizar el cumplimiento de todas las normativas y regulaciones locales e internacionales relevantes durante las operaciones de mantenimiento [74].

3.3.20. Sistema de Internet

➤ Ficha Técnica

Tabla 85. Ficha técnica del sistema de internet.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-SI		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	20	Máquina		Equipo		Sistema	x
		 					
		SISTEMA DE INTERNET					
		CÓDIGO:			DP190-SI01-D		
		MARCA:			CNT		
ESTADO:			Activo				

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Electrónico
MODELO:	-	AÑO:	2019
DIMENSIONES:	-	VOLTAJE:	110 V - 220 V
PESO:	-	AMPERAJE:	2 A
COLOR:	-	FRECUENCIA:	60 Hz
COMPONENTES			
Router		Cable Ethernet	
Cable de fibra óptica		Red de Internet	
Punto de acceso			
FUNCIÓN:	Generar, transportar y distribuir la red de conexión a internet, Wifi de acceso público a todos los espacios distribuidos por el LIM, mediante el conjunto de instalaciones, conductores y equipos.		

➤ **Documentos Comerciales**

Figura 137. Información del fabricante del sistema de internet [75].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

- **Características de la máquina**

Tabla 86. Datos técnicos del sistema de internet.

Código	DP190-SI01-D
Marca	CNT

Estado	<i>Activo</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Tipo	<i>Electrónico</i>
Año	<i>2019</i>
Voltaje	<i>120 V</i>
Amperaje	<i>2 A</i>
Frecuencia	<i>60 Hz</i>

- **Condiciones de servicio especificadas**

- Velocidad de conexión. Especifica la velocidad mínima y máxima de conexión a internet que se puede esperar, tales como la velocidad de carga y descarga.
- Latencia. Define el tiempo de respuesta que los usuarios experimentarán al acceder a servicios en línea, se mide en milisegundos y es crucial para aplicaciones sensibles a la latencia, como videoconferencias.
- Disponibilidad. Indica el porcentaje del tiempo en que la conexión a internet estará disponible y funcionando correctamente, expresada en un porcentaje anual.
- Capacidad de ancho de banda. Establece la capacidad máxima de ancho de banda que puede ser utilizada.
- Fiabilidad y estabilidad. Define los requisitos de la conexión, evitando interrupciones frecuentes o fluctuaciones significativas en el rendimiento.
- Compatibilidad. Especifica los requisitos de compatibilidad para los dispositivos y equipos que se conectan a la red, asegurando un correcto funcionamiento.
- Actualizaciones de Servicio. Establece cómo se implementarán actualizaciones y mejoras en el servicio [75].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Router
- Cables de fibra óptica
- Punto de acceso
- Cable ethernet
- Red de internet

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

- Velocidad de transmisión de datos. Definir la velocidad mínima y máxima de transmisión de datos que los usuarios pueden esperar en el sistema de internet.
- Latencia. Permite establecer el tiempo de latencia máximo aceptable para la transmisión de datos. La latencia baja es crucial para aplicaciones en tiempo real.
- Ancho de banda. Especifica la capacidad máxima de ancho de banda que puede ser utilizada por un usuario o un conjunto de usuarios en un momento dado.
- Escalabilidad. Define la capacidad del sistema para aumentar en el número de usuarios o el tráfico de datos, sin degradación significativa del rendimiento [75].

- **Instrucciones de montaje**

- Revisión de equipos y componentes. Enumerar y verificar todos los equipos y componentes que forman parte del sistema de internet.
- Preparación del espacio. Proporcionar instrucciones sobre preparar el espacio donde se instalará el equipo, ubicación física y los requisitos de espacio.
- Conexiones de hardware. Detallar el proceso de conexión de hardware, indicando conexiones entre sí y hacia otras infraestructuras.
- Configuración de red. Instrucciones sobre cómo configurar la red, asignación de direcciones IP, configuración de SSID (nombre de la red) y contraseñas.
- Conexión a la fuente de alimentación. Indicar cómo conectar cada dispositivo a la fuente de alimentación eléctrica de manera segura y eficiente.
- Pruebas iniciales. Proporcionar pasos para realizar pruebas iniciales después de la instalación, asegurándose de que los equipos estén operando correctamente.
- Gestión de Cables. Indicar cómo organizar y gestionar los cables de manera ordenada para evitar enredos y facilitar el mantenimiento.
- Registro y Activación del Servicio. Son instrucciones para registrar y activar el servicio con el proveedor de internet.
- Actualizaciones de firmware o software. Son instrucciones sobre cómo realizar actualizaciones de firmware o software en los equipos para garantizar el uso de versiones más recientes [75].

- **Instrucciones de funcionamiento**

- Encendido y apagado de los equipos. Explicar cómo encender y apagar los dispositivos de conexión a internet, como el módem y el router.

- Conexión de dispositivos. Dar instrucciones sobre cómo conectar dispositivos a la red, ya sea mediante conexiones por cable o inalámbricas (Wi-Fi).
- Configuración de redes inalámbricas. Dar guías sobre cómo configurar y asegurar una red inalámbrica, nombre de red (SSID) y contraseñas seguras.
- Gestión de contraseñas. Dar instrucciones sobre cómo gestionar las contraseñas para acceder al sistema y a la red Wi-Fi.
- Pruebas de velocidad y diagnóstico de problemas. Indicar cómo realizar pruebas de velocidad de la conexión a Internet y los pasos para diagnosticar y solucionar problemas comunes.
- Actualizaciones de firmware y software. Dar instrucciones sobre cómo aplicar actualizaciones de firmware o software en los dispositivos de conexión.
- Configuración de Redes Privadas (VPN). Dar instrucciones sobre cómo configurar y utilizar redes privadas virtuales (VPN) especialmente al utilizar redes públicas.
- Configuración de dispositivos inteligentes. Revisar la guía sobre cómo conectar y configurar dispositivos inteligentes en el hogar que requieran acceso a la red.
- Gestión de dispositivos Conectados. Revisar el manual sobre cómo gestionar y desconectar dispositivos de la red, así como los cambios de contraseñas.
- Recursos de soporte técnico. Proporcionar información de contacto y recursos para el soporte técnico en caso de problemas más allá de la resolución del usuario.
- Información de facturación y cuentas. Dar instrucciones sobre cómo acceder a la información de facturación, opciones de pago y gestionar la cuenta.
- Políticas de uso aceptable. Incluir información sobre las políticas de uso aceptable, explicando las actividades permitidas y las que no [75].

- **Normas de Seguridad**

- Autenticación fuerte. Solicitar la implementación de métodos de autenticación fuerte, como contraseñas robustas, autenticación de dos factores (2FA) o el uso de certificados digitales para acceder a la red.
- Cifrado de datos. Exigir el uso de protocolos de cifrados seguros (por ejemplo, SSL/TLS) para proteger la información transmitida en línea.
- Firewalls y filtros de paquetes. Implementar firewalls y filtros de paquetes para controlar el tráfico de red, bloquear accesos no autorizados y prevenir ataques externos.

- Actualizaciones de software. Solicitar las actualizaciones de software del sistema, incluyendo sistemas operativos, aplicaciones y firmware de dispositivos de red.
- Gestión de vulnerabilidades. Realizar análisis regulares de vulnerabilidades en la red y los sistemas para identificar y abordar posibles riesgos de seguridad.
- Monitoreo de actividad. Implementar sistemas de monitoreo de actividad en la red para detectar comportamientos inusuales o actividades sospechosas.
- Políticas de acceso. Definir políticas de acceso que limiten el acceso a la red y a los recursos solo a usuarios autorizados, asignando permisos basados en roles.
- Control de dispositivos. Establecer políticas para el control de dispositivos conectados a la red, asegurando el acceso solo a dispositivos autorizados y seguros.
- Gestión de contraseñas. Establecer políticas de gestión de contraseñas que promuevan contraseñas fuertes, cambios regulares y medidas de seguridad adicionales, como la autenticación de dos pasos.
- Capacitación en seguridad. Capacitar en seguridad a los usuarios y personal, concientizando sobre las prácticas seguras y las amenazas de seguridad actuales.
- Políticas de uso aceptable. Definir políticas claras sobre el uso aceptable de la red, detallando comportamientos y actividades permitidas y prohibidas.
- Control de acceso físico. Asegurar medidas de control de acceso físico a los centros de datos y a los equipos de red para prevenir accesos no autorizados.
- Cumplimiento con normativas y regulaciones. Garantiza el cumplimiento con las medidas de seguridad de la información aplicables en las políticas del sistema [75].

- **Instrucciones de Mantenimiento**

- Programa de mantenimiento preventivo. Establecer un programa regular de mantenimiento preventivo para los componentes clave del sistema.
- Actualizaciones de firmware y software. Proporcionar instrucciones sobre cómo verificar las actualizaciones de firmware y software en los dispositivos de red.
- Verificación de configuración de seguridad. Generar instrucciones para revisar y mantener la configuración de seguridad de la red.
- Pruebas de velocidad y rendimiento. Indicar cómo realizar pruebas de velocidad de la conexión a internet y evaluar el rendimiento general de la red.

- Inspección visual de equipos. Proporcionar pautas sobre cómo realizar inspecciones visuales de los equipos de red en busca de signos de desgaste, daño o acumulación de polvo.
- Gestión de cables. Dar instrucciones sobre cómo gestionar y organizar los cables de manera adecuada para evitar interferencias y facilitar futuras intervenciones.
- Gestión de actualizaciones de seguridad. Definir un procedimiento para gestionar actualizaciones de seguridad críticas y parches de software para proteger la red contra vulnerabilidades conocidas.
- Respaldo de configuraciones. Indicar cómo realizar copias de seguridad periódicas de las configuraciones de los dispositivos de red para la recuperación en caso de fallos o cambios no deseados.
- Capacitación del personal. Proporcionar información sobre capacitación continua del personal encargado del mantenimiento.
- Protocolo de respuesta a incidentes. Desarrollar un protocolo de respuesta a incidentes detallado que especifique acciones a tomar en caso de violaciones de seguridad, interrupciones o eventos adversos.
- Evaluación de cumplimiento. Proporcionar pautas para realizar evaluaciones periódicas de cumplimiento con normativas y regulaciones de seguridad de la información aplicables [75].

3.3.21. Sistema Hidrosanitario

➤ **Ficha Técnica**

Tabla 87. Ficha técnica del sistema hidrosanitario.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	CÓDIGO:	LIM-FT01-SH		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	VERSIÓN:	01		
FICHA TÉCNICA:	21	Máquina		Equipo	Sistema	x	
	 		SISTEMA HIDROSANITARIO				
			CÓDIGO:	DP200-SH01-A			
			MARCA:	EMAPA			
			ESTADO:	Activo			

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador	TIPO:	Hídrico
MODELO:	-	AÑO:	2019
DIMENSIONES:	-	VOLTAJE:	-
PESO:	-	AMPERAJE:	-
COLOR:	-	FRECUENCIA:	-
COMPONENTES			
Tuberías		Inodoro	
Lavabo		Desagüe	
Grifo		Manguera	
Válvulas		Red de agua	
Sifón			
FUNCIÓN:	Abastecer de agua potable los espacios distribuidos por el LIM, y eliminar el agua residual a través de los desagües mediante el conjunto de instalaciones y conductos.		

➤ Documentos Comerciales



Llevamos agua, llevamos vida...

[Inicio](#) [Información Corporativa](#) [Transparencia](#) [Información Legal](#) [Remate vehicular](#) [Servicios](#) [Noticias](#) [Contáctenos](#)

- Consulta de Planillas
- Facturación Electrónica
- Nuestras Agencias

BUENAS NOTICIAS

Reaperturamos nuestra **Agencia Sur**

Estamos ubicados en la **Terminal Sur**
Sector Huachi Grande Local 3 - Planta Baja

Horario de atención
08h00 - 15h30
Servicios: Recaudación

Agencias

La Matriz

- Antonio Clavijo e Isaías Sánchez
- 032997700 Ext. 701-702
- Lunes a Viernes 07:30 - 16:00



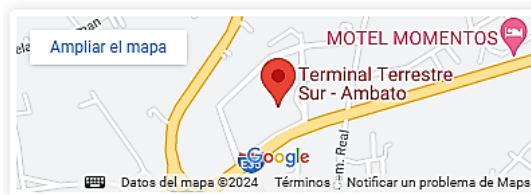
Centro

- 13 de Abril y Martínez
- 032828916 - 032421511
- Lunes a Viernes 07:30 - 16:00



Huachi Grande

- Terminal Terrestre Sur
- 032405727
- Lunes a Viernes 08:00 - 15:30



Los Shyris

- Av. Los Shyris y Nari Pillaguazo
- 032849431
- Lunes a Viernes 08:00 - 16:00



Figura 138. Información del fabricante del sistema hidrosanitario [76].

➤ **Documentos Técnicos Suministrados por el Fabricante**

• **Características de la máquina**

Tabla 88. Datos técnicos del sistema hidrosanitario

Código	<i>DP200-SH01-A</i>
Marca	<i>EMAPA</i>
Estado	<i>Activo</i>
Procedencia	<i>Ecuador</i>
Año	<i>2019</i>

• **Condiciones de servicio especificadas**

- Calidad del agua. Especifica los estándares de calidad del agua que deben cumplirse, incluyendo parámetros como la potabilidad, la ausencia de contaminantes y la adecuación para uso doméstico e industrial.
- Presión del agua. Define los niveles de presión del agua en la red para asegurar un suministro adecuado en todas las áreas del sistema, evitando presiones excesivas o insuficientes.
- Caudal del agua. Establece los requisitos de caudal del agua en diferentes puntos del sistema, garantizando un suministro suficiente del servicio.
- Alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. Define los estándares para la gestión y tratamiento de aguas residuales, cumpliendo las normativas ambientales y de salud.
- Eficiencia del sistema. Define indicadores de eficiencia para la distribución y tratamiento del agua, prácticas sostenibles y reducción de pérdidas.
- Disponibilidad del servicio. Establece estándares para minimizar interrupciones y garantizar un acceso continuo.
- Medidas de conservación del agua. Proporciona pautas para la implementación de medidas de conservación del agua, uso responsable y sostenible de este recurso.
- Monitoreo de calidad y rendimiento. Establece procedimientos para el monitoreo continuo, con el fin de identificar problemas y mejorar la eficiencia operativa.

- Capacitación del personal. Subraya la importancia de la capacitación del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema para garantizar un manejo eficiente y seguro [76].

- **Lista de repuestos. Intercambiabilidad**

- Tubería
- Lavabo
- Grifos
- Válvulas
- Sifones
- Inodoro
- Desagüe
- Manguera
- Red de agua

- **Dimensiones y Tolerancias de ajuste**

- Diámetros de tuberías. Especificar los diámetros internos de las tuberías, los cuales se deben establecer tolerancias para garantizar un flujo adecuado y evitar obstrucciones.
- Presión del agua. Definir los niveles de presión del agua en diferentes puntos del sistema, con tolerancias de presión dentro de rangos seguros y adecuados para las aplicaciones previstas.
- Niveles de agua en tanques y depósitos. Establecer niveles aceptables de agua en tanques y depósitos para garantizar un suministro constante y prevenir desbordamientos o situaciones de baja presión.
- Conexiones y accesorios. Definir dimensiones y tolerancias para las conexiones y accesorios, asegurando la compatibilidad y evitando fugas.
- Alturas de montaje de equipos. Especificar las alturas de montaje de equipos, considerando la eficiencia operativa y el acceso para mantenimiento.
- Capacidad de almacenamiento. Define la capacidad de almacenamiento, para asegurar un suministro continuo durante períodos de alta demanda y establece tolerancias para evitar sobrecargas.
- Alineación de tuberías. Establecer tolerancias para la alineación de tuberías, asegurando una conexión adecuada y evitando deformaciones.

- Aislamiento acústico. Definir requisitos para el aislamiento acústico en instalaciones sanitarias, estableciendo tolerancias para minimizar ruidos molestos.
- Drenaje y evacuación. Definir las pendientes y dimensiones adecuadas para sistemas de drenaje y evacuación.
- Resistencia a la corrosión. Especificar materiales resistentes a la corrosión para garantizar la durabilidad de los componentes en contacto con el agua [76].

- **Instrucciones de montaje**

- Revisión de componentes. Enumerar y verificar todos los componentes del sistema hidrosanitario que serán utilizados.
- Preparación del área de trabajo. Proporcionar instrucciones para preparar el área donde se instalará el sistema, incluyendo la ubicación de conexiones de agua principales y puntos de drenaje.
- Conexiones de tuberías. Detallar el proceso de conexión de tuberías, asegurando una instalación adecuada y evitando posibles fugas.
- Montaje de válvulas y accesorios. Dar instrucciones sobre cómo montar y conectar accesorios, garantizando la funcionalidad y estanqueidad.
- Instalación de bombas y equipos de presión. Proporcionar guías detalladas sobre su instalación, incluyendo conexiones eléctricas y ajustes de presión según las necesidades del sistema.
- Montaje de tanques de almacenamiento. Dar instrucciones sobre la instalación y montaje de tanques de almacenamiento.
- Instalación de dispositivos sanitarios. Detallar la instalación de dispositivos sanitarios como inodoros, lavabos, duchas y bidés, incluyendo conexiones de agua y sistemas de drenaje.
- Conexiones eléctricas. Dar instrucciones sobre cómo realizar las conexiones eléctricas necesarias para los componentes que requieren energía, como bombas y calentadores de agua.
- Configuración de presiones y caudales. Indicar los ajustar y configurar las presiones y caudales en el sistema.
- Pruebas de fugas y presión. Proporcionar pasos para realizar pruebas de presión y detección de fugas después de la instalación [76].

- **Instrucciones de funcionamiento**

- Encendido y apagado del sistema. Explicar el encender y apagar el suministro de agua en el sistema, ya sea a nivel general o para dispositivos específicos.
- Uso de válvulas y grifos. Dar instrucciones detalladas sobre cómo utilizar las válvulas y grifos.
- Manejo de mezcladoras y temperatura del agua. Explicar el cómo utilizar las mezcladoras de agua y cómo ajustar la temperatura del agua en grifos y duchas.
- Utilización de dispositivos sanitarios. Dar instrucciones sobre el uso adecuado de dispositivos sanitarios, como inodoros, lavabos y bidés, incluyendo el manejo de descargas y sistemas de limpieza.
- Conservación del agua. Proporcionar consejos y prácticas para la conservación del agua, fomentando un uso responsable y sostenible.
- Manejo de sistemas de tratamiento de agua. Si el sistema incluye dispositivos de tratamiento de agua, incluir instrucciones sobre su funcionamiento y mantenimiento, incluyendo la sustitución de filtros.
- Cierre de suministro en caso de ausencia prolongada. Dar instrucciones sobre cómo cerrar el suministro de agua en caso de ausencia prolongada.
- Información de Soporte Técnico. Proporcionar información de contacto y recursos para el soporte técnico en caso de problemas o dudas [76].

- **Normas de Seguridad**

- Prevención de contaminación del agua. Establecer medidas para prevenir la contaminación del suministro de agua, asegurando que su uso sea apto para el consumo humano.
- Seguridad en la manipulación de sustancias químicas. Definir protocolos seguros para el manejo, almacenamiento y dosificación de sustancias químicas utilizadas.
- Prevención de fugas y desbordamientos. Establecer medidas para prevenir fugas en tuberías y equipos, así como desbordamientos y minimizando riesgos de daño y desperdicio.
- Instalaciones de almacenamiento seguro. Definir normas para el diseño y construcción de instalaciones de almacenamiento de agua que cumplan con requisitos de seguridad estructural y prevención de contaminación.

- Manejo seguro de equipos eléctricos. Establecer prácticas seguras para la instalación y operación de equipos eléctricos asociados al sistema hidrosanitario.
- Protección contra incendios. Definir medidas para garantizar la protección contra incendios en las instalaciones hidrosanitarias.
- Acceso controlado a instalaciones. Establecer normas para el control de acceso a instalaciones hidrosanitarias, garantizando la seguridad de la infraestructura y previniendo intrusiones no autorizadas.
- Capacitación en Seguridad. Programar capacitaciones en seguridad para el personal que opera y mantiene el sistema hidrosanitario, incluyendo procedimientos de emergencia.
- Equipos de Protección Personal (EPP). Definir la utilización obligatoria de equipos de protección personal, según las tareas realizadas.
- Etiquetado y señalización. Establecer requisitos de etiquetado y señalización clara para identificar peligros, válvulas de cierre de emergencia y rutas de evacuación.
- Pruebas y mantenimiento de emergencia. Definir protocolos de pruebas regulares y mantenimiento preventivo para equipos de emergencia.
- Protección de agua potable. Establecer medidas para proteger el agua potable de contaminantes externos, asegurando la calidad del suministro.
- Manejo de residuos. Definir normas para la gestión segura de residuos generados en el tratamiento del agua, asegurando su eliminación adecuada y reduciendo impactos ambientales.
- Cumplimiento con normativas y regulaciones. Garantizar el cumplimiento con todas las normativas y regulaciones locales, regionales y nacionales [76].

- **Instrucciones de mantenimiento**

- Programa de mantenimiento preventivo. Establecer un programa regular de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones, pruebas y ajustes periódicos.
- Inspección visual Regular. Indica la realización de inspecciones visuales regulares para identificar posibles fugas, daños en tuberías, corrosión y cualquier otro problema visible.
- Pruebas de Presión y Caudal. Dar instrucciones sobre cómo realizar pruebas periódicas de presión y caudal para asegurar que el sistema esté funcionando dentro de los parámetros establecidos.

- Mantenimiento de válvulas y grifos. Detallar la lubricación y mantenimiento de las válvulas y grifos para garantizar su funcionamiento suave y prevenir posibles fugas.
- Reemplazo de filtros y elementos filtrantes. Especificar la frecuencia de reemplazo de filtros y elementos filtrantes en sistemas de tratamiento de agua.
- Limpieza de tanques de almacenamiento. Generar instrucciones sobre la limpieza periódica de tanques de almacenamiento de agua para prevenir la acumulación de sedimentos y la proliferación de bacterias.
- Verificación de conexiones y tuberías. Indicar la verificación regular de conexiones, tuberías y accesorios para asegurar su integridad estructural y prevenir fugas.
- Mantenimiento de equipos de presión. Detallar sobre cómo mantener y lubricar bombas y equipos de presión para garantizar su eficiencia y prolongar su vida útil.
- Calibración de equipos de medición. Dar instrucciones para la calibración regular de medidores de presión, caudal y otros instrumentos de medición.
- Limpieza de dispositivos sanitarios. Indicar cómo limpiar y desinfectar regularmente dispositivos sanitarios, como inodoros y lavabos, para mantener estándares higiénicos.
- Revisión de sistemas de tratamiento de agua. Dar instrucciones sobre cómo revisar y mantener sistemas de tratamiento de agua, incluyendo la verificación de la eficiencia de los desinfectantes y la sustitución de componentes según sea necesario.
- Inspección de sistemas eléctricos. Detallar la inspección de sistemas eléctricos asociados al sistema hidrosanitario para garantizar la seguridad y eficiencia.
- Revisión de condiciones de seguridad. Indicar la revisión regular de condiciones de seguridad, estado de extintores, señalización de rutas y sistemas contra incendios.
- Capacitación continua del personal. Proporcionar recomendaciones para la capacitación continua del personal encargado del mantenimiento.
- Documentación y registro. Establecer la importancia de mantener registros detallados de las actividades de mantenimiento realizadas, facilitando el seguimiento y la planificación futura [76].

3.4. Análisis Estadístico

3.4.1. Cámara de Acondicionamiento

Tabla 89. Análisis estadístico de la cámara de acondicionamiento.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
			ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-CA					
			REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01					
CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO										2 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/08/2022	14.00	1.30	0.20	1.50	18.50	1.70	0.05	0.59	91.6%	46.9%	53.1%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/08/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	18.50	1.70	0.05	0.59	91.6%	78.4%	21.6%
Septiembre	3	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/09/2022	39.50	1.30	0.20	1.50	48.00	1.70	0.02	0.59	96.6%	43.9%	56.1%
Septiembre	4	Revisión del sistema eléctrico	19/09/2022	8.50	0.40	0.10	0.50	48.00	1.70	0.02	0.59	96.6%	83.8%	16.2%
Octubre	5	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/10/2022	33.50	1.30	0.20	1.50	38.00	1.70	0.03	0.59	95.7%	41.4%	58.6%
Octubre	6	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	17/10/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	38.00	1.70	0.03	0.59	95.7%	88.8%	11.2%
Noviembre	7	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/11/2022	35.50	1.30	0.20	1.50	50.00	1.50	0.02	0.67	97.1%	49.2%	50.8%

Noviembre	8	Lubricación de las ruedas industriales	22/11/2022	14.50	0.20	0.05	0.25	50.00	1.50	0.02	0.67	97.1%	74.8%	25.2%
Diciembre	9	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/12/2022	27.75	1.30	0.20	1.50	32.25	1.70	0.03	0.59	95.0%	42.3%	57.7%
Diciembre	10	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/12/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	32.25	1.70	0.03	0.59	95.0%	87.0%	13.0%
Enero	11	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	11/01/2023	37.50	1.30	0.20	1.50	46.00	1.70	0.02	0.59	96.4%	44.3%	55.7%
Enero	12	Revisión del sistema eléctrico	18/01/2023	8.50	0.40	0.10	0.50	46.00	1.70	0.02	0.59	96.4%	83.1%	16.9%
Febrero	13	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/02/2023	33.50	1.30	0.20	1.50	38.00	1.70	0.03	0.59	95.7%	41.4%	58.6%
Febrero	14	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/02/2023	4.50	0.40	0.10	0.50	38.00	1.70	0.03	0.59	95.7%	88.8%	11.2%
Marzo	15	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/03/2023	33.50	1.30	0.20	1.50	33.50	1.30	0.03	0.77	96.3%	36.8%	63.2%
Abril	16	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/04/2023	44.50	1.30	0.20	1.50	49.00	1.70	0.02	0.59	96.6%	40.3%	59.7%
Abril	17	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	17/04/2023	4.50	0.40	0.10	0.50	49.00	1.70	0.02	0.59	96.6%	91.2%	8.8%
Mayo	18	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/05/2023	33.50	1.30	0.20	1.50	42.00	1.70	0.02	0.59	96.1%	45.0%	55.0%
Mayo	19	Revisión del sistema eléctrico	17/05/2023	8.50	0.40	0.10	0.50	42.00	1.70	0.02	0.59	96.1%	81.7%	18.3%
Junio	20	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/06/2023	35.50	1.30	0.20	1.50	55.50	2.60	0.02	0.38	95.5%	52.7%	47.3%
Junio	21	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/06/2023	4.50	0.40	0.10	0.50	55.50	2.60	0.02	0.38	95.5%	92.2%	7.8%
Junio	22	Verificación de la cámara de acondicionamiento	27/06/2023	15.50	0.90	0.10	1.00	55.50	2.60	0.02	0.38	95.5%	75.6%	24.4%
Julio	23	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/07/2023	21.00	1.30	0.20	1.50	21.00	1.30	0.05	0.77	94.2%	36.8%	63.2%
TOTAL				20.51	0.88	0.15	1.03	41.07	1.77	0.03	0.58	95.6%	62.9%	37.1%

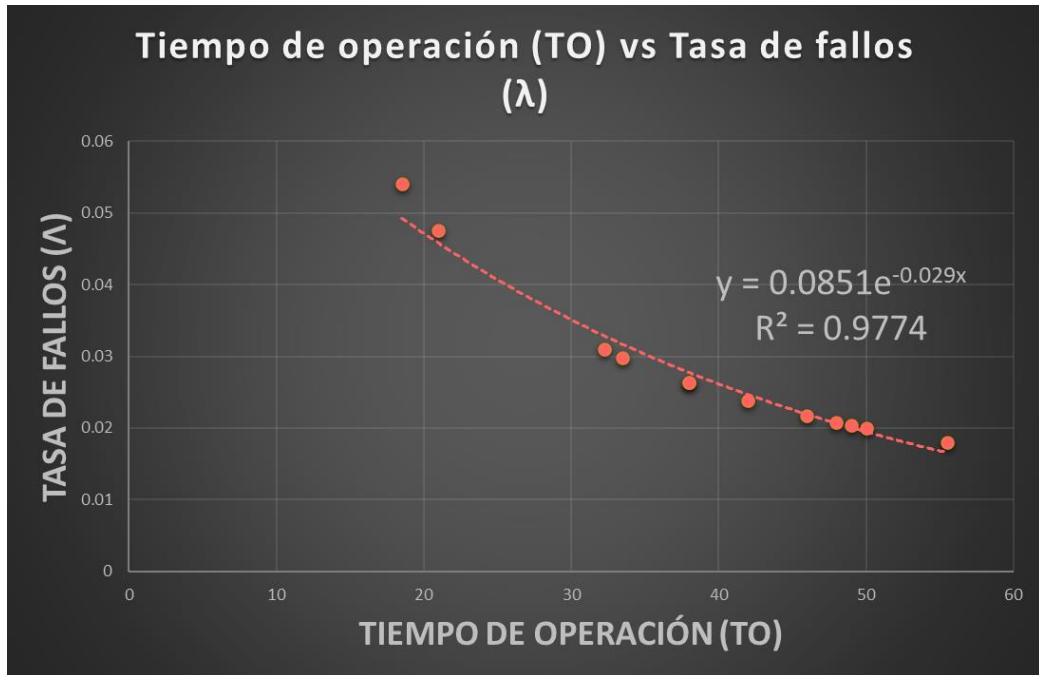


Figura 139. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de acondicionamiento.

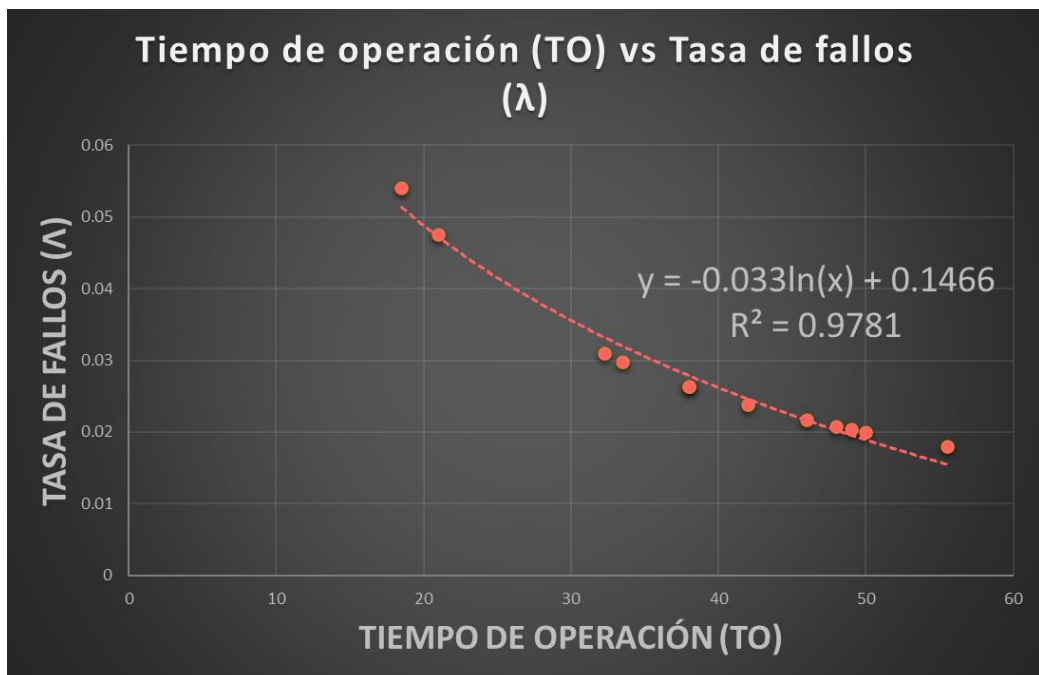


Figura 140. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de acondicionamiento.

3.4.2. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

Tabla 90. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad horizontal.

**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA
ANÁLISIS ESTADÍSTICO**



ELABORADO POR:
Diego Pozo

FECHA DE ELABORACIÓN:
20/11/2023

CÓDIGO:
LIM-AE01-CH

REVISADO POR:
Ing. Christian Castro

FECHA DE REVISIÓN:
25/12/2023

VERSIÓN:
01

CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL

0.6 HORAS

MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/08/2022	3.00	1.30	0.20	1.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	47.2%	52.8%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	11/08/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	92.8%	7.2%
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	15/08/2022	0.70	0.40	0.10	0.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	83.9%	16.1%
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/09/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	51.5%	48.5%
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	21/09/2022	3.90	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	77.8%	22.2%
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	26/09/2022	1.30	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	92.0%	8.0%
Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/10/2022	5.50	1.30	0.20	1.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	38.7%	61.3%
Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/10/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	95.0%	5.0%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/11/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	41.8%	58.2%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	15/11/2022	1.50	0.40	0.10	0.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	88.1%	11.9%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/12/2022	9.70	1.30	0.20	1.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	37.9%	62.1%
Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/12/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	97.0%	3.0%

Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	09/01/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	51.9%	48.1%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	25/01/2023	5.70	0.40	0.10	0.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	70.9%	29.1%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/02/2023	5.50	1.30	0.20	1.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	42.9%	57.1%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/02/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	95.5%	4.5%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	15/02/2023	0.70	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	89.8%	10.2%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/03/2023	8.50	1.30	0.20	1.50	16.60	1.50	0.06	0.67	91.7%	59.9%	40.1%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	30/03/2023	8.10	0.20	0.05	0.25	16.60	1.50	0.06	0.67	91.7%	61.4%	38.6%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/04/2023	3.95	1.30	0.20	1.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	39.5%	60.5%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/04/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	93.2%	6.8%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/05/2023	9.70	1.30	0.20	1.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	52.2%	47.8%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	15/05/2023	1.50	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	90.4%	9.6%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	3.70	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	78.0%	22.0%
Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/06/2023	6.10	1.30	0.20	1.50	11.90	2.60	0.08	0.38	82.1%	59.9%	40.1%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/06/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	11.90	2.60	0.08	0.38	82.1%	97.5%	2.5%
Junio	27	Verificación de la cámara de inflamabilidad horizontal	27/06/2023	5.50	0.90	0.10	1.00	11.90	2.60	0.08	0.38	82.1%	63.0%	37.0%
Julio	28	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/07/2023	4.40	1.30	0.20	1.50	4.40	1.30	0.23	0.77	77.2%	36.8%	63.2%
TOTAL				4.37	0.80	0.14	0.94	10.46	1.94	0.13	0.53	81.5%	68.8%	31.2%

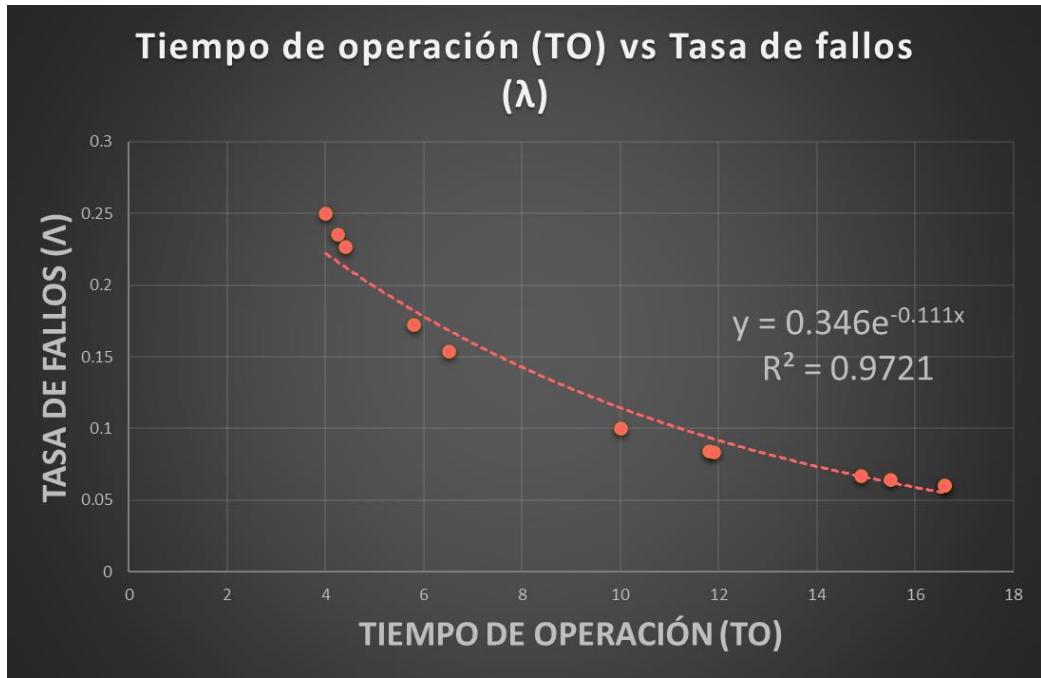


Figura 141. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad horizontal.

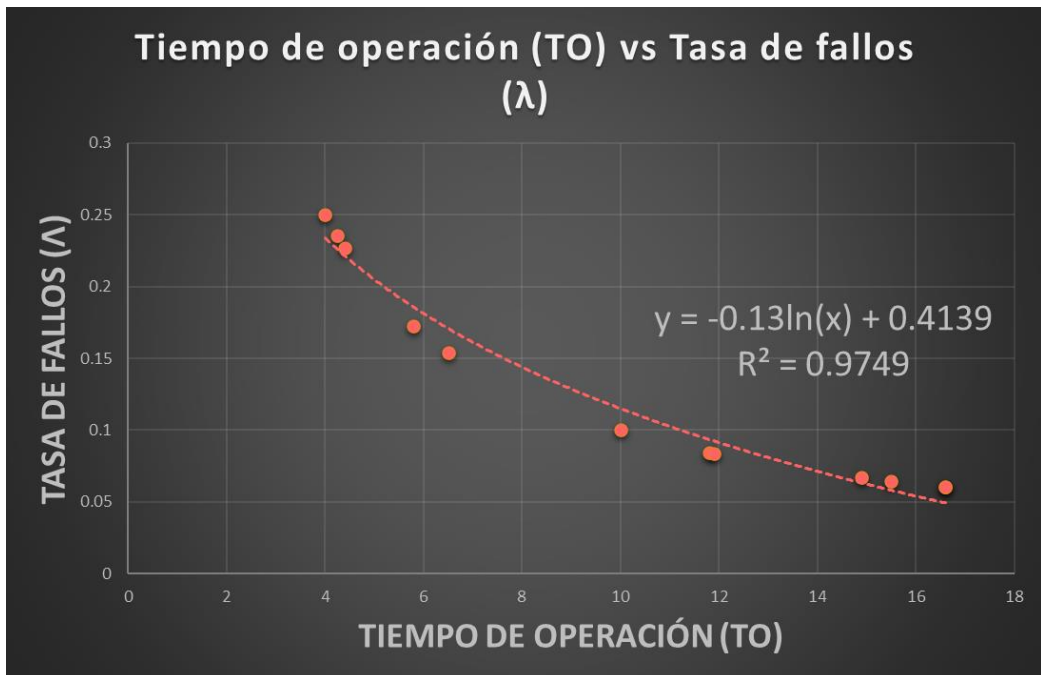


Figura 142. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad horizontal.

3.4.3. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

Tabla 91. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad horizontal.

**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA
ANÁLISIS ESTADÍSTICO**



ELABORADO POR:
Diego Pozo

FECHA DE ELABORACIÓN:
20/11/2023

CÓDIGO:
LIM-AE02-CH

REVISADO POR:
Ing. Christian Castro

FECHA DE REVISIÓN:
25/12/2023

VERSIÓN:
01

CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL

0.6 HORAS

MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/08/2022	3.00	1.30	0.20	1.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	47.2%	52.8%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	11/08/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	92.8%	7.2%
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	15/08/2022	0.70	0.40	0.10	0.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	83.9%	16.1%
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/09/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	51.5%	48.5%
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	21/09/2022	3.90	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	77.8%	22.2%
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	26/09/2022	1.30	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	92.0%	8.0%
Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/10/2022	5.50	1.30	0.20	1.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	38.7%	61.3%
Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/10/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	95.0%	5.0%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/11/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	41.8%	58.2%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	15/11/2022	1.50	0.40	0.10	0.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	88.1%	11.9%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/12/2022	9.70	1.30	0.20	1.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	37.9%	62.1%

Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/12/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	97.0%	3.0%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	09/01/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	51.9%	48.1%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	25/01/2023	5.70	0.40	0.10	0.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	70.9%	29.1%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/02/2023	5.50	1.30	0.20	1.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	42.9%	57.1%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/02/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	95.5%	4.5%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	15/02/2023	0.70	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	89.8%	10.2%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/03/2023	8.50	1.30	0.20	1.50	16.60	1.50	0.06	0.67	91.7%	59.9%	40.1%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	30/03/2023	8.10	0.20	0.05	0.25	16.60	1.50	0.06	0.67	91.7%	61.4%	38.6%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/04/2023	3.95	1.30	0.20	1.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	39.5%	60.5%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/04/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	93.2%	6.8%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/05/2023	9.70	1.30	0.20	1.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	52.2%	47.8%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	15/05/2023	1.50	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	90.4%	9.6%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	3.70	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	78.0%	22.0%
Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/06/2023	6.10	1.30	0.20	1.50	6.40	1.70	0.16	0.59	79.0%	38.6%	61.4%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/06/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.40	1.70	0.16	0.59	79.0%	95.4%	4.6%
Julio	27	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/07/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	10.90	1.30	0.09	0.77	89.3%	36.8%	63.2%
TOTAL				4.56	0.79	0.14	0.94	10.24	1.85	0.13	0.55	81.7%	68.1%	31.9%

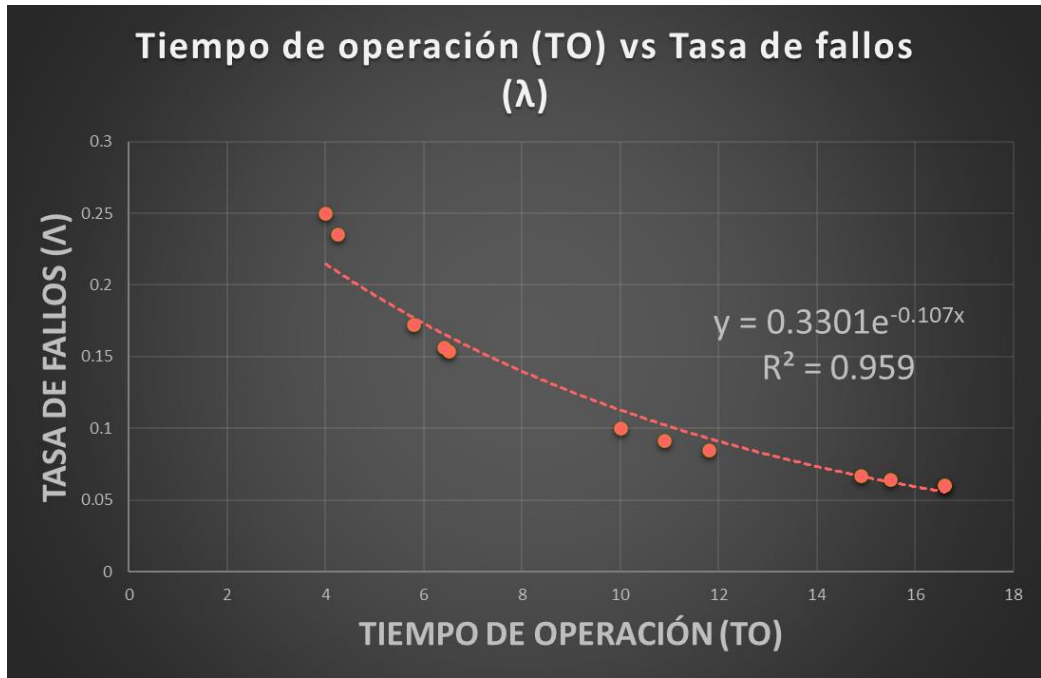


Figura 143. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad horizontal.

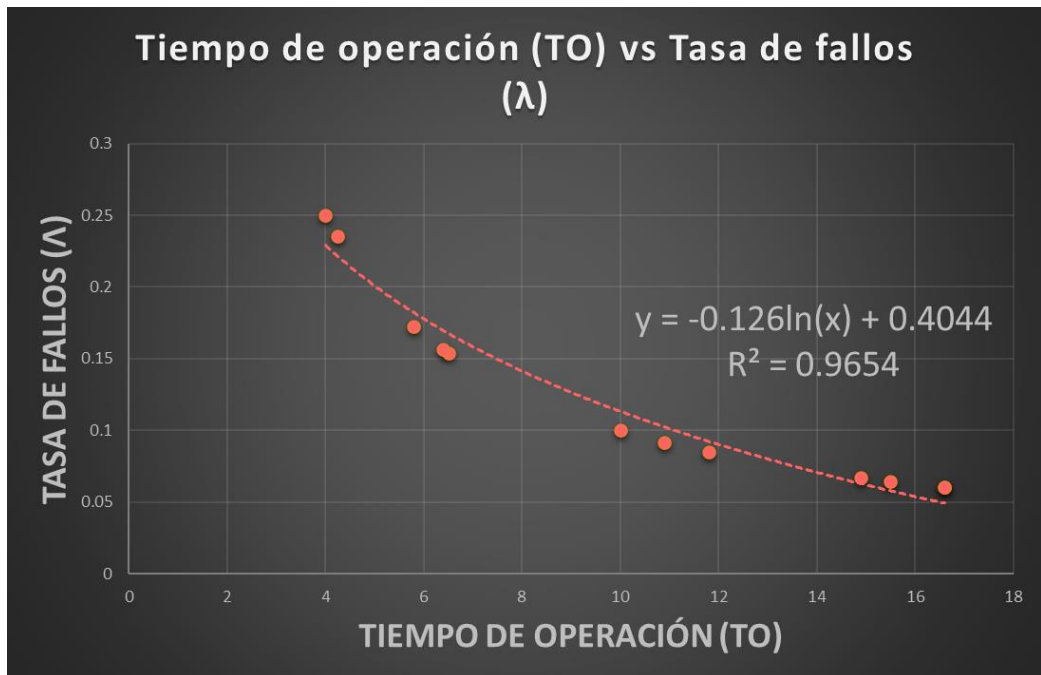


Figura 144. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad horizontal.

3.4.4. Cámara de Inflamabilidad Vertical

Tabla 92. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad vertical.

**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA
ANÁLISIS ESTADÍSTICO**



ELABORADO POR:
Diego Pozo

FECHA DE ELABORACIÓN:
20/11/2023

CÓDIGO:
LIM-AE01-CV

REVISADO POR:
Ing. Christian Castro

FECHA DE REVISIÓN:
25/12/2023

VERSIÓN:
01

CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL

0.6 HORAS

MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/08/2022	3.00	1.30	0.20	1.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	47.2%	52.8%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	11/08/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	92.8%	7.2%
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	15/08/2022	0.70	0.40	0.10	0.50	4.00	2.10	0.25	0.48	65.6%	83.9%	16.1%
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/09/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	51.5%	48.5%
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	21/09/2022	3.90	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	77.8%	22.2%
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	26/09/2022	1.30	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	92.0%	8.0%
Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	10/10/2022	5.50	1.30	0.20	1.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	38.7%	61.3%
Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/10/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	95.0%	5.0%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/11/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	41.8%	58.2%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	15/11/2022	1.50	0.40	0.10	0.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	88.1%	11.9%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/12/2022	9.70	1.30	0.20	1.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	37.9%	62.1%

Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/12/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	97.0%	3.0%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	09/01/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	51.9%	48.1%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	25/01/2023	5.70	0.40	0.10	0.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	70.9%	29.1%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/02/2023	5.50	1.30	0.20	1.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	42.9%	57.1%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/02/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	95.5%	4.5%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	15/02/2023	0.70	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	89.8%	10.2%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/03/2023	8.50	1.30	0.20	1.50	16.60	1.50	0.06	0.67	91.7%	59.9%	40.1%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	30/03/2023	8.10	0.20	0.05	0.25	16.60	1.50	0.06	0.67	91.7%	61.4%	38.6%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	10/04/2023	3.95	1.30	0.20	1.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	39.5%	60.5%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/04/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	93.2%	6.8%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/05/2023	9.70	1.30	0.20	1.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	52.2%	47.8%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	15/05/2023	1.50	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	90.4%	9.6%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	3.70	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	78.0%	22.0%
Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/06/2023	6.10	1.30	0.20	1.50	6.40	1.70	0.16	0.59	79.0%	38.6%	61.4%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/06/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.40	1.70	0.16	0.59	79.0%	95.4%	4.6%
Julio	27	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	10/07/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	10.90	1.30	0.09	0.77	89.3%	36.8%	63.2%
TOTAL				4.56	0.79	0.14	0.94	10.24	1.85	0.13	0.55	81.7%	68.1%	31.9%

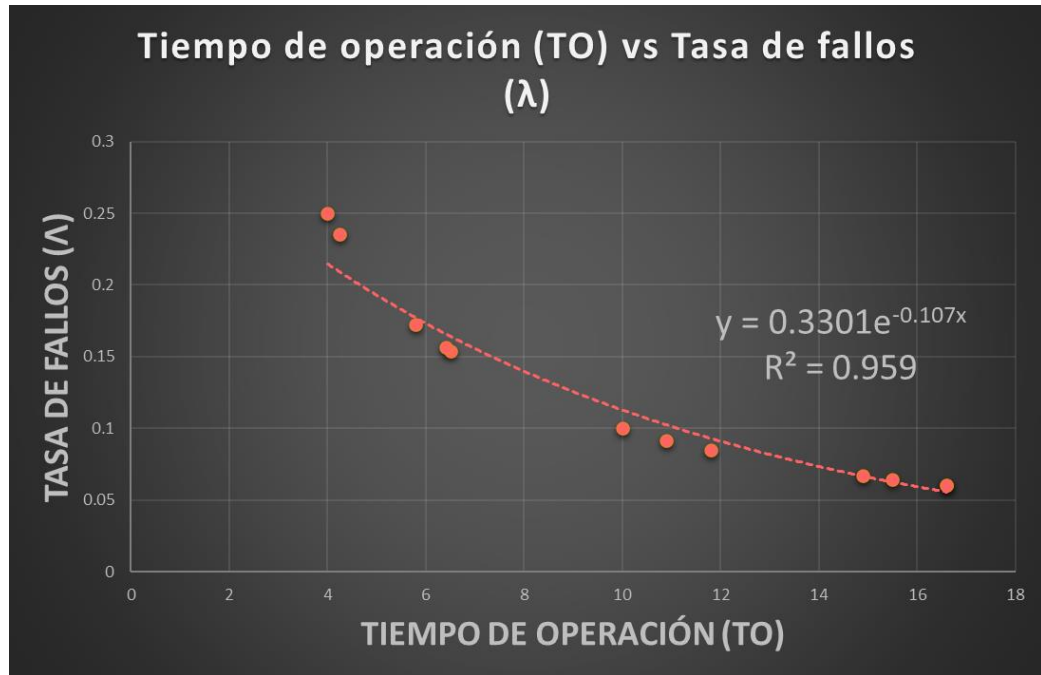


Figura 145. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad vertical.

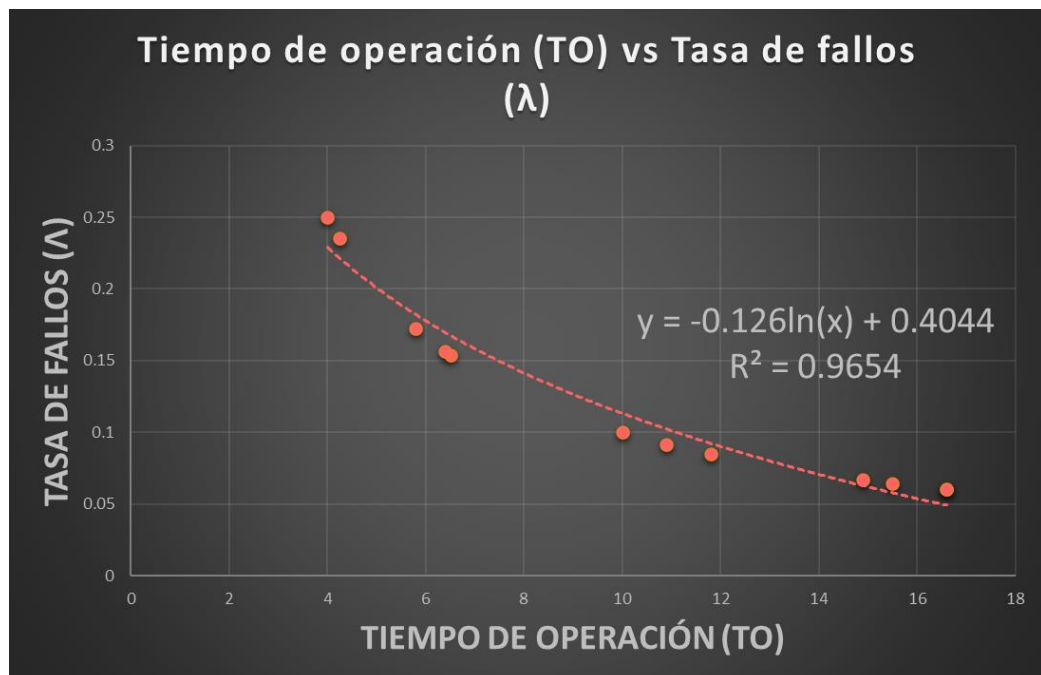


Figura 146. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad vertical.

3.4.5. Cámara de Inflamabilidad de Juguetes

Tabla 93. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA
ANÁLISIS ESTADÍSTICO**



ELABORADO POR:
Diego Pozo

FECHA DE ELABORACIÓN:
20/11/2023

CÓDIGO:
LIM-AE01-CJ

REVISADO POR:
Ing. Christian Castro

FECHA DE REVISIÓN:
25/12/2023

VERSIÓN:
01

CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES

0.6 HORAS

MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/08/2022	4.20	1.30	0.20	1.50	5.20	2.10	0.19	0.48	71.2%	44.6%	55.4%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	15/08/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	5.20	2.10	0.19	0.48	71.2%	94.4%	5.6%
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	17/08/2022	0.70	0.40	0.10	0.50	5.20	2.10	0.19	0.48	71.2%	87.4%	12.6%
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/09/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	51.5%	48.5%
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	23/09/2022	3.90	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	77.8%	22.2%
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	28/09/2022	1.30	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	92.0%	8.0%
Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/10/2022	5.50	1.30	0.20	1.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	38.7%	61.3%
Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	17/10/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	95.0%	5.0%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/11/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	41.8%	58.2%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	17/11/2022	1.50	0.40	0.10	0.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	88.1%	11.9%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/12/2022	9.70	1.30	0.20	1.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	37.9%	62.1%

Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	15/12/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	97.0%	3.0%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	11/01/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	51.9%	48.1%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	27/01/2023	5.70	0.40	0.10	0.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	70.9%	29.1%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/02/2023	5.50	1.30	0.20	1.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	42.9%	57.1%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	15/02/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	95.5%	4.5%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	17/02/2023	0.70	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	89.8%	10.2%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/03/2023	8.50	1.30	0.20	1.50	16.60	1.50	0.06	0.67	91.7%	59.9%	40.1%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	03/04/2023	8.10	0.20	0.05	0.25	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	14.9%	85.1%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/04/2023	3.95	1.30	0.20	1.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	39.5%	60.5%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	17/04/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	93.2%	6.8%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/05/2023	9.70	1.30	0.20	1.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	52.2%	47.8%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	17/05/2023	1.50	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	90.4%	9.6%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	26/05/2023	3.70	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	78.0%	22.0%
Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/06/2023	6.10	1.30	0.20	1.50	6.40	1.70	0.16	0.59	79.0%	38.6%	61.4%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	15/06/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.40	1.70	0.16	0.59	79.0%	95.4%	4.6%
Julio	27	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/07/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	10.90	1.30	0.09	0.77	89.3%	36.8%	63.2%
TOTAL				4.61	0.79	0.14	0.94	9.92	1.86	0.13	0.55	81.6%	66.5%	33.5%

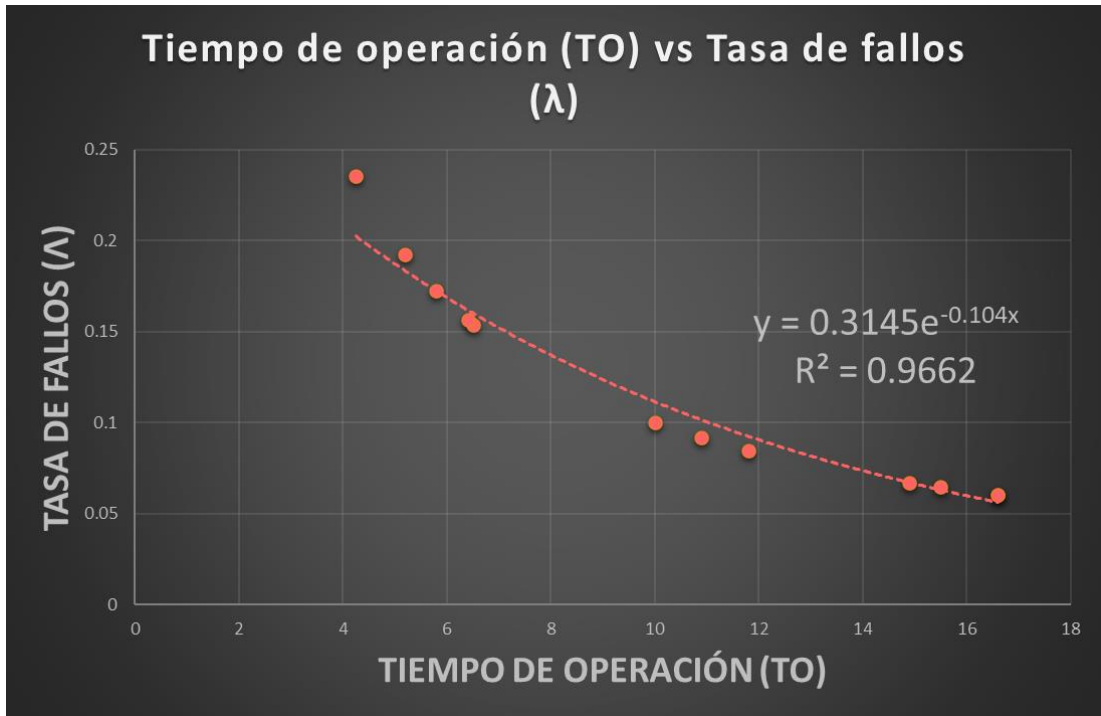


Figura 147. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

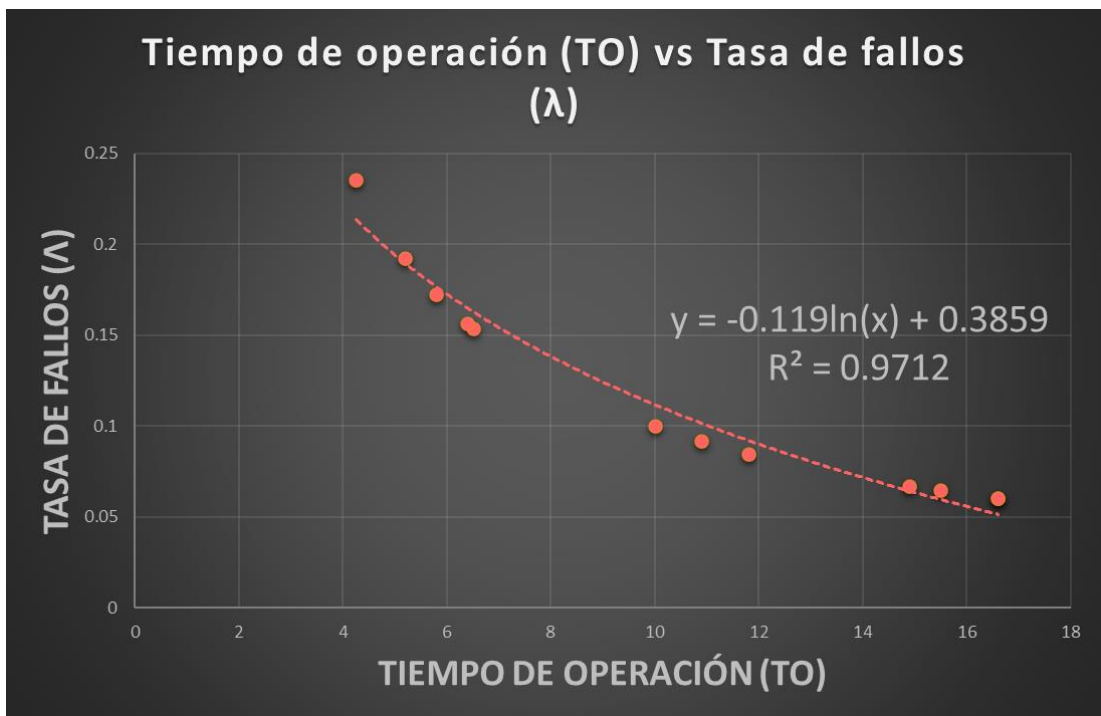



Figura 148. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

3.4.6. Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción

Tabla 94. Análisis estadístico de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
			ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-CMC					
			REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01					
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN										0.6 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/08/2022	4.20	1.30	0.20	1.50	5.20	2.10	0.19	0.48	71.2%	44.6%	55.4%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	15/08/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	5.20	2.10	0.19	0.48	71.2%	94.4%	5.6%
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	17/08/2022	0.70	0.40	0.10	0.50	5.20	2.10	0.19	0.48	71.2%	87.4%	12.6%
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/09/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	51.5%	48.5%
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	23/09/2022	3.90	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	77.8%	22.2%
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	28/09/2022	1.30	0.40	0.10	0.50	15.50	2.10	0.06	0.48	88.1%	92.0%	8.0%

Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/10/2022	5.50	1.30	0.20	1.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	38.7%	61.3%
Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	17/10/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	5.80	1.70	0.17	0.59	77.3%	95.0%	5.0%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/11/2022	10.30	1.30	0.20	1.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	41.8%	58.2%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	17/11/2022	1.50	0.40	0.10	0.50	11.80	1.70	0.08	0.59	87.4%	88.1%	11.9%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/12/2022	9.70	1.30	0.20	1.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	37.9%	62.1%
Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	15/12/2022	0.30	0.40	0.10	0.50	10.00	1.70	0.10	0.59	85.5%	97.0%	3.0%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	11/01/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	51.9%	48.1%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	27/01/2023	5.70	0.40	0.10	0.50	16.60	1.70	0.06	0.59	90.7%	70.9%	29.1%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/02/2023	5.50	1.30	0.20	1.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	42.9%	57.1%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	15/02/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	95.5%	4.5%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	17/02/2023	0.70	0.40	0.10	0.50	6.50	2.10	0.15	0.48	75.6%	89.8%	10.2%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/03/2023	8.50	1.30	0.20	1.50	16.60	1.50	0.06	0.67	91.7%	59.9%	40.1%

Marzo	19	Lubricación de las bisagras	03/04/2023	8.10	0.20	0.05	0.25	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	14.9%	85.1%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/04/2023	3.95	1.30	0.20	1.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	39.5%	60.5%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	17/04/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	4.25	1.70	0.24	0.59	71.4%	93.2%	6.8%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/05/2023	9.70	1.30	0.20	1.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	52.2%	47.8%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	17/05/2023	1.50	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	90.4%	9.6%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	26/05/2023	3.70	0.40	0.10	0.50	14.90	2.10	0.07	0.48	87.6%	78.0%	22.0%
Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/06/2023	6.10	1.30	0.20	1.50	6.40	1.70	0.16	0.59	79.0%	38.6%	61.4%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	15/06/2023	0.30	0.40	0.10	0.50	6.40	1.70	0.16	0.59	79.0%	95.4%	4.6%
Julio	27	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/07/2023	10.90	1.30	0.20	1.50	10.90	1.30	0.09	0.77	89.3%	36.8%	63.2%
TOTAL				4.61	0.79	0.14	0.94	9.92	1.86	0.13	0.55	81.6%	66.5%	33.5%

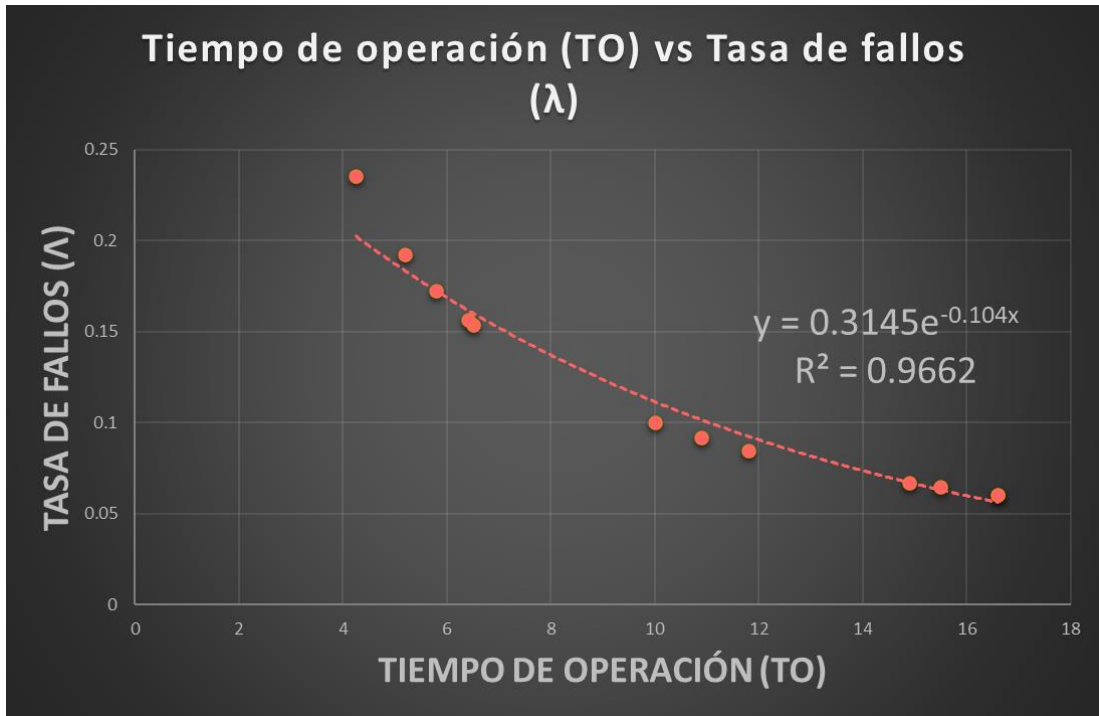


Figura 149. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.

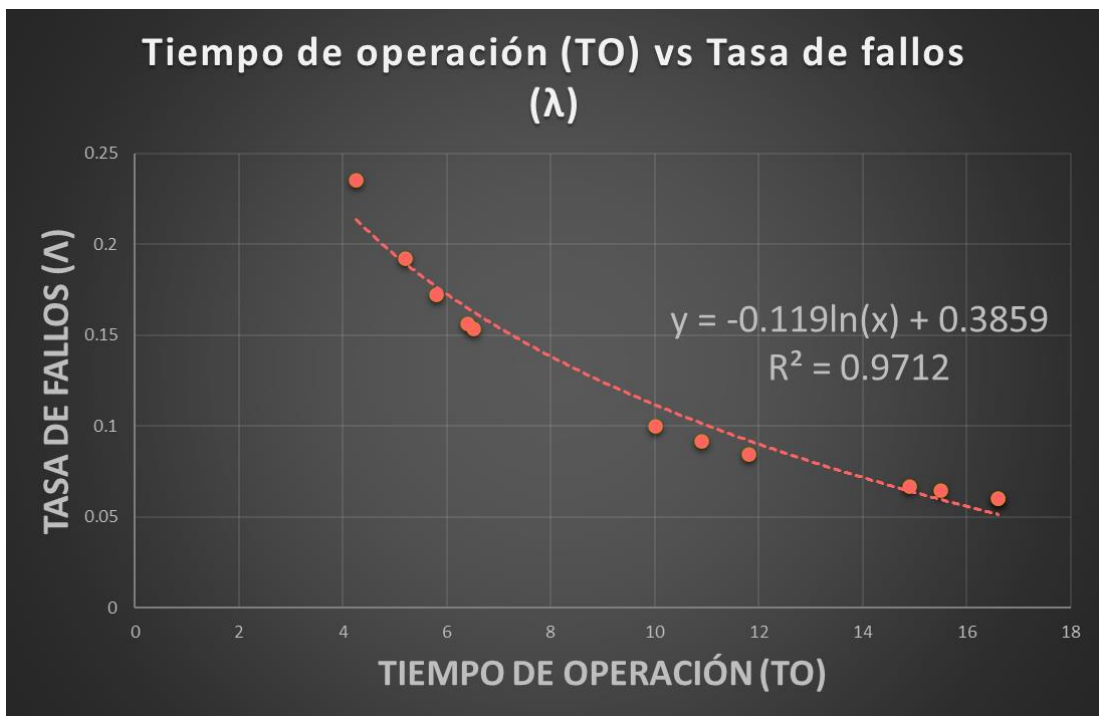



Figura 150. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.

3.4.7. Extractor

Tabla 95. Análisis estadístico del extractor de aire.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
			ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023				CÓDIGO: LIM-AE01-EX				
			REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023				VERSIÓN: 01				
EXTRACTOR										3 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del extractor	11/08/2022	24.00	0.60	0.10	0.70	29.30	0.90	0.03	1.11	97.0%	44.1%	55.9%
Agosto	2	Inspección general del extractor	15/08/2022	5.30	0.30	0.05	0.35	29.30	0.90	0.03	1.11	97.0%	83.5%	16.5%
Septiembre	3	Verificar el estado del sensor	20/09/2022	77.65	0.20	0.05	0.25	77.65	0.20	0.01	5.00	99.7%	36.8%	63.2%
Octubre	4	Inspección general del extractor	17/10/2022	56.75	0.30	0.05	0.35	56.75	0.30	0.02	3.33	99.5%	36.8%	63.2%
Noviembre	5	Limpieza del extractor	11/11/2022	56.65	0.60	0.10	0.70	56.65	0.60	0.02	1.67	99.0%	36.8%	63.2%
Diciembre	6	Inspección general del extractor	15/12/2022	71.30	0.30	0.05	0.35	71.30	0.30	0.01	3.33	99.6%	36.8%	63.2%
Enero	7	Revisión del sistema eléctrico	23/01/2023	80.65	0.20	0.05	0.25	80.65	0.20	0.01	5.00	99.8%	36.8%	63.2%
Febrero	8	Limpieza del extractor	13/02/2023	44.75	0.60	0.10	0.70	50.05	0.90	0.02	1.11	98.2%	40.9%	59.1%
Febrero	9	Inspección general del extractor	15/02/2023	5.30	0.30	0.05	0.35	50.05	0.90	0.02	1.11	98.2%	90.0%	10.0%
Marzo	10	Verificar el estado del sensor	20/03/2023	68.65	0.20	0.05	0.25	68.65	0.20	0.01	5.00	99.7%	36.8%	63.2%

Abril	11	Inspección general del extractor	17/04/2023	59.75	0.30	0.05	0.35	59.75	0.30	0.02	3.33	99.5%	36.8%	63.2%
Mayo	12	Limpieza del extractor	11/05/2023	53.65	0.60	0.10	0.70	58.95	0.90	0.02	1.11	98.5%	40.2%	59.8%
Mayo	13	Inspección general del extractor	15/05/2023	5.30	0.30	0.05	0.35	58.95	0.90	0.02	1.11	98.5%	91.4%	8.6%
Junio	14	Inspección general del extractor	15/06/2023	68.65	0.30	0.05	0.35	68.65	0.30	0.01	3.33	99.6%	36.8%	63.2%
Julio	15	Revisión del sistema eléctrico	24/07/2023	80.65	0.20	0.05	0.25	80.65	0.20	0.01	5.00	99.8%	36.8%	63.2%
TOTAL				50.60	0.35	0.06	0.42	59.82	0.53	0.02	2.78	98.9%	48.1%	51.9%

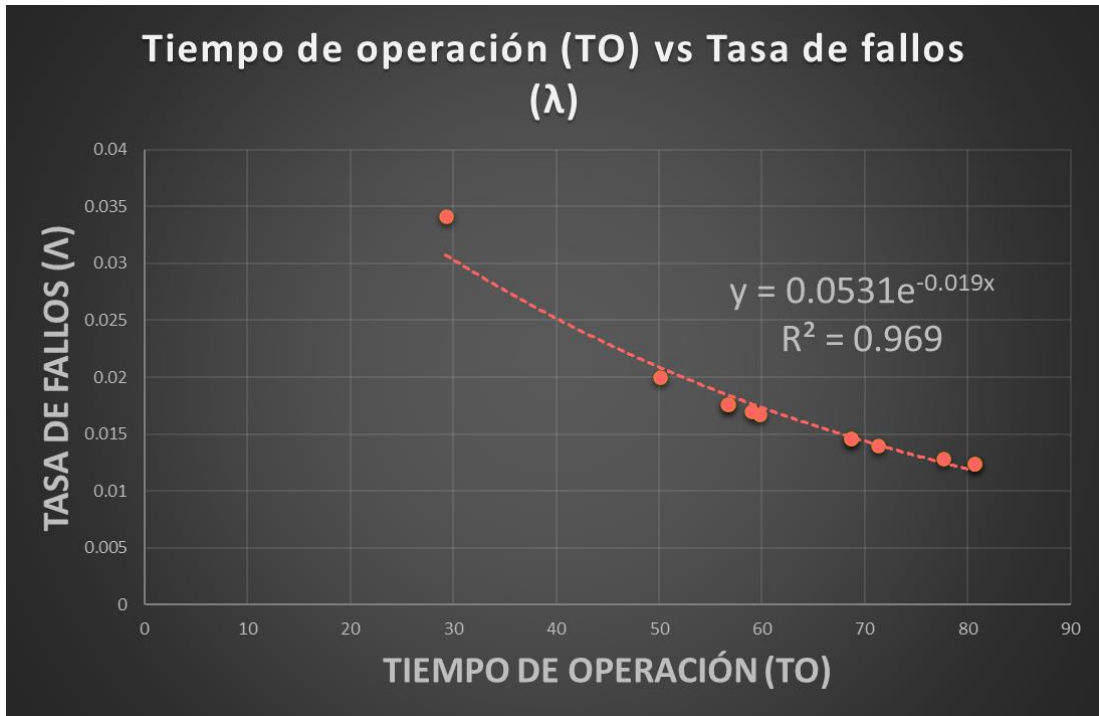


Figura 151. Gráfico de la curva de Davis exponencial del extractor de aire.

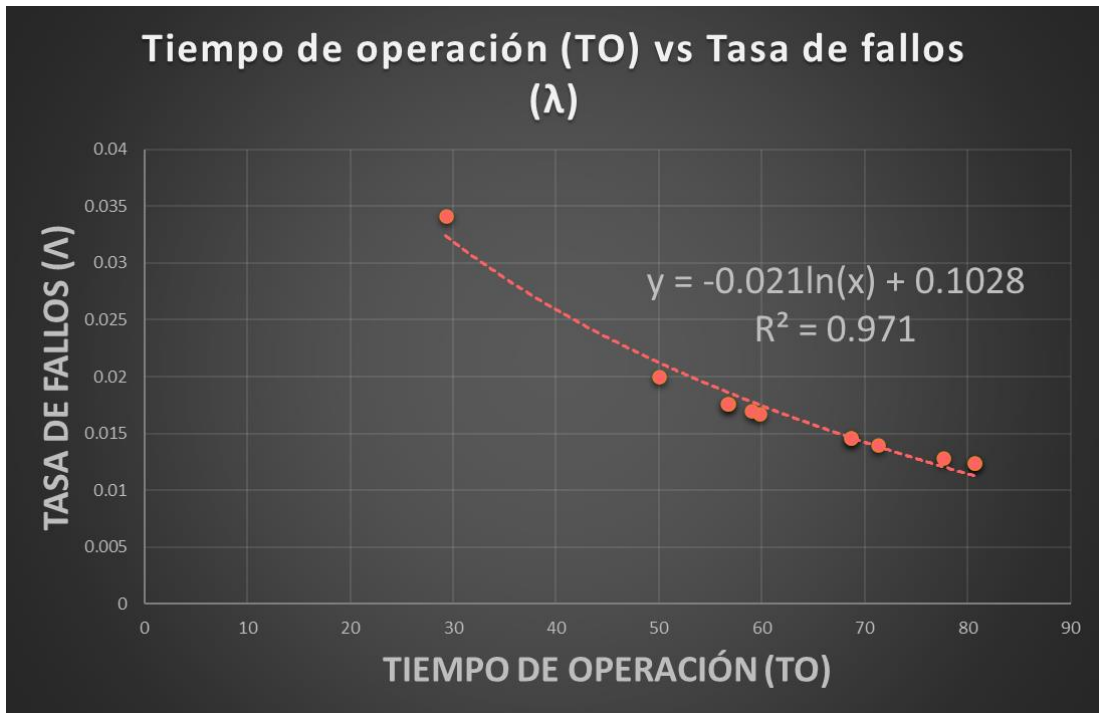


Figura 152. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del extractor de aire.

3.4.8. Computadora

Tabla 96. Análisis estadístico de la computadora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
			ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-CT					
			REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01					
COMPUTADORA										3 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la computadora	04/08/2022	12.00	0.60	0.10	0.70	59.30	0.90	0.02	1.11	98.5%	81.7%	18.3%
Agosto	2	Limpieza de los periféricos	22/08/2022	47.30	0.30	0.05	0.35	59.30	0.90	0.02	1.11	98.5%	45.0%	55.0%
Septiembre	3	Inspección general de la computadora	08/09/2022	51.65	0.30	0.05	0.35	98.85	0.90	0.01	1.11	99.1%	59.3%	40.7%
Septiembre	4	Actualización del sistema	15/09/2022	19.65	0.40	0.05	0.45	98.85	0.90	0.01	1.11	99.1%	82.0%	18.0%
Septiembre	5	Revisión del sistema eléctrico	26/09/2022	27.55	0.20	0.05	0.25	98.85	0.90	0.01	1.11	99.1%	75.7%	24.3%
Octubre	6	Cambio de pasta térmica	12/10/2022	47.75	0.40	0.01	0.41	79.34	0.70	0.01	1.43	99.1%	54.8%	45.2%
Octubre	7	Limpieza de los periféricos	24/10/2022	31.59	0.30	0.05	0.35	79.34	0.70	0.01	1.43	99.1%	67.2%	32.8%
Noviembre	8	Limpieza de la computadora	04/11/2022	35.65	0.60	0.10	0.70	42.95	0.90	0.02	1.11	97.9%	43.6%	56.4%
Noviembre	9	Inspección general de la computadora	08/11/2022	7.30	0.30	0.05	0.35	42.95	0.90	0.02	1.11	97.9%	84.4%	15.6%

Diciembre	10	Actualización del sistema	15/12/2022	107.6 5	0.40	0.05	0.45	127.20	0.70	0.01	1.43	99.5%	42.9%	57.1%
Diciembre	11	Limpieza de los periféricos	22/12/2022	19.55	0.30	0.05	0.35	127.20	0.70	0.01	1.43	99.5%	85.8%	14.2%
Enero	12	Inspección general de la computadora	09/01/2023	47.65	0.30	0.05	0.35	95.30	0.50	0.01	2.00	99.5%	60.7%	39.3%
Enero	13	Revisión del sistema eléctrico	25/01/2023	47.65	0.20	0.05	0.25	95.30	0.50	0.01	2.00	99.5%	60.7%	39.3%
Febrero	14	Limpieza de la computadora	06/02/2023	31.75	0.60	0.10	0.70	79.05	0.90	0.01	1.11	98.9%	66.9%	33.1%
Febrero	15	Limpieza de los periféricos	22/02/2023	47.30	0.30	0.05	0.35	79.05	0.90	0.01	1.11	98.9%	55.0%	45.0%
Marzo	16	Inspección general de la computadora	08/03/2023	39.65	0.30	0.05	0.35	59.30	0.70	0.02	1.43	98.8%	51.2%	48.8%
Marzo	17	Actualización del sistema	15/03/2023	19.65	0.40	0.05	0.45	59.30	0.70	0.02	1.43	98.8%	71.8%	28.2%
Abril	18	Limpieza de los periféricos	24/04/2023	111.55	0.30	0.05	0.35	111.55	0.30	0.01	3.33	99.7%	36.8%	63.2%
Mayo	19	Limpieza de la computadora	04/05/2023	31.65	0.60	0.10	0.70	86.60	1.10	0.01	0.91	98.7%	69.4%	30.6%
Mayo	20	Inspección general de la computadora	08/05/2023	7.30	0.30	0.05	0.35	86.60	1.10	0.01	0.91	98.7%	91.9%	8.1%
Mayo	21	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	47.65	0.20	0.05	0.25	86.60	1.10	0.01	0.91	98.7%	57.7%	42.3%
Junio	22	Actualización del sistema	15/06/2023	63.75	0.40	0.05	0.45	83.30	0.70	0.01	1.43	99.2%	46.5%	53.5%
Junio	23	Limpieza de los periféricos	22/06/2023	19.55	0.30	0.05	0.35	83.30	0.70	0.01	1.43	99.2%	79.1%	20.9%
Julio	24	Inspección general de la computadora	10/07/2023	47.65	0.30	0.05	0.35	47.65	0.30	0.02	3.33	99.4%	36.8%	63.2%
TOTAL				40.43	0.36	0.06	0.42	81.96	0.77	0.01	1.45	99.0%	62.8%	37.2%

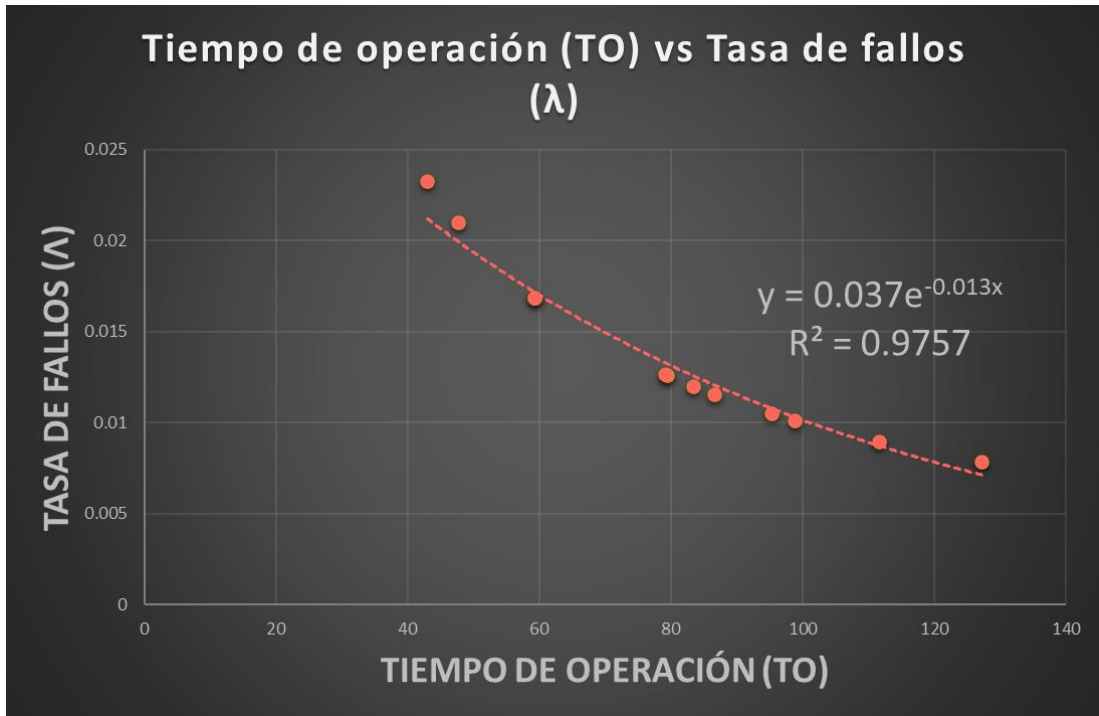


Figura 153. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la computadora.

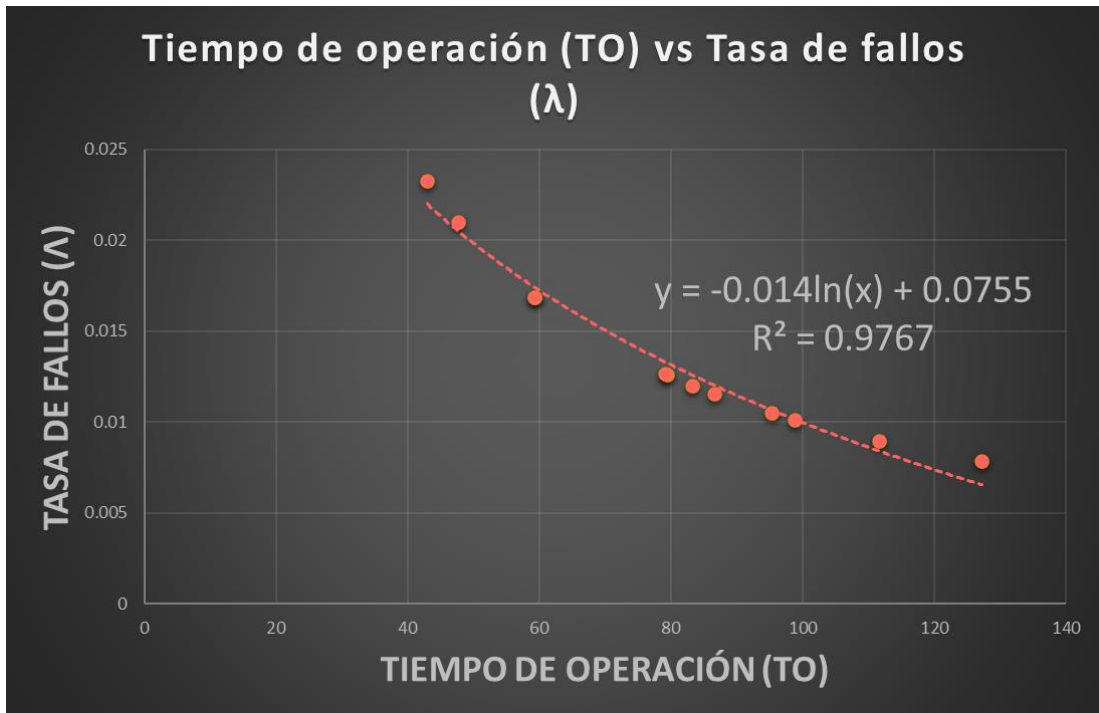


Figura 154. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la computadora.

3.4.9. Impresora

Tabla 97. Análisis estadístico de la impresora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-IP						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
IMPRESORA										3 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la impresora	17/08/2022	36.00	0.60	0.10	0.70	36.00	0.60	0.03	1.67	98.4%	36.8%	63.2%
Septiembre	2	Inspección general de la impresora	22/09/2022	77.30	0.30	0.05	0.35	100.95	0.50	0.01	2.00	99.5%	46.5%	53.5%
Septiembre	3	Cambio de los cartuchos de tinta	04/10/2022	23.65	0.20	0.05	0.25	32.75	0.60	0.03	1.67	98.2%	48.6%	51.4%
Octubre	4	Limpieza de la impresora	19/10/2022	32.75	0.60	0.10	0.70	32.75	0.60	0.03	1.67	98.2%	36.8%	63.2%
Noviembre	5	Revisión del sistema eléctrico	24/11/2022	77.30	0.20	0.05	0.25	89.05	0.50	0.01	2.00	99.4%	42.0%	58.0%
Noviembre	6	Limpieza de los rodillos	30/11/2022	11.75	0.30	0.05	0.35	89.05	0.50	0.01	2.00	99.4%	87.6%	12.4%
Diciembre	7	Limpieza de la impresora	19/12/2022	38.65	0.60	0.10	0.70	38.65	0.60	0.03	1.67	98.5%	36.8%	63.2%

Enero	8	Inspección general de la impresora	23/01/2023	74.30	0.30	0.05	0.35	74.30	0.30	0.01	3.33	99.6%	36.8%	63.2%
Febrero	9	Limpieza de la impresora	17/02/2023	56.65	0.60	0.10	0.70	56.65	0.60	0.02	1.67	99.0%	36.8%	63.2%
Marzo	10	Limpieza de los rodillos	30/03/2023	86.30	0.30	0.05	0.35	91.95	0.50	0.01	2.00	99.5%	39.1%	60.9%
Marzo	11	Cambio de los cartuchos de tinta	03/04/2023	5.65	0.20	0.05	0.25	35.75	0.60	0.03	1.67	98.3%	85.4%	14.6%
Abril	12	Limpieza de la impresora	19/04/2023	35.75	0.60	0.10	0.70	35.75	0.60	0.03	1.67	98.3%	36.8%	63.2%
Mayo	13	Inspección general de la impresora	22/05/2023	68.30	0.30	0.05	0.35	73.95	0.50	0.01	2.00	99.3%	39.7%	60.3%
Mayo	14	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	5.65	0.20	0.05	0.25	73.95	0.50	0.01	2.00	99.3%	92.6%	7.4%
Junio	15	Limpieza de la impresora	19/06/2023	53.75	0.60	0.10	0.70	53.75	0.60	0.02	1.67	98.9%	36.8%	63.2%
Julio	16	Limpieza de los rodillos	01/08/2023	92.30	0.30	0.05	0.35	36.00	0.60	0.03	1.67	98.4%	7.7%	92.3%
TOTAL				48.50	0.39	0.07	0.46	59.45	0.54	0.02	1.90	98.9%	46.7%	53.3%

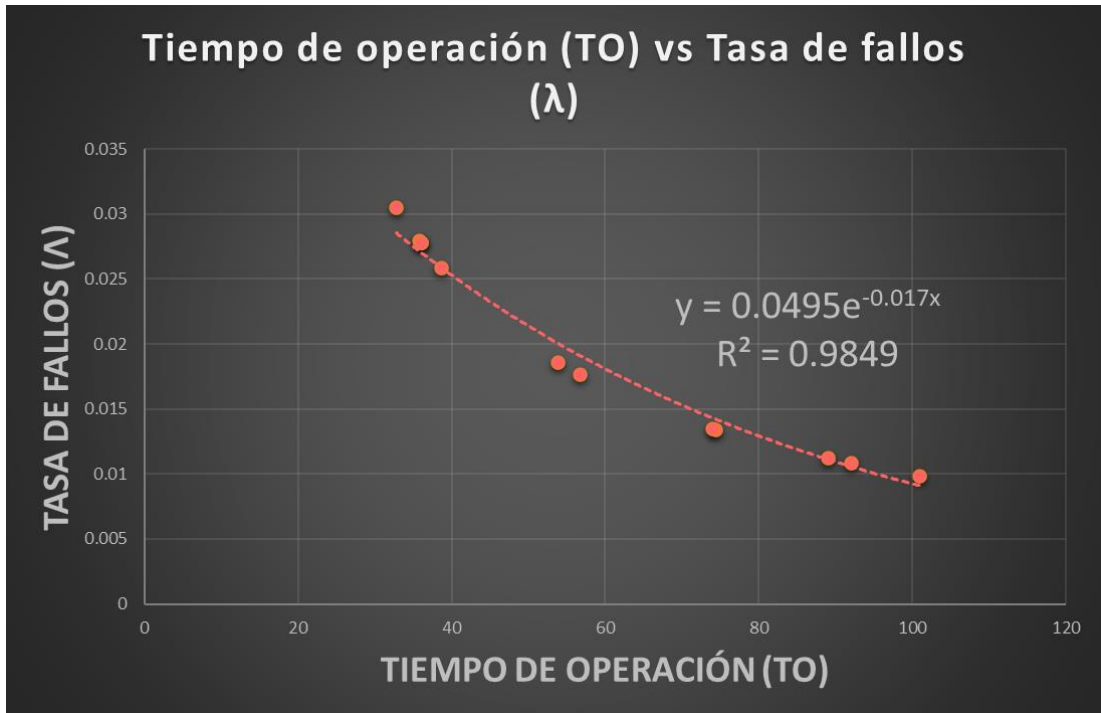


Figura 155. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la impresora.

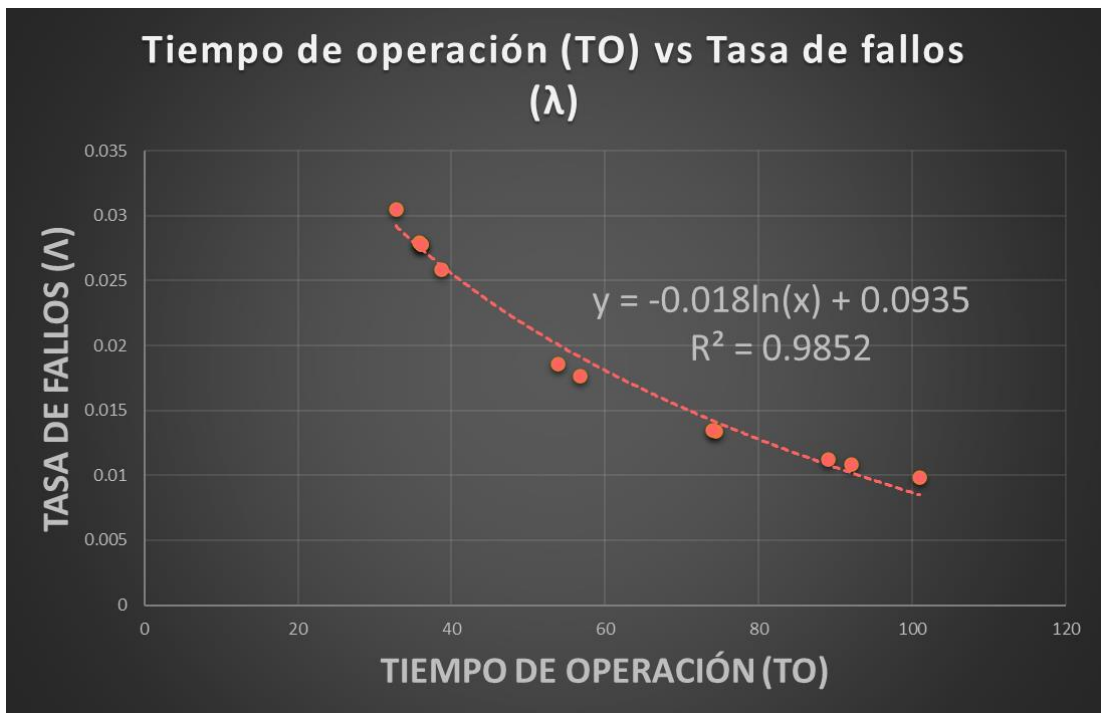


Figura 156. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la impresora.

3.4.10. Data Logger

Tabla 98. Análisis estadístico del data logger.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-TD						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
DATA LOGGER										0.5 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del Data Logger	02/08/2022	0.50	0.60	0.10	0.70	0.50	0.60	2.00	1.67	45.5%	36.8%	63.2%
Septiembre	2	Inspección general del Data Logger	08/09/2022	12.80	0.30	0.05	0.35	12.80	0.30	0.08	3.33	97.7%	36.8%	63.2%
Octubre	3	Limpieza del Data Logger	04/10/2022	8.65	0.60	0.10	0.70	8.65	0.60	0.12	1.67	93.5%	36.8%	63.2%
Noviembre	4	Revisión del sistema eléctrico	10/11/2022	12.80	0.20	0.05	0.25	12.80	0.20	0.08	5.00	98.5%	36.8%	63.2%
Diciembre	5	Limpieza del Data Logger	02/12/2022	7.75	0.60	0.10	0.70	9.05	0.90	0.11	1.11	91.0%	42.5%	57.5%
Diciembre	6	Inspección general del Data Logger	08/12/2022	1.30	0.30	0.05	0.35	9.05	0.90	0.11	1.11	91.0%	86.6%	13.4%

Enero	7	Cambio de la batería	19/01/2023	14.65	0.20	0.05	0.25	14.65	0.20	0.07	5.00	98.7%	36.8%	63.2%
Febrero	8	Limpieza del Data Logger	02/02/2023	4.75	0.60	0.10	0.70	4.75	0.60	0.21	1.67	88.8%	36.8%	63.2%
Marzo	9	Inspección general del Data Logger	08/03/2023	11.30	0.30	0.05	0.35	11.30	0.30	0.09	3.33	97.4%	36.8%	63.2%
Abril	10	Limpieza del Data Logger	04/04/2023	9.15	0.60	0.10	0.70	9.15	0.60	0.11	1.67	93.8%	36.8%	63.2%
Mayo	11	Revisión del sistema eléctrico	10/05/2023	12.30	0.20	0.05	0.25	12.30	0.20	0.08	5.00	98.4%	36.8%	63.2%
Junio	12	Limpieza del Data Logger	02/06/2023	8.25	0.60	0.10	0.70	9.55	0.90	0.10	1.11	91.4%	42.2%	57.8%
Junio	13	Inspección general del Data Logger	08/06/2023	1.30	0.30	0.05	0.35	9.55	0.90	0.10	1.11	91.4%	87.3%	12.7%
Julio	14	Revisión de la batería	18/07/2023	13.65	0.20	0.05	0.25	13.65	0.20	0.07	5.00	98.6%	36.8%	63.2%
TOTAL				8.51	0.40	0.07	0.47	9.84	0.53	0.24	2.70	91.1%	44.7%	55.3%

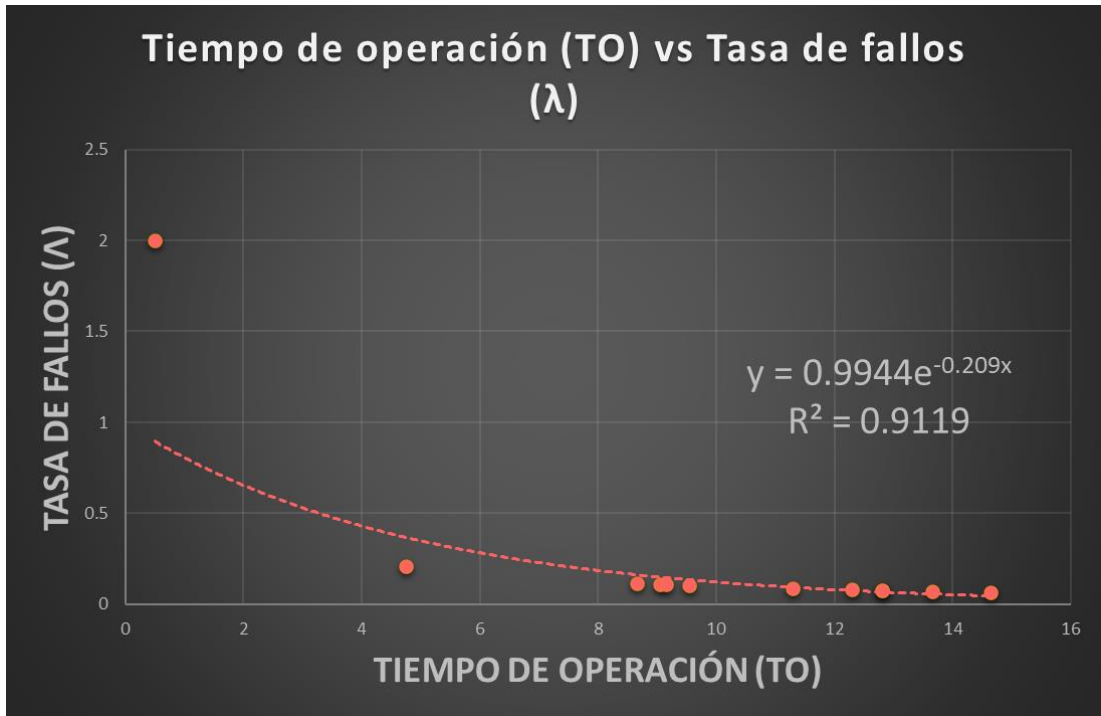


Figura 157. Gráfico de la curva de Davis exponencial del data logger.

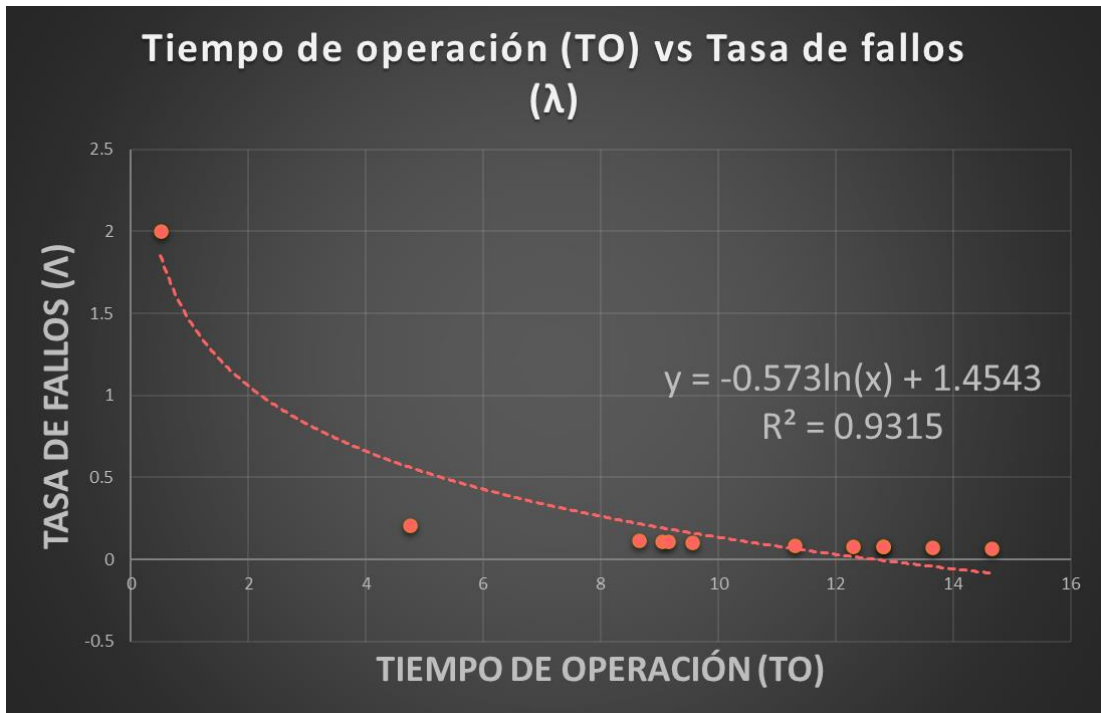



Figura 158. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del data logger.

3.4.11. Regla

Tabla 99. Análisis estadístico de la regla.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
			ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-RL					
			REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01					
REGLA										1 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la regla	18/08/2022	13.00	0.30	0.05	0.35	14.65	0.45	0.07	2.22	97.0%	41.2%	58.8%
Agosto	2	Inspección de la escala graduada	22/08/2022	1.65	0.15	0.02	0.17	14.65	0.45	0.07	2.22	97.0%	89.3%	10.7%
Septiembre	3	Limpieza de la regla	20/09/2022	20.83	0.30	0.05	0.35	20.83	0.30	0.05	3.33	98.6%	36.8%	63.2%
Octubre	4	Limpieza de la regla	20/10/2022	21.65	0.30	0.05	0.35	27.13	2.45	0.04	0.41	91.7%	45.0%	55.0%
Octubre	5	Inspección de la escala graduada	24/10/2022	1.65	0.15	0.02	0.17	27.13	2.45	0.04	0.41	91.7%	94.1%	5.9%
Octubre	6	Calibración total del equipo	28/10/2022	3.83	2.00	1.00	3.00	27.13	2.45	0.04	0.41	91.7%	86.8%	13.2%
Noviembre	7	Limpieza de la regla	18/11/2022	12.00	0.30	0.05	0.35	12.00	0.30	0.08	3.33	97.6%	36.8%	63.2%
Diciembre	8	Limpieza de la regla	20/12/2022	21.65	0.30	0.05	0.35	23.30	0.45	0.04	2.22	98.1%	39.5%	60.5%

Diciembre	9	Inspección de la escala graduada	22/12/2022	1.65	0.15	0.02	0.17	23.30	0.45	0.04	2.22	98.1%	93.2%	6.8%
Enero	10	Limpieza de la regla	19/01/2023	19.83	0.30	0.05	0.35	22.48	0.40	0.04	2.50	98.3%	41.4%	58.6%
Enero	11	Cambio de la funda plástica	24/01/2023	2.65	0.10	0.02	0.12	22.48	0.40	0.04	2.50	98.3%	88.9%	11.1%
Febrero	12	Limpieza de la regla	20/02/2023	18.88	0.30	0.05	0.35	20.53	0.45	0.05	2.22	97.9%	39.9%	60.1%
Febrero	13	Inspección de la escala graduada	22/02/2023	1.65	0.15	0.02	0.17	20.53	0.45	0.05	2.22	97.9%	92.3%	7.7%
Marzo	14	Limpieza de la regla	20/03/2023	17.83	0.30	0.05	0.35	17.83	0.30	0.06	3.33	98.3%	36.8%	63.2%
Abril	15	Limpieza de la regla	20/04/2023	22.65	0.30	0.05	0.35	24.30	0.45	0.04	2.22	98.2%	39.4%	60.6%
Abril	16	Inspección de la escala graduada	24/04/2023	1.65	0.15	0.02	0.17	24.30	0.45	0.04	2.22	98.2%	93.4%	6.6%
Mayo	17	Limpieza de la regla	18/05/2023	17.83	0.30	0.05	0.35	17.83	0.30	0.06	3.33	98.3%	36.8%	63.2%
Junio	18	Limpieza de la regla	20/06/2023	22.65	0.30	0.05	0.35	27.13	1.35	0.04	0.74	95.3%	43.4%	56.6%
Junio	19	Inspección de la escala graduada	22/06/2023	1.65	0.15	0.02	0.17	27.13	1.35	0.04	0.74	95.3%	94.1%	5.9%
Junio	20	Verificación del equipo	27/06/2023	2.83	0.90	0.10	1.00	27.13	1.35	0.04	0.74	95.3%	90.1%	9.9%
Julio	21	Limpieza de la regla	20/07/2023	16.00	0.30	0.05	0.35	16.00	0.30	0.06	3.33	98.2%	36.8%	63.2%
TOTAL				11.62	0.36	0.09	0.44	21.80	0.82	0.05	2.04	96.7%	61.7%	38.3%

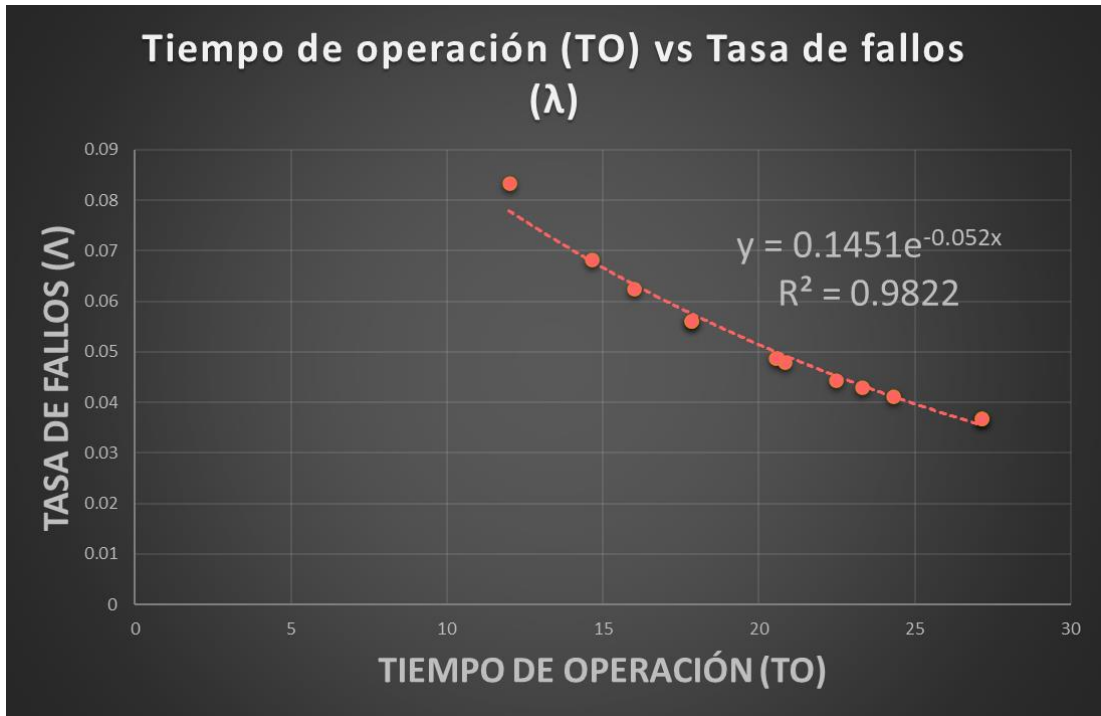


Figura 159. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la regla.

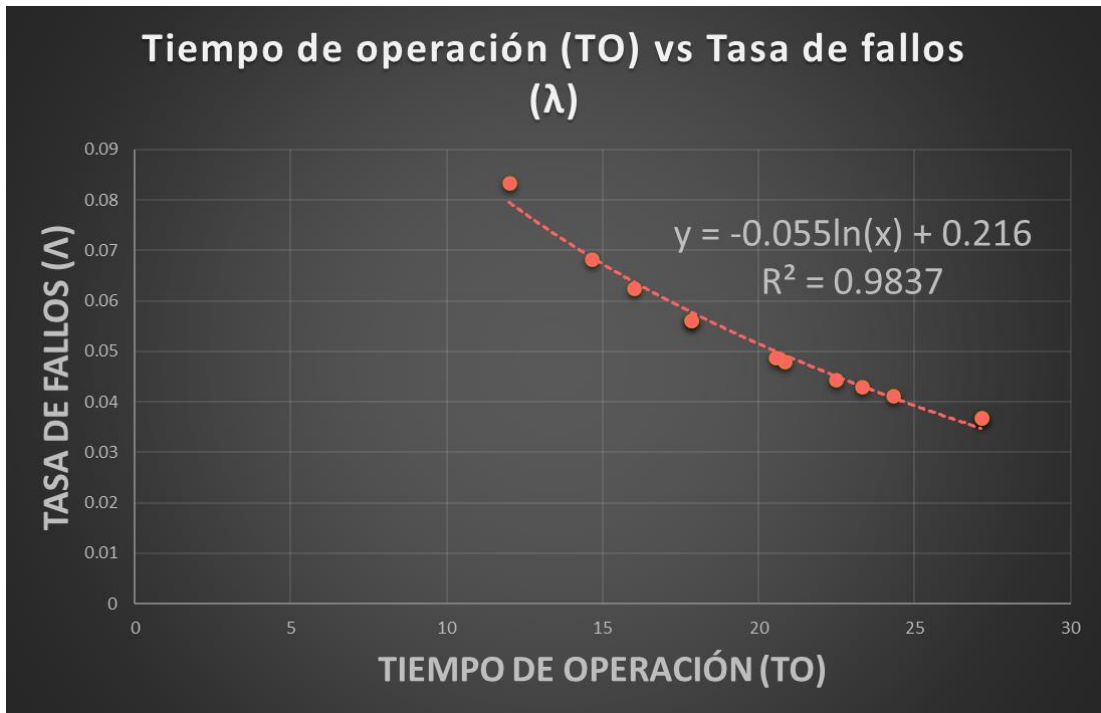



Figura 160. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la regla.

3.4.12. Flexómetro

Tabla 100. Análisis estadístico del flexómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-FX						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
FLEXÓMETRO										3 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Inspección general del equipo	16/08/2022	33.00	0.15	0.02	0.17	59.83	0.30	0.02	3.33	99.5%	57.6%	42.4%
Agosto	2	Inspección de la escala graduada	29/08/2022	26.83	0.15	0.02	0.17	59.83	0.30	0.02	3.33	99.5%	63.9%	36.1%
Septiembre	3	Limpieza del flexómetro	14/09/2022	35.83	0.30	0.05	0.35	35.83	0.30	0.03	3.33	99.2%	36.8%	63.2%
Octubre	4	Inspección de la cinta métrica metálica	20/10/2022	77.65	0.15	0.02	0.17	77.65	0.15	0.01	6.67	99.8%	36.8%	63.2%
Noviembre	5	Limpieza del flexómetro	14/11/2022	50.83	0.30	0.05	0.35	50.83	0.30	0.02	3.33	99.4%	36.8%	63.2%
Diciembre	6	Inspección general del equipo	16/12/2022	71.65	0.15	0.02	0.17	71.65	0.15	0.01	6.67	99.8%	36.8%	63.2%
Enero	7	Limpieza del flexómetro	13/01/2023	59.83	0.30	0.05	0.35	59.83	0.30	0.02	3.33	99.5%	36.8%	63.2%

Febrero	8	Inspección de la escala graduada	01/03/2023	98.65	0.15	0.02	0.17	26.83	0.30	0.04	3.33	98.9%	2.5%	97.5%
Marzo	9	Limpieza del flexómetro	14/03/2023	26.83	0.30	0.05	0.35	26.83	0.30	0.04	3.33	98.9%	36.8%	63.2%
Abril	10	Inspección general del equipo	18/04/2023	74.65	0.15	0.02	0.17	74.65	0.15	0.01	6.67	99.8%	36.8%	63.2%
Mayo	11	Calibración total del equipo	05/05/2023	38.83	2.00	1.00	3.00	50.83	2.30	0.02	0.43	95.7%	46.6%	53.4%
Mayo	12	Limpieza del flexómetro	12/05/2023	12.00	0.30	0.05	0.35	50.83	2.30	0.02	0.43	95.7%	79.0%	21.0%
Junio	13	Verificación del equipo	27/06/2023	95.65	0.90	0.10	1.00	95.65	0.90	0.01	1.11	99.1%	36.8%	63.2%
Julio	14	Limpieza del flexómetro	14/07/2023	38.00	0.30	0.05	0.35	38.00	0.30	0.03	3.33	99.2%	36.8%	63.2%
TOTAL				52.87	0.40	0.11	0.51	55.65	0.60	0.02	3.47	98.8%	41.5%	58.5%

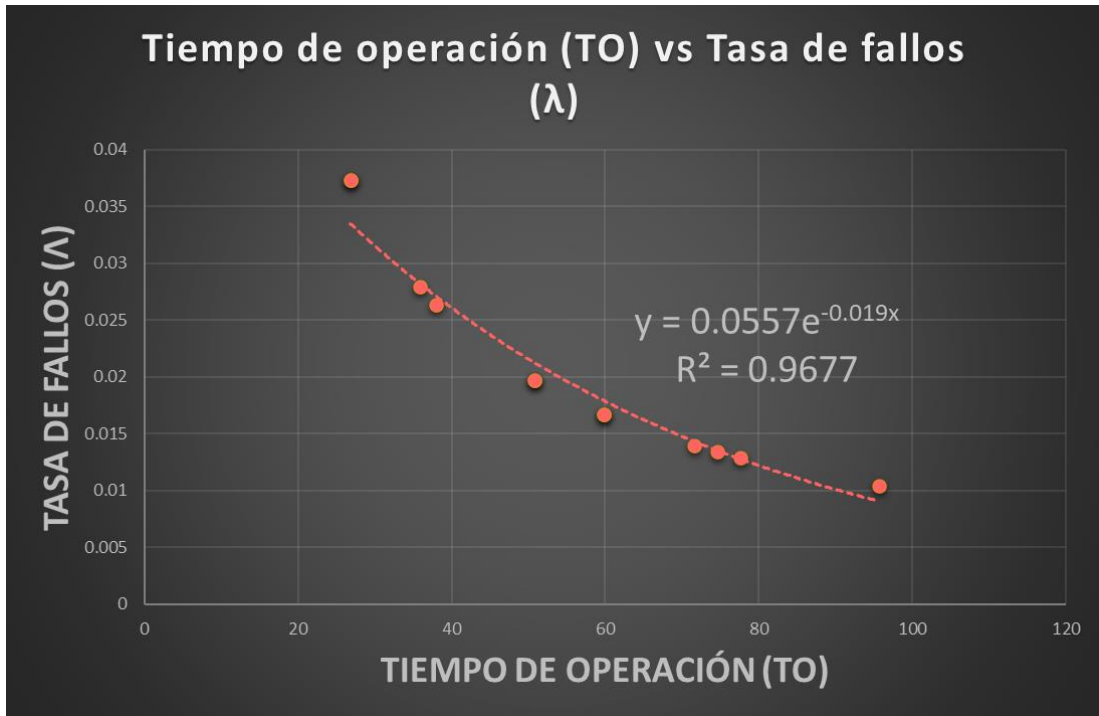


Figura 161. Gráfico de la curva de Davis exponencial del flexómetro.

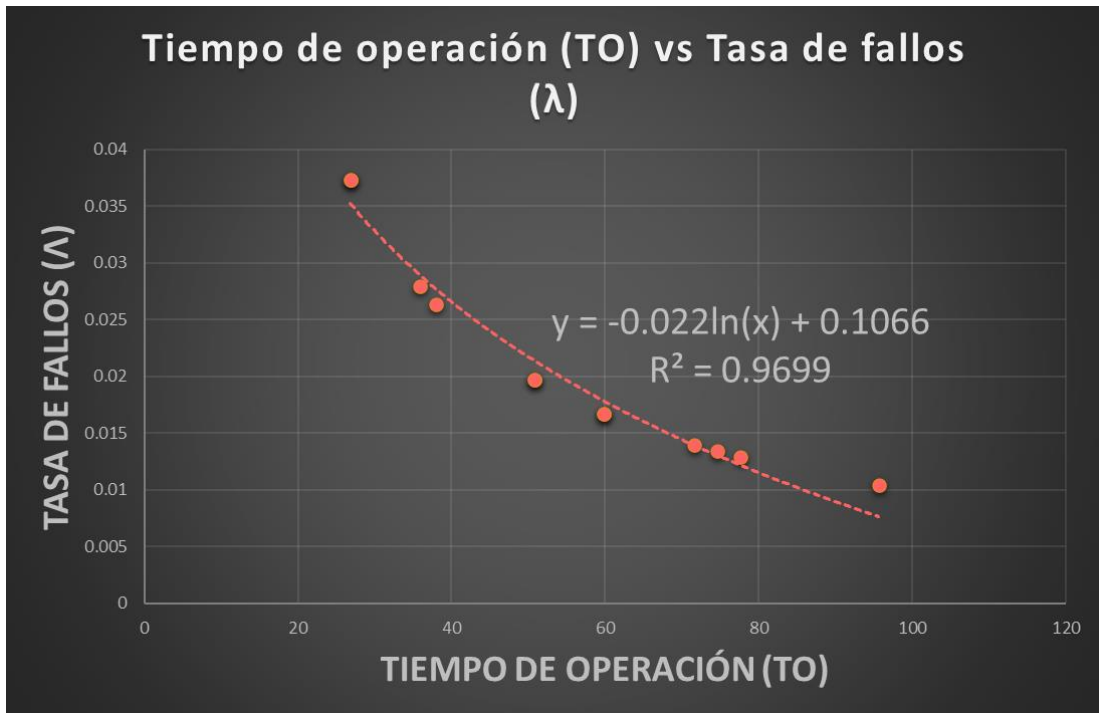


Figura 162. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del flexómetro.

3.4.13. Anemómetro Digital

Tabla 101. Análisis estadístico del anemómetro digital.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-AN						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
ANEMÓMETRO DIGITAL										0.5 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	MTTR(h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Inspección general del equipo	16/08/2022	5.50	0.15	0.02	0.17	8.33	0.30	0.12	3.33	96.5%	51.7%	48.3%
Agosto	2	Cambio de la batería	24/08/2022	2.83	0.15	0.02	0.17	8.33	0.30	0.12	3.33	96.5%	71.2%	28.8%
Septiembre	3	Limpieza del equipo	15/09/2022	7.83	0.30	0.05	0.35	12.48	0.45	0.08	2.22	96.5%	53.4%	46.6%
Septiembre	4	Revisión del sistema eléctrico	29/09/2022	4.65	0.15	0.02	0.17	12.48	0.45	0.08	2.22	96.5%	68.9%	31.1%
Octubre	5	Verificación del estado de las aspas	21/10/2022	7.83	0.30	0.05	0.35	9.48	2.30	0.11	0.43	80.5%	43.8%	56.2%
Octubre	6	Calibración total del equipo	27/10/2022	1.65	2.00	1.00	3.00	9.48	2.30	0.11	0.43	80.5%	84.0%	16.0%
Noviembre	7	Limpieza del equipo	15/11/2022	3.50	0.30	0.05	0.35	3.65	0.45	0.27	2.22	89.0%	38.3%	61.7%
Noviembre	8	Inspección general del equipo	16/11/2022	0.15	0.15	0.02	0.17	3.65	0.45	0.27	2.22	89.0%	96.0%	4.0%

Diciembre	9	Revisión de la batería	23/12/2022	13.33	0.15	0.02	0.17	13.33	0.15	0.08	6.67	98.9%	36.8%	63.2%
Enero	10	Limpieza del equipo	16/01/2023	7.83	0.30	0.05	0.35	7.83	0.30	0.13	3.33	96.3%	36.8%	63.2%
Febrero	11	Inspección general del equipo	16/02/2023	11.15	0.15	0.02	0.17	11.15	0.15	0.09	6.67	98.7%	36.8%	63.2%
Marzo	12	Limpieza del equipo	15/03/2023	9.33	0.30	0.05	0.35	13.98	0.45	0.07	2.22	96.9%	51.3%	48.7%
Marzo	13	Revisión del sistema eléctrico	29/03/2023	4.65	0.15	0.02	0.17	13.98	0.45	0.07	2.22	96.9%	71.7%	28.3%
Abril	14	Verificación del estado de las aspas	21/04/2023	8.33	0.30	0.05	0.35	8.98	0.45	0.11	2.22	95.2%	39.5%	60.5%
Abril	15	Revisión de la batería	25/04/2023	0.65	0.15	0.02	0.17	8.98	0.45	0.11	2.22	95.2%	93.0%	7.0%
Mayo	16	Limpieza del equipo	15/05/2023	6.83	0.30	0.05	0.35	6.98	0.45	0.14	2.22	93.9%	37.6%	62.4%
Mayo	17	Inspección general del equipo	16/05/2023	0.15	0.15	0.02	0.17	6.98	0.45	0.14	2.22	93.9%	97.9%	2.1%
Junio	18	Verificación del equipo	20/06/2023	12.33	0.90	0.10	1.00	12.33	0.90	0.08	1.11	93.2%	36.8%	63.2%
Julio	19	Limpieza del equipo	17/07/2023	8.50	0.30	0.05	0.35	8.50	0.30	0.12	3.33	96.6%	36.8%	63.2%
TOTAL				6.16	0.35	0.09	0.44	9.52	0.61	0.12	2.68	93.7%	57.0%	43.0%

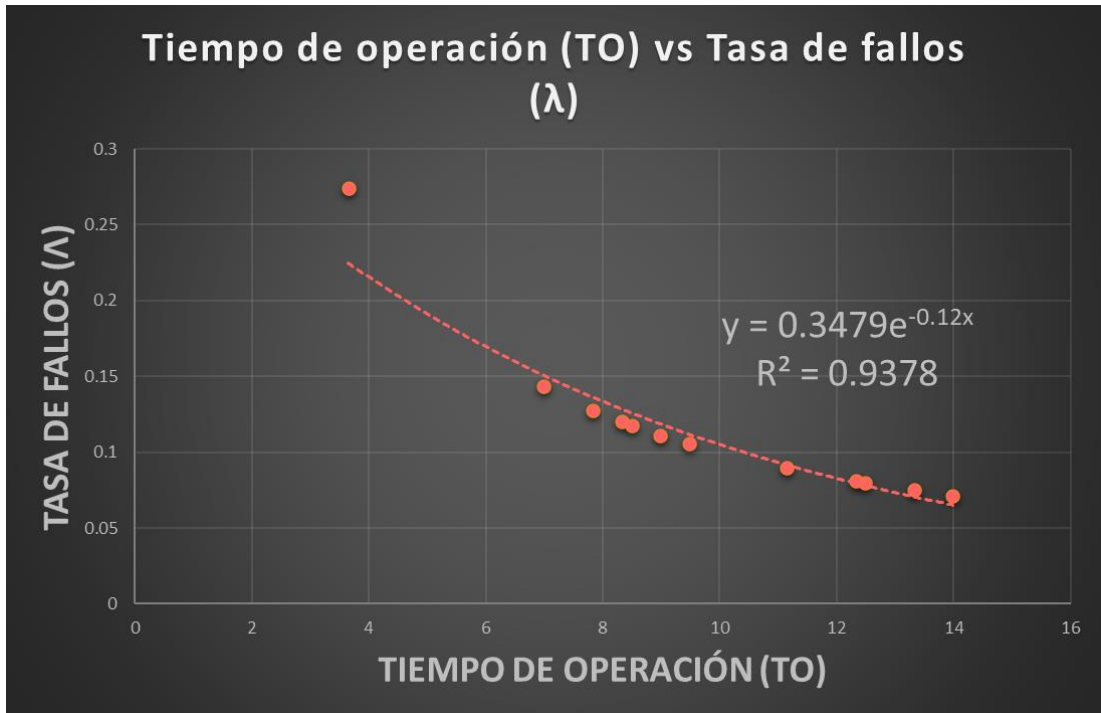


Figura 163. Gráfico de la curva de Davis exponencial del anemómetro digital.

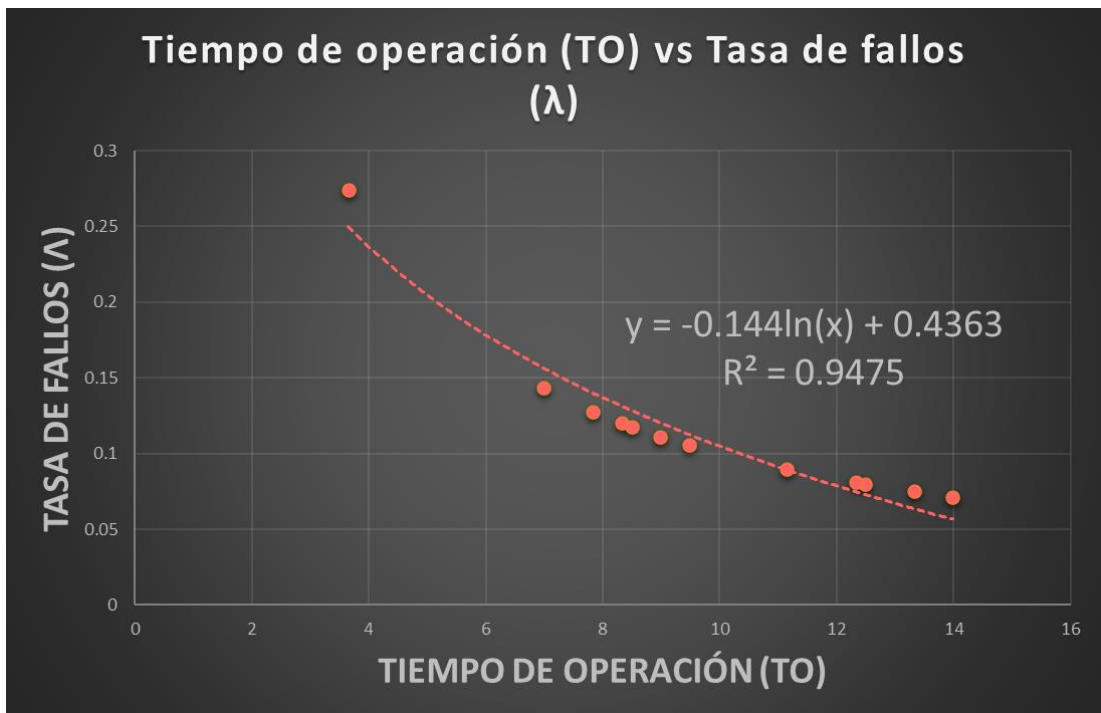


Figura 164. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del anemómetro digital.

3.4.14. Pirómetro

Tabla 102. Análisis estadístico del pirómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023					CÓDIGO: LIM-AE01-TI				
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023					VERSIÓN: 01				
PIRÓMETRO										0.5 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	MTTR(h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del equipo	11/08/2022	4.00	0.30	0.05	0.35	4.00	0.30	0.25	3.33	93.0%	36.8%	63.2%
Septiembre	2	Inspección general del equipo	15/09/2022	12.15	0.15	0.02	0.17	15.48	0.30	0.06	3.33	98.1%	45.6%	54.4%
Septiembre	3	Revisión sistema eléctrico	26/09/2022	3.33	0.15	0.02	0.17	15.48	0.30	0.06	3.33	98.1%	80.6%	19.4%
Octubre	4	Verificación del estado del láser infrarrojo	25/10/2022	10.33	0.30	0.05	0.35	11.48	2.30	0.09	0.43	83.3%	40.7%	59.3%
Octubre	5	Calibración total del equipo	28/10/2022	1.15	2.00	1.00	3.00	11.48	2.30	0.09	0.43	83.3%	90.5%	9.5%
Noviembre	6	Limpieza del equipo	11/11/2022	2.00	0.30	0.05	0.35	5.15	0.45	0.19	2.22	92.0%	67.8%	32.2%
Noviembre	7	Cambio de la batería	22/11/2022	3.15	0.15	0.02	0.17	5.15	0.45	0.19	2.22	92.0%	54.2%	45.8%
Diciembre	8	Verificación del estado de la carcasa	16/12/2022	8.83	0.15	0.02	0.17	8.83	0.15	0.11	6.67	98.3%	36.8%	63.2%

Enero	9	Inspección general del equipo	16/01/2023	10.33	0.15	0.02	0.17	10.33	0.15	0.10	6.67	98.6%	36.8%	63.2%
Febrero	10	Limpieza del equipo	13/02/2023	9.83	0.30	0.05	0.35	9.83	0.30	0.10	3.33	97.0%	36.8%	63.2%
Marzo	11	Revisión de la batería	17/03/2023	11.65	0.15	0.02	0.17	13.98	0.30	0.07	3.33	97.9%	43.5%	56.5%
Marzo	12	Revisión sistema eléctrico	24/03/2023	2.33	0.15	0.02	0.17	13.98	0.30	0.07	3.33	97.9%	84.6%	15.4%
Abril	13	Verificación del estado del láser infrarrojo	25/04/2023	10.83	0.30	0.05	0.35	10.83	0.30	0.09	3.33	97.3%	36.8%	63.2%
Mayo	14	Limpieza del equipo	11/05/2023	5.65	0.30	0.05	0.35	6.30	0.45	0.16	2.22	93.3%	40.8%	59.2%
Mayo	15	Inspección general del equipo	15/05/2023	0.65	0.15	0.02	0.17	6.30	0.45	0.16	2.22	93.3%	90.2%	9.8%
Junio	16	Verificación del estado de la carcasa	16/06/2023	11.83	0.15	0.02	0.17	15.16	1.05	0.07	0.95	93.5%	45.8%	54.2%
Junio	17	Verificación del equipo	27/06/2023	3.33	0.90	0.10	1.00	15.16	1.05	0.07	0.95	93.5%	80.3%	19.7%
Julio	18	Revisión de la batería	19/07/2023	7.00	0.15	0.02	0.17	7.00	0.15	0.14	6.67	97.9%	36.8%	63.2%
TOTAL				6.58	0.34	0.09	0.43	10.33	0.61	0.12	3.06	94.4%	54.7%	45.3%

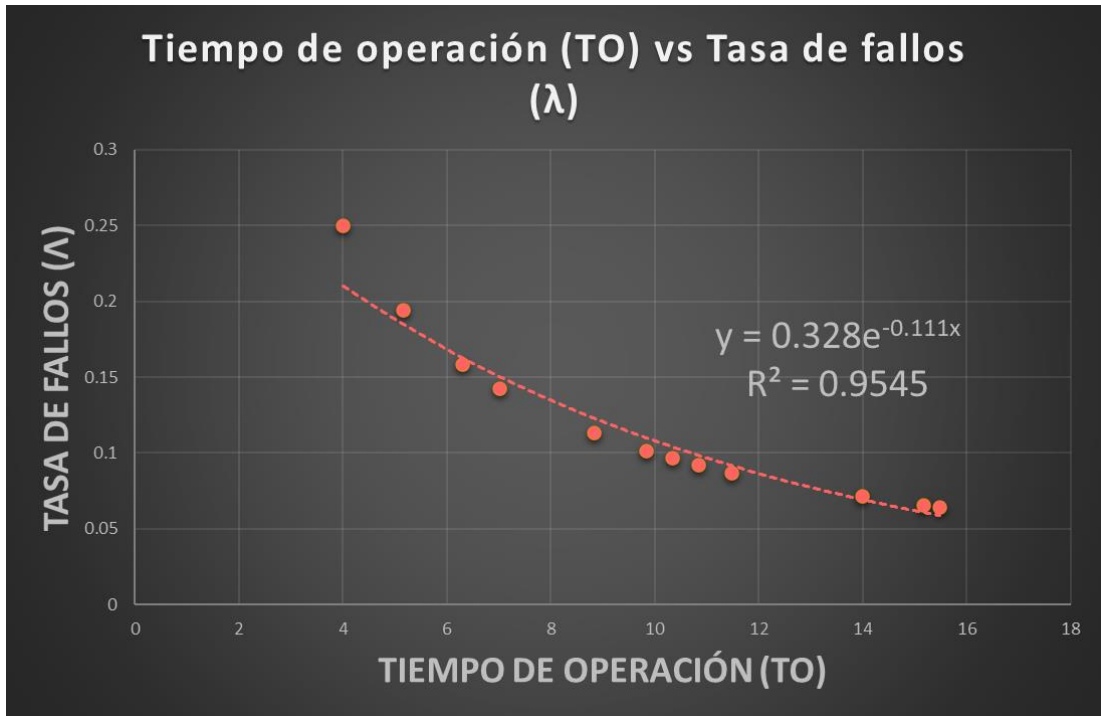


Figura 165. Gráfico de la curva de Davis exponencial del pirómetro.

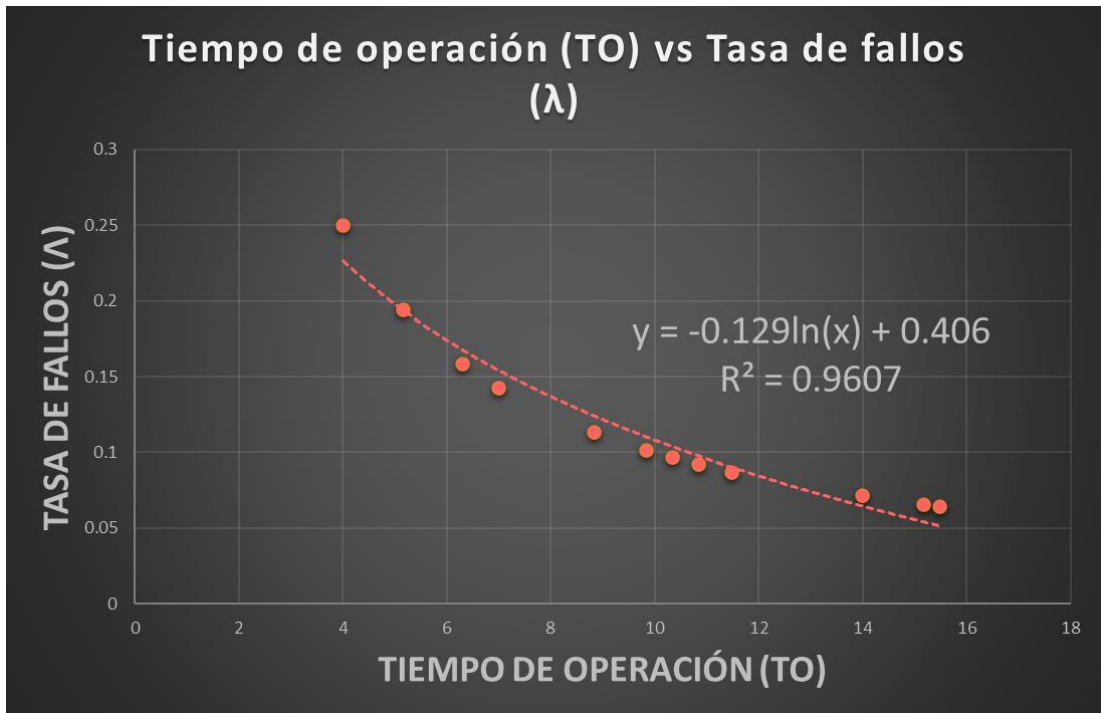


Figura 166. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del pirómetro.

3.4.15. Cronómetro

Tabla 103. Análisis estadístico del cronómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-CR						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
CRONÓMETRO										0.6 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	MTTR(h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Revisión de la batería	26/08/2022	11.40	0.15	0.02	0.17	11.40	0.15	0.09	6.67	98.7%	36.8%	63.2%
Septiembre	2	Limpieza del equipo	12/09/2022	6.43	0.30	0.05	0.35	6.43	0.30	0.16	3.33	95.5%	36.8%	63.2%
Octubre	3	Revisión sistema eléctrico	08/11/2022	24.25	0.15	0.02	0.17	1.63	0.15	0.61	6.67	91.6%	0.0%	100.0%
Noviembre	4	Inspección general del equipo	11/11/2022	1.63	0.15	0.02	0.17	1.63	0.15	0.61	6.67	91.6%	36.8%	63.2%
Diciembre	5	Limpieza del equipo	12/12/2022	12.43	0.30	0.05	0.35	21.68	0.45	0.05	2.22	98.0%	56.4%	43.6%
Diciembre	6	Cambio de la batería	03/01/2023	9.25	0.15	0.02	0.17	7.03	0.15	0.14	6.67	97.9%	26.8%	73.2%

Enero	7	Verificación del estado de la carcasa	19/01/2023	7.03	0.15	0.02	0.17	7.03	0.15	0.14	6.67	97.9%	36.8%	63.2%
Febrero	8	Verificación del estado de la memoria	08/03/2023	20.23	0.30	0.05	0.35	1.10	0.45	0.91	2.22	71.0%	0.0%	100.0%
Marzo	9	Limpieza del equipo	10/03/2023	0.85	0.30	0.05	0.35	1.10	0.45	0.91	2.22	71.0%	46.2%	53.8%
Marzo	10	Inspección general del equipo	13/03/2023	0.25	0.15	0.02	0.17	1.10	0.45	0.91	2.22	71.0%	79.7%	20.3%
Abril	11	Revisión de la batería	28/04/2023	20.23	0.15	0.02	0.17	20.23	0.15	0.05	6.67	99.3%	36.8%	63.2%
Mayo	12	Calibración total del equipo	05/05/2023	2.83	2.00	1.00	3.00	2.83	2.00	0.35	0.50	58.6%	36.8%	63.2%
Junio	13	Limpieza del equipo	12/06/2023	12.60	0.30	0.05	0.35	18.85	1.20	0.05	0.83	94.0%	51.3%	48.7%
Junio	14	Verificación del equipo	27/06/2023	6.25	0.90	0.10	1.00	18.85	1.20	0.05	0.83	94.0%	71.8%	28.2%
Julio	15	Inspección general del equipo	13/07/2023	6.20	0.15	0.02	0.17	6.20	0.15	0.16	6.67	97.6%	36.8%	63.2%
TOTAL				9.46	0.37	0.10	0.47	8.47	0.50	0.35	4.07	88.5%	39.3%	60.7%

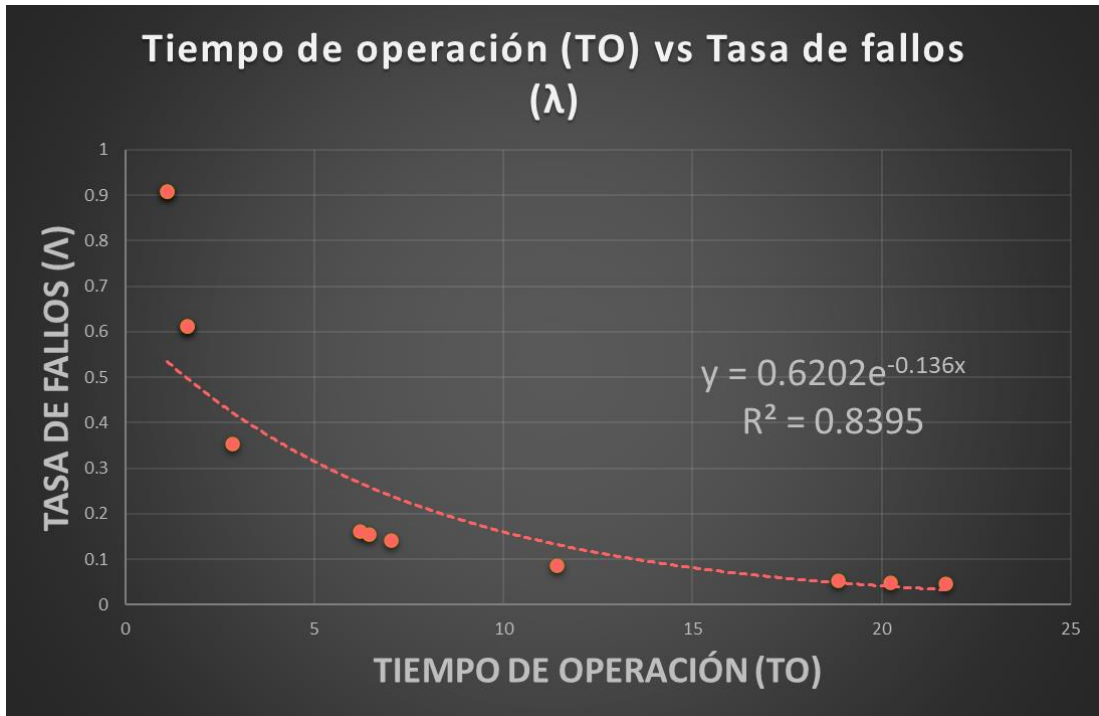


Figura 167. Gráfico de la curva de Davis exponencial del cronómetro.

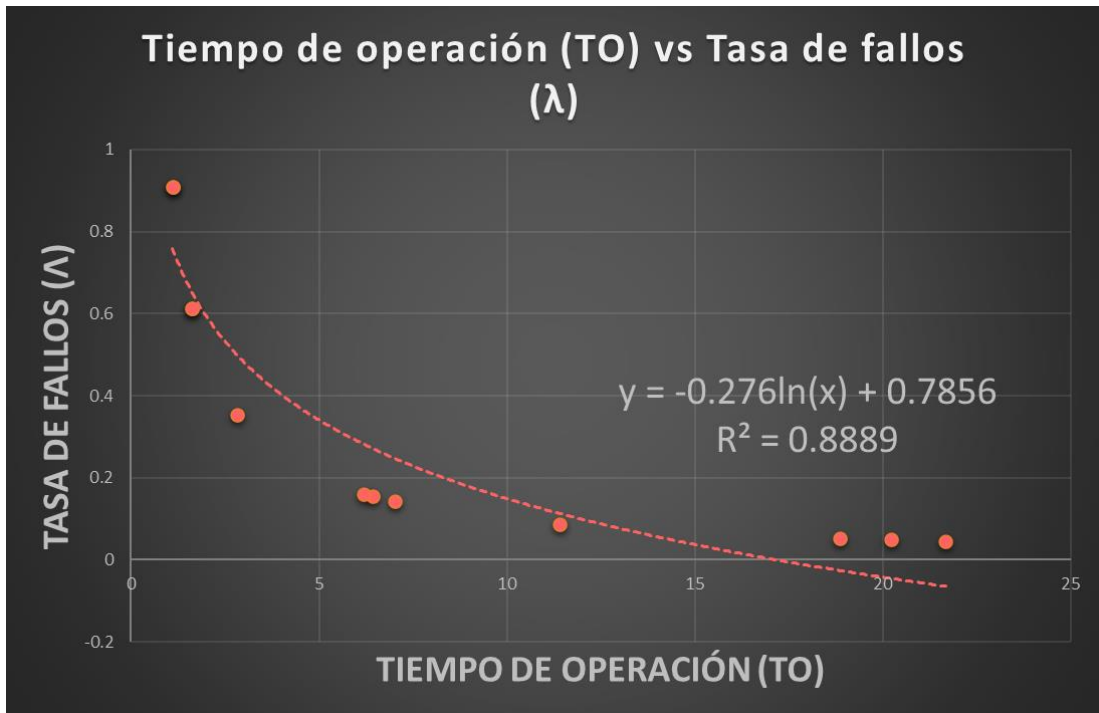



Figura 168. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del cronómetro.

3.4.16. Calibrador

Tabla 104. Análisis estadístico del calibrador.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
			ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023				CÓDIGO: LIM-AE01-CP				
			REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023				VERSIÓN: 01				
CALIBRADOR										1 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del equipo	10/08/2022	7.00	0.30	0.05	0.35	23.65	0.60	0.04	1.67	97.5%	74.4%	25.6%
Agosto	2	Inspección general del equipo	02/09/2022	16.65	0.30	0.05	0.35	15.13	0.60	0.07	1.67	96.2%	33.3%	66.7%
Septiembre	3	Limpieza del equipo	12/09/2022	5.65	0.30	0.05	0.35	15.13	0.60	0.07	1.67	96.2%	68.8%	31.2%
Septiembre	4	Lubricación de brazo principal	19/09/2022	4.65	0.15	0.02	0.17	15.13	0.60	0.07	1.67	96.2%	73.5%	26.5%
Septiembre	5	Revisión de la pila	26/09/2022	4.83	0.15	0.02	0.17	15.13	0.60	0.07	1.67	96.2%	72.7%	27.3%
Octubre	6	Limpieza del equipo	12/10/2022	11.83	0.30	0.05	0.35	28.48	0.60	0.04	1.67	97.9%	66.0%	34.0%
Octubre	7	Inspección general del equipo	04/11/2022	16.65	0.30	0.05	0.35	17.65	2.30	0.06	0.43	88.5%	38.9%	61.1%
Noviembre	8	Calibración total del equipo	11/11/2022	4.65	2.00	1.00	3.00	17.65	2.30	0.06	0.43	88.5%	76.8%	23.2%
Noviembre	9	Inspección general del equipo	05/12/2022	13.00	0.30	0.05	0.35	10.30	0.45	0.10	2.22	95.8%	28.3%	71.7%
Diciembre	10	Limpieza del equipo	12/12/2022	4.65	0.30	0.05	0.35	10.30	0.45	0.10	2.22	95.8%	63.7%	36.3%

Diciembre	11	Cambio de pila	20/12/2022	5.65	0.15	0.02	0.17	10.30	0.45	0.10	2.22	95.8%	57.8%	42.2%
Enero	12	Limpieza del equipo	11/01/2023	15.83	0.30	0.05	0.35	20.48	0.45	0.05	2.22	97.8%	46.2%	53.8%
Enero	13	Lubricación de brazo principal	18/01/2023	4.65	0.15	0.02	0.17	20.48	0.45	0.05	2.22	97.8%	79.7%	20.3%
Febrero	14	Limpieza del equipo	10/02/2023	16.83	0.30	0.05	0.35	33.48	0.60	0.03	1.67	98.2%	60.5%	39.5%
Febrero	15	Inspección general del equipo	07/03/2023	16.65	0.30	0.05	0.35	12.13	0.60	0.08	1.67	95.3%	25.3%	74.7%
Marzo	16	Limpieza del equipo	10/03/2023	2.65	0.30	0.05	0.35	12.13	0.60	0.08	1.67	95.3%	80.4%	19.6%
Marzo	17	Lubricación de brazo principal	17/03/2023	4.65	0.15	0.02	0.17	12.13	0.60	0.08	1.67	95.3%	68.2%	31.8%
Marzo	18	Revisión de la pila	24/03/2023	4.83	0.15	0.02	0.17	12.13	0.60	0.08	1.67	95.3%	67.2%	32.8%
Abril	19	Limpieza del equipo	12/04/2023	12.83	0.30	0.05	0.35	12.83	0.30	0.08	3.33	97.7%	36.8%	63.2%
Mayo	20	Limpieza del equipo	10/05/2023	19.65	0.30	0.05	0.35	36.13	0.75	0.03	1.33	98.0%	58.0%	42.0%
Mayo	21	Lubricación de brazo principal	17/05/2023	4.65	0.15	0.02	0.17	36.13	0.75	0.03	1.33	98.0%	87.9%	12.1%
Mayo	22	Inspección general del equipo	02/06/2023	11.83	0.30	0.05	0.35	16.13	1.35	0.06	0.74	92.3%	48.0%	52.0%
Junio	23	Limpieza del equipo	12/06/2023	5.65	0.30	0.05	0.35	16.13	1.35	0.06	0.74	92.3%	70.4%	29.6%
Junio	24	Revisión de la pila	26/06/2023	9.65	0.15	0.02	0.17	16.13	1.35	0.06	0.74	92.3%	55.0%	45.0%
Junio	25	Verificación del equipo	27/06/2023	0.83	0.90	0.10	1.00	16.13	1.35	0.06	0.74	92.3%	95.0%	5.0%
Julio	26	Limpieza del equipo	12/07/2023	10.00	0.30	0.05	0.35	14.65	0.45	0.07	2.22	97.0%	50.5%	49.5%
Julio	27	Lubricación de brazo principal	19/07/2023	4.65	0.15	0.02	0.17	14.65	0.45	0.07	2.22	97.0%	72.8%	27.2%
TOTAL				8.93	0.34	0.08	0.41	17.80	0.80	0.06	1.62	95.4%	61.3%	38.7%

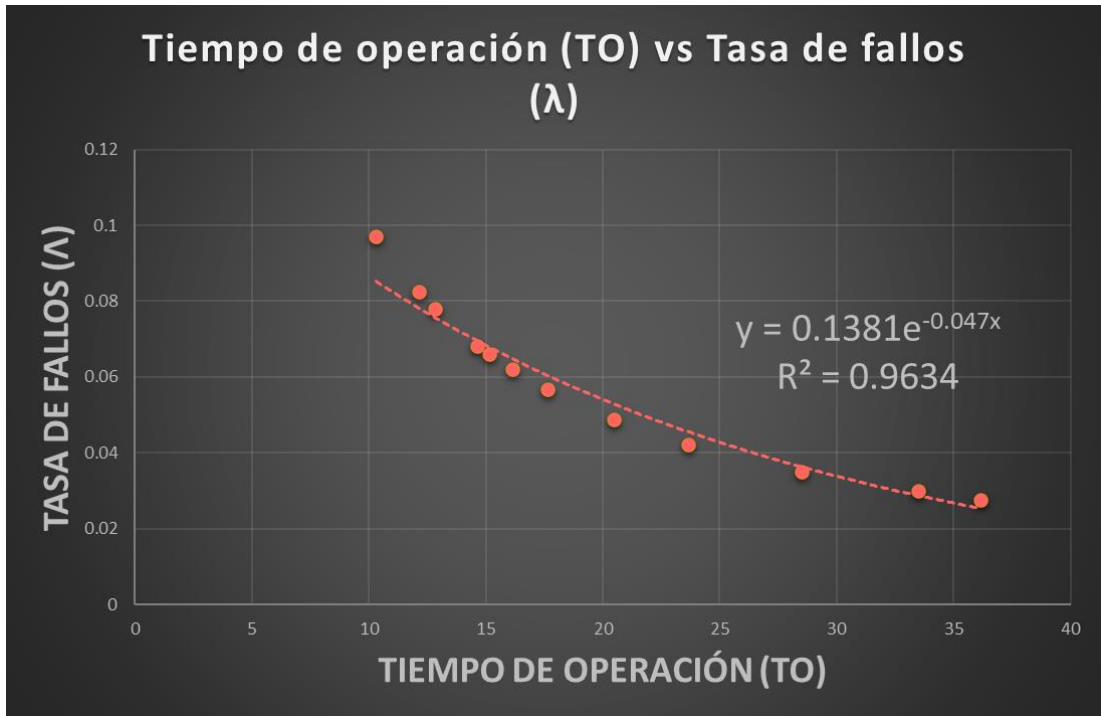


Figura 169. Gráfico de la curva de Davis exponencial del calibrador.

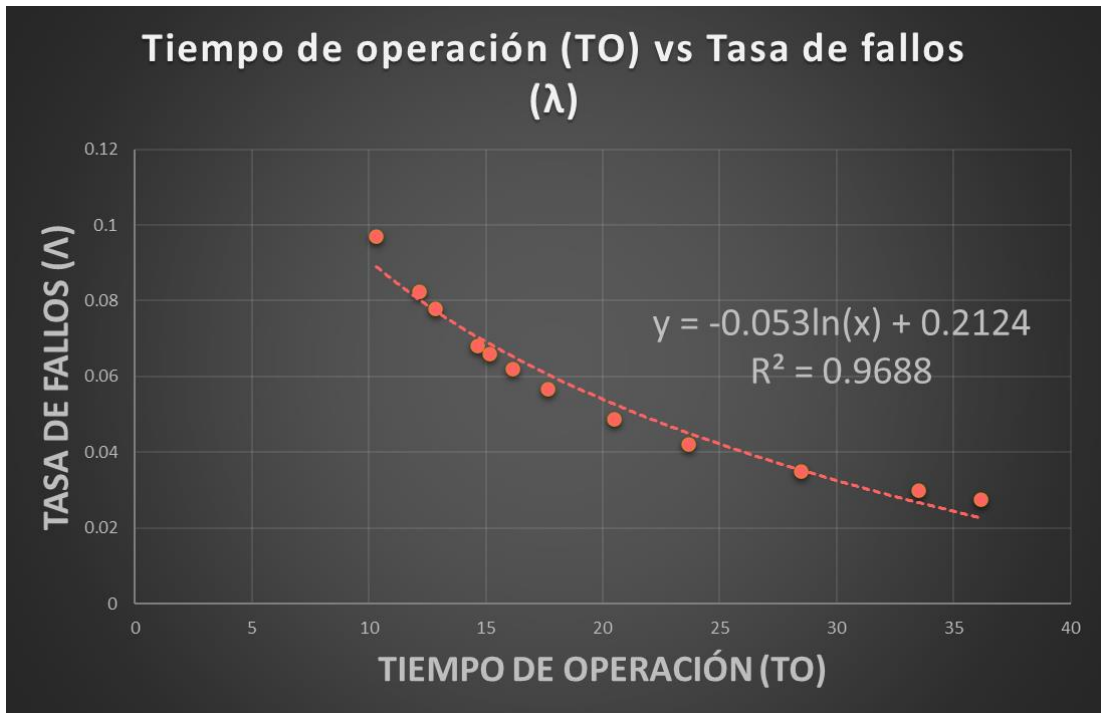


Figura 170. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del calibrador.

3.4.17. Balanza

Tabla 105. Análisis estadístico de la balanza.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
			ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-BL					
			REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01					
BALANZA										0.25 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del equipo	10/08/2022	1.75	0.30	0.05	0.35	1.75	0.30	0.57	3.33	85.4%	36.8%	63.2%
Septiembre	2	Inspección general del equipo	27/09/2022	8.15	0.30	0.05	0.35	8.15	0.30	0.12	3.33	96.4%	36.8%	63.2%
Octubre	3	Limpieza del equipo	12/10/2022	2.40	0.30	0.05	0.35	2.40	0.30	0.42	3.33	88.9%	36.8%	63.2%
Noviembre	4	Verificación del equipo	16/11/2022	5.90	0.90	0.10	1.00	6.65	1.20	0.15	0.83	84.7%	41.2%	58.8%
Noviembre	5	Inspección general del equipo	25/11/2022	0.75	0.30	0.05	0.35	6.65	1.20	0.15	0.83	84.7%	89.3%	10.7%
Diciembre	6	Limpieza del equipo	12/12/2022	2.40	0.30	0.05	0.35	2.40	0.30	0.42	3.33	88.9%	36.8%	63.2%
Enero	7	Inspección general del equipo	26/01/2023	7.90	0.30	0.05	0.35	7.90	0.30	0.13	3.33	96.3%	36.8%	63.2%
Febrero	8	Limpieza del equipo	10/02/2023	2.40	0.30	0.05	0.35	2.40	0.30	0.42	3.33	88.9%	36.8%	63.2%

Marzo	9	Inspección general del equipo	27/03/2023	7.40	0.30	0.05	0.35	7.40	0.30	0.14	3.33	96.1%	36.8%	63.2%
Abril	10	Limpieza del equipo	12/04/2023	2.65	0.30	0.05	0.35	2.65	0.30	0.38	3.33	89.8%	36.8%	63.2%
Mayo	11	Inspección general del equipo	25/05/2023	7.40	0.30	0.05	0.35	7.40	0.30	0.14	3.33	96.1%	36.8%	63.2%
Junio	12	Limpieza del equipo	12/06/2023	2.65	0.30	0.05	0.35	2.65	0.30	0.38	3.33	89.8%	36.8%	63.2%
Julio	13	Inspección general del equipo	27/07/2023	7.90	0.30	0.05	0.35	7.90	0.30	0.13	3.33	96.3%	36.8%	63.2%
TOTAL				4.59	0.35	0.05	0.40	5.10	0.44	0.27	2.95	91.0%	41.2%	58.8%

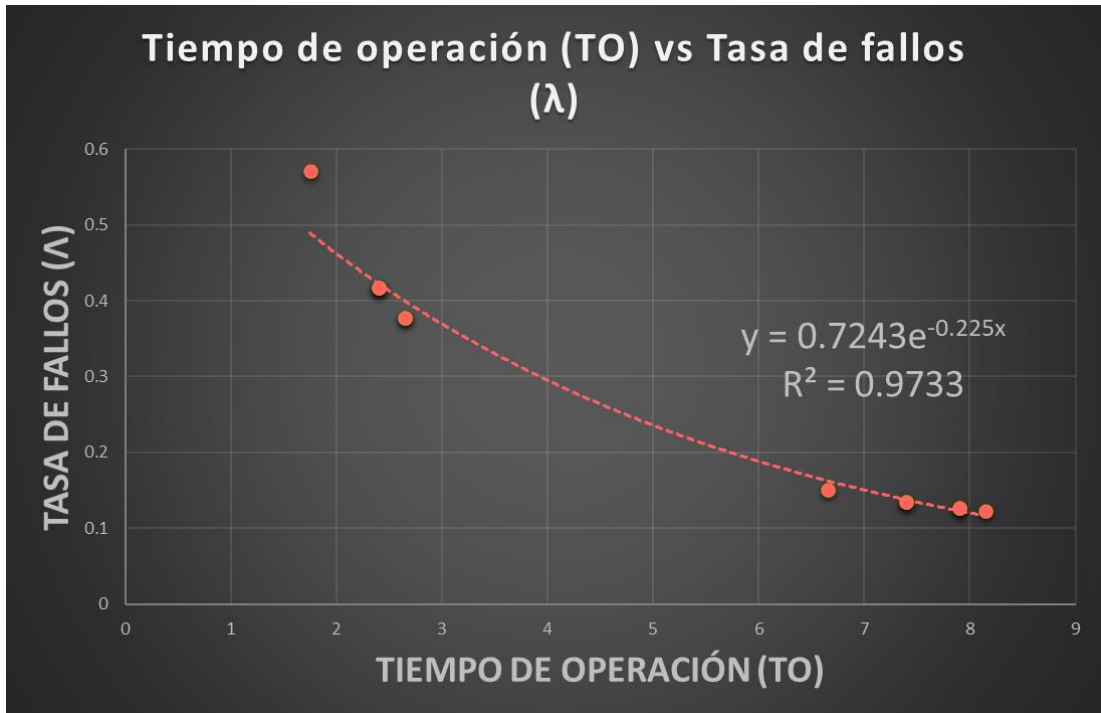


Figura 171. Gráfico de la curva de Davis exponencial de la balanza.

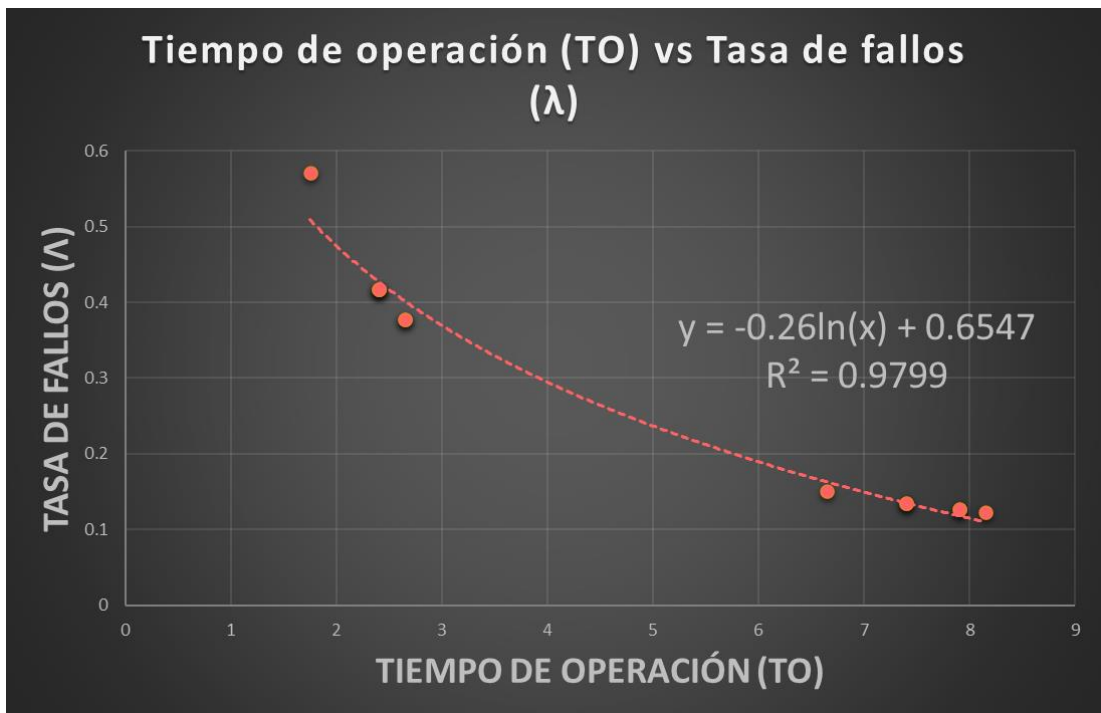



Figura 172. Gráfico de la curva de Davis logarítmica de la balanza.

3.4.18. Goniómetro

Tabla 106. Análisis estadístico del goniómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-GT						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
GONIÓMETRO										0.5 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del equipo	15/08/2022	5.00	0.30	0.05	0.35	5.00	0.30	0.20	3.33	94.3%	36.8%	63.2%
Septiembre	2	Verificación del estado de la rueda de fricción	29/09/2022	16.15	0.15	0.02	0.17	18.48	0.30	0.05	3.33	98.4%	41.7%	58.3%
Septiembre	3	Cambio de la batería	06/10/2022	2.33	0.15	0.02	0.17	4.98	0.45	0.20	2.22	91.7%	62.6%	37.4%
Octubre	4	Limpieza del equipo	17/10/2022	3.33	0.30	0.05	0.35	4.98	0.45	0.20	2.22	91.7%	51.2%	48.8%
Octubre	5	Inspección general del equipo	21/10/2022	1.65	0.15	0.02	0.17	4.98	0.45	0.20	2.22	91.7%	71.8%	28.2%
Noviembre	6	Calibración total del equipo	11/11/2022	7.33	2.00	1.00	3.00	7.33	2.00	0.14	0.50	78.6%	36.8%	63.2%
Diciembre	7	Verificación del equipo	12/12/2022	7.50	0.90	0.12	1.02	7.98	1.20	0.13	0.83	86.9%	39.1%	60.9%
Diciembre	8	Limpieza del equipo	15/12/2022	0.48	0.30	0.05	0.35	7.98	1.20	0.13	0.83	86.9%	94.2%	5.8%

Enero	9	Inspección general del equipo	20/01/2023	12.65	0.15	0.02	0.17	15.98	0.30	0.06	3.33	98.2%	45.3%	54.7%
Enero	10	Revisión de la batería	31/01/2023	3.33	0.15	0.02	0.17	15.98	0.30	0.06	3.33	98.2%	81.2%	18.8%
Febrero	11	Limpieza del equipo	15/02/2023	5.33	0.30	0.05	0.35	5.33	0.30	0.19	3.33	94.7%	36.8%	63.2%
Marzo	12	Verificación del estado de la rueda de fricción	29/03/2023	14.65	0.15	0.02	0.17	14.65	0.15	0.07	6.67	99.0%	36.8%	63.2%
Abril	13	Limpieza del equipo	17/04/2023	6.33	0.30	0.05	0.35	7.98	0.45	0.13	2.22	94.7%	45.2%	54.8%
Abril	14	Inspección general del equipo	21/04/2023	1.65	0.15	0.02	0.17	7.98	0.45	0.13	2.22	94.7%	81.3%	18.7%
Mayo	15	Revisión de la batería	30/05/2023	13.33	0.15	0.02	0.17	13.33	0.15	0.08	6.67	98.9%	36.8%	63.2%
Junio	16	Limpieza del equipo	15/06/2023	5.83	0.30	0.05	0.35	5.83	0.30	0.17	3.33	95.1%	36.8%	63.2%
Julio	17	Inspección general del equipo	21/07/2023	12.65	0.15	0.02	0.17	12.65	0.15	0.08	6.67	98.8%	36.8%	63.2%
TOTAL				7.03	0.36	0.09	0.45	9.50	0.52	0.13	3.13	93.7%	51.2%	48.8%

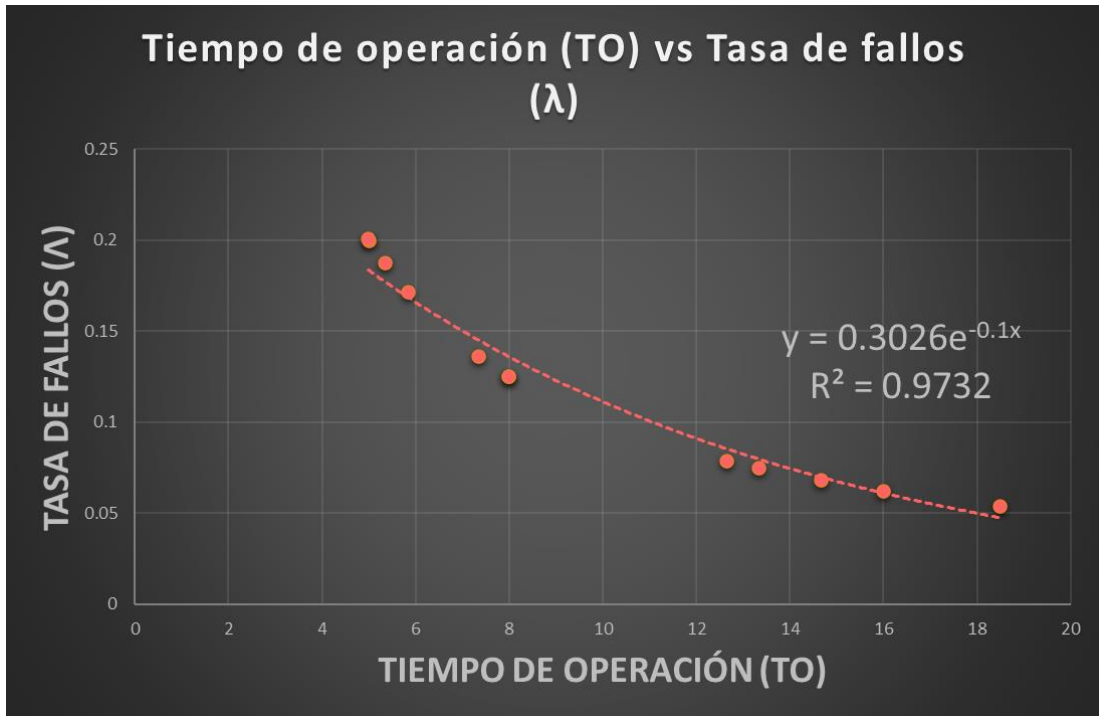


Figura 173. Gráfico de la curva de Davis exponencial del goniómetro.

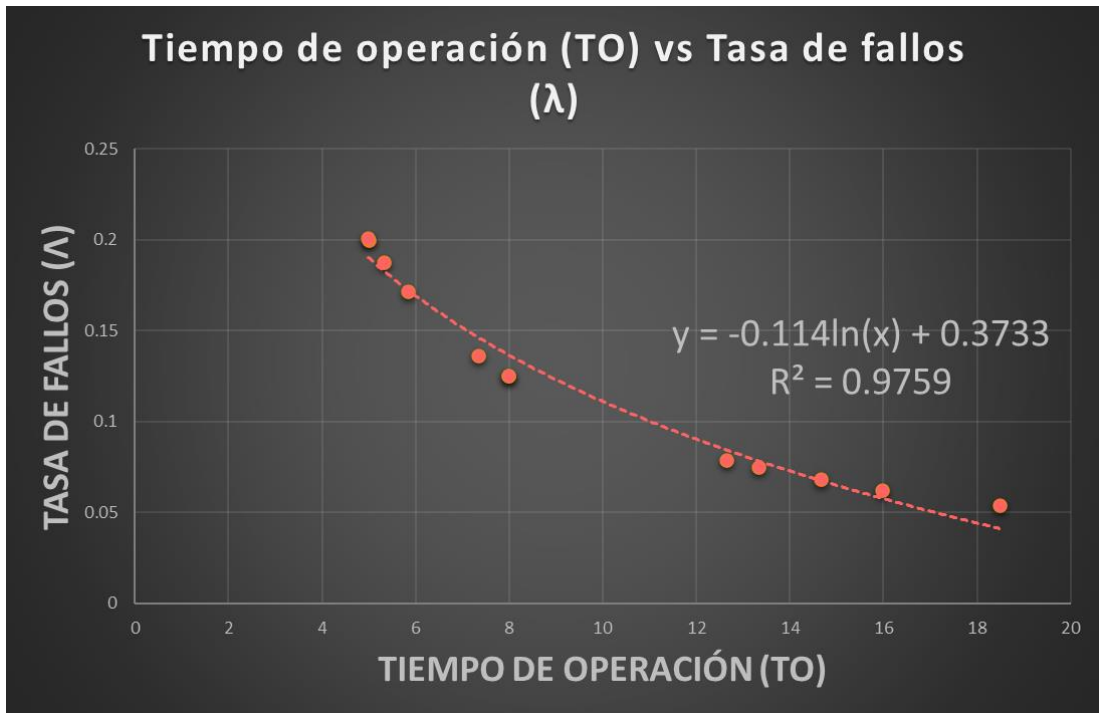


Figura 174. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del goniómetro.

3.4.19. Sistema Eléctrico

Tabla 107. Análisis estadístico del sistema eléctrico.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-SE						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
SISTEMA ELÉCTRICO										8 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Cambio de los focos tipo tubos	10/08/2022	56.00	0.40	0.20	0.60	56.00	0.40	0.01	2.500	99.2%	36.7%	63.21%
Septiembre	2	Limpieza del cajetín	13/09/2022	191.40	0.20	0.05	0.25	239.15	0.50	0.004	2.000	99.7%	44.9%	55.08%
Septiembre	3	Revisión de los tomacorrientes	21/09/2022	47.75	0.30	0.10	0.40	239.15	0.50	0.004	2.000	99.7%	81.9%	18.10%
Octubre	4	Inspección general del sistema eléctrico	18/10/2022	151.60	0.40	0.10	0.50	151.60	0.40	0.007	2.500	99.7%	36.7%	63.21%
Noviembre	5	Limpieza del cajetín	11/11/2022	143.50	0.20	0.05	0.25	143.50	0.20	0.007	5.000	99.8%	36.7%	63.21%
Diciembre	6	Revisión de los tomacorrientes	21/12/2022	223.75	0.30	0.10	0.40	223.75	0.30	0.004	3.333	99.8%	36.7%	63.21%
Enero	7	Limpieza del cajetín	12/01/2023	127.60	0.20	0.05	0.25	151.35	0.60	0.007	1.667	99.6%	43.0%	56.96%

Enero	8	Inspección general del sistema eléctrico	17/01/2023	23.75	0.40	0.10	0.50	151.35	0.60	0.007	1.667	99.6%	85.4%	14.52%
Febrero	9	Cambio de los focos tipo tubos	10/02/2023	143.50	0.40	0.20	0.60	143.50	0.40	0.007	2.500	99.7%	36.7%	63.21%
Marzo	10	Limpieza del cajetín	13/03/2023	167.40	0.20	0.05	0.25	215.15	0.50	0.005	2.000	99.7%	45.9%	54.07%
Marzo	11	Revisión de los tomacorrientes	21/03/2023	47.75	0.30	0.10	0.40	215.15	0.50	0.005	2.000	99.7%	80.1%	19.90%
Abril	12	Inspección general del sistema eléctrico	18/04/2023	159.60	0.40	0.10	0.50	159.60	0.40	0.006	2.500	99.7%	36.7%	63.21%
Mayo	13	Limpieza del cajetín	11/05/2023	135.50	0.20	0.05	0.25	135.50	0.20	0.007	5.000	99.8%	36.7%	63.21%
Junio	14	Revisión de los tomacorrientes	21/06/2023	231.75	0.30	0.10	0.40	231.75	0.30	0.004	3.333	99.8%	36.7%	63.21%
Julio	15	Limpieza del cajetín	13/07/2023	127.60	0.20	0.05	0.25	151.35	0.60	0.007	1.667	99.6%	43.0%	56.96%
Julio	16	Inspección general del sistema eléctrico	18/07/2023	23.75	0.40	0.10	0.50	151.35	0.60	0.007	1.667	99.6%	85.4%	14.52%
TOTAL				125.14	0.30	0.09	0.39	172.45	0.44	0.007	2.583	99.7%	50.3%	49.74%

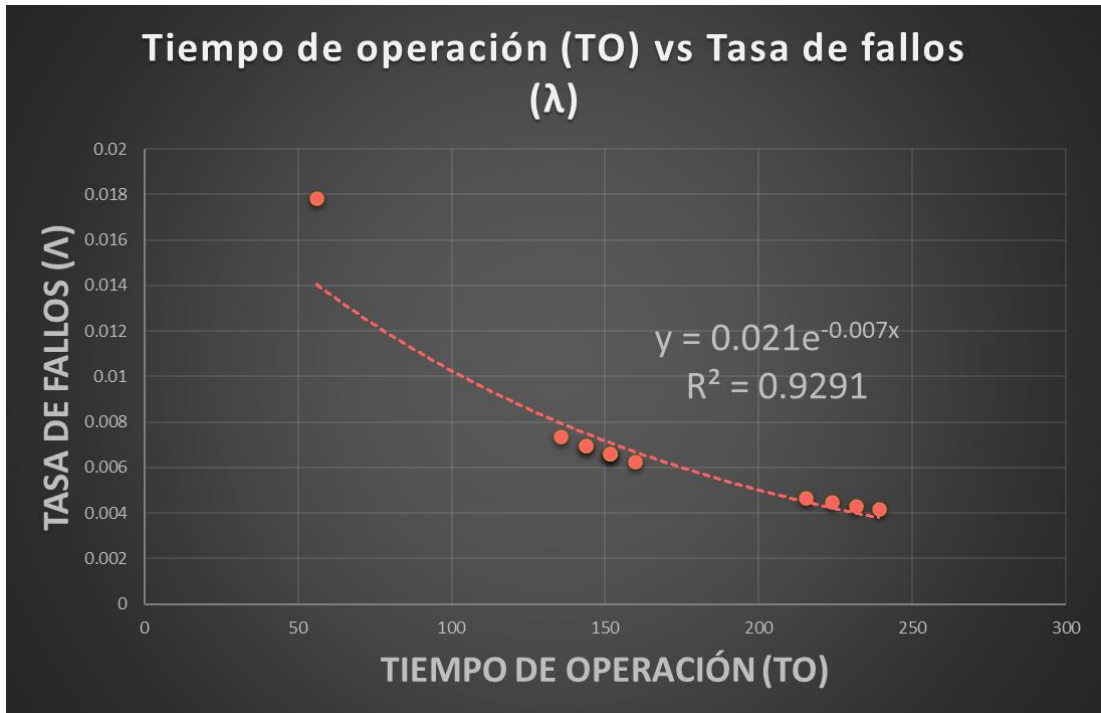


Figura 175. Gráfico de la curva de Davis exponencial del sistema eléctrico.

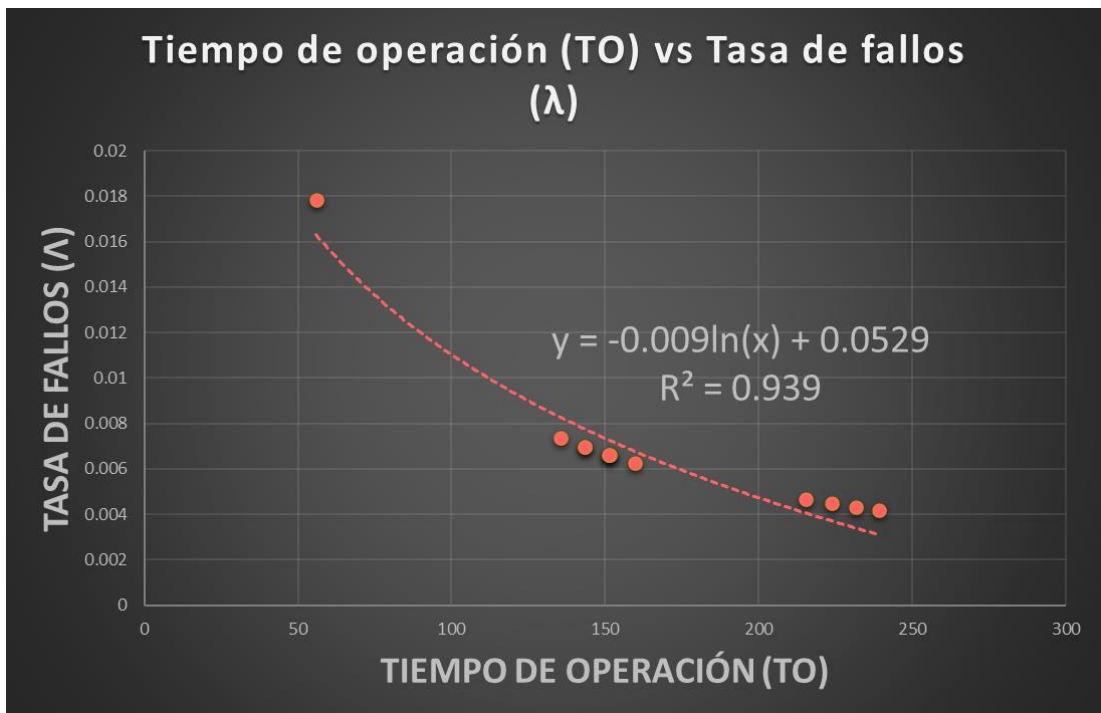



Figura 176. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del sistema eléctrico.

3.4.20. Sistema de Internet

Tabla 108. Análisis estadístico del sistema de internet.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-SI						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
SISTEMA DE INTERNET										8 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Revisión del punto de acceso	10/08/2022	56.00	0.50	0.10	0.60	103.40	0.90	0.010	1.111	99.1%	58.1%	41.82%
Agosto	2	Inspección general del sistema de internet	18/08/2022	47.40	0.40	0.10	0.50	103.40	0.90	0.010	1.111	99.1%	63.2%	36.77%
Septiembre	3	Limpieza del router	13/09/2022	143.5	0.20	0.05	0.25	143.50	0.20	0.007	5.000	99.8%	36.7%	63.21%
Octubre	4	Revisión de las conexiones	25/10/2022	239.7	0.20	0.05	0.25	239.75	0.20	0.004	5.000	99.9%	36.7%	63.21%
Noviembre	5	Limpieza del router	11/11/2022	103.7	0.20	0.05	0.25	143.50	0.60	0.007	1.667	99.5%	48.5%	51.47%
Noviembre	6	Inspección general del sistema de internet	18/11/2022	39.75	0.40	0.10	0.50	143.50	0.60	0.007	1.667	99.5%	75.8%	24.19%
Diciembre	7	Revisión del punto de acceso	12/12/2022	127.5	0.50	0.10	0.60	127.50	0.50	0.008	2.000	99.6%	36.7%	63.21%

Enero	8	Limpieza del router	12/01/2023	183.4	0.20	0.05	0.25	183.40	0.20	0.005	5.000	99.8%	36.7%	63.21%
Febrero	9	Inspección general del sistema de internet	20/02/2023	215.7	0.40	0.10	0.50	239.25	0.60	0.004	1.667	99.7%	40.5%	59.42%
Febrero	10	Revisión de las conexiones	23/02/2023	23.50	0.20	0.05	0.25	239.25	0.60	0.004	1.667	99.7%	90.6%	9.36%
Marzo	11	Limpieza del router	13/03/2023	95.75	0.20	0.05	0.25	95.75	0.20	0.010	5.000	99.7%	36.7%	63.21%
Abril	12	Revisión del punto de acceso	12/04/2023	175.7	0.50	0.10	0.60	175.75	0.50	0.006	2.000	99.7%	36.7%	63.21%
Mayo	13	Limpieza del router	11/05/2023	167.4	0.20	0.05	0.25	207.15	0.60	0.005	1.667	99.7%	44.5%	55.43%
Mayo	14	Inspección general del sistema de internet	18/05/2023	39.75	0.40	0.10	0.50	207.15	0.60	0.005	1.667	99.7%	82.5%	17.46%
Junio	15	Revisión de las conexiones	23/06/2023	207.5	0.20	0.05	0.25	207.50	0.20	0.005	5.000	99.9%	36.7%	63.21%
Julio	16	Limpieza del router	13/07/2023	111.75	0.20	0.05	0.25	111.75	0.20	0.009	5.000	99.8%	36.7%	63.21%
TOTAL				123.6	0.31	0.07	0.38	166.97	0.48	0.007	2.889	99.7%	49.9%	50.10%

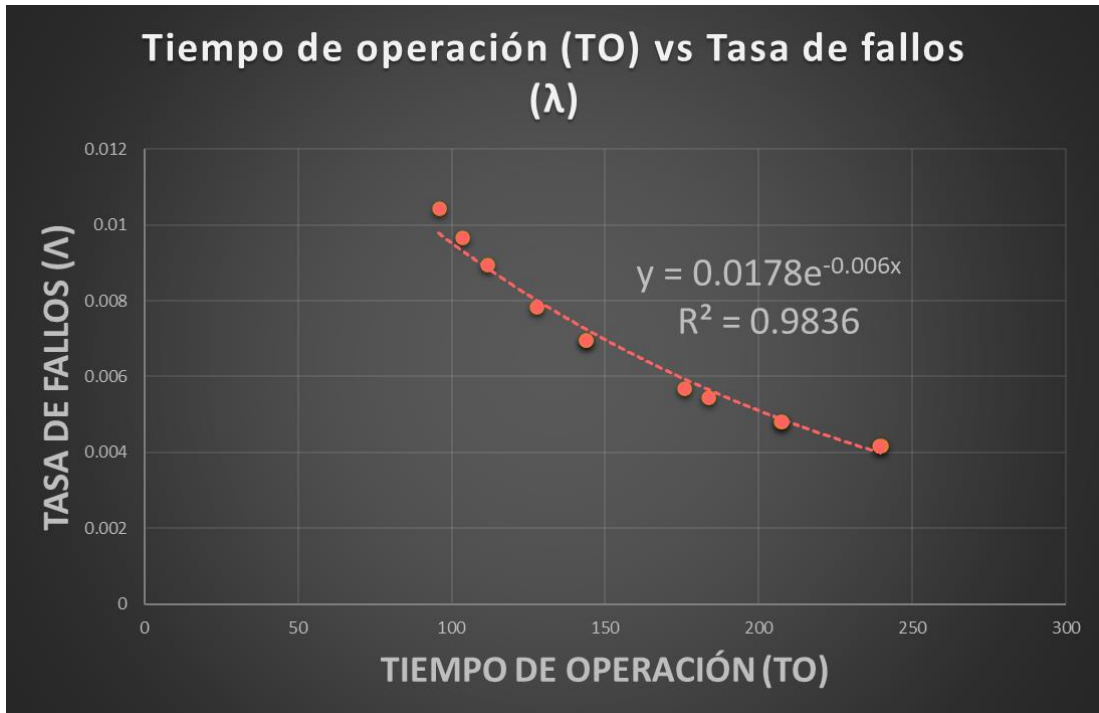


Figura 177. Gráfico de la curva de Davis exponencial del sistema de internet.

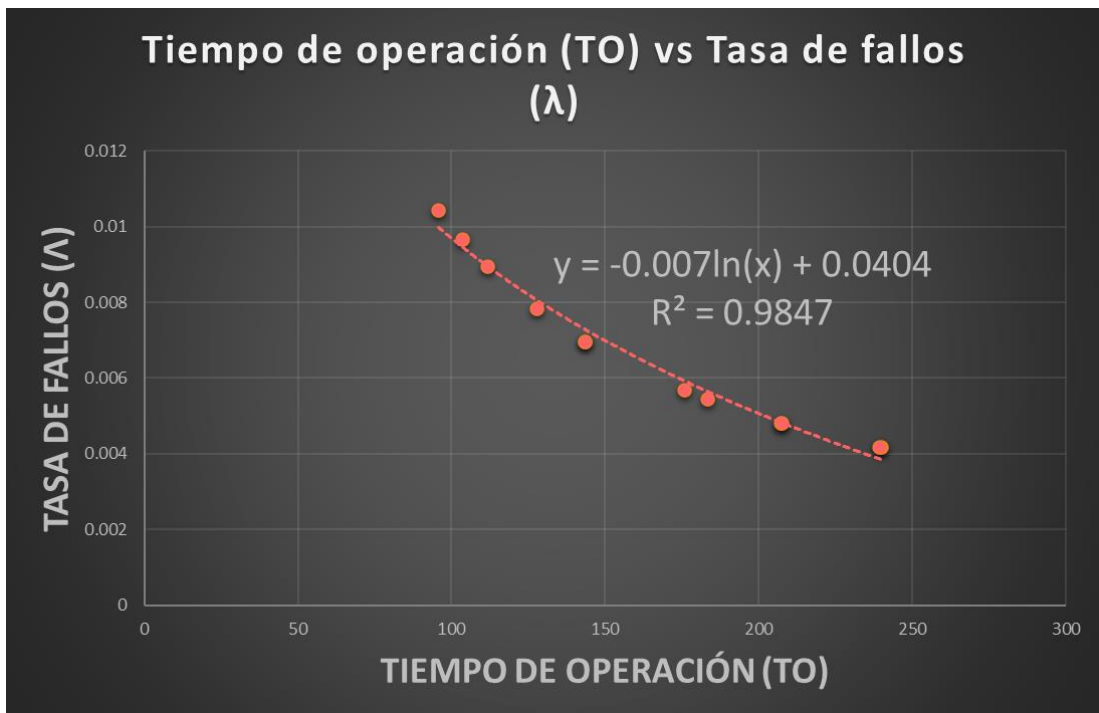



Figura 178. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del sistema de internet.

3.4.21. Sistema Hidrosanitario

Tabla 109. Análisis estadístico del sistema hidrosanitario.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO														
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023			CÓDIGO: LIM-AE01-SH						
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01						
SISTEMA HIDROSANITARIO										4 HORAS				
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF (h)	MTTR (h)	λ	μ	D(%)	R(t)	F(t)
Agosto	1	Revisión de la tubería visible	11/08/2022	32.00	0.30	0.05	0.35	39.65	0.60	0.025	1.667	98.5%	44.6%	55.38%
Agosto	2	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/08/2022	7.65	0.30	0.10	0.40	39.65	0.60	0.025	1.667	98.5%	82.4%	17.55%
Septiembre	3	Inspección general del sistema hidrosanitario	09/09/2022	75.60	0.40	0.10	0.50	91.10	0.70	0.011	1.429	99.2%	43.6%	56.39%
Septiembre	4	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/09/2022	15.50	0.30	0.10	0.40	91.10	0.70	0.011	1.429	99.2%	84.3%	15.65%
Octubre	5	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	17/10/2022	87.60	0.30	0.10	0.40	103.20	0.50	0.010	2.000	99.5%	42.7%	57.21%
Octubre	6	Inspección de válvulas y sifón	21/10/2022	15.60	0.20	0.05	0.25	103.20	0.50	0.010	2.000	99.5%	85.9%	14.03%
Noviembre	7	Revisión de la tubería visible	11/11/2022	59.75	0.30	0.05	0.35	67.40	0.60	0.015	1.667	99.1%	41.2%	58.79%
Noviembre	8	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/11/2022	7.65	0.30	0.10	0.40	67.40	0.60	0.015	1.667	99.1%	89.2%	10.73%

Diciembre	9	Inspección general del sistema hidrosanitario	09/12/2022	71.60	0.40	0.10	0.50	87.10	0.70	0.011	1.429	99.2%	43.9%	56.05%
Diciembre	10	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/12/2022	15.50	0.30	0.10	0.40	87.10	0.70	0.011	1.429	99.2%	83.7%	16.30%
Enero	11	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	16/01/2023	87.60	0.30	0.10	0.40	87.60	0.30	0.011	3.333	99.6%	36.7%	63.21%
Febrero	12	Revisión de la tubería visible	13/02/2023	79.60	0.30	0.05	0.35	102.85	0.80	0.010	1.250	99.2%	46.1%	53.88%
Febrero	13	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/02/2023	7.65	0.30	0.10	0.40	102.85	0.80	0.010	1.250	99.2%	92.8%	7.17%
Febrero	14	Inspección de válvulas y sifón	21/02/2023	15.60	0.20	0.05	0.25	102.85	0.80	0.010	1.250	99.2%	85.9%	14.07%
Marzo	15	Inspección general del sistema hidrosanitario	09/03/2023	47.75	0.40	0.10	0.50	63.25	0.70	0.016	1.429	98.9%	47.0%	53.00%
Marzo	16	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/03/2023	15.50	0.30	0.10	0.40	63.25	0.70	0.016	1.429	98.9%	78.2%	21.73%
Abril	17	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	17/04/2023	91.60	0.30	0.10	0.40	91.60	0.30	0.011	3.333	99.6%	36.7%	63.21%
Mayo	18	Revisión de la tubería visible	11/05/2023	71.60	0.30	0.05	0.35	79.25	0.60	0.013	1.667	99.2%	40.5%	59.48%
Mayo	19	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/05/2023	7.65	0.30	0.10	0.40	79.25	0.60	0.013	1.667	99.2%	90.8%	9.20%
Junio	20	Inspección general del sistema hidrosanitario	09/06/2023	75.60	0.40	0.10	0.50	106.70	0.90	0.009	1.111	99.1%	49.2%	50.76%
Junio	21	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/06/2023	15.50	0.30	0.10	0.40	106.70	0.90	0.009	1.111	99.1%	86.4%	13.52%
Junio	22	Inspección de válvulas y sifón	21/06/2023	15.60	0.20	0.05	0.25	106.70	0.90	0.009	1.111	99.1%	86.4%	13.60%
Julio	23	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	17/07/2023	71.75	0.30	0.10	0.40	71.75	0.30	0.014	3.333	99.5%	36.7%	63.21%
TOTAL				43.11	0.30	0.08	0.39	84.41	0.64	0.013	1.724	99.2%	63.3%	36.70%

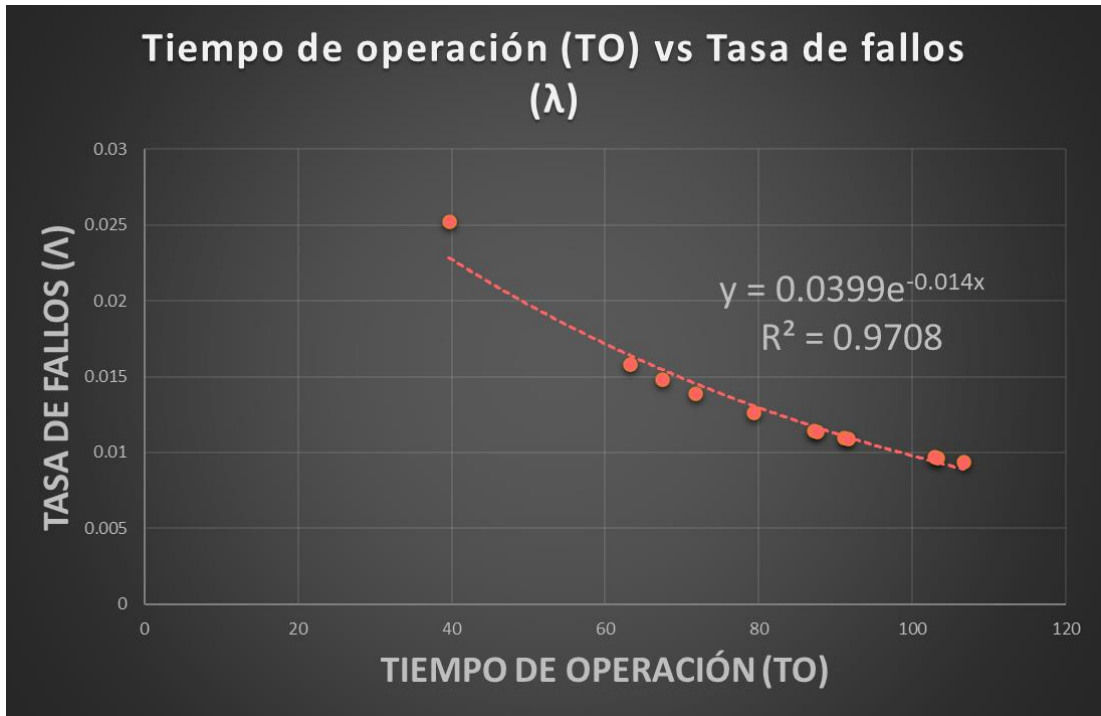


Figura 179. Gráfico de la curva de Davis exponencial del sistema hidrosanitario.

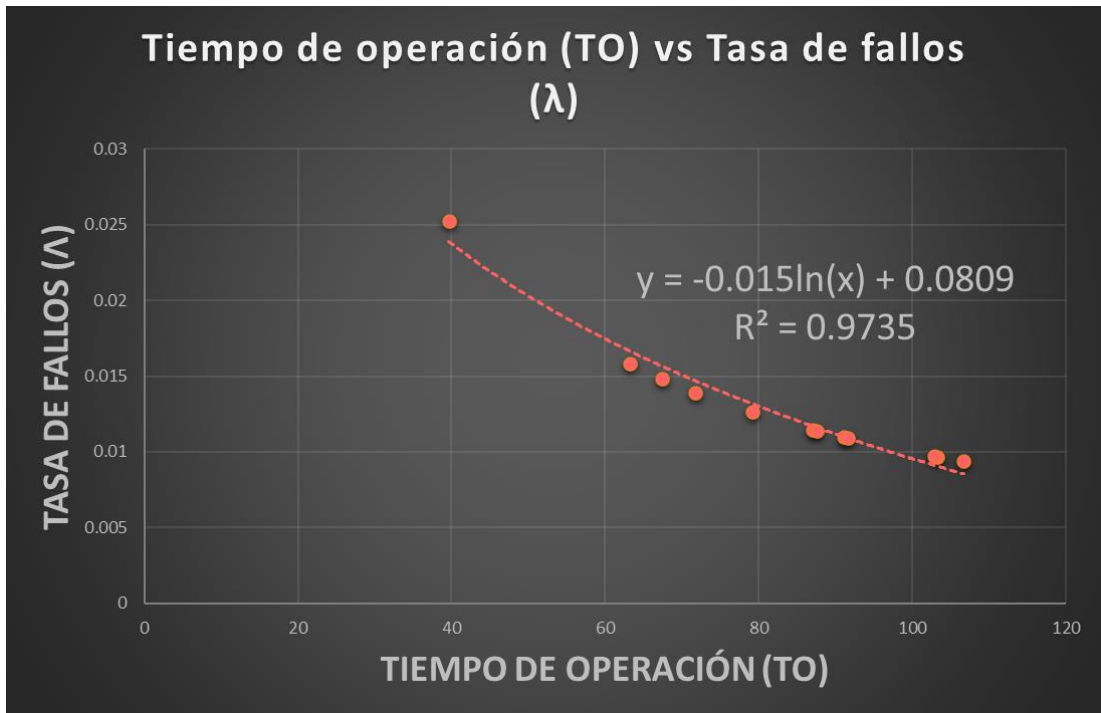



Figura 180. Gráfico de la curva de Davis logarítmica del sistema hidrosanitario.

3.5. Fiabilidad por distribución de Weibull

3.5.1. Cámara de Acondicionamiento

Tabla 110. Fiabilidad de Weibull de la cámara de acondicionamiento.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-CA			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO									
\bar{X}		S^2		s		β		α	
2.70		0.78		0.88		1.45		22.20	
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)	
Agosto	1	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/08/2022	14.00	2.64	0.00	48.29%	51.71%	
Agosto	2	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/08/2022	4.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%	
Septiembre	3	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/09/2022	39.50	3.68	0.95	22.59%	77.41%	
Septiembre	4	Revisión del sistema eléctrico	19/09/2022	8.50	2.14	0.32	59.69%	40.31%	
Octubre	5	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/10/2022	33.50	3.51	0.66	26.50%	73.50%	

Octubre	6	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	17/10/2022	4.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%
Noviembre	7	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/11/2022	35.50	3.57	0.75	25.10%	74.90%
Noviembre	8	Lubricación de las ruedas industriales	22/11/2022	14.50	2.67	0.00	47.44%	52.56%
Diciembre	9	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/12/2022	27.75	3.32	0.39	31.15%	68.85%
Diciembre	10	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/12/2022	4.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%
Enero	11	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	11/01/2023	37.50	3.62	0.85	23.80%	76.20%
Enero	12	Revisión del sistema eléctrico	18/01/2023	8.50	2.14	0.32	59.69%	40.31%
Febrero	13	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/02/2023	33.50	3.51	0.66	26.50%	73.50%
Febrero	14	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/02/2023	4.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%
Marzo	15	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/03/2023	33.50	3.51	0.66	26.50%	73.50%
Abril	16	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/04/2023	44.50	3.80	1.20	19.89%	80.11%
Abril	17	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	17/04/2023	4.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%
Mayo	18	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/05/2023	33.50	3.51	0.66	26.50%	73.50%
Mayo	19	Revisión del sistema eléctrico	17/05/2023	8.50	2.14	0.32	59.69%	40.31%
Junio	20	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/06/2023	35.50	3.57	0.75	25.10%	74.90%
Junio	21	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/06/2023	4.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%

Junio	22	Verificación de la cámara de acondicionamiento	27/06/2023	15.50	2.74	0.00	45.80%	54.20%
Julio	23	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/07/2023	21.00	3.04	0.12	38.19%	61.81%
TOTAL				20.51	2.70	0.75	45.33%	54.67%

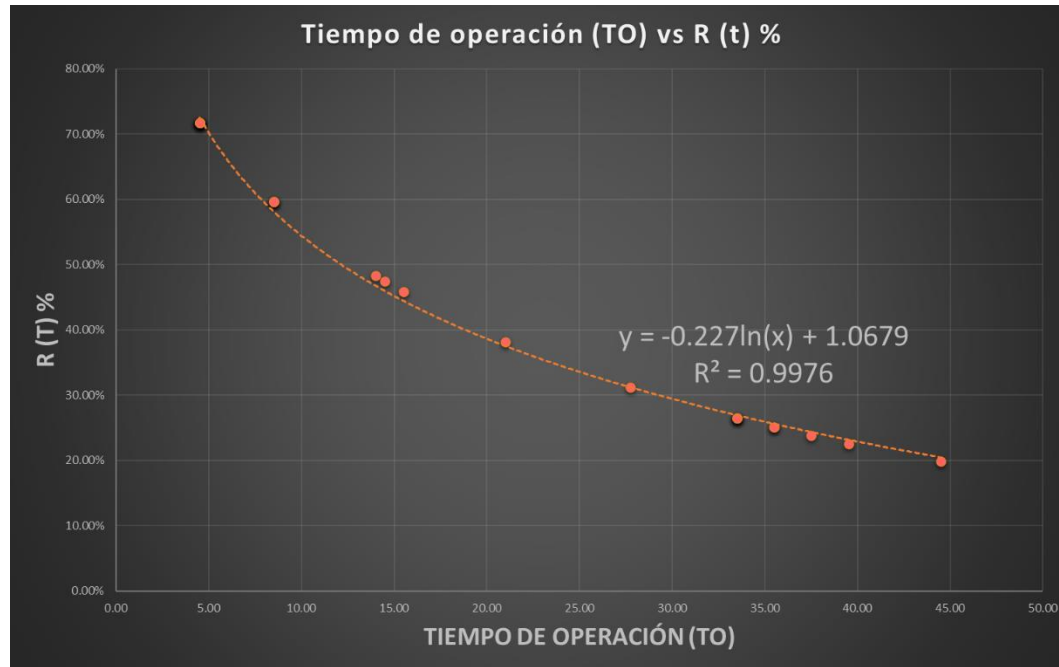



Figura 181. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de acondicionamiento.

3.5.2. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

Tabla 111. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad horizontal.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-CH		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL								
\bar{X}		S^2	s	β		α	γ	
0.87		1.78	1.33	0.96		4.33	0	
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/08/2022	3.00	1.10	0.05	50.57%	49.43%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	11/08/2022	0.30	-1.20	4.29	93.98%	6.02%
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	15/08/2022	0.70	-0.36	1.50	86.07%	13.93%
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/09/2022	10.30	2.33	2.15	8.54%	91.46%
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	21/09/2022	3.90	1.36	0.24	40.83%	59.17%
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	26/09/2022	1.30	0.26	0.36	75.15%	24.85%

Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/10/2022	5.50	1.70	0.70	27.77%	72.23%
Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/10/2022	0.30	-1.20	4.29	93.98%	6.02%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/11/2022	10.30	2.33	2.15	8.54%	91.46%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	15/11/2022	1.50	0.41	0.21	71.79%	28.21%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/12/2022	9.70	2.27	1.98	9.91%	90.09%
Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/12/2022	0.30	-1.20	4.29	93.98%	6.02%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	09/01/2023	10.90	2.39	2.32	7.35%	92.65%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	25/01/2023	5.70	1.74	0.76	26.46%	73.54%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/02/2023	5.50	1.70	0.70	27.77%	72.23%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/02/2023	0.30	-1.20	4.29	93.98%	6.02%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	15/02/2023	0.70	-0.36	1.50	86.07%	13.93%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/03/2023	8.50	2.14	1.62	13.33%	86.67%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	30/03/2023	8.10	2.09	1.50	14.71%	85.29%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/04/2023	3.95	1.37	0.26	40.34%	59.66%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/04/2023	0.30	-1.20	4.29	93.98%	6.02%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/05/2023	9.70	2.27	1.98	9.91%	90.09%

Mayo	23	Revisión del sistema de gas	15/05/2023	1.50	0.41	0.21	71.79%	28.21%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	3.70	1.31	0.20	42.82%	57.18%
Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/06/2023	6.10	1.81	0.89	24.01%	75.99%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/06/2023	0.30	-1.20	4.29	93.98%	6.02%
Junio	27	Verificación de la cámara de inflamabilidad horizontal	27/06/2023	5.50	1.70	0.70	27.77%	72.23%
Julio	28	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/07/2023	4.40	1.48	0.38	36.22%	63.78%
TOTAL				4.37	0.87	1.72	48.99%	51.01%

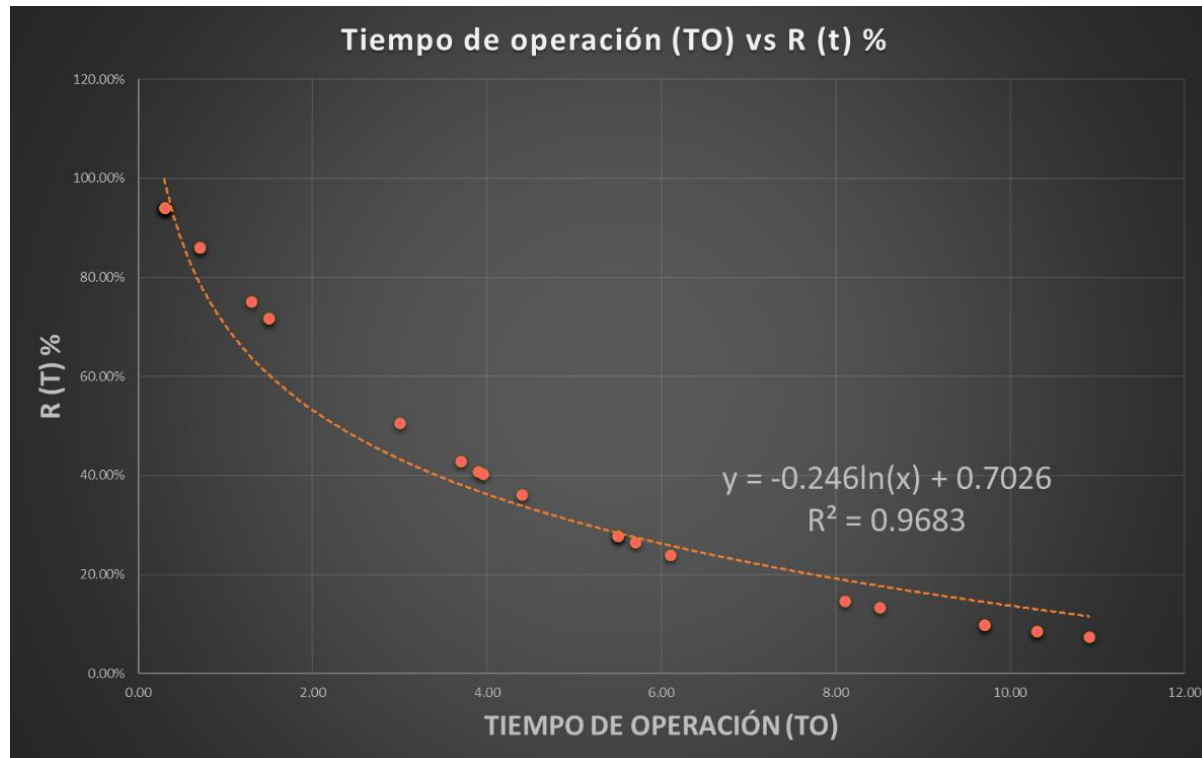



Figura 182. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad horizontal.

3.5.3. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

Tabla 112. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad horizontal.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW02-CH			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL									
\bar{X}		S^2		s		β		α	γ
0.87		1.90		1.38		0.93		4.43	0
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)	
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/08/2022	3.00	1.10	0.05	51.79%	48.21%	
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	11/08/2022	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%	
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	15/08/2022	0.70	-0.36	1.50	87.12%	12.88%	
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/09/2022	10.30	2.33	2.14	8.42%	91.58%	
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	21/09/2022	3.90	1.36	0.24	41.81%	58.19%	
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	26/09/2022	1.30	0.26	0.37	76.49%	23.51%	
Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/10/2022	5.50	1.70	0.70	28.33%	71.67%	

Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/10/2022	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/11/2022	10.30	2.33	2.14	8.42%	91.58%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	15/11/2022	1.50	0.41	0.21	73.16%	26.84%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/12/2022	9.70	2.27	1.97	9.83%	90.17%
Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/12/2022	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	09/01/2023	10.90	2.39	2.31	7.21%	92.79%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	25/01/2023	5.70	1.74	0.76	26.96%	73.04%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/02/2023	5.50	1.70	0.70	28.33%	71.67%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/02/2023	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	15/02/2023	0.70	-0.36	1.50	87.12%	12.88%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/03/2023	8.50	2.14	1.62	13.36%	86.64%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	30/03/2023	8.10	2.09	1.50	14.78%	85.22%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/04/2023	3.95	1.37	0.26	41.31%	58.69%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/04/2023	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/05/2023	9.70	2.27	1.97	9.83%	90.17%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	15/05/2023	1.50	0.41	0.21	73.16%	26.84%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	3.70	1.31	0.19	43.86%	56.14%

Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	08/06/2023	6.10	1.81	0.88	24.42%	75.58%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad horizontal	13/06/2023	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Julio	27	Limpieza de la cámara de inflamabilidad horizontal	10/07/2023	10.90	2.39	2.31	7.21%	92.79%
TOTAL				4.56	0.87	1.83	49.28%	50.72%

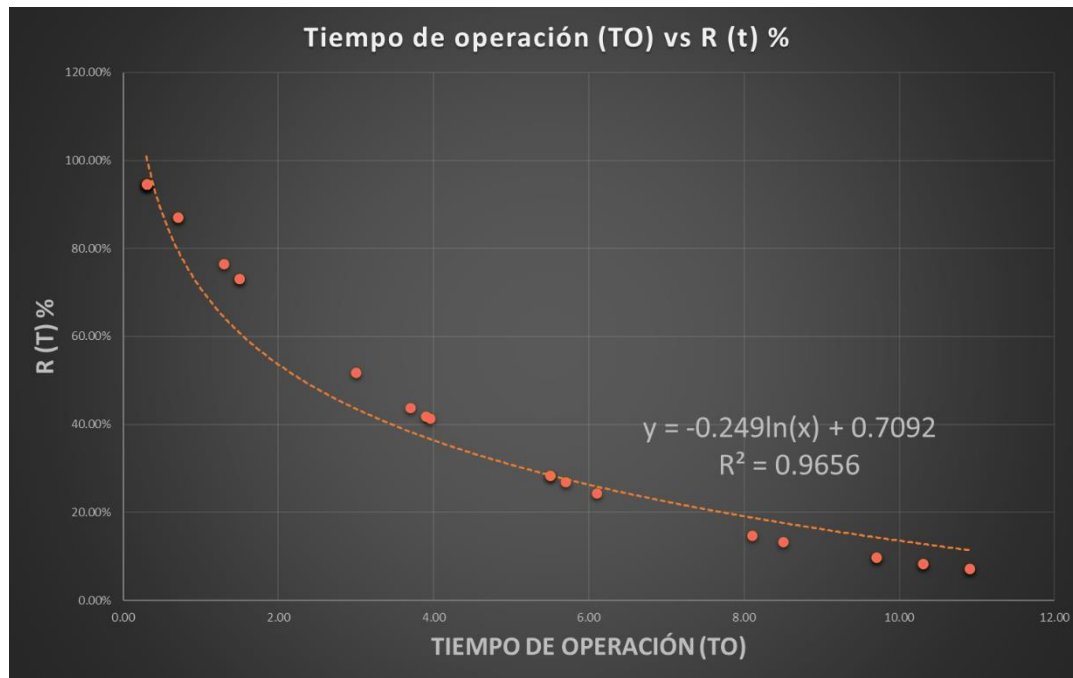



Figura 183. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad horizontal.

3.5.4. Cámara de Inflamabilidad Vertical

Tabla 113. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad vertical.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-CV		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL								
\bar{X}		S^2		s		β		α
0.87		1.90		1.38		0.93		4.43
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/08/2022	3.00	1.10	0.05	51.79%	48.21%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	11/08/2022	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	15/08/2022	0.70	-0.36	1.50	87.12%	12.88%
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/09/2022	10.30	2.33	2.14	8.42%	91.58%
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	21/09/2022	3.90	1.36	0.24	41.81%	58.19%
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	26/09/2022	1.30	0.26	0.37	76.49%	23.51%
Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	10/10/2022	5.50	1.70	0.70	28.33%	71.67%

Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/10/2022	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/11/2022	10.30	2.33	2.14	8.42%	91.58%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	15/11/2022	1.50	0.41	0.21	73.16%	26.84%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/12/2022	9.70	2.27	1.97	9.83%	90.17%
Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/12/2022	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	09/01/2023	10.90	2.39	2.31	7.21%	92.79%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	25/01/2023	5.70	1.74	0.76	26.96%	73.04%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/02/2023	5.50	1.70	0.70	28.33%	71.67%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/02/2023	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	15/02/2023	0.70	-0.36	1.50	87.12%	12.88%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/03/2023	8.50	2.14	1.62	13.36%	86.64%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	30/03/2023	8.10	2.09	1.50	14.78%	85.22%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	10/04/2023	3.95	1.37	0.26	41.31%	58.69%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/04/2023	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/05/2023	9.70	2.27	1.97	9.83%	90.17%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	15/05/2023	1.50	0.41	0.21	73.16%	26.84%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	3.70	1.31	0.19	43.86%	56.14%

Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	08/06/2023	6.10	1.81	0.88	24.42%	75.58%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad vertical	13/06/2023	0.30	-1.20	4.30	94.60%	5.40%
Julio	27	Limpieza de la cámara de inflamabilidad vertical	10/07/2023	10.90	2.39	2.31	7.21%	92.79%
TOTAL				4.56	0.87	1.83	49.28%	50.72%

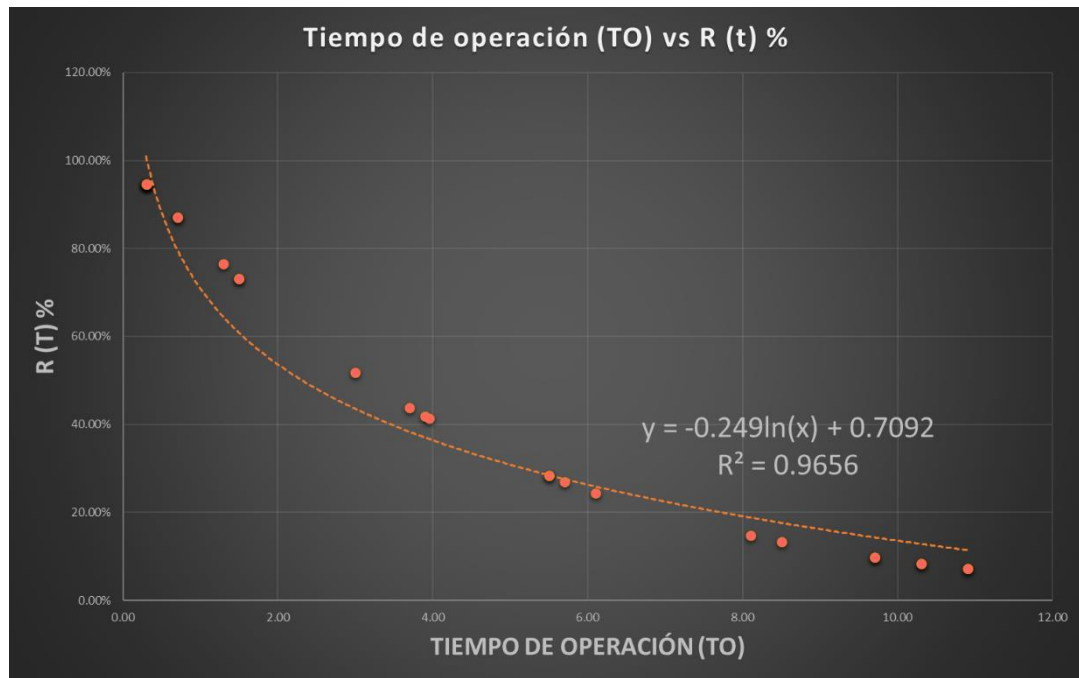



Figura 184. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad vertical.

3.5.5. Cámara de Inflamabilidad de Juguetes

Tabla 114. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA									
FIABILIDAD DE WEIBULL									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-CJ			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES									
\bar{X}		S^2		s		β		α	
0.88		1.91		1.38		0.93		4.49	
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)	
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/08/2022	4.20	1.44	0.31	39.46%	60.54%	
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	15/08/2022	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%	
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	17/08/2022	0.70	-0.36	1.53	87.36%	12.64%	
Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/09/2022	10.30	2.33	2.11	8.69%	91.31%	
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	23/09/2022	3.90	1.36	0.23	42.38%	57.62%	
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	28/09/2022	1.30	0.26	0.38	76.87%	23.13%	
Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/10/2022	5.50	1.70	0.68	28.85%	71.15%	

Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	17/10/2022	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/11/2022	10.30	2.33	2.11	8.69%	91.31%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	17/11/2022	1.50	0.41	0.23	73.57%	26.43%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/12/2022	9.70	2.27	1.93	10.13%	89.87%
Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	15/12/2022	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	11/01/2023	10.90	2.39	2.27	7.45%	92.55%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	27/01/2023	5.70	1.74	0.74	27.47%	72.53%
Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/02/2023	5.50	1.70	0.68	28.85%	71.15%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	15/02/2023	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	17/02/2023	0.70	-0.36	1.53	87.36%	12.64%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/03/2023	8.50	2.14	1.58	13.72%	86.28%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	03/04/2023	8.10	2.09	1.47	15.17%	84.83%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/04/2023	3.95	1.37	0.24	41.88%	58.12%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	17/04/2023	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	10/05/2023	9.70	2.27	1.93	10.13%	89.87%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	17/05/2023	1.50	0.41	0.23	73.57%	26.43%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	26/05/2023	3.70	1.31	0.18	44.43%	55.57%

Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/06/2023	6.10	1.81	0.86	24.91%	75.09%
Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de juguetes	15/06/2023	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Julio	27	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de juguetes	12/07/2023	10.90	2.39	2.27	7.45%	92.55%
TOTAL				4.61	0.88	1.84	49.14%	50.86%

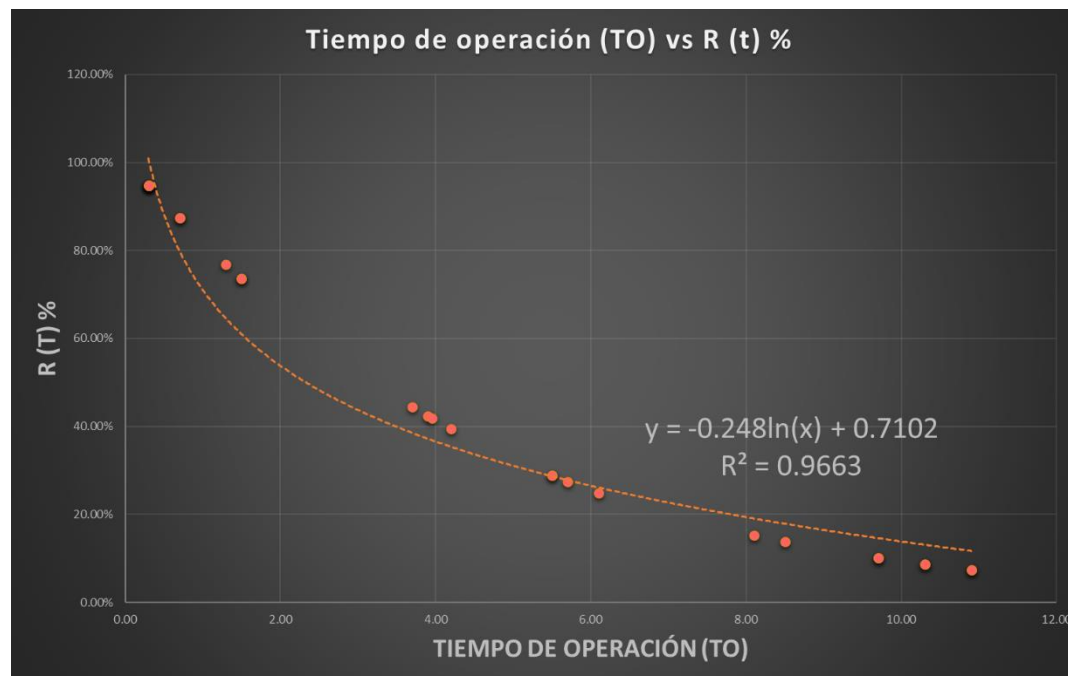



Figura 185. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

3.5.6. Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción

Tabla 115. Fiabilidad de Weibull de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-CMC		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN								
\bar{X}		S^2		s		β		α
0.88		1.91		1.38		0.93		4.49
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/08/2022	4.20	1.44	0.31	39.46%	60.54%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	15/08/2022	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Agosto	3	Revisión del sistema de gas	17/08/2022	0.70	-0.36	1.53	87.36%	12.64%

Septiembre	4	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/09/2022	10.30	2.33	2.11	8.69%	91.31%
Septiembre	5	Cambio del cilindro de gas	23/09/2022	3.90	1.36	0.23	42.38%	57.62%
Septiembre	6	Revisión del sistema eléctrico	28/09/2022	1.30	0.26	0.38	76.87%	23.13%
Octubre	7	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/10/2022	5.50	1.70	0.68	28.85%	71.15%
Octubre	8	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	17/10/2022	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Noviembre	9	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/11/2022	10.30	2.33	2.11	8.69%	91.31%
Noviembre	10	Revisión del sistema de gas	17/11/2022	1.50	0.41	0.23	73.57%	26.43%
Diciembre	11	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/12/2022	9.70	2.27	1.93	10.13%	89.87%
Diciembre	12	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	15/12/2022	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Enero	13	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	11/01/2023	10.90	2.39	2.27	7.45%	92.55%
Enero	14	Revisión del sistema eléctrico	27/01/2023	5.70	1.74	0.74	27.47%	72.53%

Febrero	15	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/02/2023	5.50	1.70	0.68	28.85%	71.15%
Febrero	16	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	15/02/2023	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Febrero	17	Revisión del sistema de gas	17/02/2023	0.70	-0.36	1.53	87.36%	12.64%
Marzo	18	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/03/2023	8.50	2.14	1.58	13.72%	86.28%
Marzo	19	Lubricación de las bisagras	03/04/2023	8.10	2.09	1.47	15.17%	84.83%
Abril	20	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/04/2023	3.95	1.37	0.24	41.88%	58.12%
Abril	21	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	17/04/2023	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Mayo	22	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	10/05/2023	9.70	2.27	1.93	10.13%	89.87%
Mayo	23	Revisión del sistema de gas	17/05/2023	1.50	0.41	0.23	73.57%	26.43%
Mayo	24	Revisión del sistema eléctrico	26/05/2023	3.70	1.31	0.18	44.43%	55.57%
Junio	25	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/06/2023	6.10	1.81	0.86	24.91%	75.09%

Junio	26	Inspección general de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	15/06/2023	0.30	-1.20	4.35	94.72%	5.28%
Julio	27	Limpieza de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción	12/07/2023	10.90	2.39	2.27	7.45%	92.55%
TOTAL				4.61	0.88	1.84	49.14%	50.86%

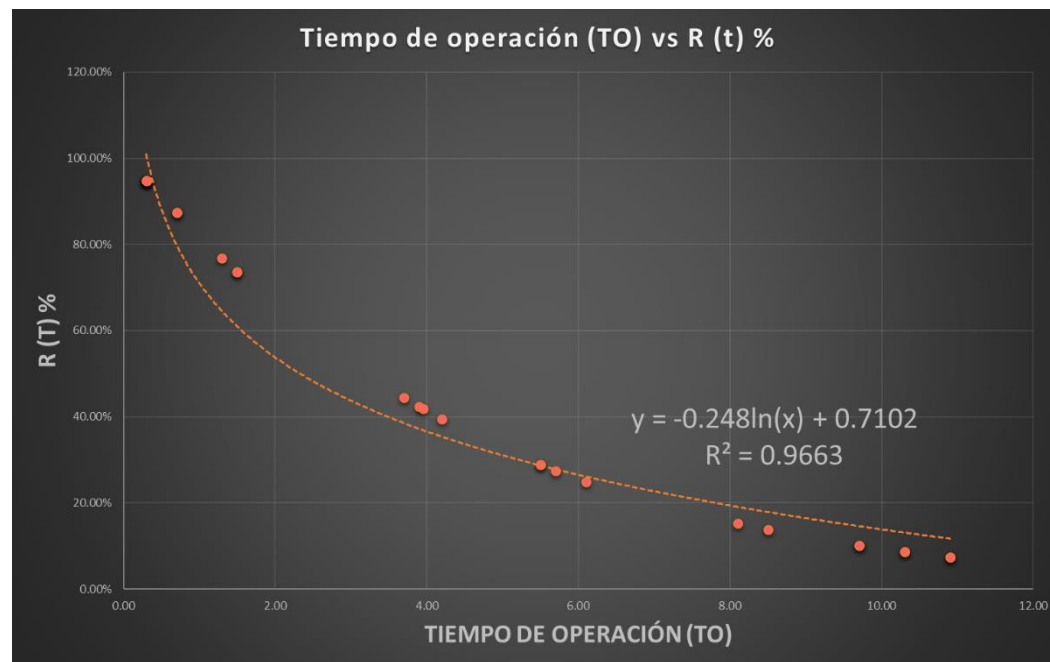



Figura 186. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.

3.5.7. Extractor

Tabla 116. Fiabilidad de Weibull del extractor de aire.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-EX			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
EXTRACTOR									
\bar{X}		S^2		s		β		α	
3.599		1.089		1.043		1.229		58.483	
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)	
Agosto	1	Limpieza del extractor	11/08/2022	24	3.18	0.18	61.6%	38.4%	
Agosto	2	Inspección general del extractor	15/08/2022	5.3	1.67	3.73	86.8%	13.2%	
Septiembre	3	Verificar el estado del sensor	20/09/2022	77.65	4.35	0.57	28.4%	71.6%	
Octubre	4	Inspección general del extractor	17/10/2022	56.75	4.04	0.19	37.7%	62.3%	
Noviembre	5	Limpieza del extractor	11/11/2022	56.65	4.04	0.19	37.7%	62.3%	
Diciembre	6	Inspección general del extractor	15/12/2022	71.3	4.27	0.45	30.9%	69.1%	
Enero	7	Revisión del sistema eléctrico	23/01/2023	80.65	4.39	0.63	27.3%	72.7%	
Febrero	8	Limpieza del extractor	13/02/2023	44.75	3.80	0.04	44.7%	55.3%	

Febrero	9	Inspección general del extractor	15/02/2023	5.3	1.67	3.73	86.8%	13.2%
Marzo	10	Verificar el estado del sensor	20/03/2023	68.65	4.23	0.40	32.0%	68.0%
Abril	11	Inspección general del extractor	17/04/2023	59.75	4.09	0.24	36.1%	63.9%
Mayo	12	Limpieza del extractor	11/05/2023	53.65	3.98	0.15	39.4%	60.6%
Mayo	13	Inspección general del extractor	15/05/2023	5.3	1.67	3.73	86.8%	13.2%
Junio	14	Inspección general del extractor	15/06/2023	68.65	4.23	0.40	32.0%	68.0%
Julio	15	Revisión del sistema eléctrico	24/07/2023	80.65	4.39	0.63	27.3%	72.7%
TOTAL				50.60	3.60	1.02	46.4%	53.6%

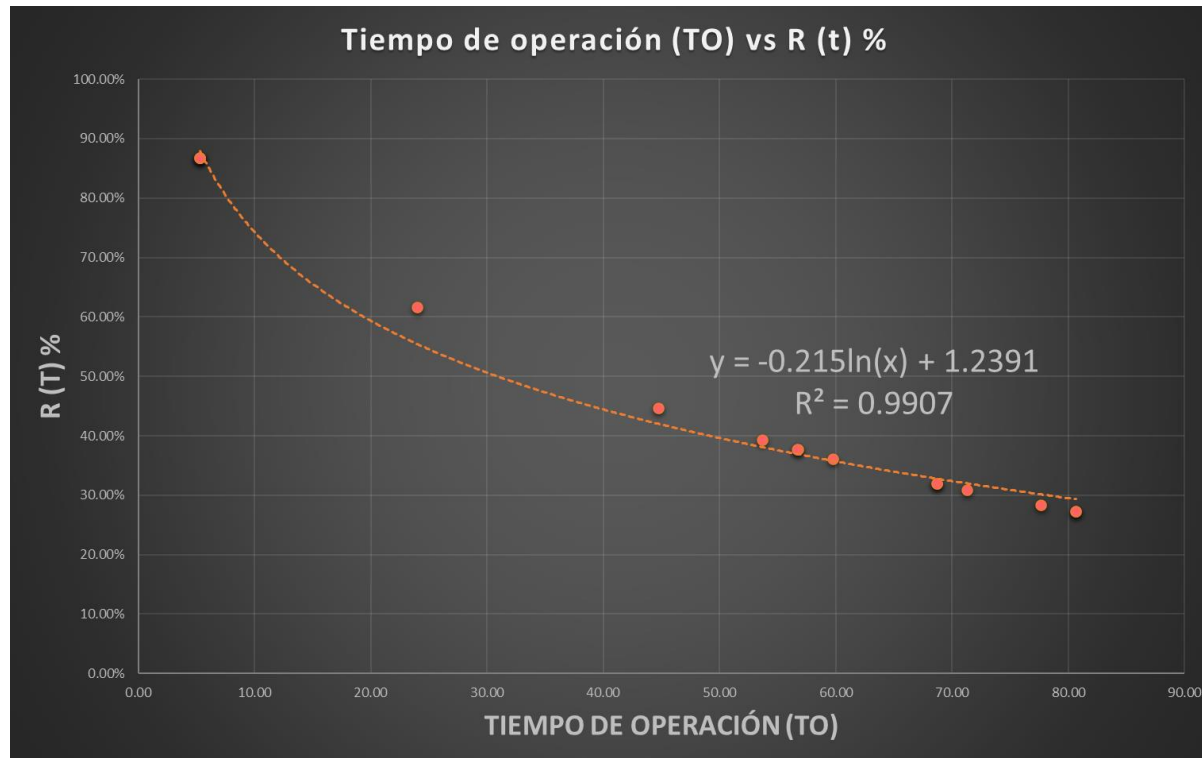


Figura 187. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del extractor de aire.

3.5.8. Computadora

Tabla 117. Fiabilidad de Weibull de la computadora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-CT			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
COMPUTADORA									
\bar{X}		S^2		s		β		α	
3.493		0.486		0.697		1.839		44.998	
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)	
Agosto	1	Limpieza de la computadora	04/08/2022	12.00	2.48	1.02	61.43%	38.57%	
Agosto	2	Limpieza de los periféricos	22/08/2022	47.30	3.86	0.13	35.79%	64.21%	
Septiembre	3	Inspección general de la computadora	08/09/2022	51.65	3.94	0.20	34.03%	65.97%	
Septiembre	4	Actualización del sistema	15/09/2022	19.65	2.98	0.26	52.87%	47.13%	
Septiembre	5	Revisión del sistema eléctrico	26/09/2022	27.55	3.32	0.03	46.50%	53.50%	
Octubre	6	Cambio de pasta térmica	12/10/2022	47.75	3.87	0.14	35.60%	64.40%	
Octubre	7	Limpieza de los periféricos	24/10/2022	31.59	3.45	0.00	43.82%	56.18%	
Noviembre	8	Limpieza de la computadora	04/11/2022	35.65	3.57	0.01	41.43%	58.57%	

Noviembre	9	Inspección general de la computadora	08/11/2022	7.30	1.99	2.26	68.94%	31.06%
Diciembre	10	Actualización del sistema	15/12/2022	107.65	4.68	1.41	20.05%	79.95%
Diciembre	11	Limpieza de los periféricos	22/12/2022	19.55	2.97	0.27	52.97%	47.03%
Enero	12	Inspección general de la computadora	09/01/2023	47.65	3.86	0.14	35.64%	64.36%
Enero	13	Revisión del sistema eléctrico	25/01/2023	47.65	3.86	0.14	35.64%	64.36%
Febrero	14	Limpieza de la computadora	06/02/2023	31.75	3.46	0.00	43.73%	56.27%
Febrero	15	Limpieza de los periféricos	22/02/2023	47.30	3.86	0.13	35.79%	64.21%
Marzo	16	Inspección general de la computadora	08/03/2023	39.65	3.68	0.04	39.32%	60.68%
Marzo	17	Actualización del sistema	15/03/2023	19.65	2.98	0.26	52.87%	47.13%
Abril	18	Limpieza de los periféricos	24/04/2023	111.55	4.71	1.49	19.43%	80.57%
Mayo	19	Limpieza de la computadora	04/05/2023	31.65	3.45	0.00	43.79%	56.21%
Mayo	20	Inspección general de la computadora	08/05/2023	7.30	1.99	2.26	68.94%	31.06%
Mayo	21	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	47.65	3.86	0.14	35.64%	64.36%
Junio	22	Actualización del sistema	15/06/2023	63.75	4.15	0.44	29.86%	70.14%
Junio	23	Limpieza de los periféricos	22/06/2023	19.55	2.97	0.27	52.97%	47.03%
Julio	24	Inspección general de la computadora	10/07/2023	47.65	3.86	0.14	35.64%	64.36%
TOTAL				40.433	3.49	0.47	42.61%	57.39%

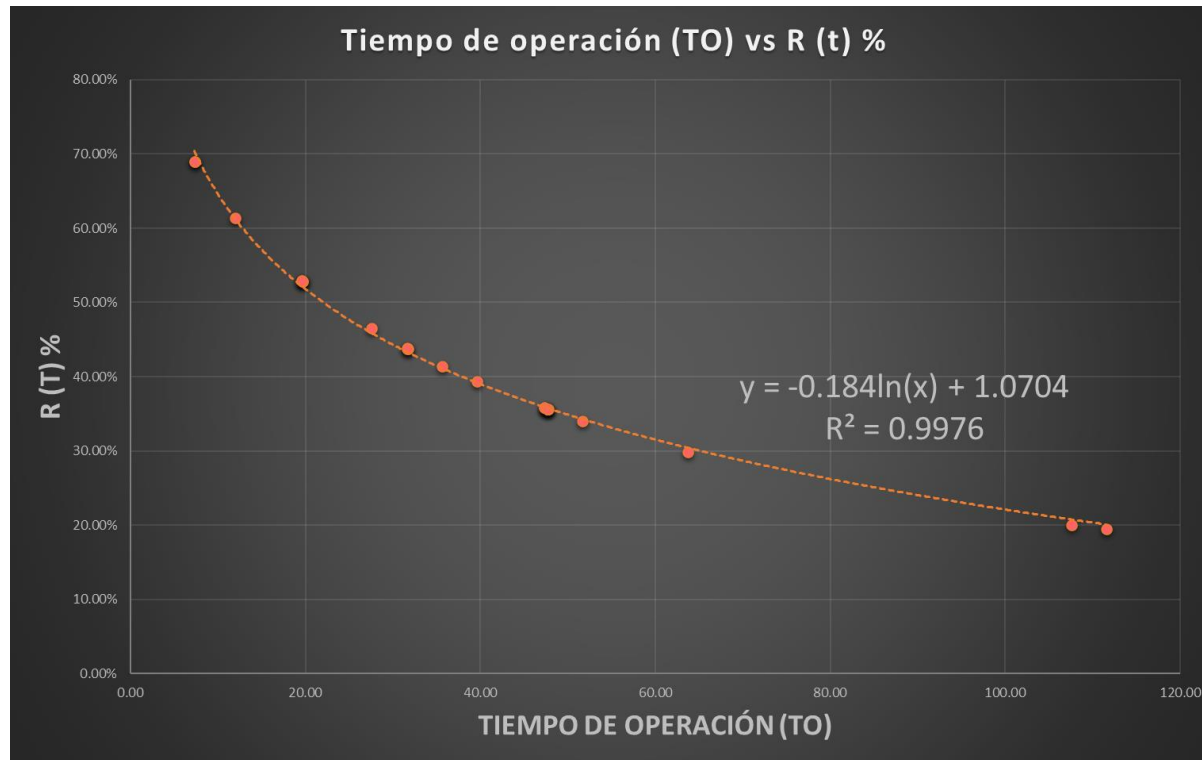



Figura 188. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la computadora.

3.5.9. Impresora

Tabla 118. Fiabilidad de Weibull de la impresora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-IP			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
IMPRESORA									
\bar{X}		S^2		s		β		α	
3.60		0.83		0.91		1.41		55.21	
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)	
Agosto	1	Limpieza de la impresora	17/08/2022	36.00	3.58	0.00	47.79%	52.21%	
Septiembre	2	Inspección general de la impresora	22/09/2022	77.30	4.35	0.56	28.09%	71.91%	
Septiembre	3	Cambio de los cartuchos de tinta	04/10/2022	23.65	3.16	0.19	57.81%	42.19%	
Octubre	4	Limpieza de la impresora	19/10/2022	32.75	3.49	0.01	50.14%	49.86%	
Noviembre	5	Revisión del sistema eléctrico	24/11/2022	77.30	4.35	0.56	28.09%	71.91%	
Noviembre	6	Limpieza de los rodillos	30/11/2022	11.75	2.46	1.29	71.63%	28.37%	

Diciembre	7	Limpieza de la impresora	19/12/2022	38.65	3.65	0.00	46.00%	54.00%
Enero	8	Inspección general de la impresora	23/01/2023	74.30	4.31	0.50	29.10%	70.90%
Febrero	9	Limpieza de la impresora	17/02/2023	56.65	4.04	0.19	36.11%	63.89%
Marzo	10	Limpieza de los rodillos	30/03/2023	86.30	4.46	0.73	25.34%	74.66%
Marzo	11	Cambio de los cartuchos de tinta	03/04/2023	5.65	1.73	3.50	82.00%	18.00%
Abril	12	Limpieza de la impresora	19/04/2023	35.75	3.58	0.00	47.96%	52.04%
Mayo	13	Inspección general de la impresora	22/05/2023	68.30	4.22	0.39	31.26%	68.74%
Mayo	14	Revisión del sistema eléctrico	24/05/2023	5.65	1.73	3.50	82.00%	18.00%
Junio	15	Limpieza de la impresora	19/06/2023	53.75	3.98	0.15	37.49%	62.51%
Julio	16	Limpieza de los rodillos	01/08/2023	92.30	4.53	0.85	23.69%	76.31%
TOTAL				48.50	3.60	0.78	45.28%	54.72%

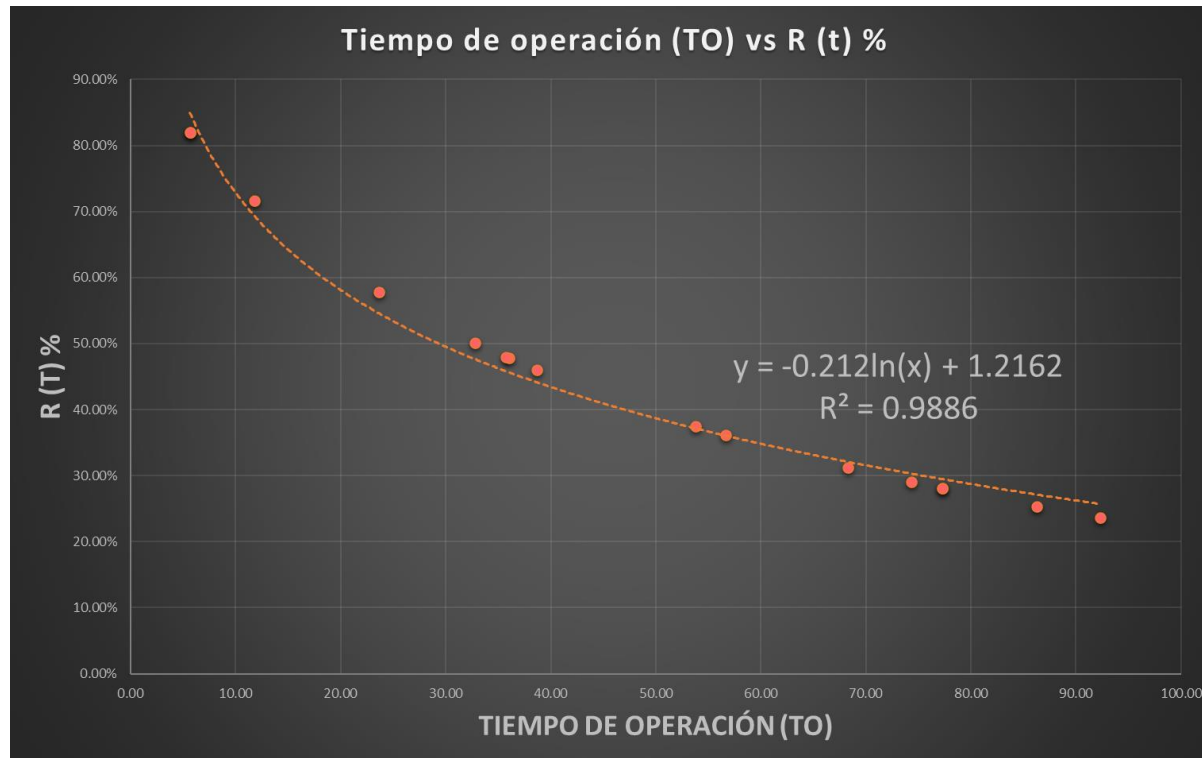



Figura 189. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la impresora.

3.5.10. Data Logger

Tabla 119. Fiabilidad de Weibull del data logger.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-TD		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
DATA LOGGER								
\bar{X}		S^2		s		β		α
1.80		1.15		1.07		1.20		9.83
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del Data Logger	10/08/2022	14.00	-0.69	6.23	92.03%	7.97%
Septiembre	2	Inspección general del Data Logger	15/08/2022	4.50	2.55	0.56	28.75%	71.25%
Octubre	3	Limpieza del Data Logger	12/09/2022	39.50	2.16	0.13	40.72%	59.28%
Noviembre	4	Revisión del sistema eléctrico	19/09/2022	8.50	2.55	0.56	28.75%	71.25%
Diciembre	5	Limpieza del Data Logger	12/10/2022	33.50	2.05	0.06	44.06%	55.94%
Diciembre	6	Inspección general del Data Logger	17/10/2022	4.50	0.26	2.38	83.15%	16.85%

Enero	7	Cambio de la batería	10/11/2022	35.50	2.68	0.78	24.78%	75.22%
Febrero	8	Limpieza del Data Logger	22/11/2022	14.50	1.56	0.06	58.01%	41.99%
Marzo	9	Inspección general del Data Logger	12/12/2022	27.75	2.42	0.39	32.52%	67.48%
Abril	10	Limpieza del Data Logger	15/12/2022	4.50	2.21	0.17	39.00%	61.00%
Mayo	11	Revisión del sistema eléctrico	11/01/2023	37.50	2.51	0.50	29.95%	70.05%
Junio	12	Limpieza del Data Logger	18/01/2023	8.50	2.11	0.09	42.16%	57.84%
Junio	13	Inspección general del Data Logger	10/02/2023	33.50	0.26	2.38	83.15%	16.85%
Julio	14	Revisión de la batería	15/02/2023	4.50	2.61	0.66	26.84%	73.16%
TOTAL				8.51	1.80	1.07	46.71%	53.29%

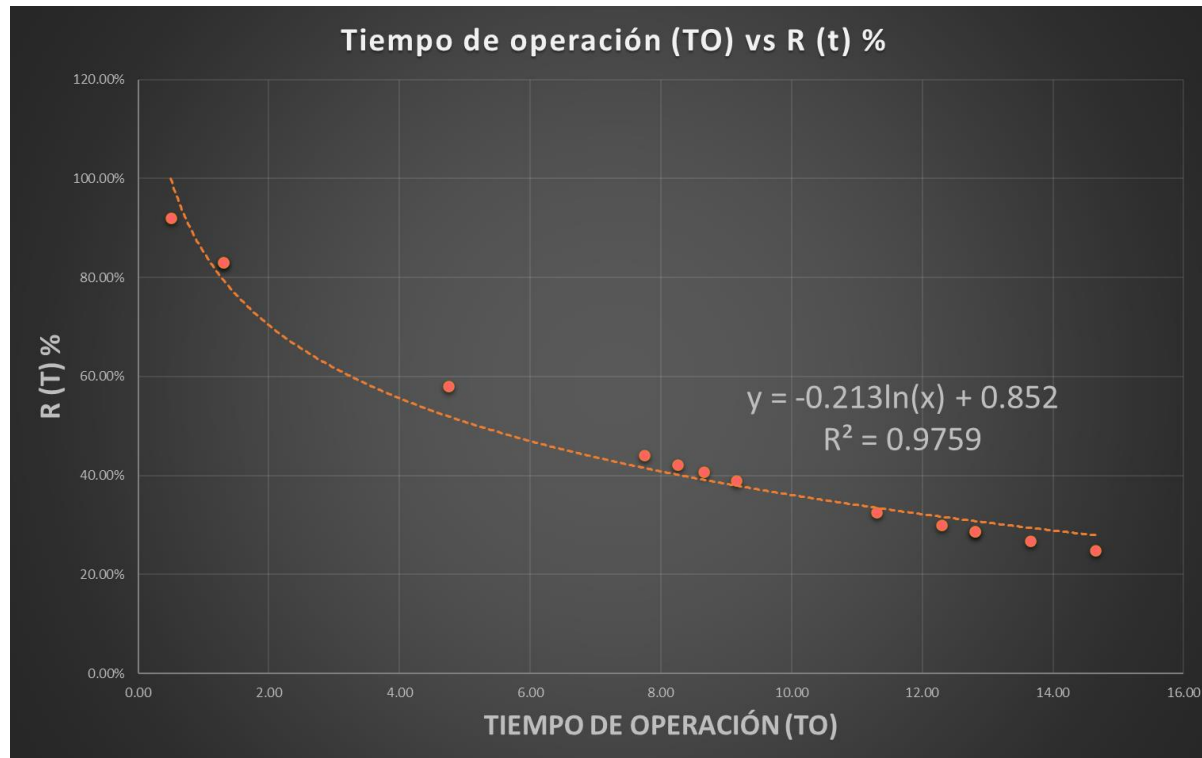


Figura 190. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del data logger.

3.5.11. Regla

Tabla 120. Fiabilidad de Weibull de la regla.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-RL		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
REGLA								
\bar{X}		S^2	s	β		α	γ	
1.97		1.32	1.15	1.12		11.98	0	
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza de la regla	18/08/2022	13.00	2.56	0.36	34.09%	65.91%
Agosto	2	Inspección de la escala graduada	22/08/2022	1.65	0.50	2.15	84.38%	15.62%
Septiembre	3	Limpieza de la regla	20/09/2022	20.83	3.04	1.14	19.39%	80.61%
Octubre	4	Limpieza de la regla	20/10/2022	21.65	3.08	1.23	18.30%	81.70%
Octubre	5	Inspección de la escala graduada	24/10/2022	1.65	0.50	2.15	84.38%	15.62%
Octubre	6	Calibración total del equipo	28/10/2022	3.83	1.34	0.39	69.72%	30.28%

Noviembre	7	Limpieza de la regla	18/11/2022	12.00	2.48	0.27	36.72%	63.28%
Diciembre	8	Limpieza de la regla	20/12/2022	21.65	3.08	1.23	18.30%	81.70%
Diciembre	9	Inspección de la escala graduada	22/12/2022	1.65	0.50	2.15	84.38%	15.62%
Enero	10	Limpieza de la regla	19/01/2023	19.83	2.99	1.04	20.80%	79.20%
Enero	11	Cambio de la funda plástica	24/01/2023	2.65	0.97	0.98	77.15%	22.85%
Febrero	12	Limpieza de la regla	20/02/2023	18.88	2.94	0.94	22.26%	77.74%
Febrero	13	Inspección de la escala graduada	22/02/2023	1.65	0.50	2.15	84.38%	15.62%
Marzo	14	Limpieza de la regla	20/03/2023	17.83	2.88	0.84	23.99%	76.01%
Abril	15	Limpieza de la regla	20/04/2023	22.65	3.12	1.33	17.06%	82.94%
Abril	16	Inspección de la escala graduada	24/04/2023	1.65	0.50	2.15	84.38%	15.62%
Mayo	17	Limpieza de la regla	18/05/2023	17.83	2.88	0.84	23.99%	76.01%
Junio	18	Limpieza de la regla	20/06/2023	22.65	3.12	1.33	17.06%	82.94%
Junio	19	Inspección de la escala graduada	22/06/2023	1.65	0.50	2.15	84.38%	15.62%
Junio	20	Verificación del equipo	27/06/2023	2.83	1.04	0.86	75.94%	24.06%
Julio	21	Limpieza de la regla	20/07/2023	16.00	2.77	0.65	27.37%	72.63%
TOTAL				11.62	1.97	1.25	48.02%	51.98%

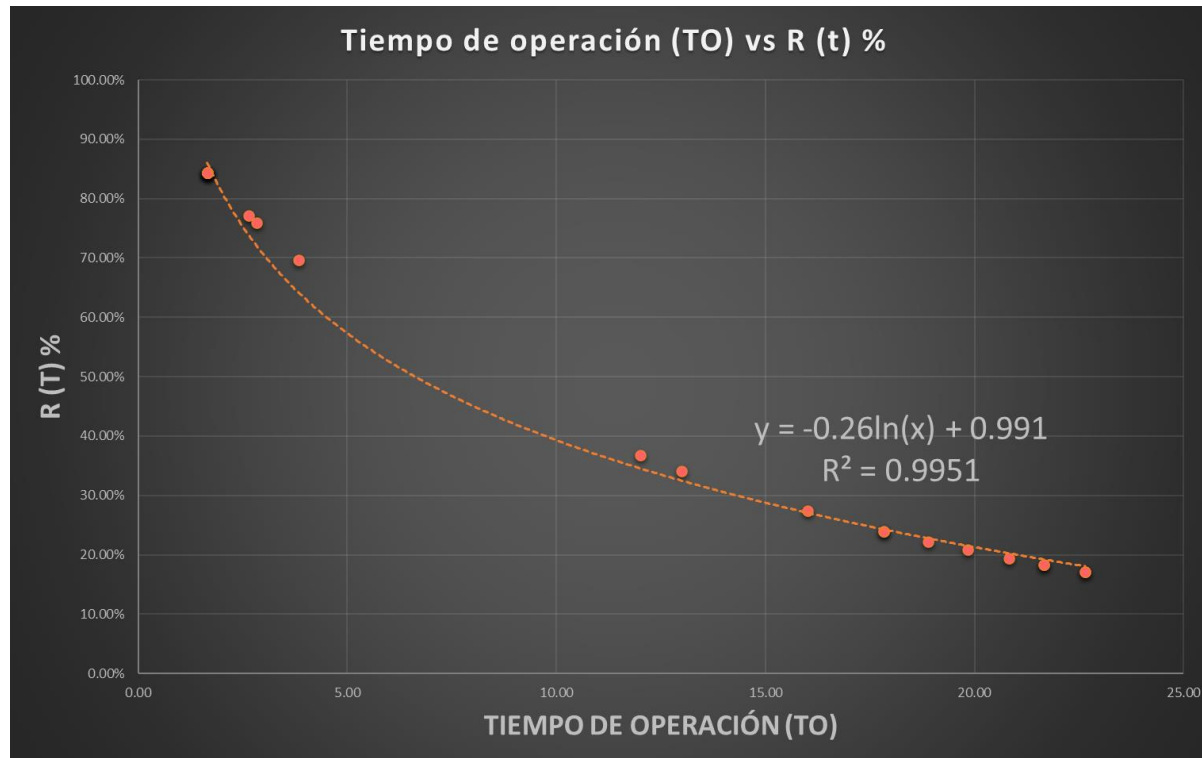


Figura 191. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la regla.

3.5.12. Flexómetro

Tabla 121. Fiabilidad de Weibull del flexómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-FX		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
FLEXÓMETRO								
\bar{X}		S^2		s		β		α
3.82		0.35		0.59		2.17		59.75
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Inspección general del equipo	16/08/2022	33.00	3.50	0.11	46.72%	53.28%
Agosto	2	Inspección de la escala graduada	29/08/2022	26.83	3.29	0.29	50.07%	49.93%
Septiembre	3	Limpieza del flexómetro	14/09/2022	35.83	3.58	0.06	45.37%	54.63%
Octubre	4	Inspección de la cinta métrica metálica	20/10/2022	77.65	4.35	0.28	32.36%	67.64%
Noviembre	5	Limpieza del flexómetro	14/11/2022	50.83	3.93	0.01	39.52%	60.48%
Diciembre	6	Inspección general del equipo	16/12/2022	71.65	4.27	0.20	33.72%	66.28%

Enero	7	Limpieza del flexómetro	13/01/2023	59.83	4.09	0.07	36.77%	63.23%
Febrero	8	Inspección de la escala graduada	01/03/2023	98.65	4.59	0.59	28.38%	71.62%
Marzo	9	Limpieza del flexómetro	14/03/2023	26.83	3.29	0.29	50.07%	49.93%
Abril	10	Inspección general del equipo	18/04/2023	74.65	4.31	0.24	33.03%	66.97%
Mayo	11	Calibración total del equipo	05/05/2023	38.83	3.66	0.03	44.04%	55.96%
Mayo	12	Limpieza del flexómetro	12/05/2023	12.00	2.48	1.79	62.02%	37.98%
Junio	13	Verificación del equipo	27/06/2023	95.65	4.56	0.54	28.89%	71.11%
Julio	14	Limpieza del flexómetro	14/07/2023	38.00	3.64	0.03	44.40%	55.60%
TOTAL				52.87	3.82	0.32	41.10%	58.90%

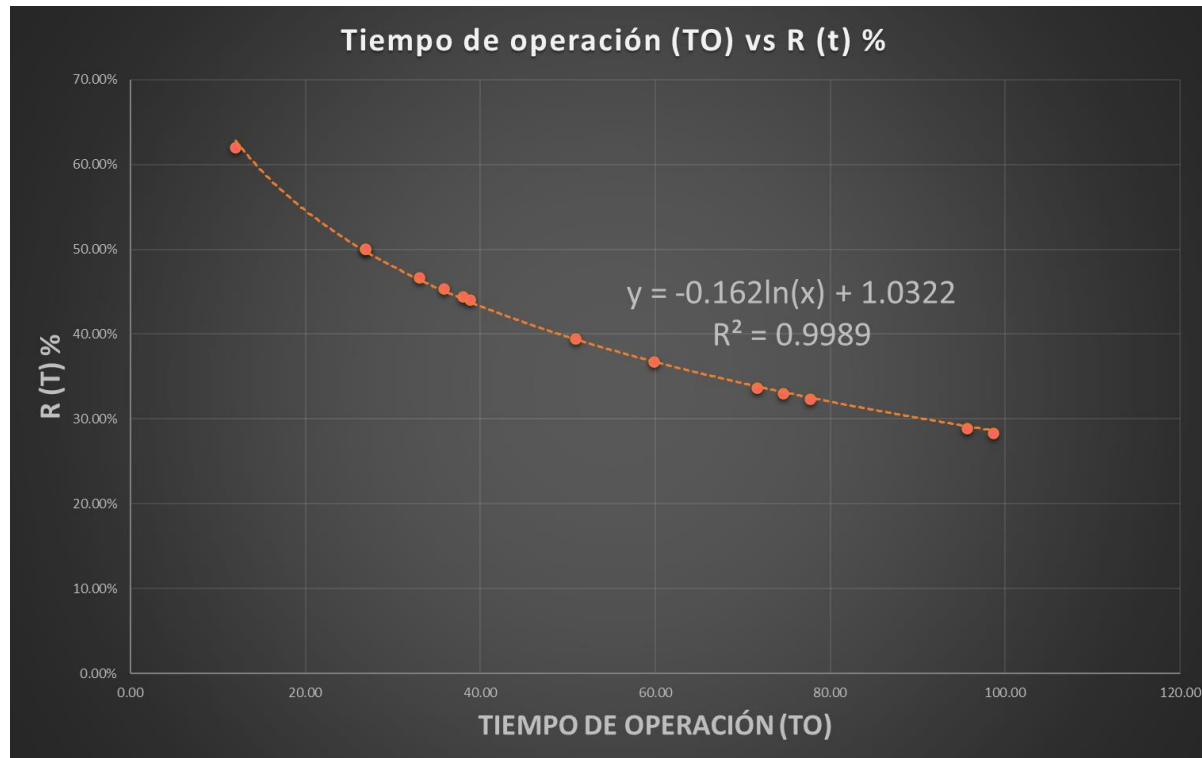


Figura 192. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del flexómetro.

3.5.13. Anemómetro Digital

Tabla 122. Fiabilidad de Weibull del anemómetro digital.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-AN			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
ANEMÓMETRO DIGITAL									
\bar{X}		S^2		s		β		α	γ
1.34		1.84		1.36		0.95		7.03	0
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)	
Agosto	1	Inspección general del equipo	16/08/2022	5.50	1.70	0.13	46.23%	53.77%	
Agosto	2	Cambio de la batería	24/08/2022	2.83	1.04	0.09	68.24%	31.76%	
Septiembre	3	Limpieza del equipo	15/09/2022	7.83	2.06	0.52	32.59%	67.41%	
Septiembre	4	Revisión del sistema eléctrico	29/09/2022	4.65	1.54	0.04	52.41%	47.59%	
Octubre	5	Verificación del estado de las aspas	21/10/2022	7.83	2.06	0.52	32.59%	67.41%	
Octubre	6	Calibración total del equipo	27/10/2022	1.65	0.50	0.70	80.58%	19.42%	

Noviembre	7	Limpieza del equipo	15/11/2022	3.50	1.25	0.01	61.98%	38.02%
Noviembre	8	Inspección general del equipo	16/11/2022	0.15	-1.90	10.48	98.30%	1.70%
Diciembre	9	Revisión de la batería	23/12/2022	13.33	2.59	1.56	13.97%	86.03%
Enero	10	Limpieza del equipo	16/01/2023	7.83	2.06	0.52	32.59%	67.41%
Febrero	11	Inspección general del equipo	16/02/2023	11.15	2.41	1.15	19.61%	80.39%
Marzo	12	Limpieza del equipo	15/03/2023	9.33	2.23	0.80	25.94%	74.06%
Marzo	13	Revisión del sistema eléctrico	29/03/2023	4.65	1.54	0.04	52.41%	47.59%
Abril	14	Verificación del estado de las aspas	21/04/2023	8.33	2.12	0.61	30.21%	69.79%
Abril	15	Revisión de la batería	25/04/2023	0.65	-0.43	3.13	92.25%	7.75%
Mayo	16	Limpieza del equipo	15/05/2023	6.83	1.92	0.34	37.90%	62.10%
Mayo	17	Inspección general del equipo	16/05/2023	0.15	-1.90	10.48	98.30%	1.70%
Junio	18	Verificación del equipo	20/06/2023	12.33	2.51	1.38	16.33%	83.67%
Julio	19	Limpieza del equipo	17/07/2023	8.50	2.14	0.64	29.44%	70.56%
TOTAL				6.16	1.34	1.74	48.52%	51.48%

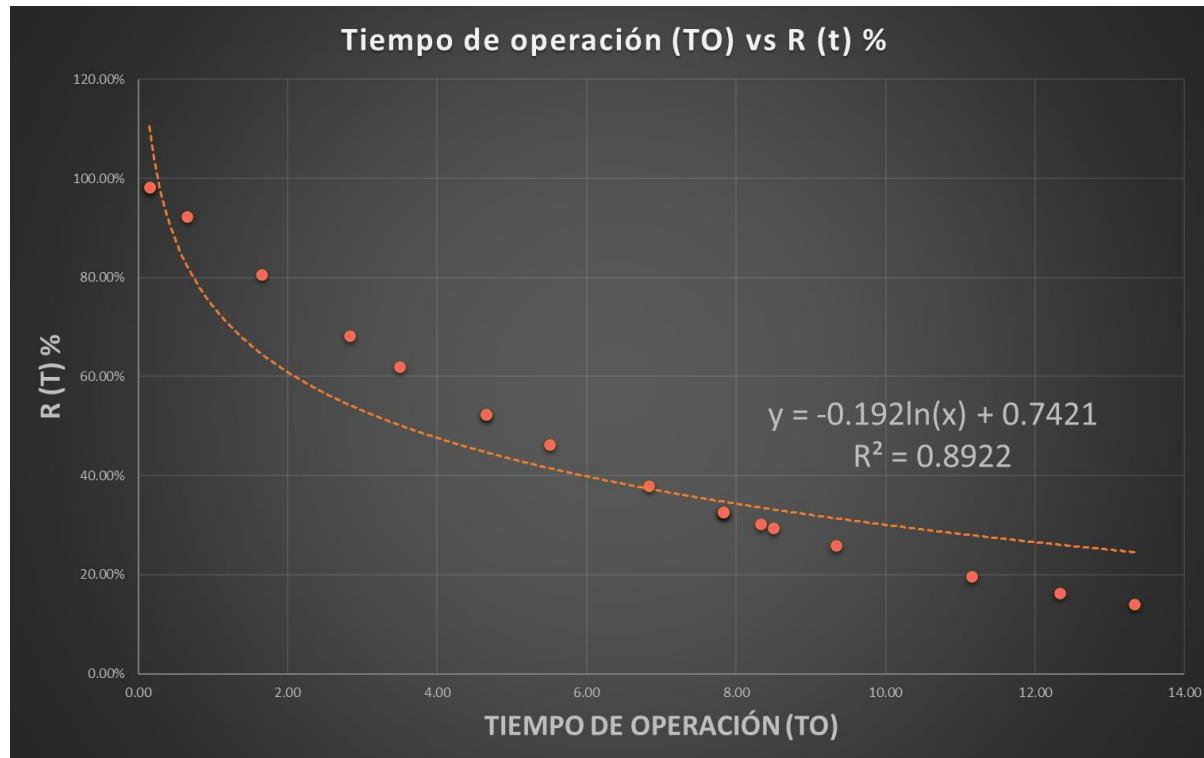



Figura 193. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del anemómetro digital.

3.5.14. Pirómetro

Tabla 123. Fiabilidad de Weibull del pirómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-TI		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
PIRÓMETRO								
\bar{X}		S^2		s		β		α
1.60		0.77		0.88		1.4		7.36
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del equipo	11/08/2022	4.00	1.39	0.05	51.77%	48.23%
Septiembre	2	Inspección general del equipo	15/09/2022	12.15	2.50	0.80	24.41%	75.59%
Septiembre	3	Revisión sistema eléctrico	26/09/2022	3.33	1.20	0.16	55.95%	44.05%
Octubre	4	Verificación del estado del láser infrarrojo	25/10/2022	10.33	2.34	0.54	28.32%	71.68%
Octubre	5	Calibración total del equipo	28/10/2022	1.15	0.14	2.13	75.57%	24.43%
Noviembre	6	Limpieza del equipo	11/11/2022	2.00	0.69	0.82	66.41%	33.59%

Noviembre	7	Cambio de la batería	22/11/2022	3.15	1.15	0.21	57.18%	42.82%
Diciembre	8	Verificación del estado de la carcasa	16/12/2022	8.83	2.18	0.33	32.20%	67.80%
Enero	9	Inspección general del equipo	16/01/2023	10.33	2.34	0.54	28.32%	71.68%
Febrero	10	Limpieza del equipo	13/02/2023	9.83	2.29	0.47	29.54%	70.46%
Marzo	11	Revisión de la batería	17/03/2023	11.65	2.46	0.73	25.41%	74.59%
Marzo	12	Revisión sistema eléctrico	24/03/2023	2.33	0.85	0.57	63.47%	36.53%
Abril	13	Verificación del estado del láser infrarrojo	25/04/2023	10.83	2.38	0.61	27.16%	72.84%
Mayo	14	Limpieza del equipo	11/05/2023	5.65	1.73	0.02	43.42%	56.58%
Mayo	15	Inspección general del equipo	15/05/2023	0.65	-0.43	4.13	82.74%	17.26%
Junio	16	Verificación del estado de la carcasa	16/06/2023	11.83	2.47	0.76	25.04%	74.96%
Junio	17	Verificación del equipo	27/06/2023	3.33	1.20	0.16	55.95%	44.05%
Julio	18	Revisión de la batería	19/07/2023	7.00	1.95	0.12	38.05%	61.95%
TOTAL				6.58	1.60	0.73	45.05%	54.95%

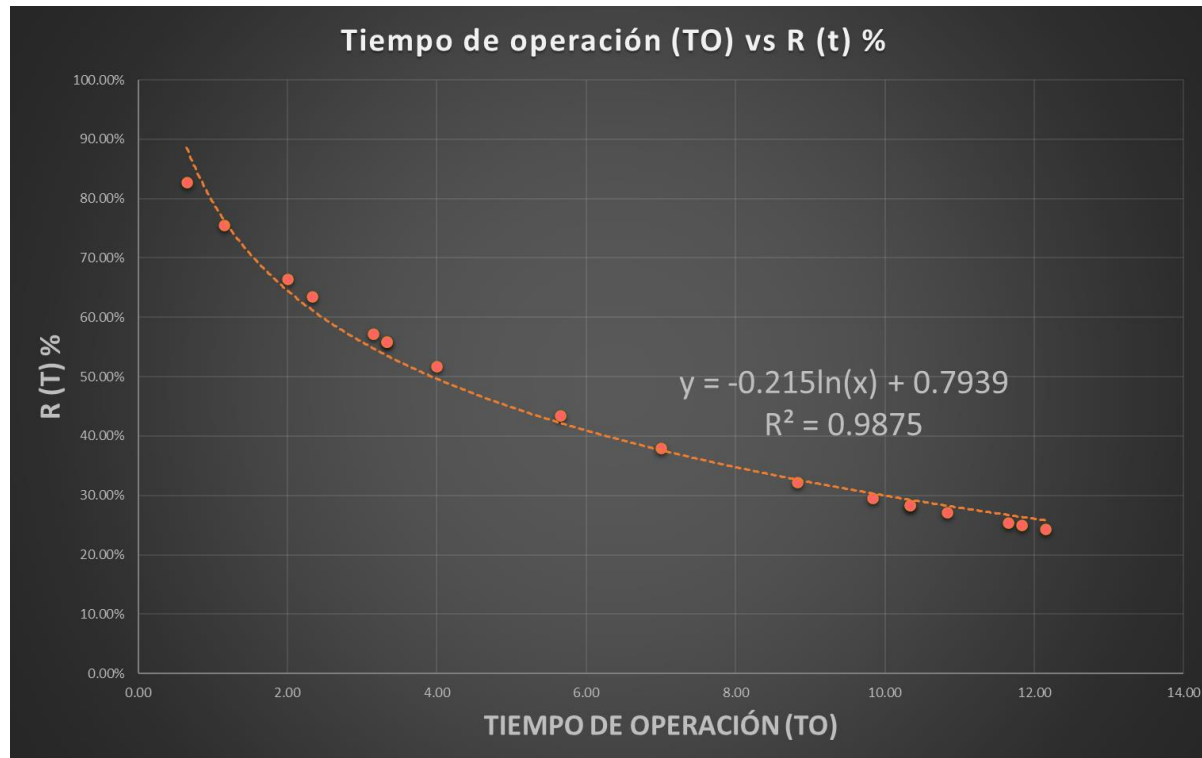



Figura 194. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del pirómetro.

3.5.15. Cronómetro

Tabla 124. Fiabilidad de Weibull del cronómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-CR			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
CRONÓMETRO									
\bar{X}		S^2		s		β		α	
1.76		1.6		1.28		1.01		10.29	
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)	
Agosto	1	Revisión de la batería	26/08/2022	11.40	2.43	0.46	33.06%	66.94%	
Septiembre	2	Limpieza del equipo	12/09/2022	6.43	1.86	0.01	53.46%	46.54%	
Octubre	3	Revisión sistema eléctrico	08/11/2022	24.25	3.19	2.05	9.59%	90.41%	
Noviembre	4	Inspección general del equipo	11/11/2022	1.63	0.49	1.61	85.22%	14.78%	
Diciembre	5	Limpieza del equipo	12/12/2022	12.43	2.52	0.58	29.93%	70.07%	
Diciembre	6	Cambio de la batería	03/01/2023	9.25	2.22	0.22	40.70%	59.30%	

Enero	7	Verificación del estado de la carcasa	19/01/2023	7.03	1.95	0.04	50.45%	49.55%
Febrero	8	Verificación del estado de la memoria	08/03/2023	20.23	3.01	1.56	14.11%	85.89%
Marzo	9	Limpieza del equipo	10/03/2023	0.85	-0.16	3.69	91.97%	8.03%
Marzo	10	Inspección general del equipo	13/03/2023	0.25	-1.39	9.88	97.55%	2.45%
Abril	11	Revisión de la batería	28/04/2023	20.23	3.01	1.56	14.11%	85.89%
Mayo	12	Calibración total del equipo	05/05/2023	2.83	1.04	0.51	75.82%	24.18%
Junio	13	Limpieza del equipo	12/06/2023	12.60	2.53	0.60	29.45%	70.55%
Junio	14	Verificación del equipo	27/06/2023	6.25	1.83	0.01	54.40%	45.60%
Julio	15	Inspección general del equipo	13/07/2023	6.20	1.82	0.00	54.67%	45.33%
TOTAL				9.46	1.76	1.52	48.97%	51.03%

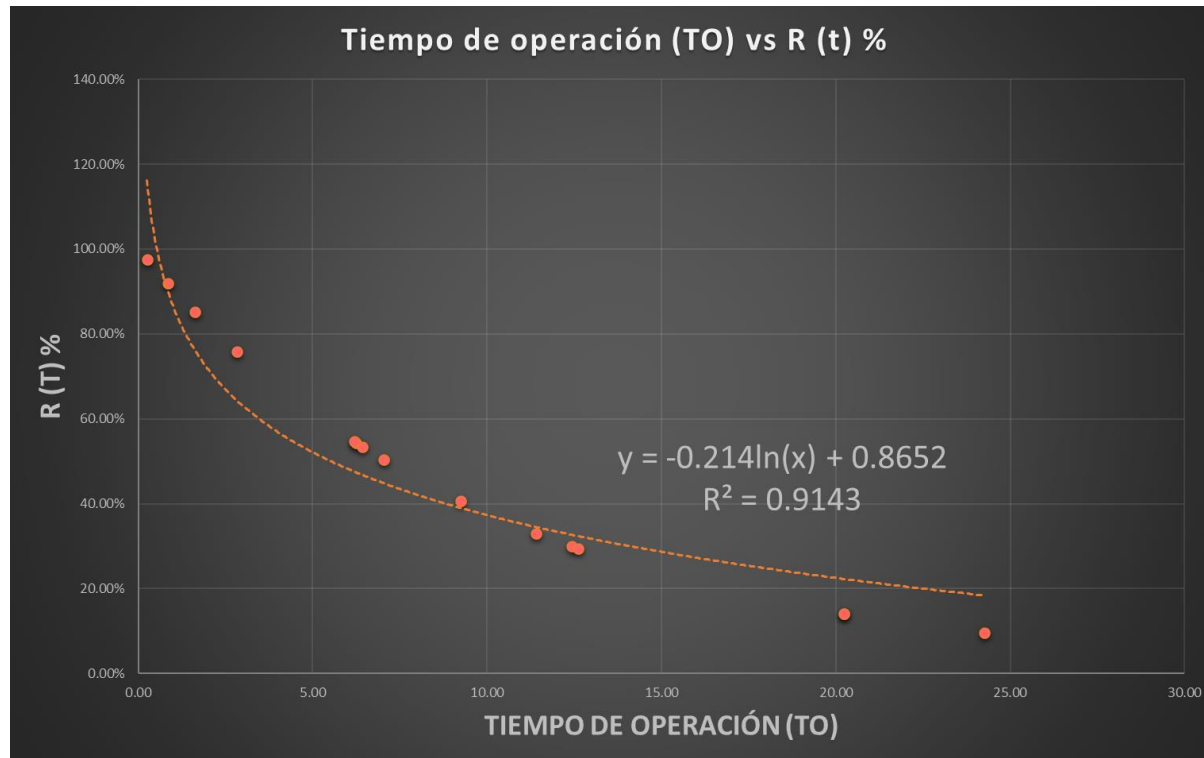



Figura 195. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del cronómetro.

3.5.16. Calibrador

Tabla 125. Fiabilidad de Weibull del calibrador.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-CP		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
CALIBRADOR								
\bar{X}		S^2		s		β		α
1.98		0.51		0.72		1.79		10.00
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del equipo	10/08/2022	7.00	1.95	0.00	44.06%	55.94%
Agosto	2	Inspección general del equipo	02/09/2022	16.65	2.81	0.69	26.46%	73.54%
Septiembre	3	Limpieza del equipo	12/09/2022	5.65	1.73	0.06	48.33%	51.67%
Septiembre	4	Lubricación de brazo principal	19/09/2022	4.65	1.54	0.20	52.09%	47.91%
Septiembre	5	Revisión de la pila	26/09/2022	4.83	1.57	0.16	51.36%	48.64%
Octubre	6	Limpieza del equipo	12/10/2022	11.83	2.47	0.24	33.34%	66.66%
Octubre	7	Inspección general del equipo	04/11/2022	16.65	2.81	0.69	26.46%	73.54%
Noviembre	8	Calibración total del equipo	11/11/2022	4.65	1.54	0.20	52.09%	47.91%

Noviembre	9	Inspección general del equipo	05/12/2022	13.00	2.56	0.34	31.42%	68.58%
Diciembre	10	Limpieza del equipo	12/12/2022	4.65	1.54	0.20	52.09%	47.91%
Diciembre	11	Cambio de pila	20/12/2022	5.65	1.73	0.06	48.33%	51.67%
Enero	12	Limpieza del equipo	11/01/2023	15.83	2.76	0.61	27.46%	72.54%
Enero	13	Lubricación de brazo principal	18/01/2023	4.65	1.54	0.20	52.09%	47.91%
Febrero	14	Limpieza del equipo	10/02/2023	16.83	2.82	0.71	26.25%	73.75%
Febrero	15	Inspección general del equipo	07/03/2023	16.65	2.81	0.69	26.46%	73.54%
Marzo	16	Limpieza del equipo	10/03/2023	2.65	0.97	1.01	62.09%	37.91%
Marzo	17	Lubricación de brazo principal	17/03/2023	4.65	1.54	0.20	52.09%	47.91%
Marzo	18	Revisión de la pila	24/03/2023	4.83	1.57	0.16	51.36%	48.64%
Abril	19	Limpieza del equipo	12/04/2023	12.83	2.55	0.33	31.68%	68.32%
Mayo	20	Limpieza del equipo	10/05/2023	19.65	2.98	1.00	23.27%	76.73%
Mayo	21	Lubricación de brazo principal	17/05/2023	4.65	1.54	0.20	52.09%	47.91%
Mayo	22	Inspección general del equipo	02/06/2023	11.83	2.47	0.24	33.34%	66.66%
Junio	23	Limpieza del equipo	12/06/2023	5.65	1.73	0.06	48.33%	51.67%
Junio	24	Revisión de la pila	26/06/2023	9.65	2.27	0.08	37.52%	62.48%
Junio	25	Verificación del equipo	27/06/2023	0.83	-0.19	4.69	77.94%	22.06%
Julio	26	Limpieza del equipo	12/07/2023	10.00	2.30	0.10	36.78%	63.22%
Julio	27	Lubricación de brazo principal	19/07/2023	4.65	1.54	0.20	52.09%	47.91%

TOTAL	8.93	1.98	0.49	42.85%	57.15%
--------------	------	------	------	--------	--------

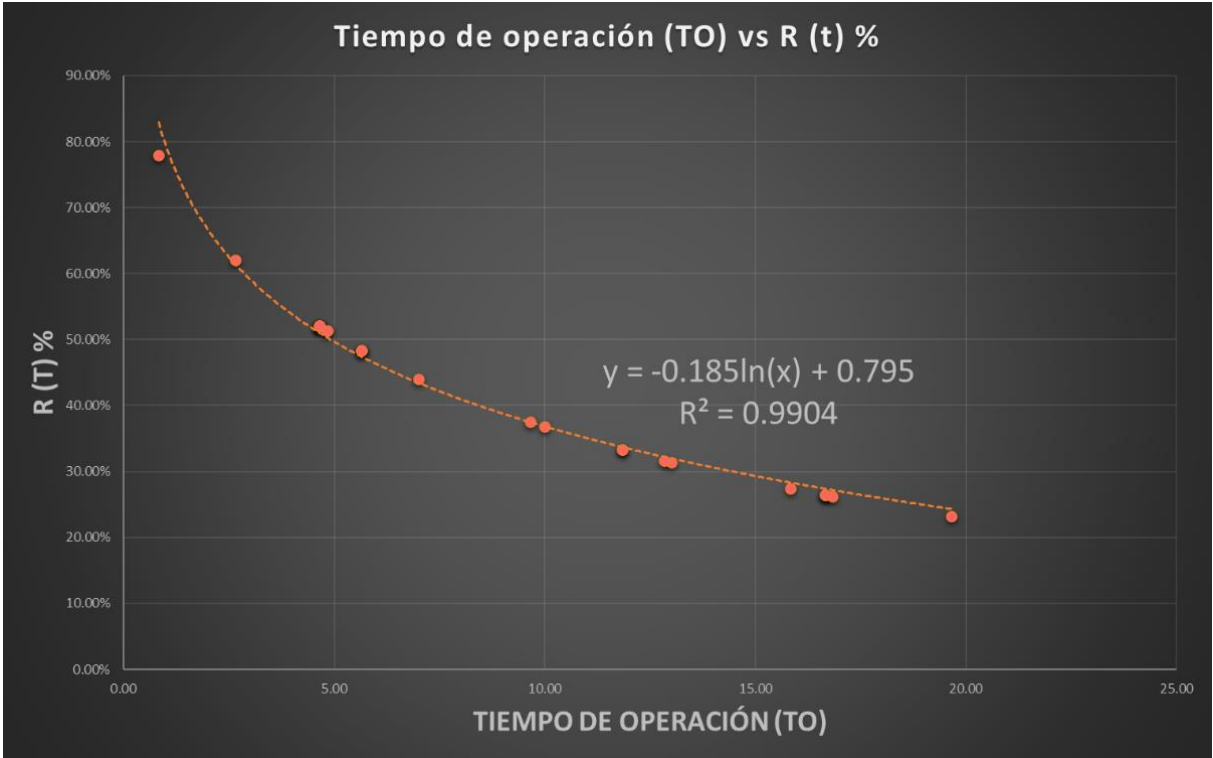


Figura 196. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del calibrador.

3.5.17. Balanza

Tabla 126. Fiabilidad de Weibull de la balanza.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-BL		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
BALANZA								
\bar{X}		S^2		s		β		α
1.30		0.57		0.76		1.70		5.14
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del equipo	10/08/2022	1.75	0.56	0.54	58.84%	41.16%
Septiembre	2	Inspección general del equipo	27/09/2022	8.15	2.10	0.64	26.92%	73.08%
Octubre	3	Limpieza del equipo	12/10/2022	2.40	0.88	0.18	52.79%	47.21%
Noviembre	4	Verificación del equipo	16/11/2022	5.90	1.77	0.23	33.79%	66.21%
Noviembre	5	Inspección general del equipo	25/11/2022	0.75	-0.29	2.51	72.47%	27.53%
Diciembre	6	Limpieza del equipo	12/12/2022	2.40	0.88	0.18	52.79%	47.21%

Enero	7	Inspección general del equipo	26/01/2023	7.90	2.07	0.59	27.57%	72.43%
Febrero	8	Limpieza del equipo	10/02/2023	2.40	0.88	0.18	52.79%	47.21%
Marzo	9	Inspección general del equipo	27/03/2023	7.40	2.00	0.50	28.95%	71.05%
Abril	10	Limpieza del equipo	12/04/2023	2.65	0.97	0.10	50.80%	49.20%
Mayo	11	Inspección general del equipo	25/05/2023	7.40	2.00	0.50	28.95%	71.05%
Junio	12	Limpieza del equipo	12/06/2023	2.65	0.97	0.10	50.80%	49.20%
Julio	13	Inspección general del equipo	27/07/2023	7.90	2.07	0.59	27.57%	72.43%
TOTAL				4.59	1.30	0.53	43.47%	56.53%

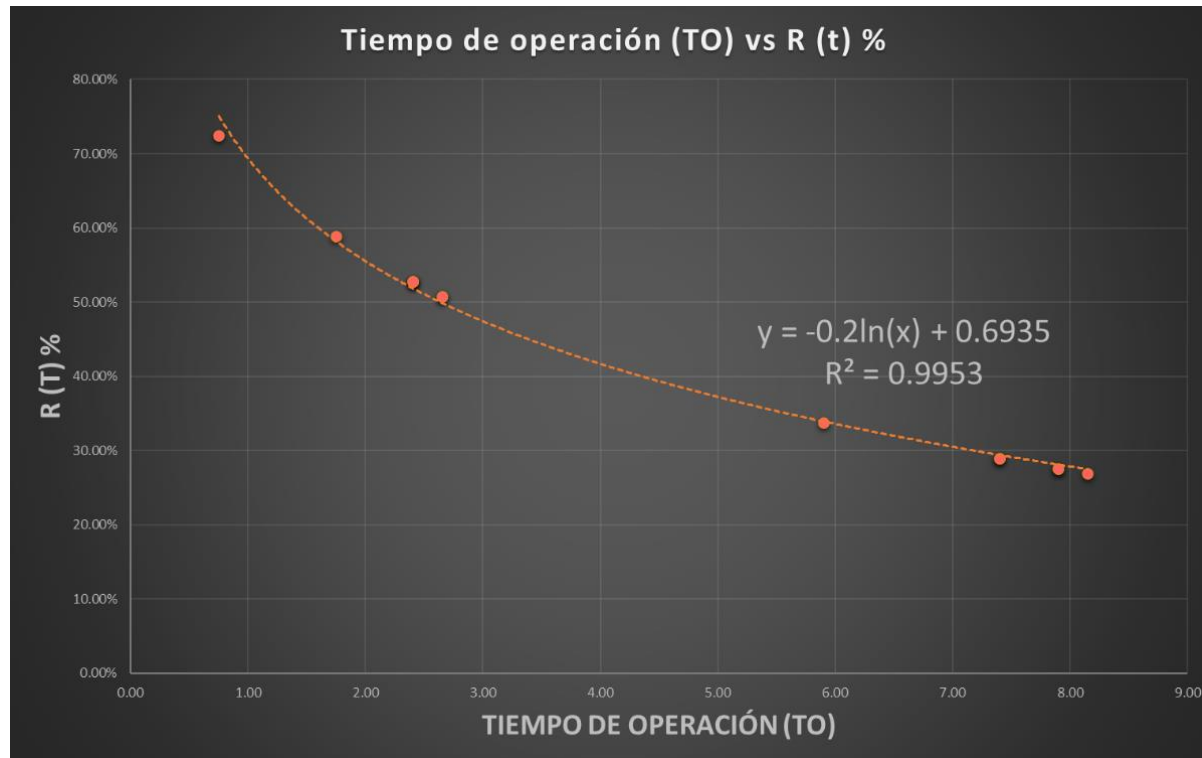



Figura 197. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) de la balanza.

3.5.18. Goniómetro

Tabla 127. Fiabilidad de Weibull del goniómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-GT		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
GONIÓMETRO								
\bar{X}		S^2		s		β		α
1.62		0.90		0.95		1.35		7.76
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Limpieza del equipo	15/08/2022	5.00	1.61	0.00	48.57%	51.43%
Septiembre	2	Verificación del estado de la rueda de fricción	29/09/2022	16.15	2.78	1.35	17.86%	82.14%
Septiembre	3	Cambio de la batería	06/10/2022	2.33	0.85	0.60	66.37%	33.63%
Octubre	4	Limpieza del equipo	17/10/2022	3.33	1.20	0.17	58.61%	41.39%
Octubre	5	Inspección general del equipo	21/10/2022	1.65	0.50	1.25	72.80%	27.20%
Noviembre	6	Calibración total del equipo	11/11/2022	7.33	1.99	0.14	38.33%	61.67%

Diciembre	7	Verificación del equipo	12/12/2022	7.50	2.01	0.16	37.70%	62.30%
Diciembre	8	Limpieza del equipo	15/12/2022	0.48	-0.73	5.54	88.07%	11.93%
Enero	9	Inspección general del equipo	20/01/2023	12.65	2.54	0.84	23.76%	76.24%
Enero	10	Revisión de la batería	31/01/2023	3.33	1.20	0.17	58.61%	41.39%
Febrero	11	Limpieza del equipo	15/02/2023	5.33	1.67	0.00	46.90%	53.10%
Marzo	12	Verificación del estado de la rueda de fricción	29/03/2023	14.65	2.68	1.13	20.14%	79.86%
Abril	13	Limpieza del equipo	17/04/2023	6.33	1.85	0.05	42.31%	57.69%
Abril	14	Inspección general del equipo	21/04/2023	1.65	0.50	1.25	72.80%	27.20%
Mayo	15	Revisión de la batería	30/05/2023	13.33	2.59	0.94	22.45%	77.55%
Junio	16	Limpieza del equipo	15/06/2023	5.83	1.76	0.02	44.52%	55.48%
Julio	17	Inspección general del equipo	21/07/2023	12.65	2.54	0.84	23.76%	76.24%
TOTAL				7.03	1.62	0.85	46.09%	53.91%

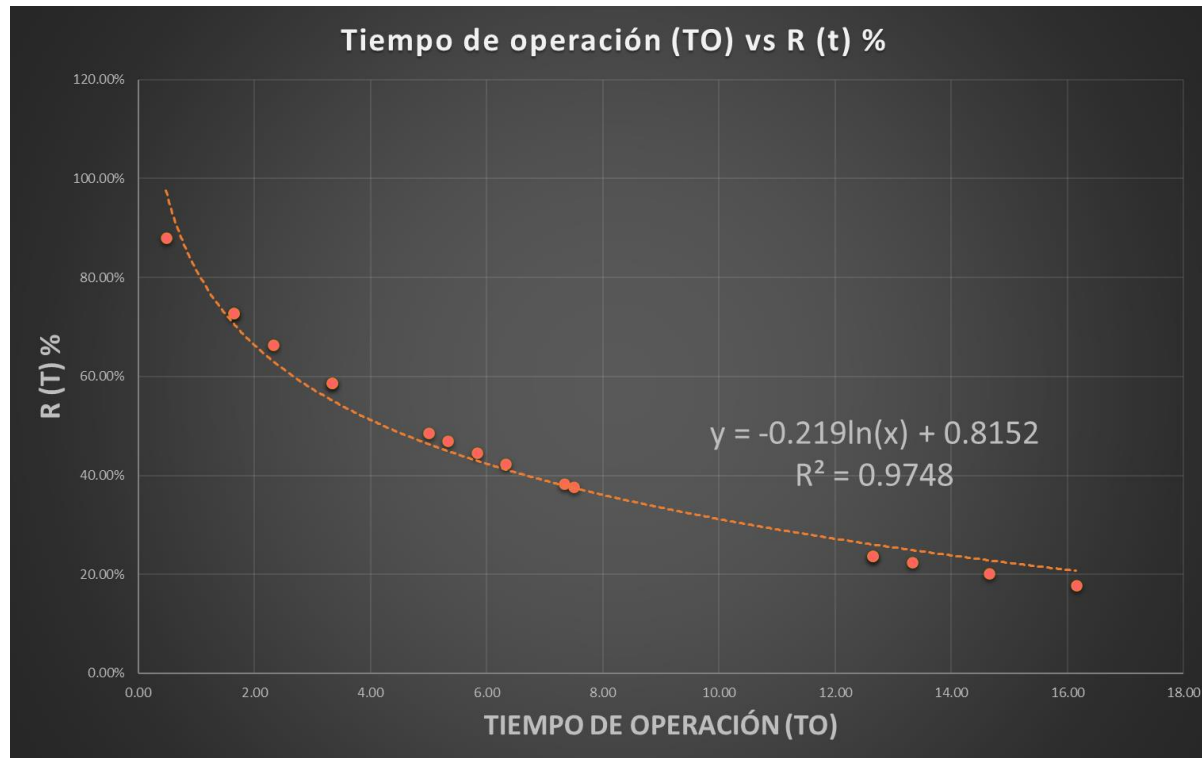


Figura 198. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del goniómetro.

3.5.19. Sistema Eléctrico

Tabla 128. Fiabilidad de Weibull del sistema eléctrico.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-SE		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
SISTEMA ELÉCTRICO								
\bar{X}		S^2		s		β		α
4.622		0.564		0.751		1.707		142.643
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Cambio de los focos tipo tubos	10/08/2022	56.00	4.03	0.36	56.08%	43.92%
Septiembre	2	Limpieza del cajetín	13/09/2022	191.40	5.25	0.40	30.49%	69.51%
Septiembre	3	Revisión de los tomacorrientes	21/09/2022	47.75	3.87	0.57	59.05%	40.95%
Octubre	4	Inspección general del sistema eléctrico	18/10/2022	151.60	5.02	0.16	35.48%	64.52%
Noviembre	5	Limpieza del cajetín	11/11/2022	143.50	4.97	0.12	36.66%	63.34%
Diciembre	6	Revisión de los tomacorrientes	21/12/2022	223.75	5.41	0.62	27.21%	72.79%

Enero	7	Limpieza del cajetín	12/01/2023	127.60	4.85	0.05	39.19%	60.81%
Enero	8	Inspección general del sistema eléctrico	17/01/2023	23.75	3.17	2.12	70.47%	29.53%
Febrero	9	Cambio de los focos tipo tubos	10/02/2023	143.50	4.97	0.12	36.66%	63.34%
Marzo	10	Limpieza del cajetín	13/03/2023	167.40	5.12	0.25	33.34%	66.66%
Marzo	11	Revisión de los tomacorrientes	21/03/2023	47.75	3.87	0.57	59.05%	40.95%
Abril	12	Inspección general del sistema eléctrico	18/04/2023	159.60	5.07	0.20	34.37%	65.63%
Mayo	13	Limpieza del cajetín	11/05/2023	135.50	4.91	0.08	37.89%	62.11%
Junio	14	Revisión de los tomacorrientes	21/06/2023	231.75	5.45	0.68	26.48%	73.52%
Julio	15	Limpieza del cajetín	13/07/2023	127.60	4.85	0.05	39.19%	60.81%
Julio	16	Inspección general del sistema eléctrico	18/07/2023	23.75	3.17	2.12	70.47%	29.53%
TOTAL				125.14	4.62	0.53	43.25%	56.75%

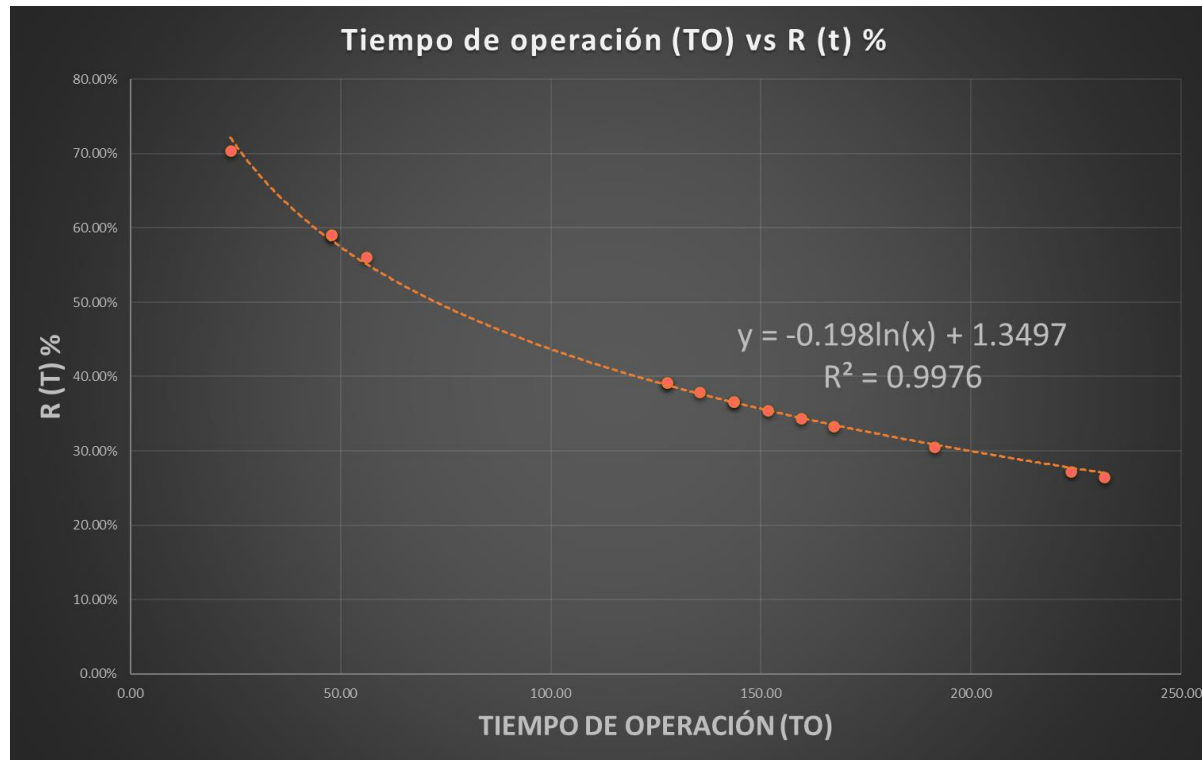



Figura 199. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del sistema eléctrico.

3.5.20. Sistema de Internet

Tabla 129. Fiabilidad de Weibull del sistema de internet.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-SI		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
SISTEMA DE INTERNET								
\bar{X}		S^2		s		β		α
4.614		0.516		0.718		1.786		139.438
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Revisión del punto de acceso	10/08/2022	56.00	4.03	0.35	54.88%	45.12%
Agosto	2	Inspección general del sistema de internet	18/08/2022	47.40	3.86	0.57	57.90%	42.10%
Septiembre	3	Limpieza del router	13/09/2022	143.50	4.97	0.12	36.20%	63.80%
Octubre	4	Revisión de las conexiones	25/10/2022	239.75	5.48	0.75	25.81%	74.19%
Noviembre	5	Limpieza del router	11/11/2022	103.75	4.64	0.00	42.85%	57.15%
Noviembre	6	Inspección general del sistema de internet	18/11/2022	39.75	3.68	0.87	60.94%	39.06%

Diciembre	7	Revisión del punto de acceso	12/12/2022	127.50	4.85	0.05	38.63%	61.37%
Enero	8	Limpieza del router	12/01/2023	183.40	5.21	0.36	31.17%	68.83%
Febrero	9	Inspección general del sistema de internet	20/02/2023	215.75	5.37	0.58	27.89%	72.11%
Febrero	10	Revisión de las conexiones	23/02/2023	23.50	3.16	2.12	69.15%	30.85%
Marzo	11	Limpieza del router	13/03/2023	95.75	4.56	0.00	44.48%	55.52%
Abril	12	Revisión del punto de acceso	12/04/2023	175.75	5.17	0.31	32.03%	67.97%
Mayo	13	Limpieza del router	11/05/2023	167.40	5.12	0.26	33.03%	66.97%
Mayo	14	Inspección general del sistema de internet	18/05/2023	39.75	3.68	0.87	60.94%	39.06%
Junio	15	Revisión de las conexiones	23/06/2023	207.50	5.34	0.52	28.67%	71.33%
Julio	16	Limpieza del router	13/07/2023	111.75	4.72	0.01	41.34%	58.66%
TOTAL				123.64	4.61	0.48	42.87%	57.13%

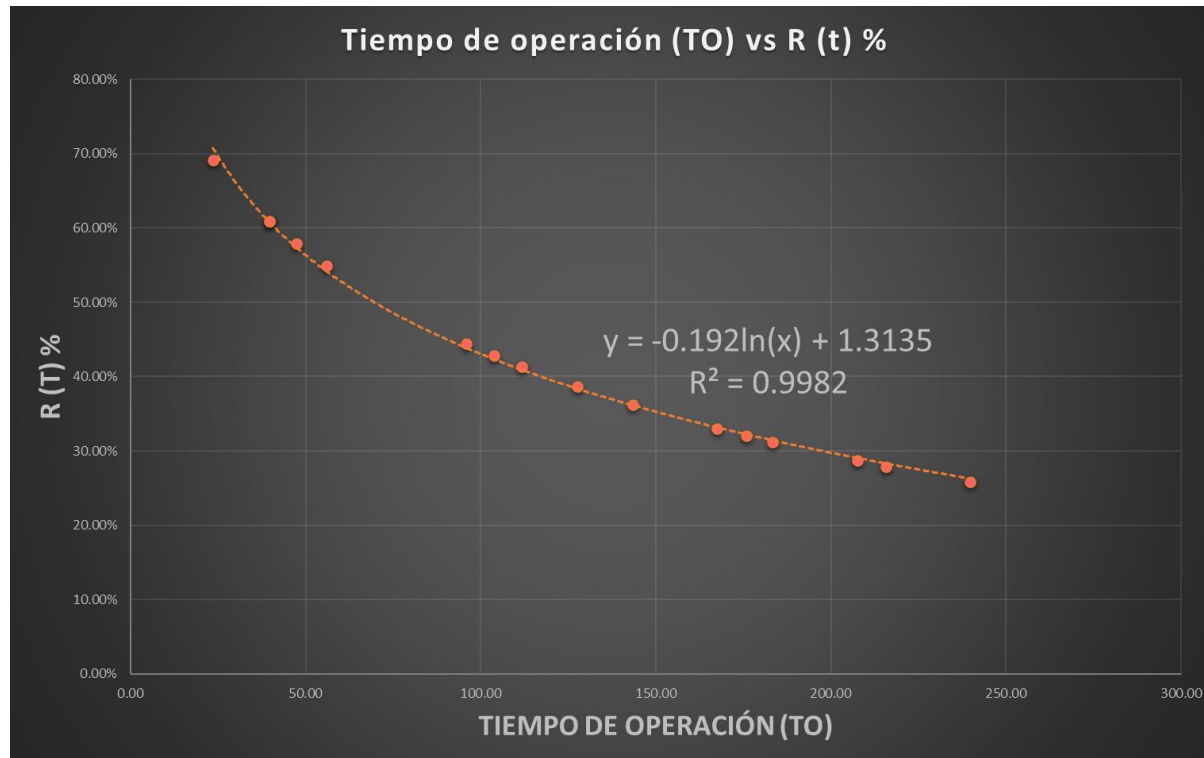



Figura 200. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del sistema de internet.

3.5.21. Sistema Hidrosanitario

Tabla 130. Fiabilidad de Weibull del sistema hidrosanitario.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL								
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 20/11/2023		CÓDIGO: LIM-FW01-SH		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01		
SISTEMA HIDROSANITARIO								
\bar{X}		S^2		s		β		α
3.394		0.894		0.945		1.356		45.602
MES	Nº	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	ln(TO)	$(\ln(TO) - \bar{X})^2$	R(t)	F(t)
Agosto	1	Revisión de la tubería visible	11/08/2022	32.00	3.47	0.01	46.29%	53.71%
Agosto	2	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/08/2022	7.65	2.03	1.85	76.48%	23.52%
Septiembre	3	Inspección general del sistema hidrosanitario	09/09/2022	75.60	4.33	0.87	23.42%	76.58%
Septiembre	4	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/09/2022	15.50	2.74	0.43	63.68%	36.32%
Octubre	5	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	17/10/2022	87.60	4.47	1.16	19.83%	80.17%
Octubre	6	Inspección de válvulas y sifón	21/10/2022	15.60	2.75	0.42	63.54%	36.46%

Noviembre	7	Revisión de la tubería visible	11/11/2022	59.75	4.09	0.48	29.51%	70.49%
Noviembre	8	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/11/2022	7.65	2.03	1.85	76.48%	23.52%
Diciembre	9	Inspección general del sistema hidrosanitario	09/12/2022	71.60	4.27	0.77	24.79%	75.21%
Diciembre	10	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/12/2022	15.50	2.74	0.43	63.68%	36.32%
Enero	11	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	16/01/2023	87.60	4.47	1.16	19.83%	80.17%
Febrero	12	Revisión de la tubería visible	13/02/2023	79.60	4.38	0.97	22.14%	77.86%
Febrero	13	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/02/2023	7.65	2.03	1.85	76.48%	23.52%
Febrero	14	Inspección de válvulas y sifón	21/02/2023	15.60	2.75	0.42	63.54%	36.46%
Marzo	15	Inspección general del sistema hidrosanitario	09/03/2023	47.75	3.87	0.22	35.54%	64.46%
Marzo	16	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/03/2023	15.50	2.74	0.43	63.68%	36.32%
Abril	17	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	17/04/2023	91.60	4.52	1.26	18.78%	81.22%
Mayo	18	Revisión de la tubería visible	11/05/2023	71.60	4.27	0.77	24.79%	75.21%
Mayo	19	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/05/2023	7.65	2.03	1.85	76.48%	23.52%
Junio	20	Inspección general del sistema hidrosanitario	09/06/2023	75.60	4.33	0.87	23.42%	76.58%
Junio	21	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	15/06/2023	15.50	2.74	0.43	63.68%	36.32%
Junio	22	Inspección de válvulas y sifón	21/06/2023	15.60	2.75	0.42	63.54%	36.46%

Julio	23	Limpieza del lavabo, inodoro y grifos	17/07/2023	71.75	4.27	0.77	24.74%	75.26%
TOTAL				43.11	3.39	0.86	46.28%	53.72%

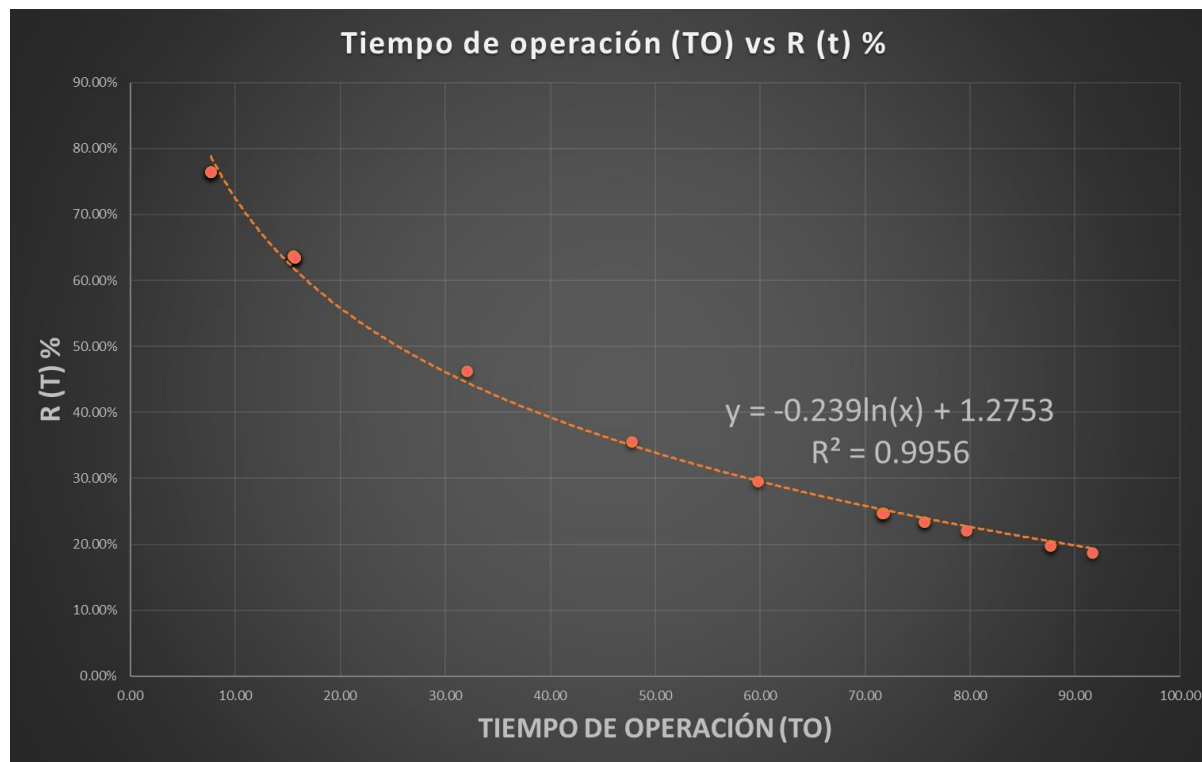



Figura 201. Gráfica de la Fiabilidad (R) vs Tiempo de Operación (TO) del sistema hidrosanitario.

3.6. Matriz AMFE

3.6.1. Cámara de Acondicionamiento

Tabla 131. Matriz AMFE de la cámara de acondicionamiento.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-CA					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Ventilador	Distribuir aire de manera uniforme.	No distribuye uniformemente la temperatura.	Flujo de aire desigual.	Desgaste en las aspas del ventilador.	Variación en condiciones ambientales.	2	4	2	16	Mantenimiento regular.
2	Electroválvula 24 VAC	Controlar el flujo de aire.	No regula el flujo de refrigerante.	No abre o cierra correctamente.	Obstrucción por suciedad.	Inconsistencia en las condiciones controladas.	3	6	4	72	Limpiar la electroválvula regularmente.
3	Sensor de humedad	Medir y controlar los niveles de humedad.	No proporciona lecturas precisas.	Muestra lecturas incoherentes.	Daño por exposición prolongada.	Inconsistencia en las condiciones de humedad.	2	6	4	48	Reemplazar el sensor dañado.

4	Data logger	Registrar y almacenar datos de diversas variables ambientales.	No registra correctamente los datos.	Falta de registro.	Problema en la conexión eléctrica.	Pérdida crítica de datos ambientales.	2	5	5	50	Verificar conexión.
5	Sensor de nivel	Monitorizar y controlar las condiciones ambientales.	No detecta correctamente el nivel de líquido.	Lecturas incorrectas	Suciedad.	Posible desbordamiento.	3	3	4	36	Limpiar regularmente.
6	Resistencia tubular doble M	Generar calor para mantener las condiciones térmicas necesarias.	No genera calor adecuado.	No produce calor.	Desgaste.	Incapacidad para mantener condiciones térmicas necesarias.	2	5	5	50	Inspeccionar y reemplazar la resistencia si está desgastada.
7	Sensor de temperatura	Medir y controlar la temperatura ambiente.	No registra de manera precisa la temperatura.	Lecturas incoherentes.	Calibración incorrecta.	Condiciones térmicas imprecisas.	3	5	3	45	Calibrar regularmente.
8	Panel de control	Ajustar y configurar los parámetros ambientales.	No responde o funciona incorrectamente.	Botones sin respuesta.	Conexiones sueltas.	Pérdida de control sobre las condiciones de la cámara.	1	6	1	6	Verificar conexiones.
9	Bandeja de muestras	Colocar y sostener las muestras sometidas a condiciones controladas.	No mantiene condiciones adecuadas.	Movimiento irregular.	Problemas en mecanismos de movimiento.	Variaciones en condiciones de prueba.	1	2	1	2	Inspeccionar y mantener mecanismos.
10	Enchufe trifásico 220V	Proporcionar la conexión eléctrica para alimentar dispositivos eléctricos.	No suministra energía adecuadamente.	Pérdida de corriente.	Conexiones sueltas.	Interrupción del suministro eléctrico.	1	10	2	20	Verificar y asegurar conexiones.

11	Recolector de agua condensada	Capturar y gestionar el agua que se forma como resultado de la condensación.	No recoge ni drena adecuadamente.	Falta de recolección.	Obstrucción.	Acumulación de agua no deseada.	3	3	2	18	Inspeccionar y limpiar regularmente.
12	Seguro de la puerta hidráulico	Asegurar la puerta de manera eficaz y controlada.	No se activa/desactiva correctamente.	Incapacidad para cerrar/abrir de manera segura.	Problemas en el sistema hidráulico.	Riesgo de apertura accidental.	2	2	1	4	Inspeccionar y mantener el sistema regularmente.
13	Paneles laterales acero AISI 304	Ser Resistente a la corrosión.	No brindan aislamiento térmico adecuado.	Pérdida de eficiencia térmica.	Daño.	Variaciones no controladas en temperatura y humedad.	1	4	1	4	Inspeccionar y reparar/reemplazar paneles según sea necesario.
14	Panel superior AISI 304.	Ser Resistente a la corrosión.	No asegura el sellado y aislamiento adecuado.	Pérdida de sellado.	Desgaste.	Ineficiencia en el control térmico.	1	4	1	4	Inspeccionar y reparar/reemplazar el panel según sea necesario.
15	Panel superior sandwich	Proporcionar aislamiento térmico.	No proporciona aislamiento térmico adecuado.	Pérdida de eficiencia térmica.	Desgaste.	Variaciones no controladas en temperatura y humedad.	1	4	1	4	Inspeccionar y reparar/reemplazar el panel según sea necesario.
16	Panel trasero AISI 304	Resistir a la corrosión, durabilidad y facilidad de limpieza.	No asegura el sellado y aislamiento adecuado.	Pérdida de sellado.	Desgaste.	Ineficiencia en el control térmico.	1	4	1	4	Inspeccionar y reparar/reemplazar el panel trasero según sea necesario.
17	Ruedas industriales	Proporcionar movilidad, permitiendo su traslado o reubicación.	No permiten la movilidad adecuada.	Inmovilidad.	Desgaste.	Dificultad para mover la cámara.	3	2	1	6	Inspeccionar, limpiar y lubricar regularmente las ruedas.

18	Puerta frontal	Proporcionar una abertura para acceder al interior.	No cierra o sella adecuadamente.	Dificultad para cerrar.	Desgaste en bisagras.	Fugas de aire.	1	4	1	4	Inspeccionar y ajustar regularmente bisagras y cerraduras.
19	Bisagras	Permitir la apertura y cierre de la puerta.	No permiten el movimiento adecuado de la puerta.	Dificultad para abrir/cerrar.	Desgaste natural.	Pérdida de funcionalidad en la apertura/cierre.	1	3	1	3	Inspeccionar y lubricar bisagras regularmente.
20	Soporte de bandejas	Organizar y sostener las bandejas en su lugar.	No mantiene las bandejas de manera segura.	Inestabilidad.	Desgaste.	Posible caída de muestras.	1	2	2	4	Inspeccionar y ajustar regularmente los soportes.
21	Manguera	Permitir el flujo de fluidos según las necesidades.	No transporta fluidos adecuadamente.	Fugas.	Desgaste.	Pérdida de fluidos controlados.	1	3	2	6	Inspeccionar y reemplazar mangueras desgastadas.
22	Cable de baja tensión hasta 750V	Suministrar baja tensión a componentes de la cámara.	Pérdida de energía o mal funcionamiento.	Cortocircuito.	Desgaste.	Interrupción eléctrica.	1	9	2	18	Inspeccionar y reparar/reemplazar segmentos dañados.
VALOR PROMEDIO										19.273	

3.6.2. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

Tabla 132. Matriz AMFE de la cámara de inflamabilidad horizontal.


LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-CH					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Válvula reguladora de GLP	Regular la presión del gas.	No controla adecuadamente el flujo.	Fugas.	Desgaste.	Riesgo de fuga de gas.	2	10	2	40	Inspección y mantenimiento regular de la válvula.
2	Soporte de muestras en forma de U	Sostener y posicionar las muestras que se están probando.	No sostiene adecuadamente las muestras.	Inestabilidad.	Desgaste.	Caída de muestras.	1	2	2	4	Inspeccionar y ajustar regularmente.
3	Base del soporte	Ofrecer estabilidad al soporte y a la cámara.	No proporciona estabilidad adecuada.	Inestabilidad.	Desgaste.	Inseguridad en la sujeción del soporte.	1	3	2	6	Inspeccionar y mantener la base regularmente.
4	Cámara de inflamabilidad	Proporcionar un entorno controlado.	No mantiene condiciones seguras para pruebas.	Pérdida de sellado.	Desgaste en el sellado.	Riesgo de condiciones inseguras.	1	4	2	8	Inspeccionar y mantener regularmente.

5	Rejilla de soporte	Sostener y posicionar las muestras de manera uniforme.	No sostiene adecuadamente las muestras.	Deformación.	Desgaste.	Riesgo de caída de muestras.	1	3	2	6	Inspeccionar y mantener regularmente.
6	Placa horizontal	Proporcionar soporte y estabilidad para las muestras.	No cumple adecuadamente su función de soporte.	Deformación.	Desgaste.	Riesgo de caída de muestras.	1	4	1	4	Inspeccionar y mantener regularmente.
7	Panel frontal	Acceder y controlar varias funciones.	Problemas en botones	Desgaste.	Desgaste de componentes.	Pérdida de control.	1	4	1	4	Inspeccionar y mantener regularmente el panel frontal.
8	Manómetro	Medir y mostrar la presión interna de la cámara.	No muestra precisamente la presión.	Lecturas incorrectas.	Desgaste en la aguja.	Falta de información precisa sobre la presión.	2	9	3	54	Inspeccionar y calibrar regularmente.
9	Cilindro de gas	Suministrar el gas inflamable.	No suministra gas adecuadamente.	Fugas.	Válvula defectuosa.	Interrupción en el suministro.	1	10	2	20	Inspeccionar y mantener regularmente.
10	Válvula de aguja	Controlar y regular el flujo de gas hacia la cámara.	No controla eficientemente el flujo de gas.	Fugas.	Desgaste en el sello.	Fugas de gas.	2	7	3	42	Mantenimiento regular.
11	Conector espiga	Suministrar gases o vapores inflamables	No conecta o sella eficientemente.	Desconexión.	Desgaste.	Desconexión no deseada.	2	5	3	30	Mantenimiento regular.
12	Panel de control	Configurar y controlar diversos parámetros durante las pruebas.	No opera eficientemente.	Botones o interruptores defectuosos.	Desgaste.	Pérdida de control.	1	6	1	6	Mantenimiento regular.
13	Regulador del quemador	Ajustar y controlar el flujo de combustible	No controla eficientemente el	Problemas para mantener la llama constante.	Desgaste en el mecanismo.	Variación en la intensidad de la llama.	2	5	2	20	Mantenimiento regular.

			suministro de gas.									
14	Mechero bunsen	Controlar la fuente de ignición	No produce una llama constante o no se enciende correctamente.	Dificultad para encender.	Obstrucciones.	Dificultad en pruebas.	1	7	2	14	Mantenimiento regular.	
15	Chimenea	Facilitar la ventilación y la evacuación de gases.	No evacua correctamente los gases.	Bloqueo.	Residuos acumulados.	Retención de gases.	1	3	1	3	Mantenimiento regular.	
16	Puerta lateral	Acceder o observar las muestras.	No cierra correctamente	Dificultad para cerrar.	Desgaste de bisagras.	Fugas de gases.	1	4	1	4	Mantenimiento regular.	
17	Base metálica	Proporcionar un soporte sólido y estable.	Presenta deformaciones o falta de soporte.	Deformación.	Corrosión.	Inestabilidad.	1	4	1	4	Mantenimiento regular.	
18	Manguera de GLP	Transportar el GLP desde el suministro hasta el quemador.	Tiene fugas o está deteriorada.	Fugas.	Envejecimiento.	Fugas de gas.	1	9	2	18	Inspección y reemplazo regular.	
19	Bisagras	Permitir la apertura y cierre de la puerta lateral.	Desgaste o mal funcionamiento de las bisagras	Desgaste.	Corrosión.	Puerta desalineada.	1	3	1	3	Mantenimiento regular.	
20	Cronómetro	Medir el tiempo durante las pruebas.	No opera correctamente.	Detención.	Problemas electrónicos.	Registro inexacto del tiempo.	2	2	1	4	Mantenimiento regular.	
VALOR PROMEDIO										14.7		

3.6.3. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

Tabla 133. Matriz AMFE de la cámara de inflamabilidad horizontal.


LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF02-CH					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Válvula reguladora de caudal	Controlar la cantidad de flujo de un gas.	No controla adecuadamente el flujo de gas.	Dificultad para regular el caudal.	Desgaste.	Variación en el suministro de gas.	2	10	2	40	Mantenimiento regular.
2	Porta muestras	Contener y presentar la muestra.	No asegura la sujeción adecuada.	Deslizamiento.	Desgaste.	Inestabilidad de las muestras.	1	4	1	4	Mantenimiento regular.
3	Cámara de inflamabilidad	Proporcionar un entorno controlado.	No mantiene condiciones seguras para pruebas.	Pérdida de sellado.	Desgaste en el sellado.	Riesgo de condiciones inseguras.	1	4	2	8	Inspeccionar y mantener regularmente.
4	SopORTE horizontal	Estabilidad y el posicionamiento de la muestra.	No proporciona apoyo adecuado.	Deformación.	Corrosión.	Inestabilidad de las muestras.	1	4	2	8	Mantenimiento regular.

5	Puerta frontal	Proporcionar un acceso seguro y controlado.	No cierra correctamente.	Dificultad para cerrar.	Desgaste de bisagras.	Fugas de gases.	1	4	1	4	Mantenimiento regular.
6	Manómetro	Medir y mostrar la presión interna de la cámara.	No muestra precisamente la presión.	Lecturas incorrectas.	Desgaste en la aguja.	Falta de información precisa sobre la presión.	2	9	3	54	Inspeccionar y calibrar regularmente.
7	Cilindro de gas	Suministrar el gas inflamable.	No suministra gas adecuadamente.	Fugas.	Válvula defectuosa.	Interrupción en el suministro.	1	10	1	10	Inspeccionar y mantener regularmente.
8	Electroválvula 0.25in, 0-0.7MPa	Controlar el flujo de gas inflamable hacia la cámara.	No controla adecuadamente el flujo de gas.	No abre/cierra.	Bloqueo.	Variación en el suministro de gas.	2	6	4	48	Mantenimiento regular.
9	Soporte de electroválvula	Proporcionar una base para fijar la electroválvula en su lugar.	No asegura la fijación adecuada.	Desgaste.	Corrosión.	Inestabilidad de la electroválvula.	1	4	2	8	Mantenimiento regular.
10	Tornillo regulador del soporte de electroválvula	Permitir el ajuste de la altura de la electroválvula en el soporte.	No ajusta adecuadamente.	Desgaste.	Corrosión.	Dificultad para ajustar la posición de la electroválvula.	1	2	2	4	Mantenimiento regular.
11	Placa base del soporte de electroválvula	Proporciona una base para el soporte de la electroválvula.	No fija adecuadamente.	Deformación.	Corrosión.	Inestabilidad de la electroválvula.	1	3	2	6	Mantenimiento regular.
12	Conector espiga, rosca externa 0.25in	Asegurar conexiones seguras.	Conexión inadecuada debido a desgaste	Desgaste de la rosca.	Corrosión.	Conexiones inseguras.	2	2	2	8	Inspección regular.
13	Panel de control	Configurar y controlar diversos parámetros	No opera eficientemente.	Botones o interruptores defectuosos.	Desgaste.	Pérdida de control.	1	6	1	6	Mantenimiento regular.

		durante las pruebas.										
14	Mechero bunsen de 9.5mm	Fuente de ignición controlada dentro de la cámara.	No produce una llama constante.	Dificultad para encender.	Obstrucciones.	Dificultad en pruebas.	1	7	2	14	Mantenimiento regular.	
15	Chimenea	Facilitar la ventilación y la evacuación de gases.	No evacua correctamente los gases.	Bloqueo.	Residuos acumulados.	Retención de gases.	1	3	1	3	Mantenimiento regular.	
16	Ventana lateral	Proporciona una abertura visual.	No ofrece visualización clara o presenta fugas.	Opacidad.	Suciedad.	Visualización comprometida.	1	4	1	4	Limpieza regular.	
17	Base metálica	Proporciona un soporte sólido y estable.	Presenta deformaciones o falta de soporte.	Deformación.	Corrosión.	Inestabilidad.	1	4	1	4	Mantenimiento regular.	
18	Manguera de alta presión para gas	Transportar el gas inflamable hacia la cámara.	No mantiene la presión adecuada.	Fugas.	Desgaste por uso.	Pérdida de presión.	1	9	2	18	Inspección regular.	
19	Bisagras	Permitir la apertura y cierre de la puerta lateral.	Desgaste o mal funcionamiento de las bisagras	Desgaste.	Corrosión.	Puerta desalineada.	1	3	1	3	Mantenimiento regular.	
20	Cronómetro	Medir el tiempo durante las pruebas.	No opera correctamente.	Detención.	Problemas electrónicos.	Registro inexacto del tiempo.	2	2	1	4	Mantenimiento regular.	
VALOR PROMEDIO										12.9		

3.6.4. Cámara de Inflamabilidad Vertical

Tabla 134. Matriz AMFE de la cámara de inflamabilidad vertical.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-CV					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Válvula reguladora	Regular la presión del gas.	No controla adecuadamente el flujo.	Fugas.	Desgaste.	Riesgo de fuga de gas.	2	10	2	40	Inspección y mantenimiento regular de la válvula.
2	Porta probetas	Sostener y posicionar probetas.	Incapacidad para posicionar adecuadamente las probetas.	Problemas en la sujeción.	Desgaste.	Resultados de prueba inexactos.	1	5	2	10	Inspección regular.
3	Escalímetro	Medir y mostrar la escala de tiempo.	No muestra la escala de tiempo correctamente.	Problemas en visualización.	Desgaste mecánico.	Resultados de prueba incorrectos.	2	3	4	24	Inspección regular.
4	Base de mechero	Brindar soporte y estabilidad al mechero.	Pérdida de estabilidad.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Inestabilidad del mechero.	1	4	1	4	Inspección regular.

5	Cámara de inflamabilidad	Proporcionar un entorno controlado.	No mantiene condiciones seguras para pruebas.	Pérdida de sellado.	Desgaste en el sellado.	Riesgo de condiciones inseguras.	1	4	2	8	Inspeccionar y mantener regularmente.
6	Manómetro	Medir y mostrar la presión interna de la cámara.	No muestra precisamente la presión.	Lecturas incorrectas.	Desgaste en la aguja.	Falta de información precisa sobre la presión.	2	9	3	54	Inspeccionar y calibrar regularmente.
7	Cilindro de GLP	Almacena y suministra gas propano.	Fugas de gas.	Fugas.	Válvula defectuosa.	Interrupción de pruebas.	1	10	1	10	Inspección regular.
8	Soporte horizontal de la porta probeta	Sostener y posicionar probetas.	No mantiene probetas adecuadamente.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Inestabilidad en la sujeción.	1	4	1	4	Inspección regular.
9	Tren regulador	Regular la presión del gas.	No mantiene la presión adecuadamente.	Fugas.	Regulador defectuoso.	Presión inconsistente.	2	4	2	16	Inspección regular.
10	Porta electrodos	Sujetar y posicionar electrodos.	No mantiene adecuadamente los electrodos.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Inestabilidad en la sujeción.	1	5	2	10	Inspección regular.
11	Porta mechero	Sostener y posicionar el mechero.	No sostiene adecuadamente el mechero.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Inestabilidad en la sujeción.	1	4	2	8	Inspección regular.
12	Porta muestras	Contener y presentar la muestra.	No asegura la sujeción adecuada.	Deslizamiento.	Desgaste.	Inestabilidad de las muestras.	2	4	2	16	Mantenimiento regular.
13	Soporte horizontal	Estabilidad y el posicionamiento de la muestra.	No proporciona apoyo adecuado.	Deformación.	Corrosión.	Inestabilidad de las muestras.	1	4	2	8	Mantenimiento regular.
14	Sistema de control	Regular y supervisa condiciones.	No regula adecuadamente.	Mal funcionamiento de sensores.	Sensores defectuosos.	Condiciones de prueba inestables.	1	6	1	6	Inspección regular.

15	Eje de porta mechero	Permitir el movimiento del mechero.	No permite movimiento suave.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Movimiento irregular del mechero.	1	4	1	4	Inspección regular.
16	Camisa	Proporcionar recubrimiento estructural.	No cumple adecuadamente su función protectora.	Daños estructurales.	Desgaste por condiciones ambientales.	Reducción de integridad estructural.	1	2	3	6	Inspección regular.
17	Mordaza	Sujetar y asegurar componentes.	No sujeta componentes adecuadamente.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Inestabilidad en la sujeción.	2	3	1	6	Inspección regular.
18	Clavija	Conectar conexiones eléctricas.	No conecta adecuadamente las conexiones eléctricas.	Desgaste de contactos.	Desgaste por uso.	Pérdida de conexión eléctrica.	2	4	2	16	Inspección regular.
19	Puerta frontal	Proporcionar un acceso seguro y controlado.	No cierra correctamente.	Dificultad para cerrar.	Desgaste de bisagras.	Fugas de gases.	1	4	1	4	Mantenimiento regular.
20	Mechero Bunsen	Fuente de ignición controlada dentro de la cámara.	No produce una llama constante.	Dificultad para encender.	Obstrucciones.	Dificultad en pruebas.	1	7	1	7	Mantenimiento regular.
21	Manguera de GLP	Transportar el GLP desde el suministro hasta el quemador.	Tiene fugas o está deteriorada.	Fugas.	Envejecimiento.	Fugas de gas.	1	9	2	18	Inspección y reemplazo regular.
22	Bisagra de puerta	Permitir la apertura y cierre de la puerta lateral.	Desgaste o mal funcionamiento de las bisagras	Desgaste.	Corrosión.	Puerta desalineada.	1	3	1	3	Mantenimiento regular.
23	Manija de puerta	Permitir abrir y cerrar la puerta.	No permite abrir o cerrar la puerta adecuadamente.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Dificultad en el acceso al equipo.	1	3	1	3	Inspección regular.

24	Pinzas de sujeción	Asegurar componentes durante pruebas.	No sujetan adecuadamente los componentes.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Inestabilidad en la sujeción.	2	4	1	8	Inspección regular.
25	Seguro de la puerta	Asegurar el cierre de la puerta.	No cierra la puerta adecuadamente.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Puerta no asegurada correctamente.	2	3	1	6	Inspección regular.
26	Brazo de entrada	Guiar el ingreso controlado de componentes.	No guía adecuadamente el ingreso de componentes.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Ingreso no controlado de componentes.	2	3	2	12	Inspección regular.
27	Base	Proporcionar soporte y estabilidad.	No proporciona soporte o estabilidad adecuada.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Pérdida de estabilidad.	1	2	1	2	Inspección regular.
28	Válvula de aguja	Controlar y regular el flujo de gas hacia la cámara.	No controla eficientemente el flujo de gas.	Fugas.	Desgaste en el sello.	Fugas de gas.	1	7	1	7	Mantenimiento regular.
29	Chimenea	Facilitar la ventilación y la evacuación de gases.	No evacua correctamente los gases.	Bloqueo.	Residuos acumulados.	Retención de gases.	1	6	1	6	Mantenimiento regular.
VALOR PROMEDIO										11.241	

3.6.5. Cámara de Inflamabilidad de Juguetes

Tabla 135. Matriz AMFE de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-CJ					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Estabilizador de llama	Mantener una llama estable.	No mantiene la llama de manera estable.	Obstrucción.	Acumulación de residuos.	Fluctuaciones en la llama	1	10	2	20	Limpieza de obstrucciones.
2	Base fija	Proporcionar estabilidad y soporte.	No proporciona estabilidad.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Pérdida de estabilidad.	1	4	1	4	Inspección regular.
3	Gancho piola	Sujetar o cuelga objetos.	No sujeta	Rotura.	Sobrecarga.	Incapacidad para sujetar objetos de manera segura.	2	3	2	12	Reemplazo por desgaste o daño.
4	Tapa posterior	Cerrar y asegurar la parte posterior.	No asegura adecuadamente.	Mal ajuste.	Problemas en el mecanismo de cierre.	Escape no controlado de gases.	1	3	1	3	Inspección regular.

5	Tapa lateral	Cerrar y asegurar uno de los lados.	No asegura adecuadamente.	Mal ajuste.	Problemas en el mecanismo de cierre.	Escape no controlado de gases.	1	3	1	3	Inspección regular.
6	Sujeción de muestras	Asegurar y posicionar las muestras.	No asegura.	Mal funcionamiento del mecanismo.	Problemas en el mecanismo de sujeción.	Inestabilidad de las muestras	1	4	1	4	Reemplazo por desgaste o daño.
7	Tapa frontal	Cerrar y asegurar la parte frontal.	No asegura adecuadamente.	Mal ajuste.	Problemas en el mecanismo de cierre.	Escape no controlado de gases.	1	3	1	3	Inspección regular.
8	Puerta	Proporcionar acceso y cierre.	No proporciona acceso o cierre adecuado.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Riesgo de seguridad.	1	4	1	4	Inspección regular.
9	Tapa base	Cerrar y asegurar la parte inferior.	No asegura adecuadamente.	Mal ajuste.	Problemas en el mecanismo de cierre.	Escape no controlado de gases.	1	4	2	8	Inspección regular.
10	Carro móvil	Permitir el desplazamiento para ajustar su posición.	No permite el desplazamiento adecuado.	Desgaste.	Desgaste por uso continuo.	Dificultad para ajustar la posición del equipo.	2	5	1	10	Limpieza y lubricación según sea necesario.
11	Tapa base posterior	Cerrar y asegurar la parte posterior inferior.	No asegura adecuadamente.	Mal ajuste.	Problemas en el mecanismo de cierre.	Escape no controlado de gases.	1	4	1	4	Inspección regular.
12	Tapa base superior	Cerrar y asegurar la parte superior.	No asegura adecuadamente.	Mal ajuste.	Problemas en el mecanismo de cierre.	Escape no controlado de gases.	1	4	1	4	Inspección regular.
13	Mechero	Proporcionar la llama necesaria.	No enciende.	Obstrucción.	Residuos acumulados.	Incapacidad para realizar pruebas.	1	7	2	14	Limpieza regular.
14	Chimenea	Facilitar la ventilación y la evacuación de gases.	No evacua correctamente los gases.	Bloqueo.	Residuos acumulados.	Retención de gases.	1	6	1	6	Mantenimiento regular.

15	Cilindro de GLP	Suministrar gas para la generación de la llama.	No suministra gas adecuadamente.	Fugas.	Desgaste de la válvula.	Falta de combustible.	1	10	1	10	Inspección regular.
16	Rejilla de soporte	Proporcionar soporte estructural para las muestras.	No ofrece soporte adecuado.	Deformación.	Uso continuo.	Inestabilidad de las muestras.	1	4	2	8	Inspección regular.
17	Manómetro	Medir y mostrar la presión interna de la cámara.	No muestra precisamente la presión.	Lecturas incorrectas.	Desgaste en la aguja.	Falta de información precisa sobre la presión.	2	9	3	54	Inspeccionar y calibrar regularmente.
18	Eje acero inoxidable 1/2	Servir como componente estructural o de conexión.	Deformación.	Esfuerzos excesivos.	Esfuerzos excesivos.	Pérdida de integridad estructural.	1	4	1	4	Inspección regular.
19	Tubo 4 in x 2 mm largo 250mm	Facilitar el paso controlado de gases.	Obstrucción.	Acumulación de residuos.	Residuos.	Restricción del flujo de gases.	1	3	2	6	Limpieza de obstrucciones.
20	Caucho esponja 3/4 in	Sellar y aislar áreas en la Cámara.	No sella eficazmente.	Compresión.	Compresión excesiva.	Fugas.	3	3	2	18	Reemplazo por desgaste.
21	Vidrios templados	Proporcionar una barrera transparente para observar.	Ruptura.	Impactos.	Impactos.	Pérdida de la visibilidad.	1	4	1	4	Reemplazo por daño.
22	Manguera 1/2 flexible (por metros)	Conducir gases controlados.	Ruptura.	Desgaste por uso continuo.	Desgaste.	Fugas de gas	1	9	2	18	Reemplazo por desgaste.
23	Bisagra (por metro)	Permitir la apertura y cierre controlados de la puerta.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Desgaste.	Dificultad en la apertura/cierre.	1	3	1	3	Lubricación según sea necesario.

24	DriverDrv8825 (morado)	Controlar y suministrar energía.	No realiza adecuadamente su función.	Mal funcionamiento.	Problemas eléctricos.	Interrupción de la operación.	2	5	4	40	Inspección y mantenimiento regulares.
25	Arduino MEGA 2560 R3 + cable	Controlar y coordinar funciones.	No ejecuta correctamente su programa.	Fallo de programación.	Errores de programación.	Pérdida de control.	2	7	5	70	Verificación y corrección regular de la programación.
26	Módulo de reloj RTCDS130724C3 2 Real Time	Proporcionar referencia temporal.	Desajuste.	Desajuste.	Batería agotada.	Desincronización temporal.	3	6	5	90	Reemplazo regular de la batería.
27	Módulo Final de carrera	Detectar la posición final de un mecanismo	No detecta adecuadamente la posición final.	Desajuste.	Desgaste.	Incorrecta detección de posición.	3	7	4	84	Inspección regular.
28	Sensor Inductivo SN04NNPN3	Detectar presencia de objetos metálicos.	No detecta correctamente objetos metálicos.	Falta de detección.	Desgaste.	Falta de detección.	2	6	6	72	Inspección regular.
29	Sensor capacitivo de temperatura y humedad (Digital)	Medir y proporcionar lecturas digitales de temperatura y humedad.	No mide o proporciona lecturas incorrectas.	Fallo en mediciones.	Desgaste.	Mediciones inexactas.	2	5	5	50	Inspección y calibración regulares.
30	Módulo de relé de estado sólido 1 canal	Controlar el encendido y apagado de dispositivos eléctricos.	No activa o desactiva correctamente.	Fallo en la conmutación.	Desgaste.	Incorrecta activación o desactivación de dispositivos eléctricos.	2	6	4	48	Inspección regular.
31	Lampara Led	Proporcionar iluminación.	No ilumina correctamente.	Fallo en la iluminación.	Desgaste.	Insuficiente iluminación	3	2	1	6	Inspección regular.
VALOR PROMEDIO										22.065	

3.6.6. Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción

Tabla 136. Matriz AMFE de cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.


LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023			CÓDIGO: LIM-MAF01-CMC				
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01				
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Porta muestras	Contener y presentar la muestra.	No asegura la sujeción adecuada.	Deslizamiento.	Desgaste.	Inestabilidad de las muestras.	1	4	2	8	Mantenimiento regular.
2	Cámara de inflamabilidad	Proporcionar un entorno controlado.	No mantiene condiciones seguras para pruebas.	Pérdida de sellado.	Desgaste en el sellado.	Riesgo de condiciones inseguras.	1	4	1	4	Inspeccionar y mantener regularmente.
3	Tapa superior	Proteger y cubrir la parte superior.	No cierra adecuadamente.	No cierre correcto.	Deformación.	Pérdida de contención.	1	3	1	3	Inspección regular.
4	Rejilla de soporte	Sostener y posicionar las muestras de manera uniforme.	No sostiene adecuadamente las muestras.	Deformación.	Desgaste.	Riesgo de caída de muestras.	2	4	2	16	Inspeccionar y mantener regularmente.

5	Placa horizontal	Proporcionar soporte y estabilidad para las muestras.	No cumple adecuadamente su función de soporte.	Deformación.	Desgaste.	Riesgo de caída de muestras.	1	3	1	3	Inspeccionar y mantener regularmente.
6	Panel frontal	Acceder y controlar varias funciones.	Problemas en botones.	Desgaste.	Desgaste de componentes.	Pérdida de control.	1	3	1	3	Inspeccionar y mantener regularmente el panel frontal.
7	Puerta lateral	Acceder o observar las muestras.	No cierra correctamente.	Dificultad para cerrar.	Desgaste de bisagras.	Fugas de gases.	1	4	1	4	Mantenimiento regular.
8	Soporte de regulación	Proporcionar estabilidad y ajuste para regular la posición.	Pérdida de estabilidad.	Deformación.	Deformación.	Desestabilización.	2	4	2	16	Inspección regular.
9	Pernos	Fijar y unir componentes estructurales.	Aflojamiento.	Corrosión.	Corrosión.	Pérdida de integridad estructural.	2	2	2	8	Reemplazo de pernos desgastados.
10	Pasadores	Asegurar y fijar componentes estructurales.	Desprendimiento.	Corrosión.	Corrosión.	Pérdida de integridad estructural.	1	2	2	4	Reemplazo de pasadores desgastados.
11	Mecanismo regulador del quemador	Regular el flujo de combustible para mantener una llama.	Incapacidad para regular el flujo de combustible.	Posible bloqueo.	Desgaste.	Llama inestable.	2	5	4	40	Mantenimiento regular.
12	Válvula de aguja	Ajustar con precisión el flujo de gas.	Incapacidad para ajustar el flujo de gas.	Posible bloqueo.	Desgaste.	Descontrol en el flujo de gas.	2	7	1	14	Utilizar materiales resistentes a la corrosión.
13	Quemador	Generar una llama controlada.	Inestabilidad en la llama.	Obstrucciones en los orificios.	Residuos.	Flama inestable.	1	7	1	7	Mantenimiento regular.
14	Chimenea	Dirigir gases de combustión fuera de la Cámara.	Escape inadecuado.	Grietas.	Corrosión.	Riesgo de contaminación.	1	6	1	6	Inspección regular.

15	Regulador del desplazamiento del quemador	Ajustar el desplazamiento del quemador	Incapacidad para regular el desplazamiento.	Problemas en el mecanismo.	Desgaste.	Desplazamiento incorrecto del quemador.	1	5	2	10	Mantenimiento regular.
16	Manguera de GLP	Transportar el GLP desde el suministro hasta el quemador.	Tiene fugas o está deteriorada.	Fugas.	Envejecimiento.	Fugas de gas.	1	9	1	9	Inspección y reemplazo regular.
17	Manómetro	Medir y mostrar la presión interna de la cámara.	No muestra precisamente la presión.	Lecturas incorrectas.	Desgaste en la aguja.	Falta de información precisa sobre la presión.	2	9	3	54	Inspeccionar y calibrar regularmente.
18	Tanque de GLP	Almacenar y suministrar Gas Licuado de Petróleo.	Fugas.	Fugas.	Desgaste.	Riesgo de fuga.	1	10	1	10	Inspección regular para detectar fugas.
19	Estabilizador de la llama	Mantener una llama estable.	Inestabilidad.	Desgaste.	Residuos acumulados.	Inestabilidad en la llama.	1	9	1	9	Inspección y limpieza regular.
20	Muesca para el montaje	Permitir el montaje seguro.	Problemas de alineación.	Desgaste.	Desgaste por uso.	Dificultad en el montaje.	2	3	3	18	Inspección regular.
VALOR PROMEDIO										12.3	

3.6.7. Extractor

Tabla 137. Matriz AMFE del extractor de aire.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-EX					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
EXTRACTOR											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Marco	Mantener las partes del extractor en su lugar.	Inestabilidad.	Corrosión.	Condiciones ambientales agresivas.	Inestabilidad.	1	1	2	2	Inspección periódica.
2	Transmisión	Convertir la energía del motor en movimiento.	Ineficiencia en la transferencia de energía.	Deslizamiento.	Lubricación insuficiente.	Pérdida de eficiencia.	3	5	6	90	Lubricación regular.
3	Soportes	Brindar estabilidad estructural.	Desalineación y vibración del extractor.	Desgaste excesivo en cojinetes.	Mantenimiento insuficiente.	Rendimiento deficiente.	1	2	2	4	Establecer un programa regular de mantenimiento preventivo.
4	Filtro UV	Desinfectar el aire.	Pérdida de eficacia en la filtración UV.	Acumulación de suciedad en el filtro UV.	Falta de limpieza regular.	Reducción en la desinfección UV.	2	4	3	24	Limpiar o reemplazar el filtro según las indicaciones del fabricante.

5	Sensor de presencia	Optimizar el uso de energía.	No detecta presencia.	Sensor defectuoso o mal calibrado.	Desgaste.	Problemas en la activación/desactivación del extractor.	2	7	2	28	Pruebas periódicas.
6	Motor	Proporcionar energía.	Problemas en el funcionamiento del motor.	Sobre calentamiento	Mantenimiento inadecuado.	Pérdida de potencia.	3	6	5	90	Mantenimiento preventivo regular para lubricación y limpieza.
7	Cubierta	Proteger las palas o hélices.	Daño en la cubierta del extractor.	Grietas.	Exposición a condiciones extremas.	Ineficiencia en la contención de humos.	1	5	2	10	Inspecciones regulares.
8	Conexiones	Permitir la conexión del motor a la fuente de alimentación eléctrica.	Conexiones inestables.	Aflojamiento.	Montaje deficiente.	Pérdida de energía.	1	6	3	18	Inspecciones regulares.
VALOR PROMEDIO										33.25	

3.6.8. Computadora

Tabla 138. Matriz AMFE de la computadora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-CT					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
COMPUTADORA											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Pantalla	Mostrar la interfaz gráfica de usuario.	No muestra imágenes.	Píxeles muertos.	Desgaste.	Imágenes borrosas.	1	7	1	7	Verificar y ajustar cables.
2	Placa madre	Permitir la conexión física y eléctrica de otros componentes.	Problemas de encendido.	Daño en componentes.	Sobrecalentamiento.	Pérdida total de funcionalidad.	2	8	5	80	Mantener sistema de refrigeración adecuado.
3	Disco duro	Proporcionar almacenamiento de datos de forma no volátil.	Pérdida de datos.	Sectores defectuosos.	Desgaste.	Pérdida de datos o incapacidad para acceder al sistema.	3	7	4	84	Realizar copias de seguridad regularmente.
4	Ventiladores	Enfriar los componentes internos.	Sobrecalentamiento.	Rodamientos desgastados.	Mantenimiento insuficiente.	Rendimiento reducido.	2	5	2	20	Limpiar regularmente el polvo.

5	Disipador	Disipar el calor generado por componentes críticos.	Aumento de temperatura del procesador.	Acumulación de polvo.	Mantenimiento insuficiente.	Sobrecalentamiento.	1	6	2	12	Limpiar el polvo regularmente.
6	Teclado	Proporcionar una interfaz para ingreso de datos en la computadora.	Teclas que no responden.	Desgaste.	Uso prolongado.	Dificultad para escribir.	2	2	1	4	Limpiar regularmente para evitar suciedad.
7	Mouse	Permitir controlar el movimiento del cursor en la pantalla.	Movimiento irregular.	Suciedad en el sensor.	Acumulación de suciedad.	Dificultad para navegar.	2	3	1	6	Limpiar regularmente.
8	Pad mouse	Proporcionar una superficie para que el mouse se desplace sobre él.	Pérdida de suavidad.	Desgaste.	Uso prolongado.	Disminución de la precisión del mouse.	1	1	1	1	Limpiar regularmente.
9	Caja	Proteger los componentes internos de amenazas externas.	Problemas de temperatura.	Mala ventilación.	Acumulación de polvo.	Sobrecalentamiento.	1	1	2	2	Limpiar regularmente el interior.
10	Conexiones	Permitir la interacción entre la computadora y otros dispositivos.	Pérdida de conectividad.	Conexiones sueltas.	Desconexiones accidentales.	Interrupciones en la comunicación.	2	7	4	56	Verificar y asegurar conexiones regularmente.
11	Memoria RAM	Proporcionar un espacio de almacenamiento para los datos y programas.	Errores del sistema.	Sectores de memoria defectuosos.	Desgaste.	Pérdida de datos.	2	6	5	60	Realizar pruebas de memoria.
VALOR PROMEDIO										30.182	

3.6.9. Impresora

Tabla 139. Matriz AMFE de la impresora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-IP					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
IMPRESORA											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Pantalla táctil	Permitir controlar diversas funciones de la impresora directamente desde la pantalla.	No responde.	Desgaste.	Uso prolongado.	Dificultad para operar la impresora.	1	7	1	7	Limpiar la pantalla regularmente.
2	Disco duro	Almacenar trabajos de impresión en cola.	Problemas de almacenamiento.	Sectores defectuosos.	Desgaste.	Pérdida de datos.	2	7	5	70	Analizar la salud del disco regularmente.
3	Cartuchos	Contener la tinta para imprimir en el papel.	Calidad de impresión deficiente.	Boquillas obstruidas.	Uso prolongado.	Impresiones de baja calidad.	4	5	2	40	Limpiar boquillas según indicaciones del fabricante.
4	Puertos USB	Permitir la conexión entre la impresora y la	No se reconocen dispositivos.	Conexiones sueltas.	Desconexiones bruscas.	Incapacidad para imprimir desde	1	3	3	9	Verificar conexiones USB regularmente.

		computadora u otros dispositivos.				dispositivos externos.					
5	Escáner	Convertir documentos físicos en formato digitales.	Escaneo incorrecto.	Problemas en el motor.	Uso prolongado.	Pérdida de calidad en las imágenes.	2	4	2	16	Limpiar el cristal regularmente.
6	Bandeja	Proporcionar un lugar donde colocar los medios de impresión.	Problemas con la alimentación de papel.	Rodillos desgastados.	Uso prolongado.	Atascos frecuentes.	2	5	3	30	Limpiar los rodillos regularmente.
7	Soporte ajustable	Permitir personalizar la altura de la impresora.	Problemas para ajustar la altura o nivel del soporte.	Mecanismo de ajuste defectuoso.	Desgaste.	Dificultad para nivelar la impresora.	1	2	2	4	Limpiar y verificar el mecanismo de ajuste regularmente.
8	Panel de control	Controlar el estado de la impresora de manera rápida y sencilla.	Botones no responden.	Botones desgastados.	Uso prolongado.	Dificultad para operar.	1	6	1	6	Limpiar y verificar botones regularmente.
9	Sistema de inyección	Expulsar gotas de tinta desde los cabezales de impresión hacia el papel.	Calidad de impresión deficiente.	Boquillas obstruidas.	Uso prolongado.	Impresiones de baja calidad.	2	8	4	64	Limpiar el cabezal de impresión regularmente.
10	Rodillos	Alimentar el papel desde la bandeja de papel hasta el mecanismo de impresión.	Atascos frecuentes.	Desgaste de los rodillos.	Uso prolongado.	Interrupciones en la impresión.	2	7	3	42	Limpiar rodillos regularmente.
VALOR PROMEDIO										28.8	

3.6.10. Data Logger

Tabla 140. Matriz AMFE del data logger.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-TD					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
DATA LOGGER											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Pantalla LCD	Mostrar información visual.	Información ilegible.	Píxeles defectuosos.	Uso prolongado.	Dificultad para leer.	1	7	1	7	Verificar conexiones regularmente.
2	Cable USB	Transmitir datos y energía.	Pérdida de conexión.	Conexiones sueltas.	Uso prolongado.	Interrupciones en transferencia de datos.	2	3	2	12	Verificar conexiones USB regularmente.
3	Botón principal	Encender y apagar la máquina.	No responde.	Desgaste.	Uso prolongado.	Dificultad para operar.	1	6	1	6	Limpia regularmente para evitar acumulación de suciedad.
4	Batería	Almacenar energía.	Agotamiento rápido.	Desgaste por ciclos de carga.	Uso intensivo.	Corta duración de la batería.	4	3	2	24	Monitorear regularmente el estado de la batería.

5	Puerto USB	Transmitir datos y energía.	No transfiere datos ni energía a la computadora.	El conector USB no funciona correctamente.	Posible cable USB dañado.	Incapacidad para cumplir su función principal de transferir datos a la computadora.	1	3	3	9	Probar con un cable USB diferente.
6	Sonda de temperatura	Medir y registrar la temperatura en entornos específicos.	No registra lecturas precisas.	Lecturas inexactas.	Posible calibración incorrecta.	Inexactitudes en las mediciones de temperatura.	1	5	5	25	Verificar y calibrar la sonda.
7	Bocina	Producir sonido audible.	No emite sonido.	Fallo en la emisión de sonido.	Posible fallo del altavoz.	Imposibilidad de recibir alertas auditivas.	2	3	1	6	Verificar la configuración de la bocina.
8	Placa	interconexión y coordinación de los componentes del sistema.	La placa impide la comunicación efectiva entre componentes internos.	Pérdida de conectividad.	Posible fallo en la placa.	Interferencia en la operación.	2	8	5	80	Inspeccionar visualmente la placa en busca de daños.
9	Carcasa	Actuar como barrera física que protege el interior.	No protege adecuadamente contra condiciones ambientales.	Ingresos de humedad.	Sellado inadecuado.	Posible daño o mal funcionamiento interno debido a la exposición a condiciones ambientales desfavorables.	1	2	1	2	Inspeccionar visualmente la carcasa en busca de daños.
VALOR PROMEDIO										19	


3.6.11. Regla

Tabla 141. Matriz AMFE de la regla.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-RL					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
REGLA											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Lamina metálica	Facilitar la alineación de la regla con el objeto de que se está midiendo.	Muestra deformación o fractura.	Deformación visible.	Uso indebido.	Pérdida de la precisión en las mediciones de la regla.	3	6	1	18	Inspeccionar visualmente en busca de daños.
2	Escala numérica	Proporcionar una referencia numérica que facilita la medición.	No proporciona mediciones precisas.	Desalineación.	Error de fabricación.	Dificultad para realizar mediciones precisas.	2	8	2	32	Inspeccionar visualmente en busca de desalineación o desgaste.
VALOR PROMEDIO										25	

3.6.12. Flexómetro


Tabla 142. Matriz AMFE del flexómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-FX					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
FLEXÓMETRO											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Carcasa	Proteger y asegurar la durabilidad del dispositivo.	No resguardar adecuadamente.	Grietas.	Uso rudo.	Posible daño o mal funcionamiento del flexómetro por falta de protección adecuada.	1	2	1	2	Inspeccionar visualmente la carcasa.
2	Seguro delantero	Fijar y asegurar la medida seleccionada.	El seguro no mantiene la medida.	Deslizamiento no controlado.	Desgaste del resorte.	Dificultad para tomar medidas precisas.	3	3	1	9	Verificar visualmente el estado del seguro y el resorte.
3	Resorte	Permitir la retracción	Pérdida de tensión.	Desgaste.	Desgaste natural.	La cinta no se retrae eficientemente.	3	5	3	45	Inspeccionar visualmente el resorte.

		controlada de la cinta métrica.										
4	Clip para cinturón	Sujetar el flexómetro al cinturón o ropa para facilitar el acceso.	Pérdida de capacidad de sujeción segura.	Rotura.	Material defectuoso.	Incomodidad o pérdida del flexómetro.	1	1	1	1		Reparación o reemplazo.
5	Cinta metálica	Permitir mediciones precisas.	Pérdida de precisión en las mediciones.	Rotura.	Material defectuoso.	Mediciones inexactas o imposibilidad de medir.	2	6	1	12		Reemplazo de la cinta.
6	Gancho	Iniciar la medición al engancharse en el objeto.	No se engancha de manera segura.	Deformación.	Material defectuoso.	Dificulta el inicio preciso de la medición.	3	4	2	24		Reemplazo.
7	Escala numérica	Muestra la medida en la cinta métrica.	Pérdida de visibilidad o precisión.	Desgaste.	Desgaste normal.	Dificultad para leer con precisión.	2	8	2	32		Sustitución de la cinta deteriorada
VALOR PROMEDIO												17.857

3.6.13. Anemómetro Digital

Tabla 143. Matriz AMFE del anemómetro digital.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-AN					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
ANEMÓMETRO DIGITAL											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Pantalla LCD	Mostrar la velocidad del viento y otros datos.	No muestra información correctamente.	Píxeles muertos.	Daño físico.	Dificultad para leer la velocidad del viento.	1	7	1	7	Inspeccionar visualmente la pantalla en busca de daños.
2	Ventilador de 8 aspas	Medir la velocidad del viento girando proporcionalmente	No gira o lo hace a una velocidad incorrecta.	Bloqueo mecánico.	Obstrucción.	Mediciones inexactas de velocidad del viento.	2	7	3	42	Inspeccionar visualmente en busca de obstrucciones o daños.
3	Sensores	Medir la velocidad y dirección del viento.	No registran correctamente la velocidad o dirección.	Desgaste.	Uso prolongado.	Mediciones imprecisas.	1	8	4	32	Inspeccionar visualmente en busca de desgaste o daños.

4	Interruptores	Controlar encendido, apagado y otras funciones.	Botones pegajosos.	Desgaste.	Desgaste.	Dificulta el control del anemómetro digital.	1	6	1	6	Limpieza.
5	Carcasa	Proteger y asegurar la durabilidad del dispositivo.	No resguardar adecuadamente.	Grietas.	Uso rudo.	Posible daño o mal funcionamiento.	1	2	1	2	Inspeccionar visualmente la carcasa.
6	Batería	Almacenar energía.	Agotamiento rápido.	Desgaste por ciclos de carga.	Uso intensivo.	Corta duración de la batería.	4	3	2	24	Monitorear regularmente el estado de la batería.
7	Placa	Interconexión y coordinación de los componentes del sistema.	La placa impide la comunicación efectiva entre componentes internos.	Pérdida de conectividad.	Posible fallo en la placa.	Interferencia en la operación.	2	8	5	80	Inspeccionar visualmente la placa en busca de daños.
VALOR PROMEDIO										27.57	

3.6.14. Pirómetro


Tabla 144. Matriz AMFE del pirómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-TI					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
PIRÓMETRO											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Pantalla	Mostrar la temperatura medida.	Pantalla rota.	Golpes.	Daños físicos.	Dificulta la lectura de la temperatura.	1	7	1	7	Reemplazo de la pantalla.
2	Conexión USB	Permitir conexión USB para transferir datos o cargar.	Pérdida de conexión.	Conexión suelta.	Desgaste.	Imposibilidad de transferir datos o cargar.	1	3	3	9	Verificar cable y puerto USB.
3	Sensor	Medir la temperatura mediante radiación infrarroja.	Incapacidad para medir o lecturas incorrectas.	Daño físico.	Impacto.	Mediciones inexactas.	1	8	4	32	Reemplazo si es necesario.
4	Batería	Almacenar energía.	Agotamiento rápido.	Desgaste por ciclos de carga.	Uso intensivo.	Corta duración de la batería.	4	3	2	24	Monitorear regularmente el estado de la batería.

5	Seguro del gatillo	Asegurar el gatillo del pirómetro durante la medición.	No asegura.	Deformación.	Desgaste.	Dificulta mantener el gatillo durante la medición.	2	2	1	4	Inspección regular.
6	Laser infrarrojo	Emitir luz infrarroja para medir la temperatura.	No emite.	Daño en el láser.	Desgaste.	Imposibilidad de medir la temperatura con precisión.	1	8	4	32	Reemplazo si es necesario.
7	Interruptores	Controlar funciones y configuraciones.	Botones pegajosos.	Desgaste.	Desgaste.	Dificultad para controlar funciones.	1	6	1	6	Limpieza.
8	Carcasa	Proteger y asegurar la durabilidad del dispositivo.	No resguardar adecuadamente.	Grietas.	Uso rudo.	Posible daño o mal funcionamiento.	1	2	1	2	Inspeccionar visualmente la carcasa.
9	Gatillo	Iniciar la medición de temperatura al presionar.	No inicia.	Deformación.	Desgaste.	Dificultad para iniciar.	2	5	1	10	Reemplazo si es necesario.
10	Bocina	Emitir sonidos para indicar la medición de temperatura.	No emite sonido.	Altavoz dañado.	Desgaste.	Ausencia de indicación audible.	2	3	1	6	Reemplazo del altavoz si es necesario.
11	Placa	interconexión y coordinación de los componentes del sistema.	La placa impide la comunicación efectiva entre componentes internos.	Pérdida de conectividad.	Posible fallo en la placa.	Interferencia en la operación.	2	8	5	80	Inspeccionar visualmente la placa en busca de daños.
VALOR PROMEDIO										19.273	

3.6.15. Cronómetro


Tabla 145. Matriz AMFE del cronómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-CR					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
CRONÓMETRO											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Pantalla	Mostrar el tiempo y funciones del cronómetro.	Pantalla rota.	Desgaste.	Desgaste.	Dificultad para leer el tiempo.	1	7	1	7	Reemplazo si es necesario.
2	Batería	Almacenar energía.	Agotamiento rápido.	Desgaste por ciclos de carga.	Uso intensivo.	Corta duración de la batería.	4	3	2	24	Monitorear regularmente el estado de la batería.
3	Cordón	Permitir llevar el cronómetro colgado.	Rotura.	Rotura.	Desgaste normal.	Pérdida de la capacidad para llevar el cronómetro.	3	1	1	3	Reemplazo si está dañado.
4	Placa	Proporcionar superficie para botones y pantalla.	Rotura.	Impacto.	Golpes.	Pérdida de funcionalidad.	2	8	5	80	Reemplazo si está dañada.

5	Carcasa	Proteger y asegurar la durabilidad del dispositivo.	No resguardar adecuadamente.	Grietas.	Uso rudo.	Posible daño o mal funcionamiento.	1	2	1	2	Inspeccionar visualmente la carcasa.
6	Interruptores	Controlar funciones y configuraciones.	Botones pegajosos.	Desgaste.	Desgaste.	Dificultad para controlar funciones.	1	6	1	6	Limpieza.
7	Bocina	Emitir sonidos para indicar eventos temporales.	No emite sonido.	Altavoz dañado.	Desgaste.	Ausencia de indicación audible.	2	3	1	6	Reemplazo del altavoz si es necesario.
8	Memoria	Almacenar datos temporales	Pérdida de datos.	Corrupción de datos.	Desgaste.	Pérdida de registros temporales.	2	7	5	70	Revisión técnica.
VALOR PROMEDIO										24.75	

3.6.16. Calibrador


Tabla 146. Matriz AMFE del calibrador.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-CP					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
CALIBRADOR											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Pantalla digital	Mostrar mediciones digitales.	Pérdida de visibilidad.	Pantalla dañada.	Desgaste.	Dificultad para leer mediciones.	1	7	1	7	Reemplazo de la pantalla si es necesario.
2	Batería	Suministrar energía para el calibrador.	Pérdida de energía.	Agotamiento.	Desgaste.	Imposibilidad de usar.	4	3	2	24	Reemplazo de la batería.
3	Tornillo de abrazadera deslizante	Ajustar la posición de la abrazadera para medir dimensiones.	Incapacidad para ajustar.	Atascado.	Suciedad.	Dificultad para realizar mediciones precisas.	2	7	3	42	Limpieza.

4	Interruptores	Controlar funciones y configuraciones.	Botones pegajosos.	Desgaste.	Desgaste.	Dificultad para controlar funciones.	1	6	1	6	Limpieza.
5	Brazo principal	Sujetar y ajusta las mordazas para medir dimensiones.	Incapacidad para sujetar.	Deformación.	Uso prolongado.	Dificultad para realizar mediciones precisas.	1	8	2	16	Inspección regular.
6	Rueda de ajuste fino	Permitir ajustes finos para mediciones precisas.	Incapacidad.	Atascado.	Suciedad.	Dificultad para mediciones precisas con ajuste fino.	2	7	3	42	Limpieza.
7	Brazo secundario	Brindar estabilidad y soporte durante mediciones.	Deformación.	Fuerza excesiva.	Fuerza excesiva.	Dificultad para mediciones precisas por falta de estabilidad.	2	8	2	32	Evitar fuerza excesiva.
8	Hoja de profundidad	Medir profundidad de manera precisa.	Pérdida de capacidad.	Deformación.	Uso prolongado.	Dificultad para mediciones precisas de profundidad.	2	8	2	32	Inspección regular.
9	Placa	interconexión y coordinación de los componentes del sistema.	La placa impide la comunicación efectiva entre componentes internos.	Pérdida de conectividad.	Posible fallo en la placa.	Interferencia en la operación.	2	8	5	80	Inspeccionar visualmente la placa en busca de daños.
VALOR PROMEDIO										31.22	

3.6.17. Balanza


Tabla 147. Matriz AMFE de la balanza.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-BL					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
BALANZA											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Plato de pesaje	Proporcionar una superficie estable.	Superficie irregular.	Deformación.	Uso indebido.	Pérdida de precisión en mediciones de peso.	1	3	2	6	Inspección regular.
2	Patas niveladoras de caucho	Proporcionar estabilidad.	Pérdida de estabilidad.	Desgaste.	Uso prolongado.	Inestabilidad y mediciones inexactas.	2	2	1	4	Inspección regular.
3	Nivelador de burbuja	Indicar la nivelación de la balanza.	Desviación de la burbuja.	Desajuste.	Instalación incorrecta.	Nivelación incorrecta.	1	1	1	1	Verificar regularmente la burbuja.
4	Pantalla LCD	Mostrar resultados de pesaje.	Ausencia de visualización.	Defectos en el LCD.	Golpes.	Dificultad para leer resultados.	1	7	1	7	Evitar golpes y humedad.

5	Teclado	Entrada de datos.	Teclas no responsivas.	Desgaste.	Uso intensivo.	Dificultad para ingresar datos.	1	6	1	6	Mantener limpio.
6	Carcasa	Proteger y asegurar la durabilidad del dispositivo.	No resguardar adecuadamente.	Grietas.	Uso rudo.	Posible daño o mal funcionamiento.	1	2	1	2	Inspeccionar visualmente la carcasa.
7	Cargador	Suministrar energía eléctrica.	No carga.	Conexiones sueltas.	Uso inadecuado.	Falta de energía.	2	5	3	30	Verificar conexiones y reemplazar cables.
8	Balanza	Medir la masa de objetos.	Inexactitud en las mediciones.	Desgaste interno.	Uso prolongado.	Mediciones incorrectas.	1	8	6	48	Calibración regular.
9	Placa	interconexión y coordinación de los componentes del sistema.	La placa impide la comunicación efectiva entre componentes internos.	Pérdida de conectividad.	Posible fallo en la placa.	Interferencia en la operación.	2	8	5	80	Inspeccionar visualmente la placa en busca de daños.
VALOR PROMEDIO										20.44	

3.6.18. Goniómetro

Tabla 148. Matriz AMFE del goniómetro.


LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023			CÓDIGO: LIM-MAF01-GT				
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01				
GONIÓMETRO											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Brazo abatible	Medir ángulos articulares.	Pérdida de precisión en las mediciones.	Desgaste de juntas.	Falta de mantenimiento.	Mediciones inexactas.	2	7	2	28	Mantenimiento regular.
2	Ventana del display	Mostrar datos y mediciones.	Visualización incorrecta en la ventana del display.	Pantalla en blanco.	Conexiones sueltas.	Imposibilidad de leer datos correctamente.	1	7	1	7	Verificar conexiones regularmente.
3	Rueda de fijación	Asegurar la fijación y estabilidad.	Incapacidad para fijar el goniómetro.	No se puede apretar la rueda.	Rosca desgastada o suciedad.	Inestabilidad durante la medición.	2	4	3	24	Limpiar y mantener la rueda regularmente.

4	Brazo base	Brindar soporte estructural para la medición de ángulos articulares.	Pérdida de estabilidad durante la medición.	Deformación del brazo base.	Uso excesivo de fuerza.	Inestabilidad.	1	6	2	12	Evitar fuerza excesiva.
5	Tapa del compartimento de la pila	Proporcionar acceso y protección al compartimento de la pila.	Incapacidad para cerrar correctamente.	Tapa no se cierra.	Obstrucción.	Riesgo de daño.	1	1	1	1	Limpiar y verificar obstrucciones.
6	Pantalla Display	Mostrar datos y mediciones.	Ausencia o visualización incorrecta en la pantalla.	Pantalla en blanco.	Conexiones sueltas.	Imposibilidad de leer datos correctamente.	1	7	1	7	Verificar conexiones regularmente.
7	Batería	Suministrar energía.	Pérdida de energía.	Agotamiento de la batería.	Uso prolongado o batería envejecida.	Goniómetro inoperable por falta de energía.	4	3	2	24	Recargar regularmente.
8	Nivel de burbuja para nivelado horizontal	Garantizar nivelado horizontal.	Pérdida de capacidad para indicar nivel horizontal.	Desplazamiento de la burbuja.	Calibración incorrecta.	Incapacidad para asegurar horizontalidad precisa.	1	1	1	1	Calibrar regularmente.
9	Nivel de burbuja para nivelado vertical	Asegurar el nivelado vertical.	Pérdida de capacidad para indicar nivel vertical.	Desplazamiento de la burbuja.	Calibración incorrecta.	Incapacidad para asegurar verticalidad precisa.	1	1	1	1	Calibrar regularmente.
10	Panel de control	Facilitar control y configuración.	Problemas para operar.	Botones no responden.	Conexiones sueltas en botones.	Incapacidad para operar eficientemente.	1	6	1	6	Reemplazar botones desgastados.
11	Prolongador del brazo (GAM 220 MF)	Extender el brazo para mediciones en áreas de difícil acceso.	Incapacidad para mantener la extensión.	Se retrae involuntariamente.	Fallas en el sistema de bloqueo.	Limitación en mediciones en áreas difíciles.	2	7	3	42	Verificar y reparar mecanismo de bloqueo.

12	Estuche de protección	Almacenar y proteger el goniómetro.	Pérdida de capacidad para proteger el goniómetro.	Daño en la estructura del estuche.	Golpes o caídas.	Exposición del goniómetro a posibles daños.	2	3	1	6	Reemplazar o reparar el sistema de cierre.
13	Placa base	Brindar estabilidad y soporte para mediciones precisas.	Pérdida de estabilidad.	Deformación de la placa base.	Uso excesivo de fuerza.	Imprecisiones en las mediciones.	2	8	5	80	Evitar uso excesivo de fuerza.
VALOR PROMEDIO										18.385	

3.6.19. Sistema Eléctrico


Tabla 149. Matriz AMFE del sistema eléctrico.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-SE					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
SISTEMA ELÉCTRICO											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Focos tipo tubo	Proporcionar iluminación.	Pérdida de iluminación.	No se encienden.	Fusibles quemados.	Áreas mal iluminadas	4	2	1	8	Reemplazar fusibles quemados.
2	Toma corriente de 110 V	Proporcionar conexión eléctrica de 110 V.	No suministra energía.	Problemas en la red eléctrica.	Mantenimiento eléctrico insuficiente.	Incapacidad para alimentar dispositivos conectados.	1	5	3	15	Verificar red eléctrica y reemplazar fusibles.
3	Toma corriente de 220 V	Proporcionar conexión eléctrica de 220 V.	No suministra energía.	Problemas en la red eléctrica.	Mantenimiento eléctrico insuficiente.	Incapacidad para alimentar dispositivos conectados.	1	7	3	21	Verificar red eléctrica y reemplazar fusibles.
4	Cables eléctricos	Transmitir energía eléctrica entre componentes.	Pérdida de conducción.	Cortocircuito.	Aislamiento defectuoso o daño físico.	Interrupción en la transmisión de energía.	2	4	4	32	Inspeccionar y reemplazar cables desgastados.

5	Interruptores	Controlar encendido y apagado de dispositivos eléctricos.	Incapacidad para encender o apagar.	No se activa.	Mecanismo interno defectuoso.	Pérdida de control sobre dispositivos conectados.	2	2	1	4	Reemplazar interruptores defectuosos.
6	Breaker	Proteger el sistema eléctrico al interrumpir el flujo de corriente.	No se dispara cuando es necesario.	No responde a sobrecargas.	Ajustes incorrectos.	Riesgo de daño a dispositivos eléctricos.	1	6	3	18	Verificar y ajustar los ajustes del breaker.
7	Regulador de Voltaje	Mantener voltaje constante para proteger dispositivos sensibles.	Incapacidad para mantener voltaje constante.	Sobrevoltaje.	Falla en el circuito de regulación.	Riesgo de daño a dispositivos por voltajes inestables.	2	6	4	48	Reemplazar regulador con circuito defectuoso.
8	Cajetín	Brindar punto seguro para conexión eléctrica.	Pérdida de conexión.	Conexiones sueltas.	Ajuste insuficiente.	Interrupción de suministro eléctrico.	1	1	1	1	Ajustar conexiones adecuadamente.
9	Red eléctrica	Distribuir electricidad a los componentes.	Interrupción del suministro eléctrico.	Apagones.	Problemas en la red de transmisión.	Pérdida de energía.	3	10	8	240	Mantenimiento en equipos de conmutación.
VALOR PROMEDIO										43	

3.6.20. Sistema de Internet


Tabla 150. Matriz AMFE del sistema de internet.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023		CÓDIGO: LIM-MAF01-SI					
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01					
SISTEMA DE INTERNET											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Router	Conectar dispositivos a Internet.	Pérdida de conectividad.	No se conecta a Internet.	Problemas de configuración.	Dificultades en el acceso a Internet.	1	5	3	15	Verificar configuración y reiniciar el router.
2	Cables de fibra óptica	Transmitir datos mediante señales de luz a alta velocidad.	Pérdida de conexión.	Interrupción de señal.	Daño físico.	Pérdida de conectividad.	1	4	4	16	Inspeccionar y reparar cables dañados.
3	Punto de acceso	Facilitar la conexión de dispositivos a una red inalámbrica.	Pérdida de señal.	No emite señal.	Problemas de configuración.	Imposibilidad de conexión.	2	6	3	36	Verificar configuración y reiniciar el punto de acceso.

4	Cable ethernet	Posibilitar conexión por cable para transmisión rápida y confiable.	Pérdida de conexión.	Conexiones sueltas.	Instalación incorrecta.	Pérdida de conectividad.	1	2	2	4	Verificar y asegurar conexiones.
5	Red de internet	Facilitar la conexión y transmisión de datos entre dispositivos.	Pérdida de conexión.	Problemas en la infraestructura de red.	Fallos en cables.	Imposibilidad de acceder a Internet.	5	7	6	210	Verificar y reparar cables.
VALOR PROMEDIO										56.2	

3.6.21. Sistema Hidrosanitario

Tabla 151. Matriz AMFE del sistema hidrosanitario.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 11/12/2023			CÓDIGO: LIM-MAF01-SH				
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01				
SISTEMA HIDROSANITARIO											
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				ACCIÓN CORRECTIVA
							F	G	D	IPR	
1	Tubería	Transportar agua o desechos sanitarios.	Fugas.	Fisuras.	Desgaste por corrosión.	Fugas.	1	5	4	20	Inspección regular para detectar y reparar fisuras.
2	Lavabo	Proporcionar un punto para lavarse las manos.	Fugas de agua.	Fisuras.	Daño físico.	Fugas de agua.	1	2	1	2	Reparar fisuras o roturas.
3	Grifos	Controlar el flujo de agua.	Dificultad para abrir o cerrar.	Fugas en el grifo.	Desgaste de juntas.	Desperdicio de agua.	1	3	1	3	Reparar o reemplazar juntas.
4	Válvulas	Regular el flujo de agua.	Dificultad para operar.	Fugas en la válvula.	Desgaste de sellos.	Desperdicio de agua.	2	3	1	6	Reparar o reemplazar sellos.

5	Sifones	Evitar el retorno de malos olores al ambiente.	Obstrucciones.	Fugas en el sifón.	Desgaste de sellos.	Emisión de malos olores.	1	2	2	4	Reparar o reemplazar sellos.
6	Inodoro	Recoger y evacuar desechos humanos.	Fugas.	Fugas en la base.	Desgaste de juntas.	Fugas de agua.	1	2	1	2	Reparar o reemplazar juntas.
7	Desagüe	Permitir el drenaje eficiente de aguas residuales.	Obstrucciones.	Obstrucciones en el desagüe.	Acumulación de residuos.	Dificultad para drenar.	1	2	1	2	Limpiar y desatascar regularmente.
8	Manguera	Transportar agua.	Fugas.	Fugas en la manguera.	Desgaste.	Fugas.	2	3	2	12	Reemplazar mangueras desgastadas.
9	Red de agua	Distribuir agua potable.	Fugas.	Fugas en tuberías.	Desgaste de tuberías.	Desperdicio de agua.	4	6	8	192	Inspeccionar y reparar fugas.
VALOR PROMEDIO										27	

3.7. Matriz criticidad

3.7.1. Cámara de Acondicionamiento

Tabla 152. Matriz criticidad de la cámara de acondicionamiento.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-CA	
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01	
CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Ventilador	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
2	Electroválvula 24 VAC	6	2	2	1	15	2	30	CRÍTICO
3	Sensor de humedad	6	2	2	1	15	2	30	CRÍTICO
4	Data logger	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
5	Sensor de nivel	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
6	Resistencia tubular doble M	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO

7	Sensor de temperatura	6	2	2	1	15	2	30	CRÍTICO
8	Panel de control	4	2	1	2	11	1	11	CRÍTICO
9	Bandeja de muestras	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
10	Enchufe trifásico 220V	2	1	1	4	7	1	7	SEMI CRÍTICO
11	Recolector de agua condensada	1	1	1	1	3	2	6	SEMI CRÍTICO
12	Seguro de la puerta hidráulico	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
13	Paneles laterales acero AISI 304	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
14	Panel superior AISI 304.	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
15	Panel superior sándwich	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
16	Panel trasero AISI 304	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
17	Ruedas industriales	1	1	2	1	4	2	8	SEMI CRÍTICO
18	Puerta frontal	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
19	Bisagras	2	1	2	1	5	1	5	NO CRÍTICO
20	Soporte de bandejas	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
21	Manguera	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
22	Cable de baja tensión hasta 750V	2	1	1	2	5	1	5	NO CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								10.73	

3.7.2. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

Tabla 153. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad horizontal.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-CH		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Válvula reguladora de GLP	4	2	2	2	12	1	12	CRÍTICO
2	Soporte de muestras en forma de U	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
3	Base del soporte	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
4	Cámara de inflamabilidad	2	2	1	2	7	1	7	SEMI CRÍTICO
5	Rejilla de soporte	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
6	Placa horizontal	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
7	Panel frontal	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
8	Manómetro	4	1	2	4	10	1	10	CRÍTICO

9	Cilindro de gas	1	1	1	6	8	2	16	CRÍTICO
10	Válvula de aguja	4	1	2	2	8	1	8	SEMI CRÍTICO
11	Conector espiga	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
12	Panel de control	4	2	1	2	11	1	11	CRÍTICO
13	Regulador del quemador	4	1	1	2	7	1	7	SEMI CRÍTICO
14	Mechero bunsen	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO
15	Chimenea	2	2	1	2	7	2	14	CRÍTICO
16	Puerta lateral	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
17	Base metálica	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
18	Manguera de GLP	4	1	2	4	10	2	20	CRÍTICO
19	Bisagras	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
20	Cronómetro	1	1	2	1	4	1	4	NO CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								8.7	

3.7.3. Cámara de Inflamabilidad Horizontal

Tabla 154. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad horizontal.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC02-CH		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Válvula reguladora de caudal	4	2	2	2	12	1	12	CRÍTICO
2	Porta muestras	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
3	Cámara de inflamabilidad	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
4	Soporte horizontal	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
5	Puerta frontal	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
6	Manómetro	4	1	2	4	10	1	10	CRÍTICO
7	Cilindro de gas	1	1	1	6	8	2	16	CRÍTICO
8	Electroválvula 0.25in, 0-0.7MPa	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO

9	Soporte de electroválvula	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
10	Tornillo regulador del soporte de electroválvula	2	1	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
11	Placa base del soporte de electroválvula	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
12	Conector espiga, rosca externa 0.25in	2	1	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
13	Panel de control	4	2	1	2	11	1	11	CRÍTICO
14	Mechero bunsen de 9.5mm	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO
15	Chimenea	2	2	1	2	7	2	14	CRÍTICO
16	Ventana lateral	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
17	Base metálica	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
18	Manguera de alta presión para gas	4	1	2	4	10	2	20	CRÍTICO
19	Bisagras	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
20	Cronómetro	1	1	2	1	4	1	4	NO CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								8.55	

3.7.4. Cámara de Inflamabilidad Vertical

Tabla 155. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad vertical.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-CV		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Válvula reguladora	4	2	2	2	12	1	12	CRÍTICO
2	Porta probetas	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
3	Escalímetro	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
4	Base de mechero	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
5	Cámara de inflamabilidad	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
6	Manómetro	4	1	2	4	10	1	10	CRÍTICO
7	Cilindro de GLP	1	1	1	6	8	2	16	CRÍTICO
8	Soporte horizontal de la porta probeta	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
9	Tren regulador	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO

10	Porta electrodos	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
11	Porta mechero	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
12	Porta muestras	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
13	Soporte horizontal	2	2	1	2	7	1	7	SEMI CRÍTICO
14	Sistema de control	4	2	1	1	10	1	10	CRÍTICO
15	Eje de porta mechero	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
16	Camisa	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
17	Mordaza	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
18	Clavija	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
19	Puerta frontal	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
20	Mechero Bunsen	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO
21	Manguera de GLP	4	1	2	4	10	2	20	CRÍTICO
22	Bisagra de puerta	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
23	Manija de puerta	1	1	2	1	4	1	4	SEMI CRÍTICO
24	Pinzas de sujeción	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
25	Seguro de la puerta	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
26	Brazo de entrada	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
27	Base	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
28	Válvula de aguja	4	1	2	2	8	1	8	CRÍTICO
29	Chimenea	2	2	1	2	7	2	14	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								7.59	

3.7.5. Cámara de Inflamabilidad de Juguetes

Tabla 156. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad de juguetes.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-CJ	
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01	
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Estabilizador de llama	4	2	2	2	12	1	12	CRÍTICO
2	Base fija	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
3	Gancho piola	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
4	Tapa posterior	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
5	Tapa lateral	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
6	Sujeción de muestras	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
7	Tapa frontal	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
8	Puerta	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO

9	Tapa base	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
10	Carro móvil	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
11	Tapa base posterior	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
12	Tapa base superior	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
13	Mechero	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO
14	Chimenea	2	2	1	2	7	2	14	CRÍTICO
15	Cilindro de GLP	1	1	1	6	8	2	16	CRÍTICO
16	Rejilla de soporte	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
17	Manómetro	4	1	2	4	10	1	10	CRÍTICO
18	Eje acero inoxidable ½	4	2	1	1	10	1	10	CRÍTICO
19	Tubo 4 in x 2 mm largo 250mm	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
20	Caucho esponja ¾ in	2	1	2	1	5	2	10	CRÍTICO
21	Seguro con llave	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
22	vidrios templados	2	2	1	2	7	1	7	SEMI CRÍTICO
23	Cauchos con perno 3/8	1	1	2	1	4	2	8	CRÍTICO
24	Manguera ½ flexible (por metros)	4	1	2	4	10	2	20	CRÍTICO
25	Bisagra (por metro)	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
26	DriverDrv8825 (morado)	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO

27	Arduino MEGA 2560 R3 + cable	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
28	Módulo de reloj RTCDS130724C32 Real Time	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
29	Módulo Final de carrera	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
30	Sensor Inductivo SN04NNPN3	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
31	Sensor capacitivo de temperatura y humedad (Digital)	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
32	Módulo de relé de estado sólido 1 canal	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
33	Lampara Led	1	1	2	1	4	2	8	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO									8

3.7.6. Cámara de Inflamabilidad de Materiales de Construcción

Tabla 157. Matriz criticidad de la cámara de inflamabilidad de materiales de construcción.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-CMC	
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01	
CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Porta muestras	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
2	Cámara de inflamabilidad	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
3	Tapa superior	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
4	Rejilla de soporte	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
5	Placa horizontal	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
6	Panel frontal	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
7	Puerta lateral	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
8	Soporte de regulación	4	2	1	1	10	1	10	CRÍTICO

9	Pernos	1	1	2	1	4	2	8	SEMI CRÍTICO
10	Pasadores	1	1	2	1	4	2	8	SEMI CRÍTICO
11	Bloque de madera	1	1	2	1	4	2	8	SEMI CRÍTICO
12	Mecanismo regulador del quemador	4	1	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
13	Válvula de aguja	4	1	2	2	8	1	8	SEMI CRÍTICO
14	Quemador	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO
15	Chimenea	2	2	1	2	7	2	14	CRÍTICO
16	Regulador del desplazamiento del quemador	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
17	Manguera de GLP	4	1	2	4	10	2	20	CRÍTICO
18	Manómetro	4	1	2	4	10	1	10	CRÍTICO
19	Tanque de GLP	1	1	1	6	8	2	16	CRÍTICO
20	Estabilizador de la llama	4	2	2	2	12	1	12	CRÍTICO
21	Muesca para el montaje	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								8.86	


3.7.7. Extractor

Tabla 158. Matriz criticidad del extractor.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023		CÓDIGO: LIM-MC01-EX			
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023		VERSIÓN: 01			
EXTRACTOR									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Marco	1	2	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
2	Transmisión	4	4	2	1	19	1	19	CRÍTICO
3	Soportes	2	1	2	1	5	2	10	SEMI CRÍTICO
4	Filtro UV	1	1	2	1	4	1	4	NO CRÍTICO
5	Sensor de presencia	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
6	Motor	4	4	2	1	19	1	19	CRÍTICO
7	Cubierta	2	2	1	1	6	2	12	CRÍTICO
8	Conexiones	4	1	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								10.13	

3.7.8. Computadora

Tabla 159. Matriz criticidad de la computadora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-CT		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
COMPUTADORA									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Pantalla	4	1	2	1	7	1	7	CRÍTICO
2	Placa madre	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO
3	Disco duro	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
4	Ventiladores	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
5	Disipador	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
6	Teclado	2	1	2	1	5	2	10	CRÍTICO
7	Mouse	4	1	2	1	7	2	14	CRÍTICO
8	Pad mouse	1	1	1	1	3	2	6	SEMI CRÍTICO
9	Caja	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
10	Conexiones	4	1	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
11	Memoria RAM	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								6.82	

3.7.9. Impresora

Tabla 160. Matriz criticidad de la impresora.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-IP		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
IMPRESORA									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Pantalla táctil	2	4	2	1	11	1	11	CRÍTICO
2	Disco duro	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
3	Cartuchos	4	1	2	1	7	2	14	CRÍTICO
4	Puertos USB	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
5	Escáner	2	4	1	1	10	1	10	CRÍTICO
6	Bandeja	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
7	Soporte ajustable	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
8	Panel de control	4	2	1	1	10	1	10	CRÍTICO
9	Sistema de inyección	4	4	2	1	19	1	19	CRÍTICO
10	Rodillos	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								9.2	

3.7.10. Data Logger

Tabla 161. Matriz criticidad del data logger.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-TD		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
DATA LOGGER									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Pantalla LCD	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
2	Cable USB	2	1	2	1	5	2	10	CRÍTICO
3	Botón principal	2	1	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
4	Batería	2	1	2	2	6	1	6	SEMI CRÍTICO
5	Puerto USB	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
6	Sonda de temperatura	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO
7	Bocina	1	2	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
8	Placa	6	2	2	1	15	1	15	CRÍTICO
9	Carcasa	1	2	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								9.67	

3.7.11. Regla

Tabla 162. Matriz criticidad de la regla.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-RL	
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01	
REGLA									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Lamina metálica	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
2	Escala numérica	6	1	2	1	9	1	9	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								8	

3.7.12. Flexómetro

Tabla 163. Matriz criticidad del flexómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-FX		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
FLEXÓMETRO									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Carcasa	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
2	Seguro delantero	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
3	Resorte	4	2	2	1	11	1	11	CRÍTICO
4	Clip para cinturón	2	1	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
5	Cinta metálica	6	2	2	1	15	1	15	CRÍTICO
6	Gancho	2	1	1	1	4	1	4	SEMI CRÍTICO
7	Escala numérica	6	2	2	1	15	1	15	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								8	

3.7.13. Anemómetro Digital

Tabla 164. Matriz criticidad del anemómetro digital.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-AN		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
ANEMÓMETRO DIGITAL									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Pantalla LCD	4	4	2	1	19	1	19	CRÍTICO
2	Ventilador de 8 aspas	6	2	1	1	14	1	14	CRÍTICO
3	Sensores	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
4	Interruptores	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
5	Carcasa	1	2	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
6	Batería	2	1	2	2	6	1	6	NO CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								13.33	

3.7.14. Pirómetro

Tabla 165. Matriz criticidad del pirómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-TI		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
PIRÓMETRO									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Pantalla	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
2	Conexión USB	2	1	2	1	5	1	5	NO CRÍTICO
3	Sensor	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
4	Batería	2	1	2	2	6	1	6	NO CRÍTICO
5	Seguro del gatillo	1	2	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
6	Laser infrarrojo	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
7	Interruptores	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
8	Carcasa	1	2	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
9	Gatillo	2	2	1	1	6	1	6	NO CRÍTICO
10	Bocina	1	4	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								12.3	

3.7.15. Cronómetro

Tabla 166. Matriz criticidad del cronómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-CR		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
CRONÓMETRO									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Pantalla	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
2	Batería	2	1	2	2	6	1	6	SEMI CRÍTICO
3	Cordón	1	1	2	1	4	1	4	NO CRÍTICO
4	Placa	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
5	Carcasa	1	2	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
6	Interruptores	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
7	Bocina	1	4	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
8	Memoria	2	1	2	1	5	1	5	NO CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								11.25	

3.7.16. Calibrador

Tabla 167. Matriz criticidad del calibrador.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-CP	
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01	
CALIBRADOR									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Pantalla digital	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
2	Batería	2	1	2	2	6	2	12	SEMI CRÍTICO
3	Tornillo de abrazadera deslizante	4	2	2	1	11	1	11	SEMI CRÍTICO
4	Interruptores	2	2	1	1	6	1	6	NO CRÍTICO
5	Brazo principal	6	4	1	1	26	1	26	CRÍTICO
6	Rueda de ajuste fino	4	2	2	1	11	1	11	SEMI CRÍTICO
7	Brazo secundario	6	4	1	1	26	1	26	CRÍTICO
8	Hoja de profundidad	6	2	1	1	14	1	14	SEMI CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								16.63	


3.7.17. Balanza

Tabla 168. Matriz criticidad de la balanza.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-BL		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
BALANZA									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Plato de pesaje	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
2	Nivelador de burbuja	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
3	Teclado	4	4	2	1	19	1	19	CRÍTICO
4	Cargador	2	1	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
5	Patas niveladoras de caucho	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
6	Pantalla LCD	4	4	2	1	19	1	19	CRÍTICO
7	Carcasa	1	2	2	1	5	1	5	NO CRÍTICO
8	Balanza	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								10.88	

3.7.18. Goniómetro

Tabla 169. Matriz criticidad del goniómetro.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo			FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-GT	
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro			FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01	
MÁQUINA O EQUIPO									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Brazo abatible	4	4	1	1	18	1	18	CRÍTICO
2	Ventana del display	1	2	2	1	5	1	5	NO CRÍTICO
3	Rueda de fijación	2	2	1	1	6	1	6	NO CRÍTICO
4	Brazo base	6	4	1	1	26	1	26	CRÍTICO
5	Tapa del compartimento de la pila	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
6	Pantalla display	6	4	2	1	27	1	27	CRÍTICO
7	Batería	2	1	2	2	6	2	12	SEMI CRÍTICO

8	Nivel de burbuja para nivelado horizontal	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
9	Nivel de burbuja para nivelado vertical	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRÍTICO
10	Panel de control	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRÍTICO
11	Prolongador del brazo (GAM 220 MF)	4	4	1	1	18	1	18	CRÍTICO
12	Estuche de protección	1	2	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
13	Placa base	4	4	2	1	19	1	19	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								12.46	

3.7.19. Sistema Eléctrico

Tabla 170. Matriz criticidad del sistema eléctrico.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-SE		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
SISTEMA ELÉCTRICO									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Focos tipo tubo	1	1	1	1	3	2	6	NO CRÍTICO
2	Tomacorrientes de 110 V	6	1	1	2	9	1	9	NO CRÍTICO
3	Tomacorrientes de 220 V	6	1	1	4	11	1	11	NO CRÍTICO
4	Cables eléctricos	6	1	1	4	11	1	11	NO CRÍTICO
5	Interruptores	2	1	1	1	4	1	4	NO CRÍTICO
6	Breaker	6	1	1	6	13	1	13	SEMI CRÍTICO
7	Regulador de voltaje	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
8	Cajetín	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
9	Red eléctrica	10	4	2	1	43	4	172	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								25.78	

3.7.20. Sistema de Internet

Tabla 171. Matriz criticidad del sistema de internet.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-SI		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
SISTEMA DE INTERNET									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Router	1	2	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
2	Cable de fibra óptica	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
3	Punto de acceso	1	2	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
4	Cable Ethernet	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
5	Red de Internet	1	4	2	1	7	4	28	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								8.8	

3.7.21. Sistema Hidrosanitario

Tabla 172. Matriz criticidad del sistema hidrosanitario.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD									
		ELABORADO POR: Diego Pozo		FECHA DE ELABORACIÓN: 27/11/2023			CÓDIGO: LIM-MC01-SH		
		REVISADO POR: Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN: 25/12/2023			VERSIÓN: 01		
SISTEMA HIDROSANITARIO									
N°	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL			
1	Tuberías	2	1	1	1	4	1	4	SEMI CRÍTICO
2	Lavabo	1	2	2	1	5	1	5	SEMI CRÍTICO
3	Grifo	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
4	Válvulas	1	1	1	1	3	1	3	NO CRÍTICO
5	Sifón	1	1	1	2	4	1	4	SEMI CRÍTICO
6	Inodoro	2	2	2	2	8	1	8	CRÍTICO
7	Desagüe	1	1	2	2	5	1	5	SEMI CRÍTICO
8	Manguera	2	1	1	1	4	1	4	SEMI CRÍTICO
9	Red de agua	2	4	2	2	12	3	36	CRÍTICO
VALOR PROMEDIO								8	

3.8. Bitácoras de mantenimiento preventivo

Las bitácoras de mantenimiento preventivo realizados en el proyecto técnico: Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA, serán solo almacenados y presentados, por motivos de confidencialidad, como Anexos en el programa realizado en Excel para el Laboratorio de Investigación Mecánica y a la Universidad Técnica de Ambato. En caso de requerir tal información, dirigirse hacia las instalaciones del Laboratorio de Investigación Mecánica en la Universidad Técnica de Ambato o comunicarse con el personal encargado del LIM-UTA y solicitar una copia impresa o digital de la información planteada en esta sección. En el Anexo 3. se podrá observar la bitácora de mantenimiento preventivo de la cámara de acondicionamiento, como muestra del trabajo realizado y dando a entender la estructura que tendrían las bitácoras de todas y cada una de las máquinas y equipos encargadas en el proyecto.

ANEXO 3.

3.9. Gamas de mantenimiento

Las gamas de mantenimiento preventivo realizados en el proyecto técnico: Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA, serán solo almacenados y presentados, por motivos de confidencialidad, como Anexos en el programa realizado en Excel para el Laboratorio de Investigación Mecánica y a la Universidad Técnica de Ambato. En caso de requerir tal información, dirigirse hacia las instalaciones del Laboratorio de Investigación Mecánica en la Universidad Técnica de Ambato o comunicarse con el personal encargado del LIM-UTA y solicitar una copia impresa o digital de la información planteada en esta sección. A continuación, se puede observar la gama de mantenimiento preventivo en el mes de enero para la cámara de acondicionamiento, como muestra del trabajo realizado y dando a entender la estructura que tendrían las bitácoras de todas y cada una de las máquinas y equipos encargadas en el proyecto.

Tabla 173. Gama de mantenimiento de la cámara de acondicionamiento del mes de enero.

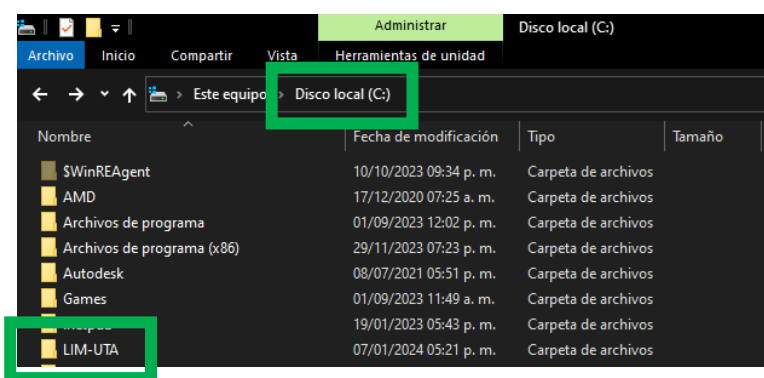
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA GAMA DE ACTIVIDADES																																			
ELABORADO POR:		Diego Pozo		CÓDIGO	LIM-GM01-CA		DESCRIPCIÓN:	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO																											
REVISADO POR:		Ing. Christian Castro		VERSIÓN:	1		MARCA:	ADEUCARPI																											
FECHA DE ELABORACIÓN:		18/12/2023		MÁQUINA	1		MODELO:	STEAMHEATING																											
FECHA DE REVISIÓN:		25/12/2023																																	
N.	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	SIGLA	ENERO																															
				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	26	27	28	29	30	31	
1	Inspección visual de la cámara de acondicionamiento	Diario	D			OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	OK																OK	OK	OK
2	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	Quincenal	Q					OK														OK													
3	Limpieza del ventilador	Mensual	M			OK																													
4	Revisión de la electroválvula	Trimestral	T																																
5	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	Semanal	S					OK						OK								OK										OK			
6	Revisión del sensor de humedad	Quincenal	Q				OK															OK													
7	Inspección del Data logger	Trimestral	T																																
8	Limpieza de la resistencia tubular doble M	Semestral	X																																
9	Revisión del sensor de temperatura	Semanal	S				OK							OK								OK										OK			
10	Limpieza del panel de control	Diario	D			OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	OK						OK	OK	OK	
11	Limpieza de las bandejas de muestras	Diario	D			OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	OK						OK	OK	OK	
12	Cambio del enchufe trifásico	Anual	A																																
13	Recolección del agua condensada	Diario	D			OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	OK					OK	OK	OK	OK	OK						OK	OK	OK	
14	Revisión del seguro de la puerta	Mensual	M					OK																											
15	Revisión del sistema eléctrico	Semanal	S				OK							OK								OK										OK			
16	Lubricación de las ruedas industriales	Trimestral	T																																
17	Verificación de la cámara de acondicionamiento	Anual	A																																
18	Ajuste de los soportes de bandejas	Quimestral	V																																
19	Cambio de cable de baja tensión	Anual	A																																
20	Cambio de mangueras	Anual	A																																

3.10. Programa en Excel

3.10.1. Manual de usuario

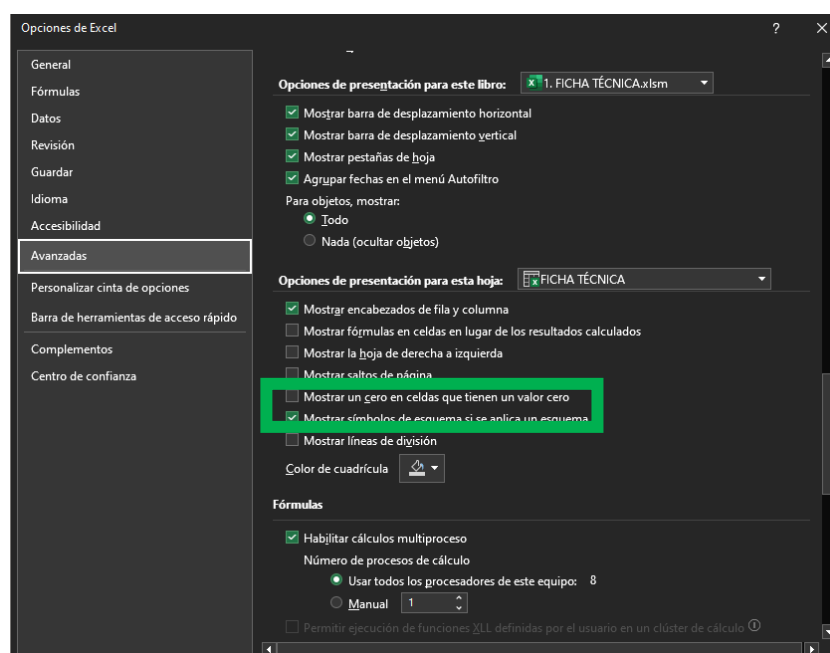
Instalar el programa

El programa y la base de datos, la cual contiene toda la información registrada, vendrán en una carpeta llamada LIM-UTA, la cual deberá ser copiada directamente en la dirección del disco local (C:).



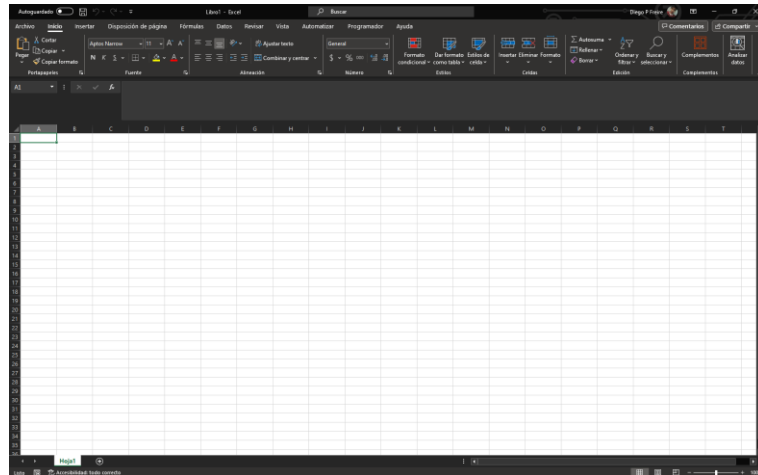
En todos y cada uno de los documentos en Excel, se deberá desactivar la opción de: Mostrar un cero en celdas que tienen un valor cero, la cual se encuentra en Archivo – Opciones – Avanzadas – Opciones de presentación para esta hoja.

Configurar celdas vacías

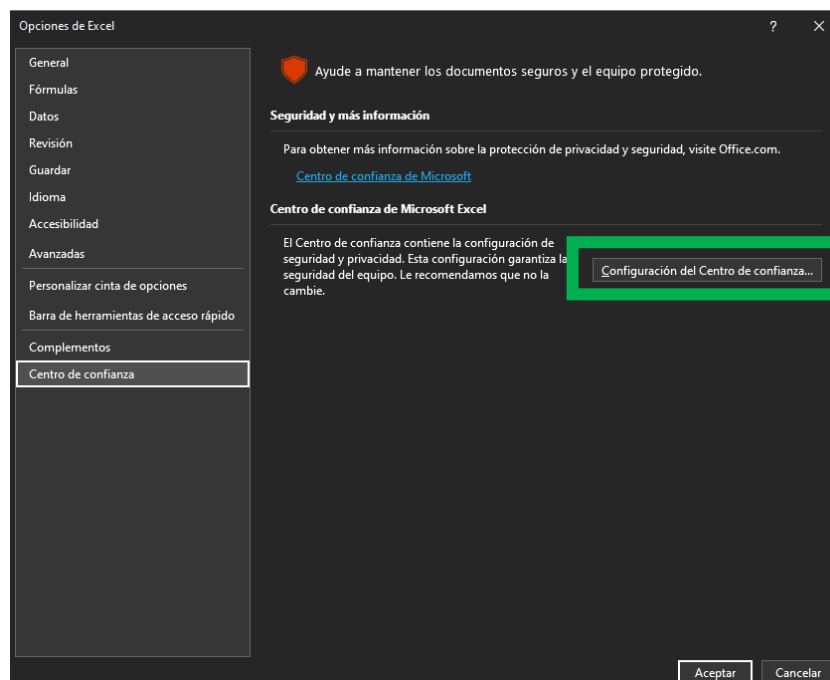


Configurara programación

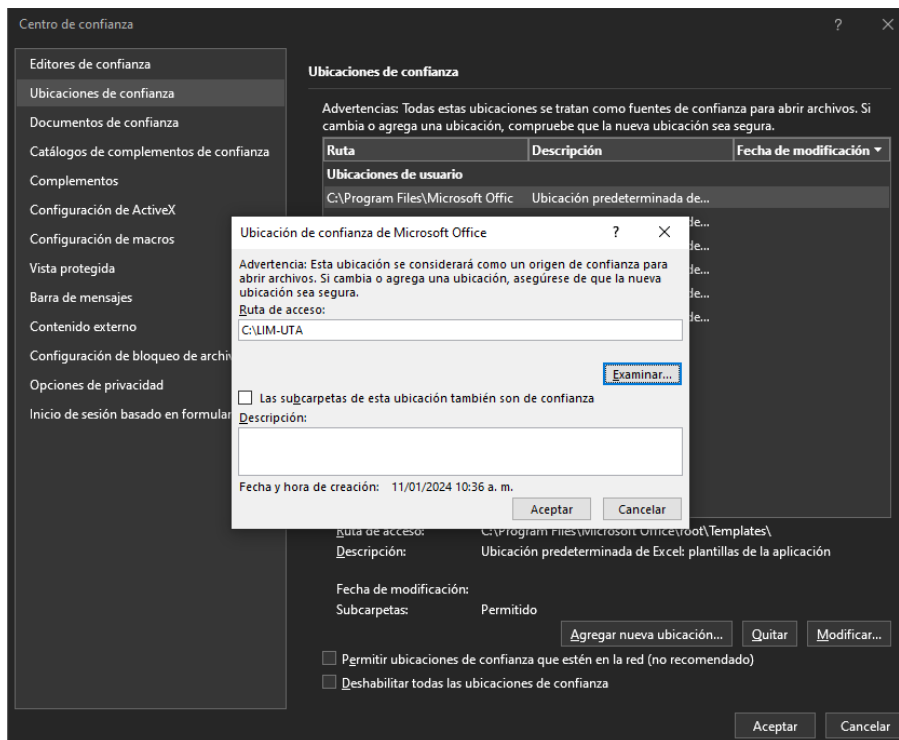
Las hojas en Excel contienen programación por macros, que dependiendo de las configuraciones de la computadora en la cual se instale, esta puede generar fallos de lectura o problemas con los archivos. Para ello, antes de entrar al programa en la carpeta LIM-UTA, abriremos aparte una hoja en blanco en Microsoft Excel de la computadora en cuestión.



En este caso vamos a configurar que Microsoft Excel considere al programa de LIM-UTA como una carpeta confiable y que no exista problemas al momento de ejecutar las macros. Entonces vamos a Archivo – Opciones – Avanzadas – Centro de confianza – Configuración del centro de confianza.



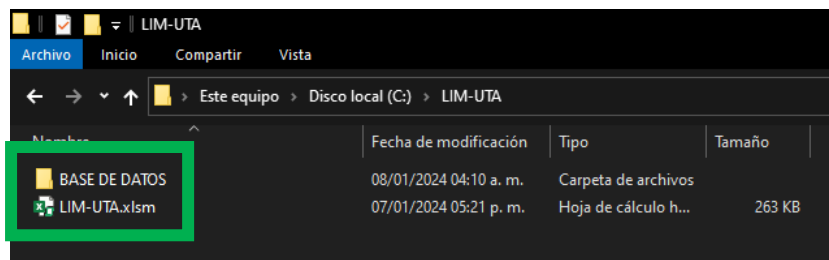
En la nueva ventana seleccionar la pestaña Ubicación de confianza, y agregamos una nueva ubicación. Aquí seleccionaremos la dirección donde esta la carpeta LIM-UTA (C:\LIM-UTA) y aceptar.



Contenido del programa

La carpeta LIM-UTA contiene la carpeta llamada BASE DE DATOS, la cual almacena toda la información registrada en el proyecto, y el programa en Excel llamado LIM-UTA.xlsm, el cual es el punto de partida para revisar la información.

Acceder a la carpeta BASE DE DATOS solo si se desea agregar, quitar o modificar cualquier información de las máquinas y equipos del LIM UTA, caso contrario ingresar por el programa LIM-UTA.xlsm.



3.10.2. Programa LIM-UTA.xlsm

El programa tiene una interfaz amigable y entendible, junto a dos botones accesibles.

Botones:

- INGRESAR: Acceder al inventario de máquinas y equipos del LIM UTA.
- SALIR: Cierra todo el programa.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO
“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA”

AUTOR: Diego Alexander Pozo Freire
TUTOR: Ing. Christian Byron Castro Miniguano Mg.

AMBATO – ECUADOR
DICIEMBRE – 2023

INGRESAR

SALIR

3.10.3. Carpeta BASE DE DATOS

Esta carpeta contiene la información de las 21 máquinas y equipos registrados en el proyecto, ordenadas numéricamente según el inventario realizado por el estudiante.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	09/01/2024 07:34 p. m.	Carpeta de archivos	
1. CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO	09/01/2024 07:37 p. m.	Carpeta de archivos	
2. CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
3. CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
4. CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
5. CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
6. CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
7. EXTRACTOR	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
8. COMPUTADORA	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
9. IMPRESORA	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
10. DATA LOGGER	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
11. REGLA	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
12. FLEXÓMETRO	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
13. ANEMÓMETRO DIGITAL	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
14. PIRÓMETRO	08/01/2024 04:09 a. m.	Carpeta de archivos	
15. CRONÓMETRO	08/01/2024 04:10 a. m.	Carpeta de archivos	
16. CALIBRADOR	08/01/2024 04:10 a. m.	Carpeta de archivos	
17. BALANZA	08/01/2024 04:10 a. m.	Carpeta de archivos	
18. GONIÓMETRO	08/01/2024 04:10 a. m.	Carpeta de archivos	
19. SISTEMA ELÉCTRICO	08/01/2024 04:10 a. m.	Carpeta de archivos	
20. SISTEMA DE INTERNET	08/01/2024 04:10 a. m.	Carpeta de archivos	
21. SISTEMA HIDROSANITARIO	08/01/2024 04:10 a. m.	Carpeta de archivos	

3.10.4. Carpeta 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

Aquí encontraremos el documento INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm el cual contiene el listado de máquinas y equipos inventariados.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS							
Nº	CÓDIGO	IR	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD	TIPO
1	DP-130CA01-D	IR	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO	ADEUCARPI	STEAM/HEATING	2	MÁQUINA
2	DP-70CH01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL	ATLAS	HMV	1	MÁQUINA
3	DP-70CH02-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
4	DP80-CV01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
5	DP-140CJ01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
6	DP-90CMC01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
7	DP150-EX01-D	IR	EXTRACTOR	BRIGGS	SC0029330001CW	1	EQUIPO
8	DP160-CT01-D	IR	COMPUTADORA	INTEL	-	1	EQUIPO
9	DP170-IP01-D	IR	IMPRESORA	LEXMARK	CX522ade	2	EQUIPO
10	DP-110TD01-D	IR	DATA LOGGER	ELITECH	RC-4HC	2	EQUIPO
11	IM-30RL01-A	IR	REGLA	LANCER	-	3	EQUIPO
12	IM-20FX01-A	IR	FLEXÓMETRO	STANLEY	30-088	2	EQUIPO
13	DP-40AN01-D	IR	ANEMÓMETRO DIGITAL	HOLD PEAK	HP-866B	2	EQUIPO
14	DP-120TI01-D	IR	PIRÓMETRO	UNI-T	UT305A	2	EQUIPO
15	DP-60CR01-D	IR	CRONÓMETRO	SPER SCIENTIFIC	810033	1	EQUIPO
16	IM-10CP01-D	IR	CALIBRADOR	ASIMETO	307-56-3	2	EQUIPO
17	DP-50BL01-D	IR	BALANZA	SARTORIUS	TE1502S	2	EQUIPO
18	DP-100GT01-D	IR	GONIÓMETRO	BOSCH	GAM 220 MF	2	EQUIPO
19	DP180-SE01-D	IR	SISTEMA ELÉCTRICO	EESASA	-	1	EQUIPO
20	DP190-SI01-D	IR	SISTEMA DE INTERNET	CNT	-	1	EQUIPO
21	DP200-SH01-A	IR	SISTEMA HIDROSANITARIO	EMAPA	-	1	EQUIPO

Botones:

- IR: Abrir los parámetros de la maquina o equipo seleccionado.
- X: Regresar a la página inicial de LIM-UTA.xlsm sin guardar el documento Excel.

Adjuntado a su vez los parámetros establecidos en el desarrollo de mantenimiento preventivo para las maquinas y equipos del LIM UTA.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS							
Nº	CÓDIGO	IR	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD	TIPO
1	DP-130CA01-D	IR	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO	ADEUCARPI	STEAM/HEATING	2	MÁQUINA
2	DP-70CH01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL	ATLAS	HMV	1	MÁQUINA
3	DP-70CH02-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
4	DP80-CV01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
5	DP-140CJ01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
6	DP-90CMC01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
7	DP150-EX01-D	IR	EXTRACTOR	BRIGGS	SC0029330001CW	1	EQUIPO
8	DP160-CT01-D	IR	COMPUTADORA	INTEL	-	1	EQUIPO
9	DP170-IP01-D	IR	IMPRESORA	LEXMARK	CX522ade	2	EQUIPO
10	DP-110TD01-D	IR	DATA LOGGER	ELITECH	RC-4HC	2	EQUIPO
11	IM-30RL01-A	IR	REGLA	LANCER	-	3	EQUIPO
12	IM-20FX01-A	IR	FLEXÓMETRO	STANLEY	30-088	2	EQUIPO
13	DP-40AN01-D	IR	ANEMÓMETRO DIGITAL	HOLD PEAK	HP-866B	2	EQUIPO
14	DP-120TI01-D	IR	PIRÓMETRO	UNI-T	UT305A	2	EQUIPO
15	DP-60CR01-D	IR	CRONÓMETRO	SPER SCIENTIFIC	810033	1	EQUIPO
16	IM-10CP01-D	IR	CALIBRADOR	ASIMETO	307-56-3	2	EQUIPO
17	DP-50BL01-D	IR	BALANZA	SARTORIUS	TE1502S	2	EQUIPO
18	DP-100GT01-D	IR	GONIÓMETRO	BOSCH	GAM 220 MF	2	EQUIPO
19	DP180-SE01-D	IR	SISTEMA ELÉCTRICO	EESASA	-	1	EQUIPO
20	DP190-SI01-D	IR	SISTEMA DE INTERNET	CNT	-	1	EQUIPO
21	DP200-SH01-A	IR	SISTEMA HIDROSANITARIO	EMAPA	-	1	EQUIPO

X 1

FICHA TÉCNICA

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANÁLISIS WEIBULL

MATRIZ AMFE

MATRIZ CRITICIDAD

BITÁCORA

GAMAS

PLANOS

PLAN DE MANTENIMIENTO

Botones:

- FICHA TÉCNICA: Abrir la ficha técnica de la maquina o equipo seleccionado.
- ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Abrir el análisis estadístico de la maquina o equipo seleccionado.
- ANÁLISIS WEIBULL: Abrir el análisis Weibull de la maquina o equipo seleccionado.
- MATRIZ AMFE: Abrir la matriz AMFE de la maquina o equipo seleccionado.
- MATRIZ CRITICIDAD: Abrir la matriz criticidad de la maquina o equipo seleccionado.
- BITÁCORA: Abrir la bitácora de la maquina o equipo seleccionado.

- GAMAS: Abrir las gamas de la maquina o equipo seleccionado.
- PLAN DE MANTENIMIENTO: Abrir la hoja de vida de la maquina o equipo seleccionado.

3.10.5. Carpeta de máquinas y equipos

En cada una de las carpetas, excepto en la 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS, encontraremos carpetas y documentos divididos en las siguientes categorías, las cuales más adelante se dará una mejor explica su manejo y funcionamiento. En este caso tomaremos como ejemplo el contenido de la carpeta 1. CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
ARCHIVO	09/01/2024 05:55 p. m.	Carpeta de archivos	
PLANOS	08/01/2024 03:56 a. m.	Carpeta de archivos	
1. FICHA TÉCNICA.xlsm	07/01/2024 01:03 p. m.	Hoja de cálculo h...	228 KB
2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.xlsm	07/01/2024 02:38 p. m.	Hoja de cálculo h...	82 KB
3. FIABILIDAD DE WEIBULL.xlsm	07/01/2024 03:14 p. m.	Hoja de cálculo h...	70 KB
4. MATRIZ AMFE.xlsm	08/01/2024 03:15 a. m.	Hoja de cálculo h...	48 KB
5. MATRIZ CRITICIDAD.xlsm	06/01/2024 02:36 p. m.	Hoja de cálculo h...	43 KB
6. BITÁCORA.xlsm	09/01/2024 06:41 p. m.	Hoja de cálculo h...	1,025 KB
7. GAMAS DE ACTIVIDADES.xlsm	09/01/2024 06:45 p. m.	Hoja de cálculo h...	72 KB
8. PLANOS.xlsm	08/01/2024 04:08 a. m.	Hoja de cálculo h...	28 KB
9. PLAN DE MANTENIMIENTO.xlsm	09/01/2024 06:31 p. m.	Hoja de cálculo h...	81 KB

Carpeta ARCHIVO

En esta carpeta se almacenan las hojas de vida creadas y guardadas de la maquina o equipo, a partir del cumplimiento de las actividades propuestas en su bitácora respectiva.

Carpeta PLANOS

Aquí se debe almacenar, de forma individual, todos los planos que existan de la respectiva maquina o equipo. Establecer el nombre oficial en cada documento y en formato PDF para luego registrarlo en el documento de Excel 8. PLANOS.xlsm.

Documento de Excel 1. FICHA TÉCNICA.xlsm

El documento este compuesto de dos hojas llamadas FICHA TÉCNICA Y EDITABLE. La hoja FICHA TÉCNICA no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA					
ELABORADO POR:	Diego Pozo	CÓDIGO:	LIM-FT01-CA		
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSIÓN:	1		
FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	MÁQUINA	1		
FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023				
					
				CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO	
				CÓDIGO:	DP-130CA01-D
				MARCA:	ADEUCARPI
		ESTADO:	Descontinuado		
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
PROCEDENCIA:	Ecuador				
MODELO:	STEAM/HEATING				
DIMENSIONES:	2270 x 535 x 915 mm				
PESO:	103 kg				

GUARDAR

X

PROTEGER

DESPROTEGER

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- PROTEGER: Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- DESPROTEGER: Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.

La hoja EDITABLE está conectada directamente con la hoja FICHA TÉCNICA, con el objetivo de poder hacer cualquier cambio, edición o adición de información sin que afecte al formato original, el cual está diseñado solo para su visualización.

En esta hoja se puede observar celdas pintadas de color azul claro, la cuales indican que solo en esa sección se pueden hacer cambios, edición o adición de información de la maquina o equipo respectivo.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FICHA TÉCNICA			
ELABORADO POR:	Diego Pozo	CÓDIGO:	LIM-FT01-CA
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSIÓN:	1
FECHA DE ELABORACIÓN:	13/11/2023	FICHA TÉCNICA:	1
FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023	MAQUINA	1
ESTADO	Descontinuado		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PROCEDENCIA:	Ecuador		
MODELO:	STEAM/HEATING		
DIMENSIONES:	2270 x 535 x 915 mm		
PESO:	103 kg		
COLOR:	Blanco		
TIPO:	Eléctrico		
AÑO:	-		
VOLTAJE:	220 V		
AMPERAJE:	8A		
FRECUENCIA:	60 Hz		

GUARDAR

X

ACTUALIZAR

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- ACTUALIZAR: Refleja todos los cambios, edición y adición de información en la hoja FICHA TÉCNICA.

Documento de Excel 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.xlsm

El documento este compuesto de dos hojas llamadas ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y EDITABLE. La hoja ANÁLISIS ESTADÍSTICO no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO																	
DESCRIPCIÓN	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO			ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE ELABORACIÓN:	20/11/2023										
CÓDIGO	LIM-AE01-CA			REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023										
MARCA	ADEUCARPI			VERSIÓN:	1	MODELO	STEAM/HEATING										
MAQUINA	NÚMERO DE HORAS DE OPERACIÓN			2	HORAS												
	FECHA DE INICIO			01/08/2022		¿ PROM											
MES	N.	ACTIVIDAD			FECHA	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	TDHF	MTHR	λ	U	D%	R(O)	R(O)	FO
Agosto	1	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			10/08/2022	14.00	1.30	0.20	1.50	18.50	1.70	0.054	0.588	91.58%	68.54%	46.92%	53.08%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de acondicionamiento			15/08/2022	4.30	0.40	0.10	0.30	18.50	1.70	0.054	0.588	91.58%	88.57%	78.41%	21.59%
Septiembre	3	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			12/09/2022	39.50	1.30	0.20	1.50	48.00	1.70	0.021	0.588	96.58%	34.45%	43.91%	56.09%
Septiembre	4	Revisión del sistema eléctrico			19/09/2022	8.50	0.40	0.10	0.50	48.00	1.70	0.021	0.588	96.58%	79.51%	83.77%	16.23%
Octubre	5	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			12/10/2022	33.50	1.30	0.20	1.50	38.00	1.70	0.026	0.588	95.72%	40.50%	41.41%	58.59%
Octubre	6	Inspección general de la cámara de acondicionamiento			17/10/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	38.00	1.70	0.026	0.588	95.72%	88.57%	88.83%	11.17%
Noviembre	7	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			10/11/2022	35.50	1.30	0.20	1.50	50.00	1.50	0.020	0.667	97.09%	38.38%	49.16%	50.84%
Noviembre	8	Lubricación de las ruedas industriales			22/11/2022	14.50	0.20	0.05	0.25	50.00	1.50	0.020	0.667	97.09%	67.63%	74.83%	25.17%
Diciembre	9	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			12/12/2022	27.75	1.30	0.20	1.50	32.25	1.70	0.031	0.588	94.99%	47.30%	42.30%	57.70%
Diciembre	10	Inspección general de la cámara de acondicionamiento			15/12/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	32.25	1.70	0.031	0.588	94.99%	88.57%	86.98%	13.02%
Enero	11	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			11/01/2023	37.50	1.30	0.20	1.50	46.00	1.70	0.022	0.588	96.44%	36.36%	44.25%	55.75%
Enero	12	Revisión del sistema eléctrico			18/01/2023	8.30	0.40	0.10	0.50	46.00	1.70	0.022	0.588	96.44%	79.51%	83.13%	16.87%
Febrero	13	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			10/02/2023	33.50	1.30	0.20	1.50	38.00	1.70	0.026	0.588	95.72%	40.50%	41.41%	58.59%
Febrero	14	Inspección general de la cámara de acondicionamiento			15/02/2023	4.50	0.40	0.10	0.50	38.00	1.70	0.026	0.588	95.72%	88.57%	88.83%	11.17%
Marzo	15	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			10/03/2023	33.50	1.30	0.20	1.50	33.50	1.30	0.030	0.769	96.26%	40.50%	36.79%	63.21%
Abril	16	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			12/04/2023	44.50	1.30	0.20	1.50	49.00	1.70	0.020	0.588	96.65%	30.10%	40.33%	59.67%
Abril	17	Inspección general de la cámara de acondicionamiento			17/04/2023	4.50	0.40	0.10	0.50	49.00	1.70	0.020	0.588	96.65%	88.57%	91.23%	8.77%
Mayo	18	Limpieza de la cámara de acondicionamiento			10/05/2023	33.50	1.30	0.20	1.50	42.00	1.70	0.024	0.588	96.11%	40.50%	45.04%	54.96%
Mayo	19	Revisión del sistema eléctrico			17/05/2023	8.50	0.40	0.10	0.50	42.00	1.70	0.024	0.588	96.11%	79.51%	81.68%	18.32%
Mayo	20	Inspección general de la cámara de acondicionamiento			13/06/2023	33.50	1.30	0.20	1.50	42.00	1.70	0.024	0.588	96.11%	38.38%	53.72%	46.28%

GUARDAR

X

PROTEGER

DESPROTEGER

Botones:

- **GUARDAR:** Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- **X:** Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- **PROTEGER:** Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- **DESPROTEGER:** Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.

La hoja **EDITABLE** está conectada directamente con la hoja **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**, con el objetivo de poder hacer cualquier cambio, edición o adición de información sin que afecte al formato original, el cual está diseñado solo para su visualización.

En esta hoja se puede observar celdas pintadas de color azul claro, las cuales indican que solo en esa sección se pueden hacer cambios, edición o adición de información de la máquina o equipo respectivo.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO																				GUARDAR	X		
DESCRIPCIÓN										ELABORADO POR:				Diago Pires		FECHA DE ELABORACIÓN:				20/11/2022			
CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO										REVISADO POR:				Ing. Christian Castro		FECHA DE REVISIÓN:				22/12/2023			
LIM-ARB-C/A										VERSION:				1		MODELO:				STREAM HEATING			
MÁQUINA										NÚMERO DE HORAS DE OPERACIÓN				2		HORAS:				2			
										FECHA DE INICIO				01-08-2022		I-FROM				8.00			
										ACTIVIDAD				2		I-TO				10.00			
																				10.00			
																				10.00			
1		15-08-2022								14.500	1.300	0.200	0.500	18.500	1.700	0.024	0.588	91.58%	88.54%	46.92%	13.08%	18.500	0.024
2		15-08-2022								4.500	0.400	0.100	0.500	18.500	1.700	0.024	0.588	91.58%	88.57%	78.41%	21.59%		
										4.500			0.500	18.500	1.700	0.024	0.588	91.58%	88.57%	78.41%	21.59%		
3		15-08-2022								4.500			0.500	18.500	1.700	0.024	0.588	91.58%	88.57%	78.41%	21.59%		
1		12-09-2022								39.500	1.300	0.200	1.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%	34.43%	43.91%	56.09%	48.000	0.021
3		19-09-2022								8.500	0.400	0.100	0.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%	79.51%	83.77%	16.23%		
										8.500			0.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%	79.51%	83.77%	16.23%		
5		19-09-2022								8.500			0.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%	79.51%	83.77%	16.23%		
1		12-10-2022								33.500	1.300	0.200	1.500	38.000	1.700	0.026	0.588	93.72%	40.50%	41.41%	58.59%	38.000	0.026
2		17-10-2022								4.500	0.400	0.100	0.500	38.000	1.700	0.026	0.588	93.72%	88.57%	88.83%	11.17%		
										4.500			0.500	38.000	1.700	0.026	0.588	93.72%	88.57%	88.83%	11.17%		
7		17-10-2022								4.500			0.500	38.000	1.700	0.026	0.588	93.72%	88.57%	88.83%	11.17%		
1		20-11-2022								31.500	1.300	0.200	1.500	50.000	1.800	0.020	0.667	97.09%	38.38%	49.18%	50.84%	50.000	0.020
4		22-11-2022								14.500	0.200	0.050	0.250	50.000	1.800	0.020	0.667	97.09%	67.63%	74.83%	25.17%		
										14.500			0.250	50.000	1.800	0.020	0.667	97.09%	67.63%	74.83%	25.17%		
9		22-11-2022								14.500			0.250	50.000	1.800	0.020	0.667	97.09%	67.63%	74.83%	25.17%		
1		22-11-2022								14.500			0.250	50.000	1.800	0.020	0.667	97.09%	67.63%	74.83%	25.17%		
2		12-12-2022								27.500	1.300	0.200	1.500	32.250	1.700	0.031	0.588	94.99%	47.30%	42.50%	57.50%	32.250	0.031
										4.500	0.400	0.100	0.500	32.250	1.700	0.031	0.588	94.99%	88.57%	86.98%	13.02%		
11		15-12-2022								4.500			0.500	32.250	1.700	0.031	0.588	94.99%	88.57%	86.98%	13.02%		
										4.500			0.500	32.250	1.700	0.031	0.588	94.99%	88.57%	86.98%	13.02%		
1		19-01-2023								27.500	1.300	0.200	1.500	48.000	1.700	0.022	0.588	96.44%	44.23%	55.79%	44.000	0.022	
3		18-01-2023								8.500	0.400	0.100	0.500	48.000	1.700	0.022	0.588	96.44%	79.51%	83.13%	16.87%		
										8.500			0.500	48.000	1.700	0.022	0.588	96.44%	79.51%	83.13%	16.87%		
13		18-01-2023								8.500			0.500	48.000	1.700	0.022	0.588	96.44%	79.51%	83.13%	16.87%		
										8.500			0.500	48.000	1.700	0.022	0.588	96.44%	79.51%	83.13%	16.87%		
1		10-02-2023								33.500	1.300	0.200	1.500	38.000	1.700	0.026	0.588	93.72%	40.50%	41.41%	58.59%	38.000	0.026
2		15-02-2023								4.500	0.400	0.100	0.500	38.000	1.700	0.026	0.588	93.72%	88.57%	88.83%	11.17%		

Botones:

- **GUARDAR:** Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- **X:** Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- **ACTUALIZAR:** Refleja todos los cambios, edición y adición de información en la hoja **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**.

En la parte inferior de la hoja EDITABLE se encuentra la tabla de actividades que serán registradas en el análisis estadístico de la máquina o equipo respectivo, según el número de actividad que tenga asignado. Registrar aquí las actividades, el día laboral en el que ha de empezar, el tiempo de reparación y tiempo muerto que ha de tomar realizarlo, todo en la sección azul de esta tabla.

3	Mayo	19	Revisión del sistema eléctrico	17/05/2023	8.500	0.400	0.100	0.500	42.000	1.700	0.024	0.588	96.11%	79.51%	81.68%	18.32%		
		20		17/05/2023	8.500			0.500	42.000	1.700	0.024	0.588	96.11%	79.51%	81.68%	18.32%		
		20		17/05/2023	8.500			0.500	42.000	1.700	0.024	0.588	96.11%	79.51%	81.68%	18.32%		
1	Junio	20	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/06/2023	35.500	1.300	0.200	1.500	55.500	2.600	0.018	0.385	95.52%	88.38%	52.75%	47.25%	55.500	0.018
2	Junio	21	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/06/2023	4.500	0.400	0.100	0.500	55.500	2.600	0.018	0.385	95.52%	88.38%	92.21%	7.79%		
5	Junio	22	Verificación de la cámara de acondicionamiento	27/06/2023	15.500	0.900	0.100	1.000	55.500	2.600	0.018	0.385	95.52%	65.83%	75.63%	24.37%		
		23		27/06/2023	15.500			1.000	55.500	2.600	0.018	0.385	95.52%	65.83%	75.63%	24.37%		
		23		27/06/2023	15.500			1.000	55.500	2.600	0.018	0.385	95.52%	65.83%	75.63%	24.37%		
1	Julio	23	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/07/2023	21.000	1.300	0.300	1.500	21.000	1.300	0.048	0.769	94.17%	56.75%	36.79%	63.21%	21.000	0.048
		24		12/07/2023	21.000			1.500	21.000	1.300	0.048	0.769	94.17%	56.75%	36.79%	63.21%		
		24		12/07/2023	21.000			1.500	21.000	1.300	0.048	0.769	94.17%	56.75%	36.79%	63.21%		
		24		12/07/2023	21.000			1.500	21.000	1.300	0.048	0.769	94.17%	56.75%	36.79%	63.21%		
		24		12/07/2023	21.000			1.500	21.000	1.300	0.048	0.769	94.17%	56.75%	36.79%	63.21%		
			PROMEDIO		471.750	20.300	3.450	23.750	844.500	40.600	0.020	13.437	1098.72%	1415.47%	1448.59%	853.41%	471.75	0.34

AGREGAR ACTIVIDADES AL ANÁLISIS ESTADÍSTICO							
CATEGORÍA	MES	N.	ACTIVIDAD	FECHA	TR (h)	TM (h)	
1			Limpieza de la cámara de acondicionamiento	7		1.5	0.2
2			Inspección general de la cámara de acondicionamiento	10		0.4	0.1
3			Revisión del sistema eléctrico	12		0.4	0.1
4			Lubricación de las ruedas industriales	15		0.2	0.05
5			Verificación de la cámara de acondicionamiento	18		0.9	0.1
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

El programa tiene capacidad para registrar hasta 5 actividades por mes, que se hayan realizado en el periodo de agosto de 2022 hasta julio de 2023. En la parte izquierda de la tabla de análisis estadístico se deberá colocar el número de actividad asignado para que el sistema realice todos los cálculos pertinentes.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA ANÁLISIS ESTADÍSTICO																
DESCRIPCIÓN		CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO				ELABORADO POR:			Disgo Pozo		FECHA DE EL					
CÓDIGO		LIM-AE01-CA				REVISADO POR:			Ing. Christian Castro		FECHA DE					
MÁQUINA		ADEUCARPI				VERSIÓN:			1		MOI					
CATEGORÍA		MES		N.		FECHA DE INICIO		HORAS								
						01/08/2022										
						Fecha		TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	TMBF	MTTR	λ	U	D %
1	agosto	1	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/08/2022	14.000	1.300	0.200	1.500	18.500	1.700	0.054	0.588	91.58%			
2	agosto	2	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/08/2022	4.500	0.400	0.100	0.500	18.500	1.700	0.054	0.588	91.58%			
		3		15/08/2022	4.500			0.500	18.500	1.700	0.054	0.588	91.58%			
		3		15/08/2022	4.500			0.500	18.500	1.700	0.054	0.588	91.58%			
		3		15/08/2022	4.500			0.500	18.500	1.700	0.054	0.588	91.58%			
1	septiembre	3	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/09/2022	39.500	1.300	0.200	1.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%			
3	septiembre	4	Revisión del sistema eléctrico	19/09/2022	8.500	0.400	0.100	0.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%			
		5		19/09/2022	8.500			0.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%			
		5		19/09/2022	8.500			0.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%			
		5		19/09/2022	8.500			0.500	48.000	1.700	0.021	0.588	96.58%			
1	octubre	5	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/10/2022	33.500	1.300	0.200	1.500	38.000	1.700	0.026	0.588	95.72%			
2	octubre	6	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	17/10/2022	4.500	0.400	0.100	0.500	38.000	1.700	0.026	0.588	95.72%			
		7		17/10/2022	4.500			0.500	38.000	1.700	0.026	0.588	95.72%			
		7		17/10/2022	4.500			0.500	38.000	1.700	0.026	0.588	95.72%			
		7		17/10/2022	4.500			0.500	38.000	1.700	0.026	0.588	95.72%			
1	noviembre	7	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/11/2022	35.500	1.300	0.200	1.500	50.000	1.500	0.020	0.667	97.09%			
4	noviembre	8	Lubricación de las ruedas industriales	22/11/2022	14.500	0.200	0.050	0.250	50.000	1.500	0.020	0.667	97.09%			
		9		22/11/2022	14.500			0.250	50.000	1.500	0.020	0.667	97.09%			
		9		22/11/2022	14.500			0.250	50.000	1.500	0.020	0.667	97.09%			

Para finalizar el análisis estadístico de la máquina o equipo respectivo, presionar el botón ACTUALIZAR para poder reflejar los cambios en la hoja de visualización ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Documento de Excel 3. FIABILIDAD DE WEIBULL.xlsm

El documento este compuesto de dos hojas llamadas FIABILIDAD DE WEIBULL Y EDITABLE. La hoja FIABILIDAD DE WEIBULL no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA												
FIABILIDAD DE WEIBULL												
DESCRIPCIÓN	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO			ELABORADO POR:				Diego Pozo				
CÓDIGO	LIM-FW01-CA			REVISADO POR:				Ing. Christian Castro				
MARCA	ADEUCARPI			FECHA DE ELABORACIÓN:				20/11/2023				
MODELO	STEAMHEATING			FECHA DE REVISIÓN:				25/12/2023				
VERSIÓN:	1											
MAQUINA	NÚMERO DE HORAS DE OPERACION			2		HORAS						
VARIABLES DE CALCULO				\bar{X}	S^2	s	β	α	γ			
				2.702	0.781	0.884	1.451	22.195				
I	FECHA DE INICIO			01/08/2022								
MES	N	ACTIVIDAD		FECHA	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	ln (TO)	(ln(YO)-X)/2	R (t)	F (t)
Agosto	1	Limpieza de la cámara de acondicionamiento		10/08/2022	14.00	1.30	0.20	1.50	2.64	0.00	48.29%	51.71%
Agosto	2	Inspección general de la cámara de acondicionamiento		15/08/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%
Septiembre	3	Limpieza de la cámara de acondicionamiento		12/09/2022	39.50	1.30	0.20	1.50	3.68	0.95	22.59%	77.41%
Septiembre	4	Revisión del sistema eléctrico		19/09/2022	8.50	0.40	0.10	0.50	2.14	0.32	59.69%	40.31%
Octubre	5	Limpieza de la cámara de acondicionamiento		12/10/2022	33.50	1.30	0.20	1.50	3.51	0.66	26.50%	73.50%
Octubre	6	Inspección general de la cámara de acondicionamiento		17/10/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%
Noviembre	7	Limpieza de la cámara de acondicionamiento		10/11/2022	35.50	1.30	0.20	1.50	3.57	0.75	25.10%	74.90%
Noviembre	8	Lubricación de las ruedas industriales		22/11/2022	14.50	0.20	0.05	0.25	2.67	0.00	47.44%	52.56%
Diciembre	9	Limpieza de la cámara de acondicionamiento		12/12/2022	27.75	1.30	0.20	1.50	3.32	0.39	31.15%	68.85%
Diciembre	10	Inspección general de la cámara de acondicionamiento		15/12/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%
Enero	11	Limpieza de la cámara de acondicionamiento		11/01/2023	37.50	1.30	0.20	1.50	3.62	0.85	23.80%	76.20%
Enero	12	Revisión del sistema eléctrico		18/01/2023	8.50	0.40	0.10	0.50	2.14	0.32	59.69%	40.31%
Enero	13	Limpieza de la cámara de acondicionamiento		10/02/2023	33.50	1.30	0.20	1.50	3.51	0.66	26.50%	73.50%

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- PROTEGER: Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- DESPROTEGER: Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.

La hoja EDITABLE está conectada directamente con la hoja FIABILIDAD DE WEIBULL, con el objetivo de poder hacer cualquier cambio, edición o adición de información sin que afecte al formato original, el cual está diseñado solo para su visualización.

En esta hoja se puede observar celdas pintadas de color azul claro, la cuales indican que solo en esa sección se pueden hacer cambios, edición o adición de información de la maquina o equipo respectivo.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIMA UTA													
FIABILIDAD DE WEIBULL													
DESCRIPCIÓN	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO				ELABORADO POR:				Diego Pozo				
CÓDIGO	LIM-FW01-CA				REVISADO POR:				Ing. Christian Castro				
MARCA	ADEUCARPI				FECHA DE ELABORACIÓN:				20/11/2023				
MODELO	STEAM HEATING				FECHA DE REVISIÓN:				25/12/2023				
VERSIÓN:	1												
MAQUINA:	NÚMERO DE HORAS DE OPERACION				HORAS								
			2	VARIABLES DE CALCULO									
			\bar{x}	s^2	α	β	a	τ					
			2.702	0.781	0.884	1.451	22.195						
			FECHA DE INICIO										
			01/08/2022										
CATEGORIA	MES	N.	ACTIVIDAD	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TF (h)	ln (TO)	(ln(TO)-X)/2	R (t)	F (t)	
1	Agosto	1	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/08/2022	14.00	1.30	0.20	1.50	2.64	0.00	48.29%	51.71%	
2	Agosto	2	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/08/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%	
		3		15/08/2022	4.50			0.50					
		3		15/08/2022	4.50			0.50					
		3		15/08/2022	4.50			0.50					
1	Septiembre	3	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/09/2022	39.50	1.30	0.20	1.50	3.68	0.95	22.59%	77.41%	
3	Septiembre	4	Revisión del sistema eléctrico	19/09/2022	8.50	0.40	0.10	0.50	2.14	0.32	59.69%	40.31%	
		5		19/09/2022	8.50			0.50					
		5		19/09/2022	8.50			0.50					
		5		19/09/2022	8.50			0.50					
1	Octubre	5	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/10/2022	33.50	1.30	0.20	1.50	3.51	0.66	26.50%	73.50%	
2	Octubre	6	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	17/10/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%	
		7		17/10/2022	4.50			0.50					
		7		17/10/2022	4.50			0.50					
		7		17/10/2022	4.50			0.50					
1	Noviembre	7	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/11/2022	35.50	1.30	0.20	1.50	3.57	0.75	25.10%	74.90%	
4	Noviembre	8	Lubricación de las ruedas industriales	22/11/2022	14.50	0.20	0.05	0.25	2.67	0.00	47.44%	52.56%	
		9		22/11/2022	14.50			0.25					
		9		22/11/2022	14.50			0.25					
		9		22/11/2022	14.50			0.25					
1	Diciembre	9	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/12/2022	27.75	1.30	0.20	1.50	3.32	0.39	31.15%	68.85%	
2	Diciembre	10	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/12/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%	

Botones:

- **GUARDAR:** Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- **X:** Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- **ACTUALIZAR:** Refleja todos los cambios, edición y adición de información en la hoja FIABILIDAD DE WEIBULL.

En la parte inferior de la hoja EDITABLE se encuentra la tabla de actividades que serán registradas en la fiabilidad de Weibull de la maquina o equipo respectivo, según el número de actividad que tanga asignado. Registrar aquí las actividades, el día laboral en el que ha de empezar, el tiempo de reparación y tiempo muerto que ha de tomar realizarlo, todo en la sección azul de esta tabla.

2	Junio	21	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/06/2023	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.44	71.68%	28.32%
5	Junio	22	Verificación de la cámara de acondicionamiento	27/06/2023	15.50	0.90	0.10	1.00	2.74	0.00	45.80%	54.20%
		23		27/06/2023	15.50			1.00				
		23		27/06/2023	15.50			1.00				
1	Julio	23	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/07/2023	21.00	1.30	0.20	1.50	3.04	0.12	38.19%	61.81%
		24		12/07/2023	21.00			1.50				
		24		12/07/2023	21.00			1.50				
		24		12/07/2023	21.00			1.50				
		24		12/07/2023	21.00			1.50				
				TOTAL	471.75	20.30	3.45	23.75	62.15	17.19	1042.59%	1257.50%
				PROMEDIO	20.51	0.88	0.15	1.03	2.70	0.75	45.33%	54.67%

AGREGAR ACTIVIDADES A LA FIABILIDAD DE WEIBULL				
CATEGORIA	ACTIVIDAD	FECHA	TR (h)	TM (h)
1	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	7	1.3	0.2
2	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	10	0.4	0.1
3	Revisión del sistema eléctrico	12	0.4	0.1
4	Lubricación de las ruedas industriales	15	0.2	0.05
5	Verificación de la cámara de acondicionamiento	18	0.9	0.1
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

El programa tiene capacidad para registrar hasta 5 actividades por mes, que se hayan realizado en el periodo de agosto de 2022 hasta julio de 2023. En la parte izquierda de la tabla de fiabilidad de Weibull se deberá colocar el número de actividad asignado para que el sistema realice todos los cálculos pertinentes.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA FIABILIDAD DE WEIBULL										
DESCRIPCIÓN	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO				ELABORADO POR:					
CÓDIGO	LIM-FW01-CA				REVISADO POR:		Ing. C			
MARCA	ADEUCARPI				FECHA DE ELABORACIÓN:					
MODELO	STEAM/HEATING				FECHA DE REVISIÓN:					
VERSIÓN:	1									
MÁQUINA	NÚMERO DE HORAS DE OPERACIÓN				2		HORAS			
VARIABLES DE CÁLCULO					\bar{x}	s^2	s	β	α	γ
					2.702	0.781	0.884	1.451	22.195	
FECHA DE INICIO					01/08/2022					
CATEGORÍA	MES	N.	ACTIVIDAD	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	ln(TO)	ln(TO)
1	agosto	1	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/08/2022	14.00	1.30	0.20	1.50	2.64	0.0
2	agosto	2	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	15/08/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.4
		3		15/08/2022	4.50			0.50		
		3		15/08/2022	4.50			0.50		
		3		15/08/2022	4.50			0.50		
1	Septiembre	3	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/09/2022	39.50	1.30	0.20	1.50	3.68	0.5
3	Septiembre	4	Revision del sistema electrico	19/09/2022	8.50	0.40	0.10	0.50	2.14	0.3
		5		19/09/2022	8.50			0.50		
		5		19/09/2022	8.50			0.50		
		5		19/09/2022	8.50			0.50		
1	octubre	5	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	12/10/2022	33.50	1.30	0.20	1.50	3.51	0.6
2	octubre	6	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	17/10/2022	4.50	0.40	0.10	0.50	1.50	1.4
		7		17/10/2022	4.50			0.50		
		7		17/10/2022	4.50			0.50		
		7		17/10/2022	4.50			0.50		
1	Noviembre	7	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	10/11/2022	35.50	1.30	0.20	1.50	3.57	0.7
4	Noviembre	8	Lubricación de las ruedas industriales	22/11/2022	14.50	0.20	0.05	0.25	2.67	0.0

Para finalizar el análisis de fiabilidad de Weibull de la máquina o equipo respectivo, presionar el botón ACTUALIZAR para poder reflejar los cambios en la hoja de visualización FIABILIDAD DE WEIBULL.

Documento de Excel 4. MATRIZ AMFE.xlsm

El documento este compuesto de dos hojas llamadas MATRIZ AMFE Y EDITABLE. La hoja MATRIZ AMFE no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE											
ELABORADO POR:		Diego Pezo		CÓDIGO	LIM-MAF01-CA	MARCA	ADEUCARPI				
REVISADO POR:		Ing. Christian Castro		VERSIÓN:	1	MODELO	STEAM HEATING				
FECHA DE ELABORACIÓN:		11/12/2023		CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO							
FECHA DE REVISIÓN:		23/12/2023		CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO							
VALOR PROMEDIO DEL AMFE				VALORACIONES							
N.	COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODOS DE FALLO	CAUSA RAIZ	EFFECTO	F	G	D	MFR	RECOMENDACIONES
1	Ventilador	Distribuir aire de manera uniforme.	No distribuye uniformemente la temperatura.	Flejo de aire desigual.	Desgaste en los arpas del ventilador.	Variación en condiciones ambientales.	2	4	2	16	Mantenimiento regular.
2	Electroválvula 24 VAC	Controlar el flujo de aire.	No regula el flujo de refrigerante.	No abre o cierra correctamente.	Oclusión por suciedad.	Inconsistencia en las condiciones controladas.	3	6	4	72	Limpia la electroválvula regularmente.
3	Sensor de humedad	Medir y controlar las niveles de humedad.	No proporciona lecturas precisas.	Muestra lecturas incoherentes.	Dado por exposición prolongada.	Inconsistencia en las condiciones de humedad.	2	6	4	48	Reemplazar el sensor dañado.
4	Data logger	Registrar y almacenar datos de diversas variables ambientales.	No registra correctamente los datos.	Falta de registro.	Problema en la conexión eléctrica.	Pérdida crítica de datos ambientales.	2	5	5	50	Verificar conexión.
5	Sensor de nivel	Monitorear y controlar las condiciones ambientales.	No detecta correctamente el nivel de líquido.	Lecturas incorrectas.	Suciedad.	Posible desbordamiento.	3	3	4	36	Limpia regularmente.
6	Resistencia tubular doble 3M	Generar calor para mantener las condiciones térmicas necesarias.	No genera calor adecuado.	No produce calor.	Desgaste.	Incapacidad para mantener condiciones térmicas necesarias.	2	5	5	50	Inspeccionar y reemplazar la resistencia si está desgastada.
7	Sensor de temperatura	Medir y controlar la temperatura ambiente.	No registra de manera precisa la temperatura.	Lecturas incoherentes.	Calibración incorrecta.	Condiciones térmicas imprecisas.	3	5	3	45	Calibrar regularmente.
8	Panel de control	Ajustar y configurar los parámetros de operación.	No responde o funciona incorrectamente.	Botones sin respuesta.	Conexiones sueltas.	Pérdida de control sobre las condiciones.	1	6	1	6	Verificar conexiones.

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- PROTEGER: Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- DESPROTEGER: Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.

La hoja EDITABLE está conectada directamente con la hoja MATRIZ AMFE, con el objetivo de poder hacer cualquier cambio, edición o adición de información sin que afecte al formato original, el cual está diseñado solo para su visualización.

En esta hoja se puede observar celdas pintadas de color azul claro, la cuales indican que solo en esa sección se pueden hacer cambios, edición o adición de información de la maquina o equipo respectivo.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE										
ELABORADO POR:	Diego Pozo			FICHA DE REVISIÓN:	25/12/2023					
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro			VERSIÓN:	1					
FECHA DE ELABORACIÓN:	11/12/2023			CÓDIGO:	LIM-MAF01-CA					
AGREGAR DATOS A LA MATRIZ AMFE										
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUZA RAIZ	EFECTO	VALORACIONES				RECOMENDACIONES
						F	G	D	MPR	
										0
										0
										0

+1 COMPONENTE

+2 COMPONENTES

+3 COMPONENTES

GUARDAR

X

ACTUALIZAR

LIMPIAR

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- ACTUALIZAR: Refleja todos los cambios, edición y adición de información en la hoja MATRIZ AMFE.
- LIMPIAR: Limpiar la sección azul para volver a insertar componente, función, falla funcional, modo de fallo, causa raíz, efecto, F, G, D y recomendaciones.
- +1 COMPONENTE: Agregar solo un componente más, con sus respectivas características, al análisis de la matriz AMFE.
- +2 COMPONENTES: Agregar solo dos componentes más, con sus respectivas características, al análisis de la matriz AMFE.

- 3+ COMPONENTES: Agregar los tres componentes más, con sus respectivas características, al análisis de la matriz AMFE.

Para agregar datos a la matriz AMFE, se lo puede hacer de uno en uno hasta de tres en tres componentes. Solo es necesario rellenar la información necesaria en la sección indicada, darle al respectivo botón para agregar datos y luego pulsar el botón ACTUALIZAR. Tener cuidado con pulsar el botón de forma incorrecta, ya que la hoja MATRIZ AMFE para visualizar datos podría verse afectada. Por ejemplo: en la hoja EDITABLE, rellenar datos de un solo componente y luego pulsar el botón +3 COMPONENTES, esto haría que la hoja de visualización se distorsionara por completo y se tuviera que volver a programar la hoja MATRIZ AMFE.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ AMFE									
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023						
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSIÓN:	1						
FECHA DE ELABORACIÓN:	11/12/2023	CODIGO:	LDM-MAF01-CA						
AGREGAR DATOS A LA MATRIZ AMFE									
COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	CAUZA RAZ	EFECTO	VALORES NUMEROS			RECOMENDACIONES
						F	G	D	
									0
									0
									0
									0

+1 COMPONENTE
+2 COMPONENTES
+3 COMPONENTES

GUARDAR
X

ACTUALIZAR

LIMPIAR

Documento de Excel 5. MATRIZ CRITICIDAD.xlsm

El documento este compuesto de dos hojas llamadas MATRIZ CRITICIDAD Y EDITABLE. La hoja MATRIZ CRITICIDAD no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD										
ELABORADO POR:	Diego Pozo	CODIGO:	LDM-MAF01-CA	DESCRIPCIÓN:	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO					
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSIÓN:	1	MARCA:	ADEUCARPI					
FECHA DE ELABORACIÓN:	27/11/2023	VALOR PROMEDIO DE CRITICIDAD:	10.727	MODELO:	STREAMHEATING					
FECHA DE REVISIÓN:	23/12/2023	MAQUINA:	1							
N.	COMPONENTE	CONSECUENCIAS					FRECUCENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACION	
		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MITO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL				
1	Ventilador	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRITICO	
2	Electroválvula 24 VAC	6	2	2	1	15	2	30	CRITICO	
3	Sensor de humedad	6	2	2	1	15	2	30	CRITICO	
4	Data logger	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRITICO	
5	Sensor de nivel	2	2	2	1	7	1	7	SEMI CRITICO	
6	Resistencia tubular de 30W 3d	4	2	2	1	11	1	11	SEMI CRITICO	
7	Sensor de temperatura	6	2	2	1	15	2	30	CRITICO	
8	Panel de control	4	2	1	2	11	1	11	CRITICO	
9	Bandeja de muestras	1	1	1	1	3	1	3	NO CRITICO	
10	Escalera trifásica 220V	2	1	1	1	4	1	7	SEMI CRITICO	
11	Recolector de agua condensada	1	1	1	1	3	2	6	SEMI CRITICO	
12	Regulo de la puerta hidráulica	2	2	1	1	6	1	6	SEMI CRITICO	
13	Panel de control acceso ABE 304	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRITICO	
14	Panel operador ABE 304	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRITICO	
15	Panel operador sandwich	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRITICO	
16	Panel trasero ABE 304	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRITICO	
17	Bombas industriales	1	1	2	1	4	2	8	SEMI CRITICO	
18	Puerta frontal	4	2	1	1	10	1	10	SEMI CRITICO	
19	Diapragas	2	1	2	1	5	1	5	NO CRITICO	
20	Regulo de bandeja	1	1	1	1	3	1	3	NO CRITICO	
21	Mangas	4	1	2	1	7	1	7	SEMI CRITICO	
22	Cable de baja tensión hasta 750V	2	1	1	2	5	1	5	NO CRITICO	
TOTAL									236	
PROMEDIO										11

GUARDAR
X

PROTEGER

DESPROTEGER

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.

- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- PROTEGER: Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- DESPROTEGER: Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.

La hoja EDITABLE está conectada directamente con la hoja MATRIZ CRITICIDAD, con el objetivo de poder hacer cualquier cambio, edición o adición de información sin que afecte al formato original, el cual está diseñado solo para su visualización.

En esta hoja se puede observar celdas pintadas de color azul claro, la cuales indican que solo en esa sección se pueden hacer cambios, edición o adición de información de la maquina o equipo respectivo.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD							
ELABORADO POR:	Diego Pozo		FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023			
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro		VERSION:	1			
FECHA DE ELABORACIÓN:	27/11/2023		CÓDIGO:	LIM-MC01-CA			
AGREGAR DATOS A LA MATRIZ CRITICIDAD							
CONSECUENCIAS							
COMPONENTE	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MITO	IMPACTO SHA	CONSECUENCIA TOTAL	FRECUENCIA	CRITICIDAD
					0		0
					0		0
					0		0
+1 COMPONENTE		+2 COMPONENTES		+3 COMPONENTES			

GUARDAR **X**

ACTUALIZAR

LIMPIAR

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- ACTUALIZAR: Refleja todos los cambios, edición y adición de información en la hoja MATRIZ CRITICIDAD.
- LIMPIAR: Limpiar la sección azul para volver a insertar componente, impacto operacional, flexibilidad, impacto SHA y frecuencia.
- +1 COMPONENTE: Agregar solo un componente más, con sus respectivas características, al análisis de la matriz criticidad.
- +2 COMPONENTES: Agregar solo dos componentes más, con sus respectivas características, al análisis de la matriz criticidad.

- 3+ COMPONENTES: Agregar los tres componentes más, con sus respectivas características, al análisis de la matriz criticidad.

Para agregar datos a la matriz criticidad, se lo puede hacer de uno en uno hasta de tres en tres componentes. Solo es necesario rellenar la información necesaria en la sección indicada, darle al respectivo botón para agregar datos y luego pulsar el botón ACTUALIZAR. Tener cuidado con pulsar el botón de forma incorrecta, ya que la hoja MATRIZ CRITICIDAD para visualizar datos podría verse afectada. Por ejemplo: en la hoja EDITABLE, rellenar datos de un solo componente y luego pulsar el botón +3 COMPONENTES, esto haría que la hoja de visualización se distorsionara por completo y se tuviera que volver a programar la hoja MATRIZ CRITICIDAD.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA MATRIZ CRITICIDAD							
ELABORADO POR:	Diego Pozo	FECHA DE REVISIÓN:	25-12-2023				
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSIÓN:	1				
FECHA DE ELABORACIÓN:	27/11/2023	CÓDIGO:	LIM-MC01-CA				
AGREGAR DATOS A LA MATRIZ CRITICIDAD							
CONSECUENCIAS							
COMPONENTE	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS MITO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA TOTAL	FRECUENCIA	CRITICIDAD
					0		0
					0		0
					0		0

Documento de Excel 6. BITÁCORA.xlsm

El documento este compuesto de dos hojas llamadas BITÁCORA Y EDITABLE. La hoja BITÁCORA no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

The screenshot shows the BITÁCORA spreadsheet with a grid of data. The columns represent different consequence categories (IMPACTO OPERACIONAL, FLEXIBILIDAD, COSTOS MITO, IMPACTO SAH, CONSECUENCIA TOTAL, FRECUENCIA, CRITICIDAD) and the rows represent various activities. The grid contains numerical values and colored cells (green, yellow, red) indicating different levels of risk or impact. The spreadsheet is titled 'LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA' and includes a header with 'GUARDAR', 'X', 'PROTEGER', and 'DESPROTEGER' buttons.

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- PROTEGER: Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- DESPROTEGER: Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.

La hoja EDITABLE está conectada directamente con la hoja BITÁCORA, con el objetivo de poder hacer cualquier cambio, edición o adición de información sin que afecte al formato original, el cual está diseñado solo para su visualización.

En esta hoja se puede observar celdas pintadas de color azul claro, la cuales indican que solo en esa sección se pueden hacer cambios, edición o adición de información de la maquina o equipo respectivo.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIMATA BITÁCORA						
ELABORADO POR:	Diego Piro	CODIGO:	LDI-BTU-CA <th>DESCRIPCION:</th> <td colspan="2">CAMARA DE ACONDICIONAMIENTO</td>	DESCRIPCION:	CAMARA DE ACONDICIONAMIENTO	
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSION:		MAQUINA:	"GREYCAR"	
FECHA DE ELABORACION:	04/12/2023	BITÁCORA:	1	MODELO:	STEAMHEATING	
FECHA DE REVISION:	23/12/2023	MAQUINA:	1			

01/10/2024										
FRECUCIA	DIAS	MES	DIAS DE INICIO	N.	ACTIVIDAD	FRECUCIA				
1	D	1	2	1	3	3	1	Inspección visual de la cámara de acondicionamiento	Diario	1
3	Q	14	4	1	5	5	2	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	Quincenal	2
4	M	28	5	1	4	4	3	Limpieza del ventilador	Mensual	3
5	T	91	5	2	8	39	4	Revisión de la electroválvula	Trimestral	4
2	S	7	6	1	5	5	5	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	Semanal	5
3	Q	14	6	1	4	4	6	Revisión del sensor de humedad	Quincenal	6
5	T	91	5	2	8	39	7	Inspección del Dura loger	Trimestral	7
7	X	182	4	3	7	67	8	Limpieza de la resistencia tubular de 3M	Semanal	8
2	S	7	3	1	4	4	9	Revisión del sensor de temperatura	Semanal	9
1	D	1	2	1	3	3	10	Limpieza del panel de control	Diario	10
1	D	1	2	1	3	3	11	Limpieza de las bandejas de muestras	Diario	11
8	A	371	3	4	4	97	12	Cambio del aceite vegetal	Anual	12
1	D	1	2	1	3	3	13	Reciclación del agua condensada	Diario	13
4	M	28	4	1	5	5	14	Revisión del seguro de la puerta	Mensual	14
2	S	7	3	1	4	4	15	Revisión del sensor eléctrico	Semanal	15
5	T	91	5	2	8	39	16	Lubricación de los rodamientos industriales	Trimestral	16
8	A	371	4	4	5	96	17	Verificación de la cámara de acondicionamiento	Anual	17
6	V	154	5	2	6	37	18	Ajuste de los resortes de bandejas	Quincenal	18
8	A	371	3	4	8	39	19	Cambio de aceite de los resortes	Anual	19
8	A	371	4	4	5	96	20	Cambio de mangas	Anual	20
							21			21
							22			22
							23			23
							24			24
							25			25
							26			26
							27			27
							28			28
							29			29
							30			30

N.	FRECUCIA	MESES	DIAS
1	Diario	1	1
2	Semanal	7	7
3	Quincenal	7	14
4	Mensual	31	28
5	Trimestral	91	91
6	Quincenal	7	154
7	Semanal	31	182
8	Anual	371	371

Meses	1	31	23	23
Febrero	2	29	31	28
Marzo	3	31	30	31
Abril	4	30	31	30
Mayo	5	31	31	31
Junio	6	30	31	30
Julio	7	31	31	31
Agosto	8	31	31	31
Septiembre	9	30	31	30

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- ACTUALIZAR: Refleja todos los cambios, edición y adición de información en la BITÁCORA.

Para hacer cambios, edición o adición de información de la maquina o equipo respectivo, se deberán modificar los siguientes puntos, los cuales están pintados de color azul claro:

Actividad: Agregar o borrar la actividad que desee en la sección de actividad.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA		
BITÁCORA		
CÓDIGO	LIM-BT01-CA	DESCRIPCIÓN:
VERSIÓN:	1	MARCA:
BITÁCORA:	1	MODELO:
MÁQUINA	1	
2024		
INICIO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
3	Inspección visual de la cámara de acondicionamiento	Diario
5	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	Quincenal
4	Limpieza del ventilador	Mensual
39	Revisión de la electroválvula	Trimestral
5	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	Semanal
4	Revisión del sensor de humedad	Quincenal
39	Inspección del Data logger	Trimestral
67	Limpieza de la resistencia tubular doble M	Semestral
4	Revisión del sensor de temperatura	Semanal
3	Limpieza del panel de control	Diario
3	Limpieza de las bandejas de muestras	Diario
95	Cambio del enchufe trifásico	Annual
3	Recolección del agua condensada	Diario
5	Revisión del seguro de la puerta	Mensual
4	Revisión del sistema eléctrico	Semanal
39	Lubricación de las ruedas industriales	Trimestral
96	Verificación de la cámara de acondicionamiento	Annual
37	Ajuste de los soportes de bandejas	Quimestral
99	Cambio de cable de baja tensión	Annual
96	Cambio de mangueras	Annual

Frecuencia: Luego, darle la frecuencia en la que se desee realizar la actividad.

REVISADO POR:	It
FECHA DE ELABORACIÓN:	
FECHA DE REVISIÓN:	

	01/0
FRECUENCIA	I

1	D	1	
3	Q	14	
4	M	28	
5	T	91	
2	S	7	
3	Q	14	
5	T	91	
7	X	182	
2	S	7	
1	D	1	
1	D	1	
8	A	371	
1	D	1	

Para ello podremos visualizar en la parte derecha de la hoja EDITABLE una tabla numerada con las frecuencias asignadas y permisibles, copiar solo el numero asignado tal como indica el paso anterior. Esta tabla a pesar de poder modificarla, no se encuentra pintada con el color azul claro, ya que las frecuencias para las actividades ya fueron establecidas por el estudiante. En caso de querer agregar nuevas frecuencias de trabajo se lo puede hacer tomando en cuenta lo siguiente:

- N: No modificar la numeración de cada frecuencia.
- Frecuencia: Agregar el tiempo de frecuencia nuevo en palabras.
- Meses: Colocar 1 si la frecuencia no supera el mes, y colocar el numero respectivo de meses si la frecuencia supera 1 mes.
- Símbolo: Asignar un símbolo a la frecuencia, que no esté repetido.
- Días: Agregar el tiempo de frecuencia nuevo en días.

CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO				
CIÓN:	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO			
A:	ADEUCARPI			
O:	STEAM/HEATING			

GUA

ACT

N.	FRECUENCIA	MESES	SÍMBOLO	DÍAS
1	Diario	1	D	1
2	Semanal	1	S	7
3	Quincenal	1	Q	14
4	Mensual	1	M	28
5	Trimestral	3	T	91
6	Quimestral	5	V	154
7	Semestral	6	X	182
8	Anual	12	A	371
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Día y MES: Por último, asignar el día y el mes de comienzo de la actividad. Tomar en cuenta que el número del día no tomará un fecha, sino un día laboral. Es decir que, si colocamos el número 5, no tomara el día 5 del mes, sino tomara el quinto día laboral del mes.

Documento de Excel 7. GAMAS DE ACTIVIDADES.xlsm

El documento este compuesto de dos hojas llamadas GAMA Y EDITABLE. La hoja GAMA no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA																																				
GAMA DE ACTIVIDADES																																				
ELABORADO POR:		Diego Pineda		CÓDIGO		LIM-GR01-CA		DESCRIPCIÓN:		CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO																										
REVISADO POR:		Ing. Christian Castro		VERSIÓN:		1		MARCAS:		ADEUCAREP																										
FECHA DE ELABORACIÓN:		18/12/2023		MÁQUINA		1		MODELO:		STEAMHEATING																										
FECHA DE REVISIÓN:		25/12/2023																																		
N.	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	SIGLA	ENERO																																
				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	26	27	28	29	30	31		
1	Inspección visual de la cámara de acondicionamiento	Diario	D																																	
2	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	Quincenal	Q																																	
3	Limpieza del ventilador	Mensual	M																																	
4	Revisión de la electroválvula	Trimestral	T																																	
5	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	Semanal	S																																	
6	Revisión del sensor de humedad	Quincenal	Q																																	
7	Inspección del Data logger	Trimestral	T																																	
8	Limpieza de la resistencia tubular dobla M	Semanal	S																																	
9	Revisión del sensor de temperatura	Semanal	S																																	
10	Limpieza del panel de control	Diario	D																																	
11	Limpieza de las bandejas de muestra	Diario	D																																	
12	Cambio del aceite sintético	Anual	A																																	
13	Recolectión del agua condensada	Diario	D																																	
14	Revisión del seguro de la piqueta	Mensual	M																																	
15	Revisión del sistema eléctrico	Semanal	S																																	
16	Lubricación de las ruedas industriales	Trimestral	T																																	
17	Verificación de la cámara de acondicionamiento	Anual	A																																	
18	Ajuste de los soportes de bandejas	Quincenal	Q																																	
19	Cambio de cable de baja tensión	Anual	A																																	
20	Cambio de mangueras	Anual	A																																	

- GUARDAR X
- ACTUALIZAR
- PROTEGER
- DESPROTEGER

Botones:

- **GUARDAR:** Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- **X:** Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- **ACTUALIZAR:** Refleja todos los cambios, edición y adición de información en la hoja GAMA.
- **PROTEGER:** Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- **DESPROTEGER:** Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.

La hoja EDITABLE está conectada directamente con la hoja GAMA, con el objetivo de poder hacer cualquier cambio, edición o adición de información sin que afecte al formato original, el cual está diseñado solo para su visualización.

En esta hoja se puede observar celdas pintadas de color azul claro, la cuales indican que solo en esa sección se pueden hacer cambios, edición o adición de información de la maquina o equipo respectivo.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA GAMA DE ACTIVIDADES					
ELABORADO POR:	Diego Pozo	CÓDIGO	LIM-GM01-CA	DESCRIPCIÓN:	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSIÓN:	1	MARCA:	ADEUCARPI
FECHA DE ELABORACIÓN:	18-12-2023	GAMA DE ACTIVIDADES:	1	MODELO:	STEAM HEATING

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.

Para poder apreciar las gamas de la maquina o equipo respectivo, solo es necesario pulsar el mes que se desea buscar y darle al botón ACTUALIZAR. Con ello podremos visualizar en la hoja GAMA la información del mes que necesitábamos de la bitácora.

Documento de Excel 8. PLANOS.xlsm

El documento este compuesto de una hoja llamada PLANOS. La hoja PLANOS no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA PLANOS					
ELABORADO POR:	Diego Pozo	CÓDIGO	LIM-PL01-CA	DESCRIPCIÓN:	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSIÓN:	1	MARCA:	ADEUCARPI
FECHA DE ELABORACIÓN:	20-11-2023	MÁQUINA	1	MODELO:	STEAM HEATING
FECHA DE REVISIÓN:	25-12-2023				

N.	DESCRIPCIÓN	N.
1		1
2		2
3		3
4		4
5		5
6		6
7		7
8		8
9		9
10		10
11		11
12		12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20
21		21

Botones:

- GUARDAR: Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- X: Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- PROTEGER: Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- DESPROTEGER: Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.
- BUSCAR: Abrir el PDF seleccionado.

Como se había mencionado anteriormente, es necesario tener los documentos PDF de los planos agregados a la carpeta PLANOS de la máquina o equipo respectivo. Para poder acceder a los planos desde el documento en Excel, primero es necesario registrar los planos que existan en la carpeta PLANOS en la sección mostrada, tal cual su nombre esté. Luego solo basta con seleccionar el nombre con el que se haya registrado y presionar la tecla BUSCAR.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA PLANOS					
ELABORADO POR:	Diego Pozo	CÓDIGO	LIM-PL01-CA	DESCRIPCIÓN:	CÁMARA DE ACON
REVISADO POR:	Ing. Christian Castro	VERSIÓN:	1	MARCA:	ADEUC
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/11/2023	MÁQUINA	1	MODELO:	STEAM/H
FECHA DE REVISIÓN:	25/12/2023				

N.	DESCRIPCIÓN	N.
1		1
2		2
3		3
4		4
5		5
6		6
7		7
8		8
9		9
10		10
11		11
12		12
13		13
14		14
15		15
16		16
17		17
18		18
19		19
20		20
21		21

Documento de Excel 9. PLAN DE MANTENIMIENTO.xlsm

El documento este compuesto de dos hojas llamadas PLAN DE MANTENIMIENTO Y EDITABLE. La hoja PLAN DE MANTENIMIENTO no debe ser modificada ni editada por ningún motivo, a menos que se desee hacer una reingeniería de todo el programa.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA PLAN DE MANTENIMIENTO							
DESCRIPCIÓN	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO	1	MÁQUINA				
CÓDIGO	LIM-FRMV-LCA	ELABORADO POR:			REVISADO POR:		
MARCA	ADEUCARPI	FECHAS DE ELABORACIÓN:			FECHA DE REVISIÓN:		
MODELO	STEAMHEATING	C.C.			C.C.		
TELÉFONO:	TELÉFONO:						
N	ACTIVIDAD	FECHA DE EJECUCIÓN	TIEMPO DE REPARACIÓN (HRS)	TIEMPO MUERTO (H)	TIEMPO DE PASADURA (HRS)	ESTADO DE EJECUCIÓN	OBSERVACIONES
	DISPONIBILIDAD	EDV01					
	FIABILIDAD	EDV01					

GUARDAR X
ARCHIVAR REPORTE
PROTEGER
DESPROTEGER

ELABORADO POR: _____ REVISADO POR: _____

PLAN
EDITABLE

Botones:

- **GUARDAR:** Guardar el documento de Excel con los nuevos cambios realizados.
- **X:** Regresar a la página inicial de 0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm sin guardar el documento de Excel.
- **ARCHIVAR REPORTE:** Guardar el reporte de plan de mantenimiento desarrollado en formato PDF, en la carpeta ARCHIVO de la maquina o equipo respectivo.
- **PROTEGER:** Bloquea las dos hojas del documento con una contraseña (LIM-UTA2023), para evitar modificar o editar cualquier sección del documento.
- **DESPROTEGER:** Desbloquea las dos hojas del documento con la contraseña respectiva (LIM-UTA2023), para permitir modificar o editar cualquier sección del documento.

La hoja EDITABLE está conectada directamente con la hoja PLAN DE MANTENIMIENTO, con el objetivo de poder hacer cualquier cambio, edición o adición de información sin que afecte al formato original, el cual está diseñado solo para su visualización.

N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
N.						TP (h)	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00
					TOTAL (PROMEDIO)									

AGREGAR ACTIVIDADES AL ANÁLISIS ESTADÍSTICO			
CATEGORÍA	ACTIVIDAD	TR (h)	TM (h)
1	h		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			

GRÁFICAS	
TO (h)	λ
	#DIW00

El programa tiene capacidad para registrar hasta 15 actividades por mes, que se vayan a realizar en el periodo de enero hasta diciembre de 2024. En la parte izquierda de la tabla de análisis estadístico se deberá colocar el número de actividad asignado para que el sistema realice todos los cálculos pertinentes.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA PLAN DE MANTENIMIENTO														GUARDAR <input type="button" value="X"/>						
DESCRIPCIÓN		CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO				ELABORADO POR:				REVISADO POR:				FECHA DE REVISIÓN:						
CÓDIGO		LIM-AE00-CA				FECHA DE ELABORACIÓN:				C.C.										
MÁQUINA		STEAM-HEATING				TELÉFONO:				TELÉFONO:				N. REPORTE						
MÁQUINA		NÚMERO DE HORAS DIARIAS DE OPERACIÓN		HORAS																
FECHA DE INICIO												GRÁFICAS								
CATEGORÍA	MES	N.	ACTIVIDAD	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	TMBF	MTRR	λ	U	D	X	R (t)	F (t)	TO (h)	λ	ESTADIO DE EJECUCIÓN	OBS
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		
N.												#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00	#DIW00		

Para finalizar con el registro de las actividades realizadas en todo el año establecido de la máquina o equipo respectivo, presionar el botón ACTUALIZAR para poder reflejar los cambios en la hoja de visualización PLAN.

En cuanto a la gráfica de la curva de la bañera se deberá hacerlo manualmente. Para ello, se deberá realizar una copia del grafico localizado en la parte inferior de la hoja EDITABLE, en la hoja PLAN.

Luego dar clic derecho en el gráfico de la hoja PLAN y darle a seleccionar datos. Seleccionar los datos de la tabla localizada en la parte inferior de la hoja EDITABLE para poder proyectar la curva de la bañera. Configurar la ecuación de la recta y R2 en caso de ser necesario.

3.10.6. Registro de una nueva máquina o equipo

Es importante considerar que el programa está diseñado para almacenar un registro de hasta 30 máquinas, equipos o sistemas con su respectiva información. Caso de que se requiera hacer un registro de más de 30 elementos, se recomienda contactar con el responsable creador de este programa, o crear una copia de la carpeta LIM-UTA, limpiarlo de toda información y seguir los pasos a continuación para todas las máquinas y equipos existentes. Obteniendo como resultado un segundo programa, el cual en conjunto con el primero, se tendría una capacidad total de 60 elementos. A continuación, el procedimiento para hacer el registro de una nueva máquina o equipo.

Ingresar al documento de Excel INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm ubicado en la siguiente dirección C:\LIM-UTA\BASE DE DATOS\0. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS y registrar la nueva máquina o equipo según la numeración que corresponda.

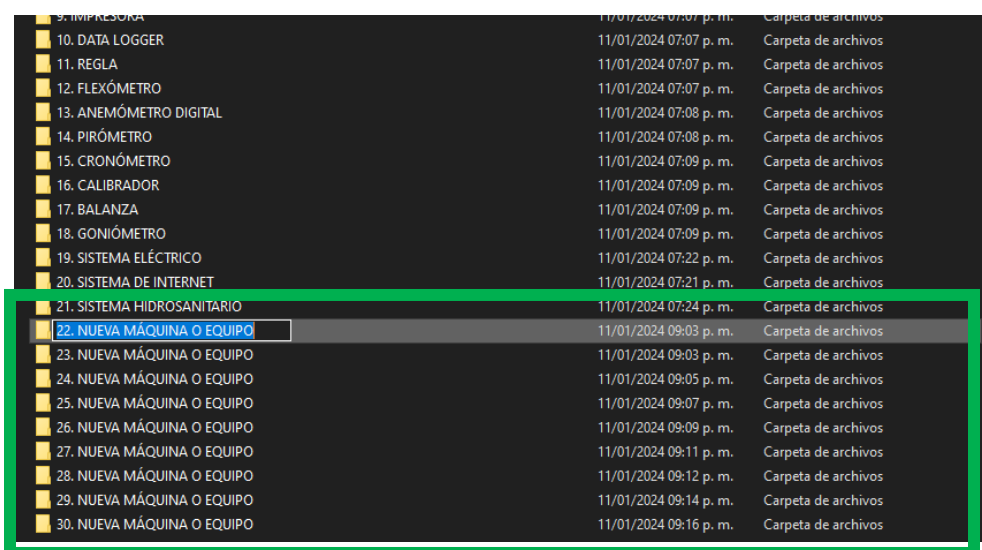
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA							
INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS							
Nº	CÓDIGO	IR	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD	TIPO
1	DP-130CA01-D	IR	CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO	ADEUCARPI	STEAM/HEATING	2	MÁQUINA
2	DP-70CH01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL	ATLAS	HMV	1	MÁQUINA
3	DP-70CH02-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD HORIZONTAL	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
4	DP80-CV01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
5	DP-140CJ01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE JUGUETES	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
6	DP-90CMC01-A	IR	CÁMARA DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	Tesis UTA	-	1	MÁQUINA
7	DP150-EX01-D	IR	EXTRACTOR	BRIGGS	SC0029330001CW	1	EQUIPO
8	DP160-CT01-D	IR	COMPUTADORA	INTEL	-	1	EQUIPO
9	DP170-IP01-D	IR	IMPRESORA	LEXMARK	CX522ade	2	EQUIPO
10	DP-110TD01-D	IR	DATA LOGGER	ELITECH	RC-4HC	2	EQUIPO
11	IM-30RL01-A	IR	REGLA	LANCER	-	3	EQUIPO
12	IM-20FX01-A	IR	FLEXOMETRO	STANLEY	30-088	2	EQUIPO
13	DP-40AN01-D	IR	ANEMÓMETRO DIGITAL	HOLD PEAK	HP-866B	2	EQUIPO
14	DP-120TI01-D	IR	PIRÓMETRO	UNI-T	UT305A	2	EQUIPO
15	DP-60CR01-D	IR	CRONÓMETRO	SPER SCIENTIFIC	810033	1	EQUIPO
16	IM-10CP01-D	IR	CALIBRADOR	ASIMETO	307-56-3	2	EQUIPO
17	DP-50BL01-D	IR	BALANZA	SARTORIUS	TE1502S	2	EQUIPO
18	DP-100GT01-D	IR	GONIÓMETRO	BOSCH	GAM 220 MF	2	EQUIPO
19	DP180-SE01-D	IR	SISTEMA ELÉCTRICO	EESASA	-	1	EQUIPO
20	DP190-SI01-D	IR	SISTEMA DE INTERNET	CNT	-	1	EQUIPO
21	DP-200-SH01-A	IR	SISTEMA HIDROSANITARIO	EMSPA	-	1	EQUIPO
22		IR					
23		IR					
24		IR					
25		IR					

Seleccionar en la siguiente dirección C:\LIM-UTA\BASE DE DATOS, según la numeración que corresponda, una de las carpetas con el título de NUEVA MÁQUINA

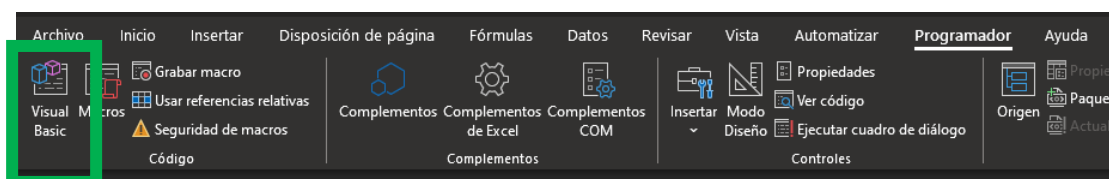
O EQUIPO, para comenzar a hacer la respectiva asignación de datos y programación de la nueva máquina o equipo.

En la carpeta mencionada cambiar la numeración y el nombre, por el de la máquina o equipo nuevo que se desea registrar. Tal como están las carpetas de las máquinas y equipos ya registrados.

Luego hacer una copia exacta del nombre que se haya asignado a la nueva carpeta, para poder pegarla en todos los documentos de programación, los cuales se indican más adelante.



Para proceder con la programación de las macros se deberá acceder al Microsoft Visual Basic para Aplicaciones, ingresando a la pestaña programador y seleccionando Visual Basic.



El nombre de la nueva carpeta asignada, el cual se ha copiado previamente, deberá ser pegada en los siguientes documentos. Primero, en el documento de Excel INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm, entrando a Visual Basic en el Módulo 3, buscaremos el título 'NUEVA MÁQUINA con la numeración correspondiente, y pegaremos el texto copiado en la dirección de archivos incompleta, en los 9 espacios vacíos por cada máquina que se desee registrar.

```

' NUEVA MÁQUINA 22
'
'

Sub CerrarExcelAbrirFichaTecnica22()
Sheets("INVENTARIO").Select
Range("A1").Select
Set archivo = CreateObject("Scripting.filesystemobject")
nombre_archivo = "C:\LIM-UTA\BASE DE DATOS\[REDACTED]1. FICHA TÉCNICA.xlsm"
If archivo.FileExists(nombre_archivo) Then
Workbooks.Open nombre_archivo
End If
ThisWorkbook.Save
ThisWorkbook.Close
End Sub

Sub CerrarExcelAbrirAnálisisEstadistico22()
Sheets("INVENTARIO").Select
Range("A1").Select
Set archivo = CreateObject("Scripting.filesystemobject")
nombre_archivo = "C:\LIM-UTA\BASE DE DATOS\[REDACTED]\2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.xlsm"
If archivo.FileExists(nombre_archivo) Then
Workbooks.Open nombre_archivo
End If
ThisWorkbook.Save
ThisWorkbook.Close
End Sub

Sub CerrarExcelAbrirWeibullF22()
Sheets("INVENTARIO").Select
Range("A1").Select
Set archivo = CreateObject("Scripting.filesystemobject")
nombre_archivo = "C:\LIM-UTA\BASE DE DATOS\[REDACTED]\3. FIABILIDAD DE WEIBULL.xlsm"
If archivo.FileExists(nombre_archivo) Then
Workbooks.Open nombre_archivo
End If
ThisWorkbook.Save
ThisWorkbook.Close
End Sub

```

Segundo, en el documento de Excel 7. GAMAS DE ACTIVIDADES.xlsm, en la carpeta la cual estamos modificando, entrando a Visual Basic en el Módulo 1, buscaremos en cada mes del año una dirección de archivo y pegaremos el texto copiado reemplazando solo la carpeta modificada (22. NUEVA MÁQUINA O EQUIPO), en los 2 únicos espacios que existen de cada mes por cada máquina que se desee registrar.

```

Sub Enero()
'
' Enero Macro
'
'
'
Sheets("GAMA").Select
Range("E6:AI6").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "ENERO"
Range("E7").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
"='C:\LIM-UTA\BASE DE DATOS\[REDACTED]22. NUEVA MÁQUINA O EQUIPO[6. BITÁCORA.xlsm]BITÁCORA'!R[3]C[-1]"
Range("E7").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("E7:AI7"), Type:=xlFillDefault
Range("E7:AI7").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = xlAutomatic
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)

```


Tercero, en el documento de Excel 8. PLANOS.xlsm, en la carpeta la cual estamos modificando, entrando a Visual Basic en el Módulo 1, buscaremos la dirección de archivo que indica la imagen y pegaremos el texto copiado reemplazando solo la carpeta modificada (22. NUEVA MÁQUINA O EQUIPO), en un único espacio que existe por cada máquina que se desee registrar.

```

If archivo.FileExists(nombre_archivo) Then
Workbooks.Open nombre_archivo
End If
ThisWorkbook.Close Savechanges = True
End Sub
Sub Buscar ()
archivopdf = "C:\LIM-UTA\BASE DE DATOS\22. NUEVA MÁQUINA O EQUIPO\PLANOS\" & ActiveCell.Value & ".
ActiveWorkbook.FollowHyperlink archivopdf
End Sub

```

Cuarto, en el documento de Excel 9. PLAN DE MANTENIMIENTO.xlsm, en la carpeta la cual estamos modificando, entrando a Visual Basic en el Módulo 2, buscaremos la dirección de archivo que indica la imagen y pegaremos el texto copiado reemplazando solo la carpeta modificada (22. NUEVA MÁQUINA O EQUIPO), en un único espacio que existe por cada máquina que se desee registrar.

```

Sub Archivar ()
' Macro4 Macro
'
ActiveSheet.ExportAsFixedFormat _
"C:\LIM-UTA\BASE DE DATOS\22. NUEVA MÁQUINA O EQUIPO\ARCHIVO\Reporte N." & ActiveSheet.Range("C6")
:=False, OpenAfterPublish:=True
Range("A1:I1").Select
End Sub

```

Por último, en cada uno de los documentos, asignar la información y datos pertinentes de la nueva máquina o equipo que se ha registrado, siguiendo las instrucciones indicadas en el numeral 3.10.1. Manual de usuario, del presente proyecto técnico.

Siguiendo las instrucciones anteriormente dichas, se ha de dar por finalizado el registro de la nueva máquina o equipo. Esto aplica para el registro de cualquier sistema que se desee añadir al programa.

3.10.7. Recomendaciones

En el documento de Excel INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.xlsm se recomienda seleccionar las opciones y pulsar los botones solo de las máquinas, equipos y sistemas que ya se encuentren registrados en el inventario.

Se recomienda guardar siempre el documento antes de retroceder entre documentos.

No pulsar los botones a gran velocidad, ya que Excel tarda en cargar los documentos y puede causar un fallo o error en el programa. Pulsar los botones con un periodo mínimo de dos segundos entre sí.

Guardar la capeta LIM-UTA original como un respaldo y dejar la copia en el disco local (C:). Como se había mencionado antes, Excel puede generar fallos o errores de procesamiento y arruinar el programa del plan de mantenimiento preventivo.

En caso de existir cualquier problema, falla o incertidumbre respecto al uso o manejo del programa, se recomienda contactar con autor y propietario del programa inicial.

Si se requiere agregar una nueva máquina o equipo a la base de datos del programa, se recomienda contactar con autor del programa inicial o revisar la guía completa, la cual por temas de confidencialidad será entregada directamente con el personal responsable del Laboratorio de Investigación Mecánica.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El desarrollo del dossier técnico de las máquinas y equipos del LIM-UTA es una de las partes más importantes del proyecto técnico, ya que aquí se ha registrado toda la información recolectada por parte de los fabricantes y en algunos casos se ha realizado una actualización de propiedades y características por parte de modelos disponibles y similares al solicitado. Información necesaria para dar solución en mantenimiento preventivo a posibles fallos y problemas que puedan manifestarse a lo largo de la vida útil de las máquinas y equipos.
- Luego de haber realizado el registro histórico de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que han tenido las máquinas y equipos del LIM UTA, durante el periodo de agosto 2022 hasta julio de 2023, se puede concluir que todas las máquinas y equipos asignados están por encima del 81.5% de disponibilidad. Los datos presentes en las tablas y gráficas desarrollados en proyecto técnico (Capítulo 3), permitió determinar, gracias a la curva de Davis, que todas las máquinas y equipos del LIM UTA se encuentran en fase temprana o mortalidad infantil.
- El registro histórico de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo también fueron de gran utilidad para determinar su fiabilidad, la cual se consigue gracias al método analítico de Weibull. Según el análisis matemático de Weibull podemos concluir que todas las máquinas y equipos asignados están por encima del 50.72% de fiabilidad. Las ecuaciones y las tablas desarrollados durante el Capítulo 3 permitieron representar la ecuación gráficamente una línea de tendencia logarítmica.
- Es de gran importancia de implementar las condiciones de matriz AMFE según NTP 679, en donde podemos concluir que los componentes analizados, de las respectivas máquinas y equipos del LIM, asignados para el proyecto técnico, constan de un IPR por debajo de 100, a excepción de la red eléctrica, de internet y de agua. Esto facilita analizar posibles fallos y problemas que puedan manifestarse a lo largo de la vida útil y dar a conocer soluciones específicas y efectivas en mantenimiento preventivo.

- El plan de mantenimiento preventivo ha sido registrado en una base de datos, utilizando hojas de cálculo Microsoft Excel y controlado a través de programación en el mismo software. El plan de mantenimiento total TPM de las máquinas y equipos se lo puede encontrar en la base de datos entregada al LIM-UTA, personal responsable de implementar, proteger y proporciona dicha información a quien ellos consideren necesario.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda mantener actualizado el dossier técnico de las máquinas y equipos del LIM UTA, con información proporcionada por los fabricantes o de nuevas tecnologías, avances y descubrimientos realizados por terceros.
- Se recomienda hacer un registro y seguimiento de todas las actividades realizadas a partir de la creación de este proyecto. El trabajo aplica en todo lo que significa plan de mantenimiento preventivo, es decir, análisis estadístico, Matriz AMFE y criticidad, bitácoras y hojas de vida.
- El proyecto técnico ha optado por determinar la fiabilidad de las máquinas y equipos del LIM UTA a través del modelo matemático de Weibull y el análisis estadístico. Por lo cual se recomienda realizar el método gráfico de Weibull para agregar sólidos a los resultados obtenidos.
- Se recomienda delegar a un miembro del personal, responsable de ejecutar el plan de mantenimiento preventivo desarrollado en el proyecto técnico, y capacitar a todo personal del LIM-UTA sobre el manejo, uso y configuración de los datos y códigos que forman parte del programa.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Vehículos de carretera y tractores y maquinaria para agricultura y silvicultura - Determinación del comportamiento de combustión de materiales interiores, International Standard ISO 3795:1989.
- [2] Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, NTE INEN-ISO/IEC 17025, 2018.
- [3] “Laboratorio de investigación mecánica”, Universidad técnica de Ambato – FICM, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://ficm.uta.edu.ec/v4.0/index.php/lim-uta-laboratorio-de-investigacion-mecanica/presentacion>. [Accedido: 07-dic-2022].
- [4] Pontelli, D. Gallará, Iván, “Mantenimiento Industrial”, 1ra ed. Argentina: Córdoba, Jorge Sarmiento Editor – Universitas, 2020, pp. 282.
- [5] 101. E. Acuña, «Diseño de un plan estratégico de mantenimiento preventivo para una flota de tractocamiones kenworth en la empresa transportes Hagemsa», [En Línea]. Available: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2804557?locale=es>.
- [6] E. Cansino, D. Wilmar, «Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa», [En Línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10469>.
- [7] H. Mihaly, A. Aguilar, «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Megaingga s.a. de la ciudad de Latacunga», [En Línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37369>.
- [8] Kelly, “Strategic Maintenance Planning”, 1ra ed. Estados Unidos: Oxford, Elsevier Science, 2006, pp. 284.
- [9] E. Palomino, Antonio, “Seguridad industrial”, 1ra ed. España: Madrid, Paraninfo, 2015, pp. 360.

- [10] S. Garcia, Organización y gestión integral de mantenimiento, Madrid: Diaz Santos, S.A., 2010.
- [11] J. González, J. Loyo, M. Á. López , P. Pérez and A. Cruz , "Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE," Revista Ingeniería Industrial, no. 17, pp. 2010-211, 2018.
- [12] Técnicas de mantenimiento industrial, Madrid (Bimensual): Editorial ALCIÓN, 5 de agosto 2004.
- [13] C. A. Montilla Montaña, «Fundamentos de mantenimiento industrial, » Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia: Pereira, 2016.
- [14] F. Pérez, Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial, Bucaramanga (Colombia): Ediciones USTA, 2021.
- [15] J. Del Valle, Plan de mantenimiento al área de cromado, 2018.
- [16] J. Majin, H. Gomez and J. Florez, "Guía para la generación de planes de mantenimiento basados en ISO 9001: 2008 y ANSI/ISA 88,95. caso de estudio: planta trilladora de café pergamino," Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, vol. 1, no. 33, p. 141, 2018.
- [17] S. Steven y R. Harteman, «Elaboracion de plan de mantenimiento para biblioteca, modular, aulas, laboratorios de la carrera de Ingenieria de Mantenimiento y taller de fundición-ESPOCH aplicando la metodología de Mantenimiento centrado en Confiabilidad, » Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2018.
- [18] J. Á. Medrano Márquez, V. L. González Ajuech y V. M. Díaz de León Santiago, Mantenimiento. Técnicas y aplicaciones industriales, México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V., 2017.
- [19] M. Valbuena and M. Álvarez, "Tipos de mantenimiento realizados en las empresas de distribución de productos metalmecánicos en los municipios

cabimas y lagunillas, "Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología URBE-REVERCITEC, vol. 7, no. 1, pp.65-66, 2017.

- [20] D. Velázquez y C. Camello, «Modelo para la gestión del Mantenimiento de un Sistema de Fabricación Híbrido con base en Políticas Corporativas y de Producción,» Revista de Estudios Empresariales, vol. 1, n° 2, pp. 118-134, 2020.
- [21] M. Tamariz, «Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de mirasol.s.a.», [En Línea]. Available:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5080/1/TESIS.pdf>.
- [22] H. Víctor Hugo and R. Víctor Hugo, Manual de mantenimiento al tablero general eléctrico, Cuitláhuac, 2018.
- [23] J. Moubray, Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), Asheville: Aladon LLC, 2004.
- [24] V. Gonzalez, Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales, Mexico DF: Grupo editorial patria, 2017.
- [25] E. Pico, «Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la inyectora de poliuretano de la Empresa Calzado Marcia- Buffalo Industrial,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.
- [26] B. Chaparro, Documentación del programa de mantenimiento basado en confiabilidad de la empresa Molinos San Miguel S.A.S en la ciudad de Santa Marta, Santa Marta, 2018.
- [27] RENOVETEC, Mantenimiento de plantas termoeléctricas, 339-361.
- [28] J. Bravo and . J. Quishpe, "La deontología y el mantenimiento industrial," Revista Eumednet, p.4, 2018.
- [29] P. Medina, «Diseño de un Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para una paletizadora de sacos de cemento,» Universidad de Oriente, Puerto la Cruz, 2010.

- [30] R. Andogoya, «Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) del Autotransformador de Pomasqui,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2005.
- [31] C. Quispe, «Implementacion de la Metodología de Weibull para el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en las maquinas industriales de la Empresa Carrocerias Jácome,» Universidad Tecnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [32] I. Silva, M. Rodríguez, R. Acosta and P. Gómez, "Diseño de plan de mantenimiento preventivo para los talleres del centro CIES Sena Regional Norte de Santander utilizando metodología AMEF," Mundo Fesc, vol. 9, no. 18, pp. 36-38, 2019.
- [33] L. A. Tavares, Administración moderna de mantenimiento, Brasil: Novo Polo Publicaciones, 2013, p. 29.
- [34] T. Muñoz Sánchez, MF1806_2: Manejo y mantenimiento de equipos de siembra y plantación, España: Elearning S.L., pp. 223-225.
- [35] O. Consuegra, "Metodologia AMFE como ferramenta de gerenciamento de riscoem um hospital universitário," vol. 11, no. 20, pp. 37-50, 2015.
- [36] B. Lascano, «Desarrollo de un plan de mantenimiento de las máquinas Hidráulicas de Generación Eléctrica tipo Francis para la Central La Península mediante el mantenimiento centrado en la Confiabilidad RCM,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [37] C. R. Lozada López , "Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para el área de enderezada y pintura en la empresa KIA Motors S.A.," Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2021, Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33597>.
- [38] C. Pérez y M. Salazar, «Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad», Universidad del Oriente, España: Barcelona, junio de 2009.
- [39] NTP 331. Fiabilidad: la distribución de Weibull.

- [40] I. d. S. e. H. e. e. T. INSHT, "NTP 331. Fiabilidad: La distribución de Weibull, "Nota Tècnica de Prevencìon, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España, Madrid, 1994. Disponible en https://www.insst.es › documents › ntp_331.pdf.
- [41] F. Freire Pérez , "Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo mediante la distribución de WEIBULL para las Inyectoras horizontales de polímeros en la empresa Ingeniería Diseño de Suelas," Tesis de pregrado, Universidad Tècnica de Ambato. Ecuador, 2019. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30012>.
- [42] L. Flores, «Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para un despulpador de fruta (pulper) para la planta hortofrutícola Ambato Planhofa C.A», [En Línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/245/1/t297id.pdf>.
- [43] J. Perez, «Análisis y desarrollo de un sistema de mantenimiento basado en la Metodología del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) en el proceso de producción del aceite de oliva virgen,» Universidad de Jaén, Jaén, 2019.
- [44] UNE Normalización Española, Mantenimiento. Terminología del mantenimiento, Ecuador Documents, 11 07 2018. [Online]. Available: <https://fdocuments.ec/document/norma-une-en-13306-terminos.html>. [Último acceso: 29 10 2020].
- [45] NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE .
- [46] R. Cadena, Modelo de plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para radio bases de telecomunicaciones 4G-LTE, La Paz, 2019.
- [47] S. Rojas, "Implementación de análisis modal de fallos y efectos (AMFE)," vol. 8, no. 1, pp. 66-71, 2019.
- [48] J. González, R. A. Myer and W. Pachón, "La evaluación de los riesgos antrópicos en la seguridad corporativa: del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) a un modelo de evaluación integral del riesgo," Revista Científica General José María Córdova, vol. 15, no. 19, pp. 270-280, 2016.

- [49] I. N. d. S. e. H. e. e. T. INSHT, "NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE," Nota Técnica de Prevención, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España , 2004. Disponible en https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf.
- [50] C. Parra, A. Crespo, G. Tino, J. Parra, P. Viveros and F. Kristjanpoller, "Metodología básica de análisis de riesgo para evaluar la criticidad de activos industriales. caso de estudio: línea de manufactura de envases biodegradables, " Asociación para el desarrollo de la ingeniería en mantenimiento-IMAGEMA, pp. 1-6, 2021.
- [51] J. Rodríguez, C. Parra, D. Solís, M. López and J. Parra, "Técnica de Jerarquización de Activos MCCR: Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo," Asociación para el desarrollo de la ingeniería de mantenimiento-INGEMA, pp. 2-20, 2021.
- [52] C. Parra, Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos, 2012.
- [53] E. Ulloa, «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en la gestión de activos, mediante la utilización de la norma UNE EN 16646:2015 para la maquinaria de la Fabrica FORTECALZA NEW GENERATION ubicada en la ciudad de Ambato, » Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [54] G. Ortíz, Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el área de molienda de la empresa molinos Miraflores de la ciudad de Ambato, Ambato: Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [55] 74. Anónimo, «ficm.uta.edu.ec,» Universidad Técnica de Ambato, 03 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://ficm.uta.edu.ec/v4.0/index.php/lim-uta-laboratorio-deinvestigacion-mecanica/presentacion>. [Último acceso: 25 Abril 2023].
- [56] M. Estacio Betancourt , "Mantenimiento correctivo y preventivo para la cámara de acondicionamiento del laboratorio de investigación de mecánica LIM-UTA

de la Universidad Técnica De Ambato" Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2023. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39542>.

- [57] L. Aldas Sánchez, " Diseño y construcción de una cámara de inflamabilidad horizontal con extractor de gases para el laboratorio de inflamabilidad de la facultad de ingeniería civil y mecánica, para ensayos de reacción al fuego y determinación de los comportamientos de combustión de los materiales interiores de vehículos de carretera, tractores y maquinaria para la agricultura y silvicultura de acuerdo con la Norma ISO 3795-2.": Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2023. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37524>.
- [58] D. Pérez Pallo, "Reingeniería de la cámara de inflamabilidad vertical y aplicación de ensayos de resistencia a la flama de materiales de la industria textil para el Laboratorio De Investigación De Ingeniería Mecánica LIM UTA," Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2022. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35747>.
- [59] A. Fabricio Valencia, "Diseño y construcción de un banco de pruebas para ensayos de inflamabilidad vertical de materiales utilizados en el interior de las carrocerías" Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2018. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28179>.
- [60] D. Mayorga, "Diseño y construcción de una cámara para ensayos de inflamabilidad de juguetes para los laboratorios de la carrera de ingeniería mecánica de la facultad de ingeniería civil y mecánica perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato", Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2021. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32705>.
- [61] R. Vargas Cordovilla, "Diseño y construcción de una cámara de inflamabilidad para productos de construcción para el laboratorio de investigación de Ingeniería Mecánica LIM UTA" Tesis de pregrado, Universidad Técnica de

- Ambato. Ecuador, 2022. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36493>.
- [62] BRIGGS. “Extractor con sensor eco silent - SC0029330001CW”. Internet: <https://briggs.com.ec/product/extractor-con-sensor-eco-silent/>, Oct. 15, 2022 [Ene. 01, 2024].
- [63] Intel. “Computadora”. Internet: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/homepage.html>, [Ene. 01, 2024].
- [64] Lexmark. “Impresora Lexmark CX522ade”. Internet: https://www.lexmark.com/es_xl/printer/12469/Lexmark-CX522ade, 2023 [Ene. 01, 2024].
- [65] Elitech. “Dta logger RC-4HC”. Internet: <https://www.elitechus.com/products/elitech-rc-4hc-digital-temperature-and-humidity-data-logger-temp-recorder-with-external-sensors?variant=14751108464704>, 2023 [Ene. 01, 2024].
- [66] Super pa.co. “Regla metálica”. Internet: https://www.superpaco.com/regla_metalica_30cm/p , 2023 [Ene. 01, 2024].
- [67] STANLEY. “Cinta Métrica 30-088”. Internet: <https://cl.stanleytools.global/producto/30-088/cinta-metrica-pro-8m26> , 2024 [Ene. 01, 2024].
- [68] HOLD PEAK. “Anemómetro digital HP-866B”. Internet: https://manuals.plus/m/d5724acc19d1afc96998b72a90ad310004030ccf84a8572487c0b20e18f3c1f6_optim.pdf , [Ene. 01, 2024].
- [69] UNI-T. “Termómetro infrarrojo UT305A”. Internet: <https://meters.uni-trend.com/download/ut305a-ut305c-flyer/?wpdmdl=9195&refresh=654724779ffbb1699161207>, [Ene. 01, 2024].

- [70] SPER SCIENTIFIC DIREC. “Cronómetro 810033”. Internet: <https://sperdirect.com/fr/products/60-memory-digital-stopwatch-water-resistant>, 2024 [Ene. 01, 2024].
- [71] Mitutoyo. “Pie de Rey 307-56-3”. Internet: <https://shop.mitutoyo.mx/media/mitutoyoData/DO/base/99MAC002E1.pdf>, May. 01, 2023 [Ene. 01, 2024].
- [72] DATA WEIGHING SYSTEMS. “Balanza TE1502S”. Internet: <https://www.dataweigh.com/device/sartorius-lab/te-balances/te-top-loading-balances/te1502s>, 2023 [Ene. 01, 2024].
- [73] BOSCH. “Medidor de Ángulos GAM220MF”. Internet: <https://www.bosch-professional.com/es/es/products/gam-220-mf-0601076600> , 2021 [Ene. 01, 2024].
- [74] EEASA. “Sistema Eléctrico”. Internet: <https://www.eeasa.com.ec/>, 2024 [Ene. 01, 2024].
- [75] CNT. “Sistema de Internet”. Internet: <https://www.cnt.com.ec/>, 2024 [Ene. 01, 2024].
- [76] EMAPA. “Sistema Hidrosanitario”. Internet: <https://www.emapa.gob.ec/>, 2024 [Ene. 01, 2024].
- [77] C. Boero, “Mantenimiento industrial”, 1ra ed. Argentina: Córdoba, Jorge Sarmiento Editor – Universitas, 2020, pp. 112.
- [78] G. Ajuech, L. Victor, “Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales, 1ra ed. México: México, Grupo Editorial Patria, 2017, pp. 305.
- [79] L. Aldas Sánchez, " Diseño y construcción de una cámara de inflamabilidad horizontal con extractor de gases para el laboratorio de inflamabilidad de la facultad de ingeniería civil y mecánica, para ensayos de reacción al fuego y determinación de los comportamientos de combustión de los materiales interiores de vehículos de carretera, tractores y maquinaria para la agricultura y silvicultura de acuerdo con la Norma ISO 3795-2.": Tesis de pregrado,

Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, 2023. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37524>.

ANEXOS

ANEXO 1. NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE.

NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Analyse des modes de défauts et effets. AMDE

Failure Mode and Effect Analysis. FMEA

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

Rosa M^a Orriols Ramos
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Carles Mata París
Ingeniero Técnico

SEAT, S.A.

La presente NTP tiene por objeto exponer el método de análisis modal de fallos y efectos de elementos clave de procesos o productos. Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

1. INTRODUCCIÓN

El AMFE fue aplicado por vez primera por la industria aeronáutica en la década de los 60, e incluso recibió una especificación en la norma militar americana MIL-STD-16291 titulada "Procedimientos para la realización de análisis de modo de fallo, efectos y criticidad". En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Este método también puede recogerse con la denominación de AMFEC (Análisis Modal de Fallos, Efectos y su Criticidad), al introducir de manera remarcable y más precisa la especial gravedad de las consecuencias de los fallos.

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiéndose que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas las áreas funcionales de la empresa. Evidentemente, este método a pesar de su enorme sencillez es usualmente aplicado a elementos o procesos clave en donde los fallos que pueden acontecer, por sus consecuencias puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. El principal interés del AMFE es el de resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctoras) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias, con lo que se puede convertir en un riguroso procedimiento de detección de efectos potenciales, si se aplica de manera sistemática.

La aplicación del AMFE por los grupos de trabajo implicados en las instalaciones o procesos productivos de los que son en parte conductores o en parte usuarios en sus diferentes aspectos, aporta un mayor conocimiento de los mismos y sobre todo de sus aspectos más débiles, con las consiguientes medidas preventivas a aplicar para su necesario control. Con ello se está facilitando la integración de la cultura preventiva en la empresa, descubriéndose que mediante el trabajo en equipo es posible profundizar de manera ágil en el conocimiento y mejoramiento de la calidad de productos y procesos reduciendo costes.

En la medida que el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de fallo potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos, el procedimiento, como se verá, es asimilable a otros métodos simplificados empleados en prevención de riesgos laborales. Este método emplea criterios de clasificación que también son propios de la Seguridad en el Trabajo, como la posibilidad de acontecimiento de los fallos o hechos indeseados y la severidad o gravedad de sus consecuencias. Ahora bien, el AMFE introduce un factor de especial interés no utilizado normalmente en las evaluaciones simplificadas de riesgos de accidente, que es la capacidad de detección del fallo producido por el destinatario o usuario del equipo o proceso analizado, al que el método originario denomina cliente. Evidentemente tal cliente o usuario podrá ser un trabajador o equipo de personas que receptionan en un momento determinado un producto o parte del mismo en un proceso productivo, para intervenir en él, o bien en último término, el usuario final de tal producto cuando haya de utilizarlo en su lugar de aplicación. Es sabido que los fallos materiales suelen estar mayoritariamente asociados en su origen a la fase de diseño y cuanto más se tarde en detectarlos más costosa será su solución. De ahí la importancia de realizar el análisis de potenciales problemas en instalaciones, equipos y procesos desde el inicio de su concepción y pensando siempre en las diferentes fases de su funcionamiento previsto. A continuación se aportan una serie de definiciones sobre los conceptos asumidos por este método.

Este método no considera los errores humanos directamente, sino su correspondencia inmediata de mala operación en la situación de un componente o sistema. En definitiva, el AMFE es un método cualitativo que permite relacionar de manera sistemática una relación de fallos posibles, con sus consiguientes efectos, resultando de fácil aplicación para analizar cambios en el diseño o modificaciones en el proceso.

2. DEFINICIONES DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES DEL AMFE

Como paso previo a la descripción del método y su aplicación es necesario sentar los términos y conceptos fundamentales, que a continuación se describen.

Cliente o usuario

Solemos asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o el destinatario-usuario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. Por lo tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en el que apliquemos el método. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisivamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario o cliente.

Si uno de los aspectos determinantes del método es asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios, evitando los fallos que generan problemas e insatisfacciones, para conocerlas es necesario tener herramientas que nos permitan registrarlas. Para ello disponemos, entre otras, de dos herramientas: los cuestionarios de satisfacción de necesidades de clientes o usuarios y la doble matriz de información para comprobar como los resultados esperados de productos/procesos responden a las expectativas de sus usuarios.

El propósito del diseño, o sea lo que se espera se consiga o no del mismo, debe estar acorde con las necesidades y requisitos que pide el usuario; con lo que al realizar el AMFE y aplicarlo en la fase de diseño siempre hay que pensar en el cliente-usuario, ese "quien", es el que nos marca el objetivo final.

Es por eso que las funciones prioritarias al realizar el AMFE son las denominadas "funciones de servicio", este tipo de funciones nos permitirán conocer el susodicho grado de satisfacción del cliente tanto de uso del producto como de estimación (complacencia). Las "funciones de servicio" son necesidades directas de los sistemas analizados y no dependen solo de la tecnología, es por eso que para determinarlas hay que analizar, como se ha dicho, dos aspectos: las necesidades que se tienen que satisfacer y el impacto que tienen sobre el cliente dichas necesidades. Esto nos permitirá determinar y priorizar las funciones de servicio y a partir de ahí realizar el AMFE.

Producto

El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es poner el límite a lo que se pretende analizar y definir la función esencial a realizar, lo que se denomina identificación del elemento y determinar de que subconjuntos / subproductos está compuesto el producto

Por ejemplo: podemos analizar un vehículo motorizado en su conjunto o el sistema de carburación del mismo. Evidentemente, según el objetivo del AMFE, podrá ser suficiente revisar las funciones esenciales de un producto o profundizar en alguna de sus partes críticas para analizar en detalle sus modos de fallo.

Seguridad de funcionamiento

Hablamos de seguridad de funcionamiento como concepto integrador, ya que además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños tanto en condiciones normales en el régimen de funcionamiento como ocasionales. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, a parte de los mismos, se habrán de detectar los diferentes modos o maneras de producirse los fallos previsible con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia y gravedad o severidad, y que a continuación se definen.

Detectabilidad

Este concepto es esencial en el AMFE, aunque como se ha dicho es novedoso en los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidente.

Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier "output" defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo "detectemos", pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente – usuario final.

Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más se tarde en detectarlo más importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

Frecuencia

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

Gravedad

Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de generación.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad. Por tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D.G.F$$

Es de suma importancia determinar de buen inicio cuales son los puntos críticos del producto/proceso a analizar. Para ello hay que recurrir a la observación directa que se realiza por el propio grupo de trabajo, y a la aplicación de técnicas generales de análisis desde el "brainstorming" a los diagramas causa-efecto de Isikawa, entre otros, que por su sencillez son de conveniente utilización. La aplicación de dichas técnicas y el grado de profundización en el análisis depende de la composición del propio grupo de trabajo y de su cualificación, del tipo de producto a analizar y como no, del tiempo hábil disponible.

3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se indican de manera ordenada y esquemática los pasos necesarios con los correspondientes informaciones a cumplimentar en la hoja de análisis para la aplicación del método AMFE de forma genérica. El esquema de presentación de la información que se muestra en esta NTP tiene un valor meramente orientativo, pudiendo adaptarse a las características e intereses de cada organización. No obstante, el orden de cumplimentación sigue el mismo en el que los datos deberían ser recabados. Al final se adjunta una sencilla aplicación práctica, a modo de ejemplo. En primer lugar habría que definir si el AMFE a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando el AMFE se aplica a un proceso de-

terminado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado. Por ejemplo, supongamos que se trata de un proceso de intercambio térmico para enfriar un reactor químico, los elementos clave a aplicar entonces en el AMFE podrían ser el propio intercambiador y la bomba de suministro de fluido refrigerante. En todo caso, hablemos de producto o proceso, en el AMFE nos centraremos en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de fallo que se trata de conocer y valorar.

Denominación del componente e identificación

Debe identificarse el PRODUCTO o parte del PROCESO incluyendo todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto/proceso que se vaya a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto/proyecto o del proceso propiamente dicho. Es útil complementar tal identificación con códigos numéricos que eviten posibles confusiones al definir los componentes.

Parte del componente. Operación o función

Se completa con distinta información dependiendo de si se está realizando un AMFE de diseño o de proceso.

Para el AMFE de diseño se incluyen las partes del componente en que puede subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes. Para el AMFE de proceso se describirán todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso o parte del proceso productivo considerado, incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

Fallo o Modo de fallo

El "Modo de Fallo Potencial" se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente.

Los modos de fallo potencial se deben describir en términos "físicos" o técnicos, no como síntoma detectable por el cliente. El error humano de acción u omisión en principio no es un modo de fallo del componente analizado. Es recomendable numerarlos correlativamente.

Un fallo puede no ser detectable inmediatamente, ello como se ha dicho es un aspecto importante a considerar y por tanto no debería nunca pasarse por alto.

Efecto/s del fallo

Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. Se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario.

Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto.

Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

Causas del modo de fallo

La causa o causas potenciales del modo de fallo están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo.

Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente. Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

Ejemplo de AMFE de diseño:

Supongamos que estamos analizando el tubo de escape de gases de un automóvil en su proceso de fabricación.

- Modo de fallo: Agrietado del tubo de escape
Efecto: Ruido no habitual
Causa: Vibración – Fatiga

Ejemplo AMFE de proceso:

Supongamos que estamos analizando la función de refrigeración de un reactor químico a través de un serpentín con aporte continuo de agua.

- Modo de fallo 1: Ausencia de agua.
Causas: fallo del suministro, fuga en conducción de suministro, fallo de la bomba de alimentación.
- Modo de fallo 2: Pérdida de capacidad refrigerante.
Causas: Obstrucciones calcáreas en el serpentín, perforación en el circuito de refrigeración.

Efecto en ambos modos de fallo: Incremento sustancial de temperatura. Descontrol de la reacción

Medidas de ensayo y control previstas

En muchos AMFE suele introducirse este apartado de análisis para reflejar las medidas de control y verificación existentes para asegurar la calidad de respuesta del componente/producto/proceso. La fiabilidad de tales medidas de ensayo y control condicionará a su vez a la frecuencia de aparición de los modos de fallo. Las medidas de control deberían corresponderse para cada una de las causas de los modos de fallo.

Gravedad

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación.

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones en el diseño, y no deberían afectarlo los controles derivados de la propia aplicación del AMFE o de revisiones periódicas de calidad.

El cuadro de clasificación de tal índice debería diseñarlo cada empresa en función del producto/servicio, proceso en concreto. Generalmente el rango es con números enteros, en la tabla adjunta la puntuación va del 1 al 10, aunque a veces se usan rangos menores (de 1 a 5), desde una pequeña insatisfacción, pasando por una degradación funcional en el uso, hasta el caso más grave de no adaptación al uso, problemas de seguridad o infracción reglamentaria importante. Una clasificación tipo podría ser la representada en la tabla 1

TABLA 1. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la gravedad valora las consecuencias de la materialización del riesgo, entendiéndolas como el accidente o daño más probable/habitual. Ahora bien, en el AMFE se enriquece este concepto introduciendo junto a la importancia del daño del tipo que sea en el sistema, la percepción que el usuario-cliente tiene del mismo. Es decir, el nivel de gravedad del AMFE nos está dando también el grado de importancia del fallo desde el punto de vista de sus peores consecuencias, tanto materiales como personales u organizacionales.

Siempre que la gravedad esté en los niveles de rango de gravedad superior a 4 y la detectabilidad sea superior a 4, debe considerarse el fallo y las características que le corresponden como importantes. Aunque el IPR resultante sea menor al especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de fallo. De ahí que cuando al AMFE se incorpora tal atención especial a los aspectos críticos, el método se conozca como AMFEC, correspondiendo la última letra a tal aspecto cuantificable de la criticidad

Estas características de criticidad se podrían identificar con algún símbolo característico (por ej. Un triángulo de diferentes colores) en la hoja de registro del AMFE, en el plan de control y en el plano si corresponde.

Frecuencia

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo.

Se trata de una evaluación subjetiva, con lo que se recomienda, si se dispone de información, utilizar datos históricos o estadísticos. Si en la empresa existe un Control Estadístico de Procesos es de gran ayuda para poder objetivar el valor. No obstante, la experiencia es esencial. La frecuencia de los modos de fallo de un producto final con funciones clave de seguridad, adquirido a un proveedor, debería ser suministrada al usuario, como punto de partida, por dicho proveedor. Una posible clasificación se muestra en la tabla 2.

La única forma de reducir el índice de frecuencia es:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que el fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

Controles actuales

En este apartado se deben reflejar todos los controles existentes actualmente para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Detectabilidad

Tal como se definió anteriormente este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los "controles actuales" existentes a tal fin. Es decir, la capacidad de de-

TABLA 2. Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

TABLA 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

detectar el fallo antes de que llegue al cliente final. Inversamente a los otros índices, cuanto menor sea la capacidad de detección mayor será el índice de detectabilidad y mayor el consiguiente Índice de Riesgo, determinante para priorizar la intervención. Ver la tabla 3.

Se hace necesario aquí puntualizar que la detección no significa control, pues puede haber controles muy eficaces pero si finalmente la pieza defectuosa llega al cliente, ya sea por un error, etc., la detección tendrá un valor alto. Aunque está claro que para reducir este índice sólo se tienen dos opciones:

- Aumentar los controles. Esto supone aumentar el coste con lo que es una regla no prioritaria en los métodos de Calidad ni de Prevención.
- Cambiar el diseño para facilitar la detección.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Es el producto de los tres factores que lo determinan. Dado que tal índice va asociado a la prioridad de intervención, suele llamarse Índice de Prioridad del Riesgo. Debe ser calculado para todas las causas de fallo. No se establece un criterio de clasificación de tal índice. No obstante un IPR inferior a 100 no requeriría intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuiría a mejorar aspectos de calidad del producto proceso o trabajo. El ordenamiento numérico de las causas de modos de fallo por tal índice ofrece una primera aproximación de su importancia, pero es la reflexión detenida ante los factores que las determinan, lo que ha de facilitar la toma de decisiones para la acción preventiva. Como todo método cualitativo su principal aportación es precisamente el facilitar tal reflexión.

Acción correctora

Se describirá en este apartado la acción correctora propuesta. Generalmente el tipo de acción correctora que elegiremos seguirá los siguientes criterios, de ser posible:

- Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o la inspección.

Siempre hay que mirar por la eficiencia del proceso y la minimización de costes de todo tipo, generalmente es más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo que dedicar recursos a la detección de fallos. No obstante, la gravedad de las consecuencias del modo de

fallo debería ser el factor determinante del índice de prioridad del riesgo. O sea, si se llegara al caso de dos situaciones que tuvieran el mismo índice, la gravedad sería el factor diferencial que marcaría la prioridad.

Responsable y plazo

Como en cualquier planificación de acciones correctoras se deberá indicar quien es el responsable de cada acción y las fechas previstas de implantación.

Acciones implantadas

Este apartado es opcional, no siempre lo contienen los métodos AMFE, pero puede ser de gran utilidad recogerlo para facilitar el seguimiento y control de las soluciones adoptadas. Se deben reflejar las acciones realmente im-

TABLA 4. Proceso de actuación para la realización de un AMFE de proceso

1. Disponer de un esquema gráfico del proceso productivo (lay-out).
2. Seleccionar procesos/operaciones clave para el logro de los resultados esperados.
3. Crear grupo de trabajo conocedor del proceso en sus diferentes aspectos. Los miembros del grupo deberían haber recibido previamente conocimientos de aplicación de técnicas básicas de análisis de fallos y del AMFE.
4. Recabar información sobre las premisas generales del proceso, funciones de servicio requeridas, exigencias de seguridad y salud en el trabajo y datos históricos sobre incidentes y anomalías generadas.
5. Disponer de información sobre prestaciones y fiabilidad de elementos clave del proceso.
6. Planificar la realización del AMFE, conducido por persona conocedora de la metodología.
7. Aplicar técnicas básicas de análisis de fallos. Es esencial el diagrama causa- efecto o diagrama de la espina de Isikawa.
8. Cumplimentar el formulario del AMFE, asegurando la fiabilidad de datos y respuestas por consenso.
9. Reflexionar sobre los resultados obtenidos y emitir conclusiones sobre las intervenciones de mejora requeridas.
10. Planificar las correspondientes acciones de mejora.

TABLA 5. Ejemplo de formulario de AMFE cumplimentado parcialmente para el análisis de operaciones de soldadura y marcado del proceso de prensas y chapistería

AMFE DE PROYECTO <input type="checkbox"/>		AMFE DE PROCESO <input type="checkbox"/>		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)											
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:				DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO		CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE		Hoja:		FECHA INICIO:		FECHA REVISIÓN:			
FALLOS POTENCIALES				ESTADO ACTUAL		ACCIÓN CORRECTORA		RESPONSABLE / PLAZO		SITUACIÓN DE MEJORA					
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO N°	MODOS DE FALLO	EFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS				IPR	RESPONSABLE / PLAZO	ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR
					NINGUNA	F	G	D							
Soldadura MIG	1.1	Falta soldadura	Retrabajos, ruidos, falta de rigidez	Defectos de acoplamiento	Ninguna	8	8	2	128	Proceso Chapa / Anteproyecto					
	1.2			Pestañas fuera de geometría	Ninguna	8	8	2	128	Pestañas bien diseñadas para garantizar geometría					
	1.3	Soldadura defectuosa	Agujeros en chapa	Desacoplamiento chapas	Ninguna	8	8	2	128	Garantizar geometrías y acoplamientos					
	1.4	Malta calidad de soldadura	Retrabajos, ruidos, grietas	Parámetros de soldadura incorrectos	Ninguna	2	9	8	144	Acceso restringido a los parámetros de máquina. Control periódico de los mismos.					
	1.5	Proyecciones suciedad poros	Óxido, suciedad en bajos en pinturas	Falta de gas. Malos parámetros	Ninguna	6	8	7	336	Incorporar medios en la estación para eliminar suciedad.					
	1.6	Deslumbramiento	Problemas de visión de los operarios	Ausencia de vallas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar pantallas de protección en zonas de soldadura MIG					
	1.7	Exceso de humos	Exposición a agentes químicos	Ausencia de puertas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar puertas de protección para no deslumbrar					
	1.8	Exceso de fuego	Proyecciones	Campanas de humos ubicadas muy alejadas de la zona de emanación del humo.	Ninguna	6	8	4	192	Colocar campanas de aspiración justo al lado de la fuente del humo.					
	1.9	Exceso de fuego	Proyecciones	No hay protección	Ninguna	6	5	6	180	Caja de latón que protege chapa y la máquina, todo ello en sus partes vistas.					

plantadas que a veces puede ser que no coincidan exactamente con las propuestas inicialmente. En tales situaciones habría que recalcular el nuevo IPR para comprobar que está por debajo del nivel de actuación exigido.

A modo de resumen los puntos más importantes para llevar a cabo el procedimiento de actuación de un AMFE son los descritos en la tabla 4.

A título de ejemplo se muestra en la tabla 5 una hoja para la recogida de informaciones y datos de un AMFE, de acuerdo al contenido de esta Nota Técnica de Prevención. Se ha cumplimentado para una hipotética situación de análisis de la operación de soldadura mix en el proceso de prensas y chapistería de una empresa de fabricación de automóviles.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) PAUL JAMES.
Gestión de la Calidad Total
Prentice Hall, 1996
- (2) PATRICK LYONNET
Los métodos de la Calidad Total
Ediciones Diaz de Santos, 1989
- (3) DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL
Métodos cualitativos para el análisis de riesgos. Guía Técnica.
Madrid, 1994

Nuestro agradecimiento a los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales y de Calidad de la empresa SEAT, de Martorell (Barcelona), por su colaboración.

ANEXO 2. NTP 331. Fiabilidad: la distribución de Weibull.

NTP 331. Fiabilidad: la distribución de Weibull

Fiabilité: la distribution de Weibull
Reliability: the Weibull distribution

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactor:

José M^a Tamborero del Pino
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Objetivo

El objetivo de la presente NTP es exponer un tipo de distribución estadística aplicable al estudio de la fiabilidad en problemas relativos a la fatiga y vida de componentes y materiales. La distribución de Weibull, que recibe su nombre del investigador sueco que la desarrolló, se caracteriza por considerar la tasa de fallos variable, siendo utilizada por su gran flexibilidad, al poder ajustarse a una gran variedad de funciones de fiabilidad de dispositivos o sistemas.

Introducción

La prevención de pérdidas o seguridad industrial aplicada con rigor científico está basada, en gran parte, en la aplicación de los métodos probabilísticos a los problemas de fallos en los procesos industriales. Todo ello se ha llevado a cabo a través de una disciplina denominada **ingeniería de fiabilidad**, para la cual se disponen de las adecuadas técnicas de predicción, que han sido fundamentales para el aseguramiento de la calidad de productos y procesos. (Para recordar los conceptos básicos sobre fiabilidad se remite al lector a la NTP 316- Fiabilidad de componentes- la distribución exponencial).

La distribución de Weibull complementa a la distribución exponencial y a la normal, que son casos particulares de aquella, como veremos. A causa de su mayor complejidad sólo se usa cuando se sabe de antemano que una de ellas es la que mejor describe la distribución de fallos o cuando se han producido muchos fallos (al menos 10) y los tiempos correspondientes no se ajustan a una distribución más simple. En general es de gran aplicación en el campo de la mecánica.

Aunque existen dos tipos de soluciones analíticas de la distribución de Weibull (método de los momentos y método de máxima verosimilitud), ninguno de los dos se suele aplicar por su complejidad. En su lugar se utiliza la resolución gráfica a base de determinar un parámetro de origen (t_0). Un papel especial para gráficos, llamado papel de Weibull, hace esto posible. El procedimiento gráfico, aunque exige varios pasos y una o dos iteraciones, es relativamente directo y requiere, a lo sumo, álgebra sencilla.

La distribución de Weibull nos permite estudiar cuál es la distribución de fallos de un componente clave de seguridad que pretendemos controlar y que a través de nuestro registro de fallos observamos que éstos varían a lo largo del tiempo y dentro de lo que se considera tiempo normal de uso. El método no determina cuáles son las variables que influyen en la tasa de fallos, tarea que quedará en manos del analista, pero al menos la distribución de Weibull facilitará la identificación de aquellos y su consideración, aparte de disponer de una herramienta de predicción de comportamientos. Esta metodología es útil para aquellas empresas que desarrollan programas de mantenimiento preventivo de sus instalaciones.

Características generales

Sabemos que la tasa de fallos se puede escribir, en función de la fiabilidad, de la siguiente forma:

$$\lambda(t) = - \frac{d[R(t)]}{dt R(t)}$$

ó $R(t) = \exp \left[- \int \lambda(t) dt \right]$

siendo:

$\lambda(t)$ - Tasa de fallos

$R(t)$ - Fiabilidad

$F(t)$ - Infiabilidad o Función acumulativa de fallos

t - Tiempo

En 1951 Weibull propuso que la expresión empírica más simple que podía representar una gran variedad de datos reales podía obtenerse escribiendo :

$$\int \lambda(t) dt = \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta$$

por lo que la fiabilidad será:

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta \right]$$

siendo :

t_0 - parámetro inicial de localización

η - parámetro de escala o vida característica

β - parámetro de forma

Se ha podido demostrar que gran cantidad de representaciones de fiabilidades reales pueden ser obtenidas a través de ésta ecuación, que como se mostrará, es de muy fácil aplicación.

La distribución de Weibull se representa normalmente por la función acumulativa de distribución de fallos $F(t)$:

$$F(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (1)$$

siendo la función densidad de probabilidad:

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^{\beta-1} \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (2)$$

La tasa de fallos para esta distribución es:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (3)$$

Las ecuaciones (1), (2) y (3) sólo se aplican para valores de $(t - t_0) \geq 0$. Para valores de $(t - t_0) < 0$, las funciones de densidad y la tasa de fallos valen 0. Las constantes que aparecen en las expresiones anteriores tienen una interpretación física :

- t_0 es el parámetro de posición (unidad de tiempos) o vida mínima y define el punto de partida u origen de la distribución.
- η es el parámetro de escala, extensión de la distribución a lo largo, del eje de los tiempos. Cuando $(t - t_0) = \eta$ la fiabilidad viene dada por:
 $R(t) = \exp - (1)^\beta = 1/\exp 1^\beta = 1 / 2,718 = 0,368$ (36,8%)
Entonces la constante representa también el tiempo, medido a partir de $t_0 = 0$, según lo cual dado que $F(t) = 1 - 0,368 = 0,632$, el 63,2 % de la población se espera que falle, cualquiera que sea el valor de β ya que como hemos visto su valor no influye en los cálculos realizados. Por esta razón también se le llama usualmente vida característica.
- β es el parámetro de forma y representa la pendiente de la recta describiendo el grado de variación de la tasa de fallos.

Las variaciones de la densidad de probabilidad, tasa de fallos y función acumulativa de fallos en función del tiempo para los distintos valores de β , están representados gráficamente en la Figura 1.

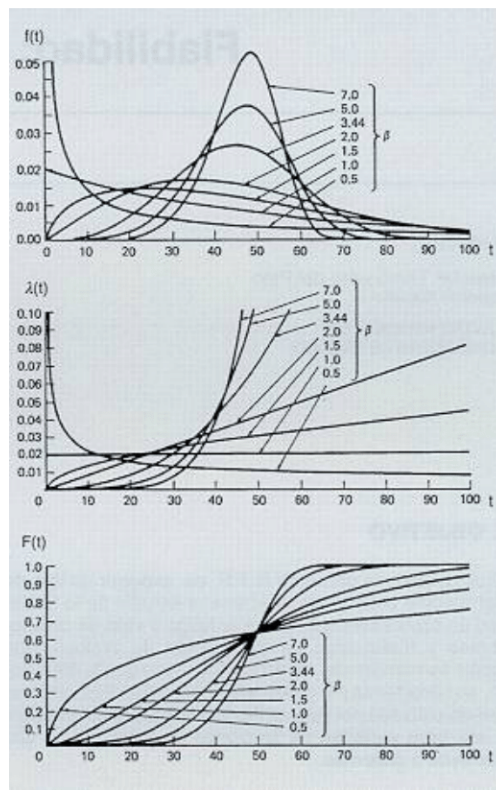


Fig. 1: Variación de la densidad de probabilidad $f(t)$, tasa de fallos $\lambda(t)$ y la función acumulativa de fallos $F(t)$ en función del tiempo para distintos valores del parámetro de forma β

Representación de los modos de fallo mediante la distribución de weibull

En el estudio de la distribución se pueden dar las siguientes combinaciones de los parámetros de Weibull con mecanismos de fallo particulares:

- a. $t_0 = 0$: el mecanismo no tiene una duración de fiabilidad intrínseca, y:
 - o si $\beta < 1$ la tasa de fallos disminuye con la edad sin llegar a cero, por lo que podemos suponer que nos encontramos en la juventud del componente con un margen de seguridad bajo, dando lugar a fallos por tensión de rotura.
 - o si $\beta = 1$ la tasa de fallo se mantiene constante siempre lo que nos indica una característica de fallos aleatoria o pseudo-aleatoria. En este caso nos encontramos que la distribución de Weibull es igual a la exponencial.
 - o si $\beta > 1$ la tasa de fallo se incrementa con la edad de forma continua lo que indica que los desgastes empiezan en el momento en que el mecanismo se pone en servicio.
 - o si $\beta = 3,44$ se cumple que la media es igual a la mediana y la distribución de Weibull es sensiblemente igual a la normal.
- b. $t_0 > 0$: El mecanismo es intrínsecamente fiable desde el momento en que fue puesto en servicio hasta que $t = t_0$, y además:
 - o si $\beta < 1$ hay fatiga u otro tipo de desgaste en el que la tasa de fallo disminuye con el tiempo después de un súbito incremento hasta t_0 ; valores de β bajos ($\sim 0,5$) pueden asociarse con ciclos de fatigas bajos y los valores de b más elevados ($\sim 0,8$) con ciclos más altos.
 - o si $\beta > 1$ hay una erosión o desgaste similar en la que la constante de duración de carga disminuye continuamente con el incremento de la carga.
- c. $t_0 < 0$. Indica que el mecanismo fue utilizado o tuvo fallos antes de iniciar la toma de datos, de otro modo
 - o si $\beta < 1$ podría tratarse de un fallo de juventud antes de su puesta en servicio, como resultado de un margen de seguridad bajo.
 - o si $\beta > 1$ se trata de un desgaste por una disminución constante de la resistencia iniciado antes de su puesta en servicio, por ejemplo debido a una vida propia limitada que ha finalizado o era inadecuada.

Análisis de Weibull

Uno de los problemas fundamentales de la distribución de Weibull es la evaluación de los parámetros (t_0 , η , β) de esta distribución. Para ello se dispone de dos métodos: a través únicamente del cálculo mediante el método de los momentos o el de máxima verosimilitud, en el que intervienen ecuaciones diferenciales difíciles de resolver, por lo que se utilizan poco, y mediante la resolución gráfica, que utiliza un papel a escala funcional llamado papel de Weibull o gráfico de Allen Plait que es el que vamos a desarrollar.

Resolución gráfica

El papel de Weibull (fig. 2 y 3) está graduado a escala funcional de la siguiente forma:

En el eje de ordenadas se tiene: $\ln [1 / 1 - F (t)]$ (Doble logaritmo neperiano)

En el eje de abscisas, tenemos: $\ln (t - t_0)$

Existen tres casos posibles en función del valor de t_0

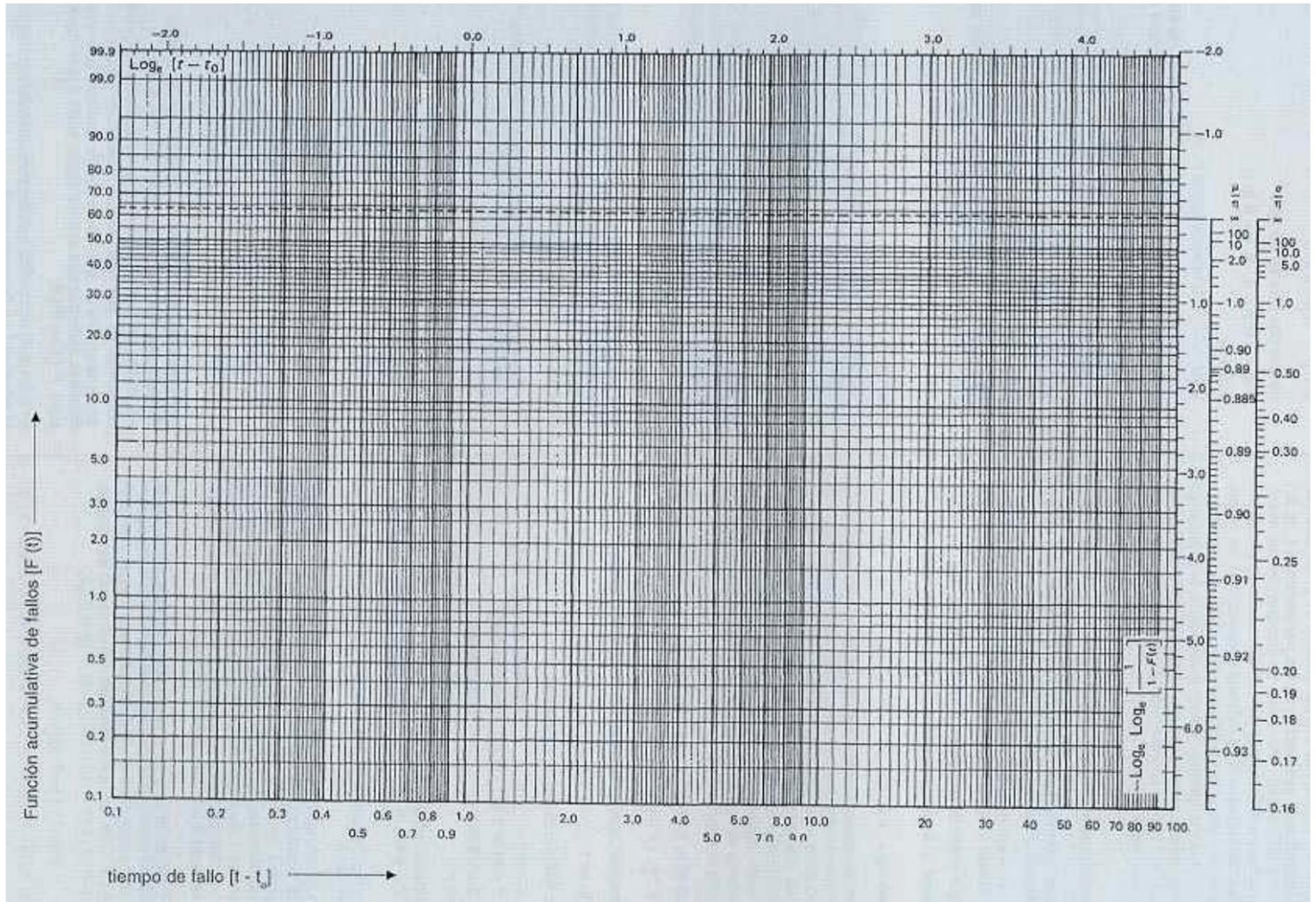


Fig. 2: Muestra del papel de Weibull

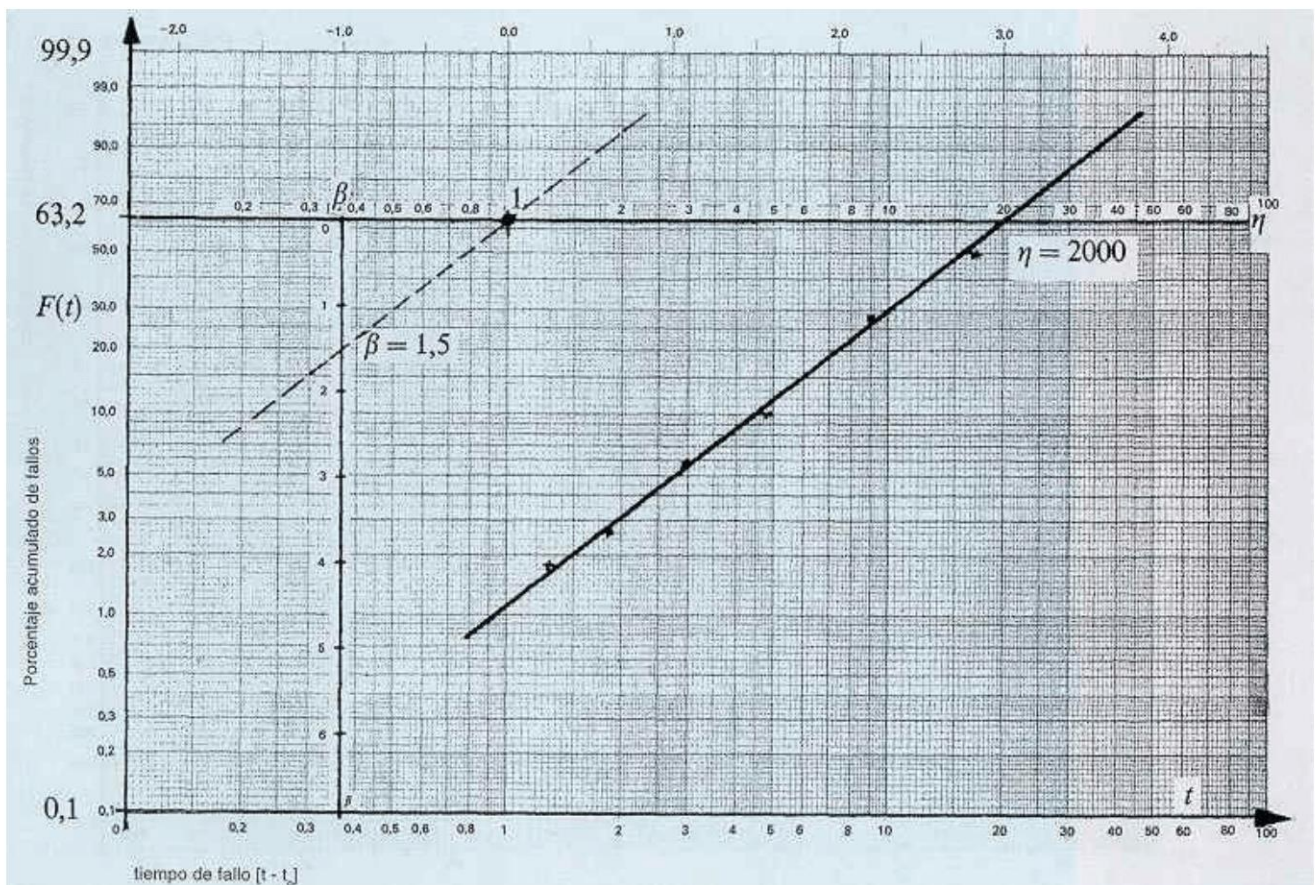


Fig. 3: Lectura de los parámetros h y β en el papel de Weibull

Caso de $t_0 = 0$

Demostramos que cualquier grupo de datos que sigan la distribución de Weibull se pueden representar por una línea recta en el papel de Weibull. Partimos de la hipótesis de que el origen es perfectamente conocido y que coincide con los datos experimentales. Desde el punto de vista matemático partimos de la fórmula que nos relaciona la fiabilidad con la infiabilidad y teniendo en cuenta la expresión (1):

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp - (t / \eta)^\beta$$

$$1 / [1 - F(t)] = \exp (t / \eta)^\beta$$

Tomando logaritmos neperianos por dos veces:

$$\ln \ln 1 / [1 - F(t)] = \beta \ln t - \beta \ln \eta$$

Si a esta igualdad le aplicamos

$$X = \ln t \text{ (variable función de } t)$$

$$Y = \ln \ln 1 / [1 - F(t)] \text{ (función de } t)$$

$$B = - \beta \ln \eta \text{ (constante)}$$

$$A = \beta \text{ (coeficiente director)}$$

de donde tenemos:

$$Y = AX + B \text{ (ecuación de una recta) (4)}$$

Para determinar los parámetros β y η se utiliza el papel de Weibull.

- Cálculo de β : β es el parámetro de forma y representa la pendiente de la recta. Para calcularlo, se hace pasar una recta paralela a la recta obtenida con la representación gráfica de los datos de partida por el punto 1 de abscisas y 63,2 de ordenadas pudiendo leer directamente el valor de β en una escala tabulada de 0 a 7. Ver gráfico en fig. 3.
- Cálculo de η : η es el parámetro de escala y su valor viene dado por la intersección de la recta trazada con la línea paralela al eje de abscisas correspondiente al 63,2 % de fallos acumulados. En efecto se demuestra que para la ordenada $t_0 = 0$, $F(t) = 63,2$.

$$Y = \ln \ln 1 / [1 - F(t)] = 0$$

$$\ln 1 / [1 - F(t)] = 1; 1 / [1 - F(t)] = e; 1 - F(t) = 1/e;$$

$$F(t) = 1 - [1/e] = 1 - [1/2,7183] = 1 - 0,3679 = 0,6321 \text{ (63,21 \%)}$$

de donde para $t_0 = 0$ tendremos que $AX + B = 0$; como según hemos visto anteriormente:

$$A = \beta \quad B = - \beta \ln \eta$$

tendremos que se cumple:

$$\beta X - \beta \ln \eta = 0; \beta X = \beta \ln \eta;$$

$$X = \ln \eta$$

Como $X = \ln t$, tenemos que $t = \eta$.

η es el valor leído directamente en el gráfico de Allen Plait para la ordenada 63,2, ya que la escala de abscisas está como ya se ha indicado en $\ln t$.

- Tiempo medio entre fallos (MTBF) o media: el tiempo medio entre fallos o vida media se calcula con la ayuda de la tabla 1, que nos da los valores de gamma y vale:

$$E(t) = \text{MTBF} = \eta \gamma (1 + 1/\beta)$$

- Desviación estándar o variancia σ : se calcula también con la ayuda de la tabla 1 y vale:

$$(\sigma/\eta)^2 = \gamma (1 + 2/\beta) - [\Gamma (1 + 1/\beta)]^2$$

Tabla 1: Fiabilidad

LEY DE WEIBULL:

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta \right]$$

$$MTBF = m = E(t) = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$\sigma^2 = \eta^2 \left[\Gamma \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) - \Gamma^2 \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]$$

β	$m/\eta = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/η	β	$m/\eta = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/η
0	∞	∞	2,0	0,8862	0,463
0,1	10!	$\sqrt{20! - (10!)^2}$	2,1	0,8857	0,44
0,2	120	1901	2,2	0,8856	0,42
0,3	9,2605	47	2,3	0,8859	0,41
0,4	3,3234	10,43	2,4	0,8865	0,39
0,5	2,0000	4,472	2,5	0,8873	0,38
0,6	1,5046	2,645	2,6	0,8882	0,37
0,7	1,2658	1,851	2,7	0,8893	0,36
0,8	1,1330	1,428	2,8	0,8905	0,34
0,9	1,0522	1,171	2,9	0,8917	0,33
1,0	1,0000	1,000	3,0	0,8938	0,32
1,1	0,9649	0,878	3,1	0,8943	0,315
1,2	0,9407	0,785	3,2	0,8957	0,31
1,3	0,9235	0,716	3,3	0,8970	0,30
1,4	0,9114	0,659	3,4	0,8984	0,29
1,5	0,9028	0,613	3,5	0,8998	0,28
1,6	0,8966	0,594	3,6	0,9011	0,27
1,7	0,8922	0,530	3,8	0,9038	0,26
1,8	0,8893	0,512	4,0	0,9064	0,25
1,9	0,8874	0,486			

Ejemplo

La información disponible acerca de la duración de 10 sistemas mecánicos de detectores de presencia sometidos a funcionamiento continuo hasta que se produce un fallo, da los siguientes resultados, expresados por su duración en meses y ordenados : 1,7; 3,5 ; 5; 6; 8; 11; 13; 18 y 22.

Calcular las probabilidades acumuladas o valores medios clasificados, los parámetros de Weibull, tipo de fallo, la fiabilidad de forma general, fiabilidad para 12 meses, la duración media de vida y la desviación tipo.

Solución

Con la ayuda de la tabla 2, que nos da directamente los valores medios clasificados de los fallos o probabilidades acumuladas según el tamaño de la muestra que en este caso es n = 10, tendremos:

Tiempo de fallo	Valores medios clasificados [F (t)]
1,7	0,0670
3,5	0,0163
5	0,2594
6	0,3557
8	0,4519
9	0,5481
11	0,6443
13	0,7406
18	0,8368
22	0,9330

Tabla 2: Valores medios clasificados de fallos en función del tamaño de la muestra (columnas) y del número medio de fallos acumulados (filas)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	0,5000	0,2929	0,2063	0,1591	0,1294	0,1091	0,0943	0,0830	0,0741	0,0670	0,0611	0,0561	0,519	0,0483	0,0452	1
2		0,7071	0,5000	0,3864	0,3147	0,2655	0,2295	0,2021	0,1806	0,1632	0,1489	0,1368	0,1266	0,1178	0,1101	2
3			0,7937	0,6136	0,5000	0,4218	0,3648	0,3213	0,2871	0,2594	0,2366	0,2175	0,2013	0,1873	0,1751	3
4				0,8409	0,6853	0,5782	0,5000	0,4404	0,3935	0,3557	0,3244	0,2982	0,2760	0,2568	0,2401	4
5					0,8706	0,7345	0,6352	0,5596	0,5000	0,4519	0,4122	0,3789	0,3506	0,3263	0,3051	5
6						0,8909	0,7705	0,6787	0,6065	0,5481	0,5000	0,4596	0,4253	0,3958	0,3700	6
7							0,9057	0,7979	0,7129	0,6443	0,5878	0,5404	0,5000	0,4653	0,4350	7
8								0,9170	0,8194	0,7406	0,6756	0,6211	0,5747	0,5347	0,5000	8
9									0,9259	0,8368	0,7634	0,7018	0,6494	0,6042	0,5650	9
10										0,9330	0,8511	0,7825	0,7240	0,6737	0,6300	10
11											0,9389	0,8632	0,7987	0,7432	0,6949	11
12												0,9439	0,8743	0,8127	0,7599	12
13													0,9481	0,8822	0,8249	13
14														0,9517	0,8899	14
15															0,9548	15

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0,0424	0,0400	0,0378	0,0358	0,0341	0,0330	0,0315	0,0301	0,0288	0,0277	0,0266	0,0256	0,0247	0,0239	0,0231	1
2	0,1034	0,09775	0,0922	0,0874	0,0831	0,0797	0,0761	0,0728	0,0698	0,0670	0,0645	0,0621	0,0599	0,0579	0,0559	2
3	0,1644	0,1550	0,1465	0,1390	0,1322	0,1264	0,1207	0,1155	0,1108	0,1064	0,1023	0,0986	0,0951	0,0919	0,0888	3
4	0,2254	0,2125	0,2009	0,1905	0,1812	0,1731	0,1653	0,1582	0,1517	0,1457	0,1402	0,1351	0,1303	0,1259	0,1217	4
5	0,2865	0,2700	0,2553	0,2421	0,2302	0,2198	0,2099	0,2009	0,1927	0,1851	0,1781	0,1716	0,1655	0,1599	0,1546	5
6	0,3475	0,3275	0,3097	0,2937	0,2793	0,2665	0,2545	0,2437	0,2337	0,2245	0,2159	0,2081	0,2007	0,1939	0,1875	6
7	0,4085	0,3850	0,3641	0,3453	0,3283	0,3132	0,2992	0,2864	0,2746	0,2638	0,2538	0,2445	0,2359	0,2279	0,2204	7
8	0,4695	0,4425	0,4184	0,3968	0,3774	0,3599	0,3438	0,3291	0,3156	0,3032	0,2917	0,2810	0,2711	0,2619	0,2533	8
9	0,5305	0,5000	0,4728	0,4484	0,4264	0,4066	0,3884	0,3718	0,3566	0,3425	0,3295	0,3175	0,3063	0,2959	0,2862	9
10	0,5915	0,5575	0,5272	0,5000	0,4755	0,4533	0,4330	0,4145	0,3975	0,3819	0,3674	0,3540	0,3415	0,3299	0,3191	10
11	0,6525	0,6150	0,5816	0,5516	0,5245	0,5000	0,4776	0,4572	0,4385	0,4212	0,4053	0,3905	0,3767	0,3639	0,3519	11
12	0,7135	0,6725	0,6359	0,6032	0,5736	0,5466	0,5223	0,5000	0,4795	0,4606	0,4431	0,4270	0,4119	0,3979	0,3848	12
13	0,7746	0,7300	0,6903	0,6547	0,6226	0,5933	0,5669	0,5427	0,5204	0,5000	0,4810	0,4635	0,4471	0,4319	0,4177	13
14	0,8356	0,7875	0,7447	0,7063	0,6717	0,6400	0,6115	0,5854	0,5614	0,5393	0,5189	0,5000	0,4823	0,4659	0,4506	14
15	0,8966	0,8450	0,7991	0,7579	0,7207	0,6867	0,6561	0,6281	0,6024	0,5787	0,5568	0,5364	0,5176	0,5000	0,4835	15
16	0,9576	0,9025	0,8535	0,8095	0,7698	0,7334	0,7007	0,6708	0,6433	0,6180	0,5946	0,5729	0,5528	0,5340	0,5164	16
17		0,9600	0,9078	0,8610	0,8188	0,7801	0,7454	0,7135	0,6843	0,6574	0,6325	0,6094	0,5880	0,5680	0,5493	17
18			0,9622	0,9126	0,8678	0,8268	0,7900	0,7562	0,7253	0,6967	0,6704	0,6459	0,6232	0,6020	0,5822	18
19				0,9642	0,9169	0,8735	0,8346	0,7990	0,7662	0,7361	0,7082	0,6824	0,6584	0,6360	0,6151	19
20					0,9659	0,9202	0,8792	0,8417	0,8072	0,7754	0,7461	0,7189	0,6936	0,6700	0,6480	20
21						0,9669	0,9238	0,8844	0,8482	0,8148	0,7840	0,7554	0,7288	0,7040	0,6808	21
22							0,9684	0,9271	0,8891	0,8542	0,8218	0,7918	0,7640	0,7380	0,7137	22
23								0,9698	0,9301	0,8935	0,8597	0,8283	0,7992	0,7720	0,7466	23
24									0,9711	0,9329	0,8976	0,8648	0,8344	0,8060	0,7795	24
25										0,9722	0,9354	0,9013	0,8696	0,8400	0,8124	25
26											0,9733	0,9378	0,9048	0,8740	0,8453	26
27												0,9743	0,9400	0,9080	0,8782	27
28													0,9752	0,9420	0,9111	28
29														0,9760	0,9440	29
30															0,9768	30

La representación de estos puntos en el gráfico de Weibull nos clá prácticamente una recta (fig. 4). La pendiente de esta recta es 1,5 valor que corresponde al parámetro β ; por otro lado se puede ver gráficamente que η es igual a 12, que es el valor de la abscisa en el punto donde la recta trazada con los datos corta a la horizontal para $F(t) = 63,2$.

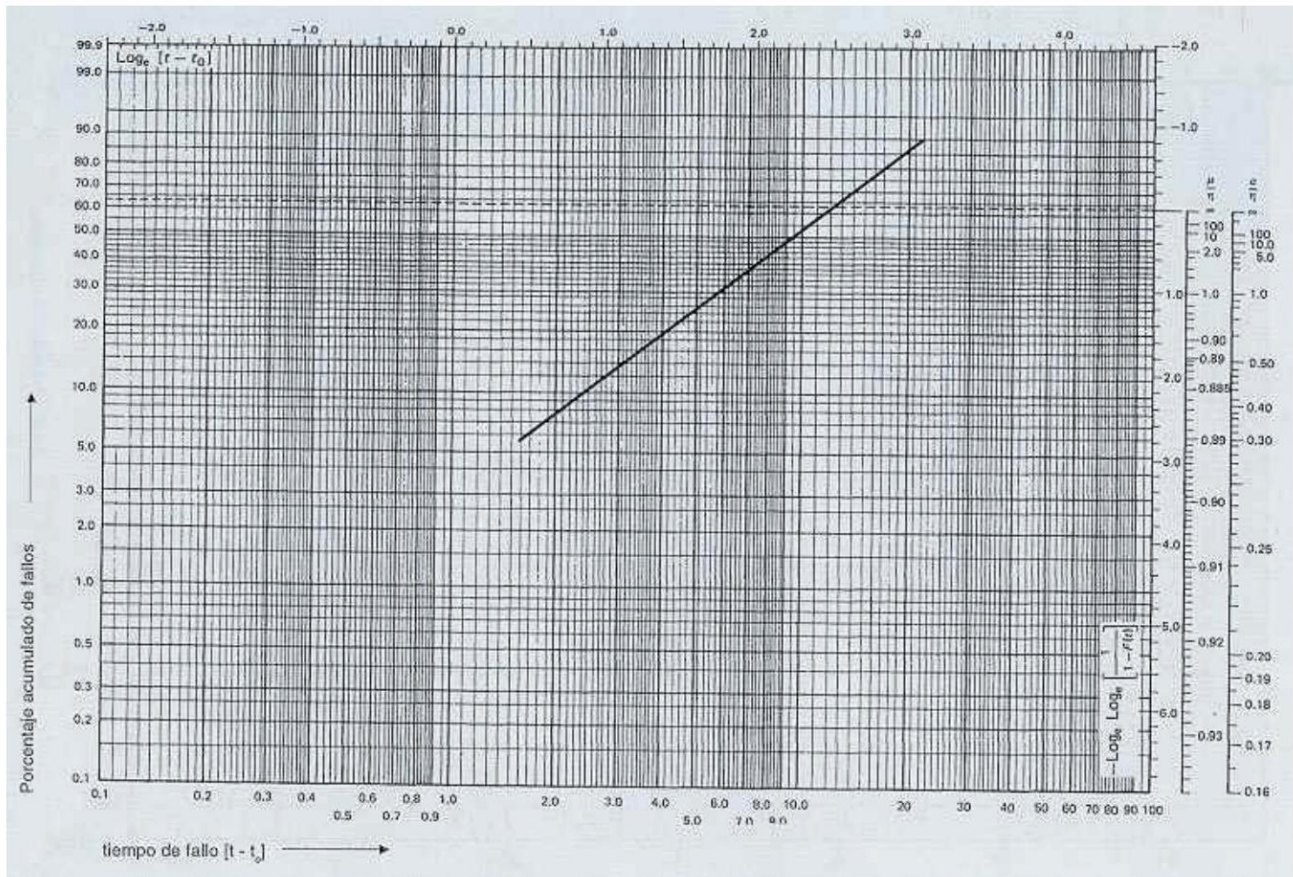


Fig. 4: Resolución gráfica del ejemplo

El valor de β nos indica que los tipos de fallo son debidos al desgaste. La fiabilidad será:

$$R(t) = \exp - (t / 12)^{1,5}$$

La fiabilidad para 12 meses será:

$$R(12) = \exp - (12/12)^{1,5} = \exp - 1 = 0,3679 \text{ (36,79\%)}$$

Gráficamente vemos que para $t = 12$ la probabilidad acumulada de fallos $F(t) = 63,2$ por lo que $R(12) = 1 - F(12) = 1 - 0,632 = 0,368$ (36,8 %) valor sensiblemente igual al calculado.

La duración de vida media será :

$$E(t) = \text{MTBF} = \eta \gamma (1 + 1 / \beta)$$

$$\text{MTBF} = 12 \gamma (1 + 1 / 1,5) = 12 \cdot 0,9028 = 10,83 \text{ meses}$$

La desviación tipo será :

$$\sigma^2 = \eta^2 [\gamma (1 + 2 / \beta) - \Gamma^2 (1 + 1/\beta)]$$

para $\beta = 1,5$ y según las tablas nos da el valor de $\sigma / \eta = 0,613$ que como $\eta = 12$ tenemos que: $\sigma = 12 \cdot 0,613 = 7,356$ meses.

Caso de $t_0 > 0$

Para este caso los datos no se alinean adoptando la forma indicada en en el gráfico de la fig. 5. Los datos tienen forma de curva que admite una asíntota vertical; la intersección de la asíntota con la abscisa nos permite obtener una primera estimación de t_0 . En efecto, tenemos que:

$$F(t) = 0 = 1 - \exp - \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta$$

de donde $1 = \exp - \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta$

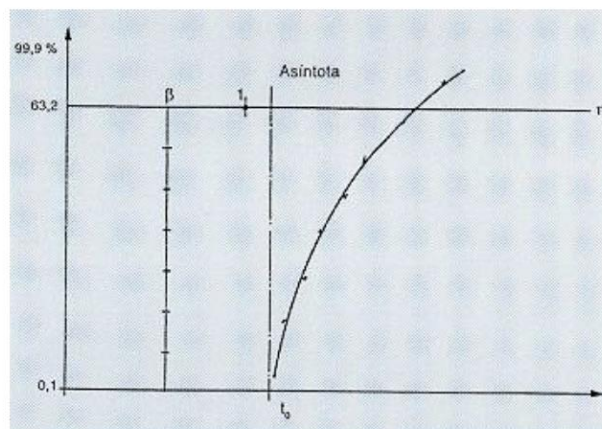


Fig. 5: Representación gráfica para el caso de $t_0 > 0$

sacando logaritmos neperianos:

$$\ln 1 = 0 = - \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta$$

y elevando a $1/\beta$ tendremos:

$$\left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta = 0^{1/\beta} = 0; t - t_0 = 0; t - t_0$$

de donde se obtiene la evaluación de t_0 . Cuando se ha evaluado t_0 , se lleva a cabo la corrección:

$$t' = t - t_0$$

t' = nuevo tiempo

t = antigua estimación

A continuación se trasladan los nuevos valores, debiéndose obtener algo parecido a una recta; si no es así, se comenzará de nuevo la operación y esto hasta un máximo de tres veces; si se sigue sin obtener una recta, podemos deducir que no se aplica la ley de Weibull o que podemos tener leyes de Weibull con diferentes orígenes, o mezclas.

Caso de $t_0 < 0$

En este caso, se obtiene una curva que admite una asíntota inclinada u horizontal. Una manera de calcular t_0 es mediante ensayos sucesivos, hasta que se pueda dibujar la curva.

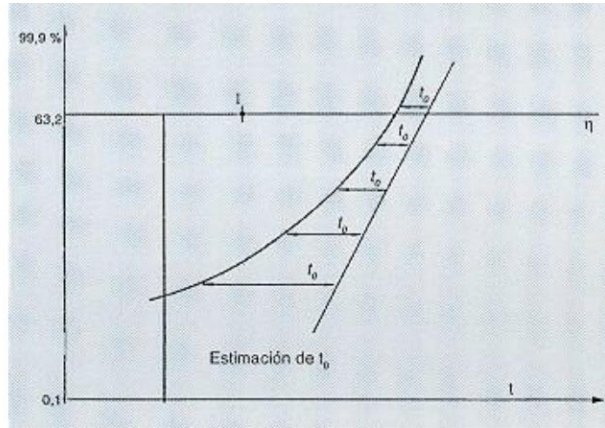


Fig. 6: Representación gráfica para el caso de $t_0 > 0$

Otro método de cálculo cuando $t_0 \neq 0$

Dada la complejidad que representa lo descrito con anterioridad existen otras formas más sencillas de calcular t_0 mediante la estimación.

Método de estimación o de los rangos medianos (Fig. 7): el método se inicia, una vez dibujada la curva, seleccionando un punto arbitrario Y_2 aproximadamente en la mitad de la curva, y otros dos puntos Y_1 e Y_3 equidistantes del primero una distancia d según el eje de las Y .

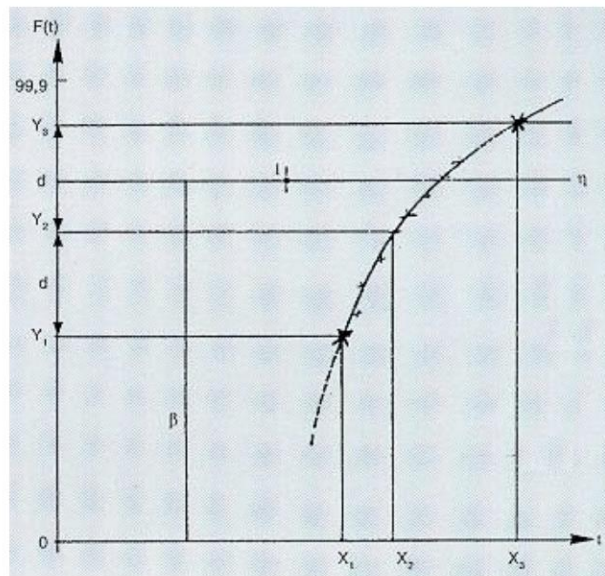


Fig. 7: Cálculo de t_0 por medio de transformaciones funcionales

Lógicamente se cumplirá la igualdad:

$$Y_2 - Y_1 = Y_3 - Y_2$$

De la ecuación anterior y si los tres puntos son colineales tendremos por otra parte:

$$X_2 - X_1 = X_3 - X_2$$

y como $X = \ln(t - t_0)$ tendremos:

$$\ln(t_2 - t_0) - \ln(t_1 - t_0) = \ln(t_3 - t_0) - \ln(t_2 - t_0)$$

$$(t_2 - t_0)^2 = (t_3 - t_0)(t_1 - t_0)$$

$$\text{de otra forma } t_0 = t_2 \frac{(t_3 - t_2) - (t_2 - t_1)}{(t_3 - t_2) - (t_2 - t_1)}$$

De esta forma el valor de t_0 puede ser calculado y los datos representados utilizando $(t - t_0)$ como variable. Si los datos siguen la distribución de Weibull los puntos deberán quedar alineados.

Como variante de lo anterior se puede proceder de la siguiente forma: asignar los puntos según el siguiente criterio:

$Y_{\text{máx}}$ es el valor máximo al cual se asocia $X_{\text{máx}}$.

$Y_{\text{mín}}$ es el valor mínimo al cual está asociado $Y_{\text{mín}}$.

Y_m es el punto medio (medido con una regla lineal) de $Y_{\text{máx}}$ e $Y_{\text{mín}}$

X_m es X medio asociado al Y_m obtenido.

De esta forma el valor de t_0 será :

$$t_0 = X_m \frac{(X_{\text{máx}} - X_m)(X_m - X_{\text{mín}})}{(X_{\text{máx}} - X_m) - (X_m - X_{\text{mín}})}$$

Bibliografía

- (1) BERTRAM L. AMSTADTER
Matemáticas de la fiabilidad - Fundamentos - Prácticas Procedimientos
Ed. Reverté, S.A. Barcelona (1976)
- (2) ANTONIO CREUS SOLE
Fiabilidad y Seguridad. Su aplicación en procesos industriales
Marcombo Boixareu Editores. Barcelona (1992)
- (3) J.MOTHES - J. TORRENS- IBERN
Estadística aplicada a la ingeniería
Ediciones Ariel. Esplugues de Llobregat (1970)
- (4) PATRICK LYONNET
Los métodos de la calidad total
Ediciones Diaz de Santos, S.A. Madrid (1989)
- (5) A.D.S. CARTER
Mechanical Reliability
Macmillan Education Ltd. London (1986)

ANEXO 3. Bitácoras del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del laboratorio de investigación mecánica LIM-UTA.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM-UTA BITÁCORA																																		
ELABORADO POR:		Diego Pozo	CÓDIGO		LIM-BT01-CA	DESCRIPCIÓN:		CÁMARA DE ACONDICIONAMIENTO																										
REVISADO POR:		Ing. Christian Castro	VERSIÓN:		1	MARCA:		ADEUCARPI																										
FECHA DE ELABORACIÓN:		04/12/2023	MÁQUINA		1	MODELO:		STEAM/HEATING																										
FECHA DE REVISIÓN:		25/12/2023																																
			1																															
			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	26	27	28	29	30	31	
			L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	
N.	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO																															
			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	26	27	28	29	30	31	
1	Inspección visual de la cámara de acondicionamiento	Diario			OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	
2	Limpieza de la cámara de acondicionamiento	Quincenal					OK															OK												
3	Limpieza del ventilador	Mensual				OK																												
4	Revisión de la electroválvula	Trimestral																																
5	Inspección general de la cámara de acondicionamiento	Semanal					OK						OK								OK								OK					
6	Revisión del sensor de humedad	Quincenal				OK															OK													
7	Inspección del Data logger	Trimestral																																
8	Limpieza de la resistencia tubular doble M	Semestral																																
9	Revisión del sensor de temperatura	Semanal				OK						OK									OK								OK					
10	Limpieza del panel de control	Diario		OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	
11	Limpieza de las bandejas de muestras	Diario		OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	
12	Cambio del enchufe trifásico	Anual																																
13	Recolección del agua condensada	Diario		OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	
14	Revisión del seguro de la puerta	Mensual				OK																												
15	Revisión del sistema eléctrico	Semanal				OK						OK									OK								OK					
16	Lubricación de las ruedas industriales	Trimestral																																
17	Verificación de la cámara de acondicionamiento	Anual																																
18	Ajuste de los soportes de bandejas	Quimestral																																
19	Cambio de cable de baja tensión	Anual																																
20	Cambio de mangueras	Anual																																

2																													3																												
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79										
J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M										
FEBRERO																													MARZO																												
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	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19										
OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK										
	OK														OK													OK																			OK										
OK																												OK																													
	OK						OK								OK							OK							OK								OK																				
OK							OK								OK							OK							OK																												
OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK										
OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK										
OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK										
	OK														OK														OK																												
OK							OK								OK							OK							OK																												
							OK																																																		

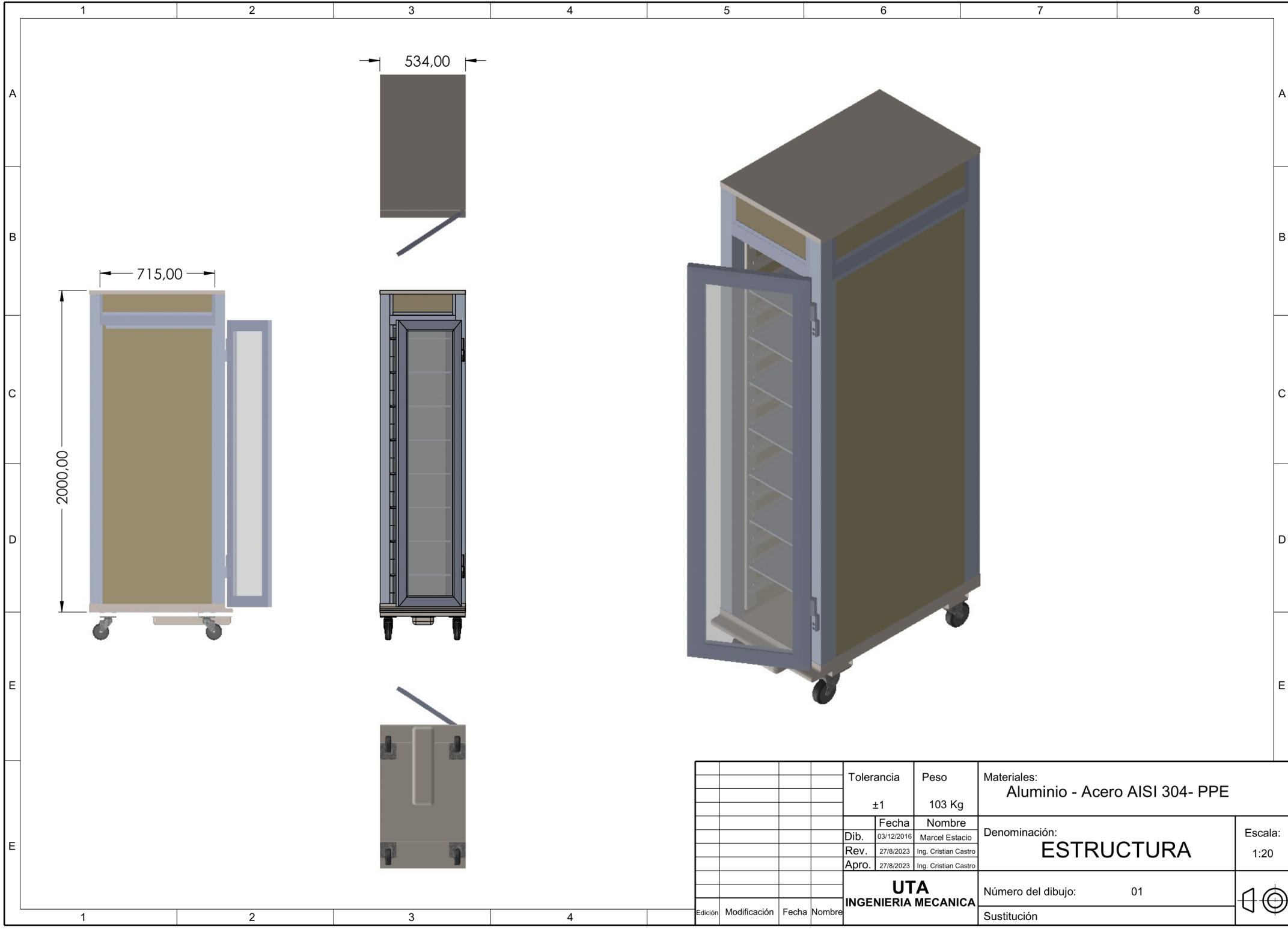
4												5																																						
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127			
MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L			
ABRIL																																																		
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	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	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6			
OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		OK				
									OK														OK															OK												
								OK															OK															OK												
	OK								OK								OK						OK															OK												
								OK															OK																											
																							OK																											
	OK							OK															OK																											
OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		OK				
OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		OK				
OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		OK				
	OK							OK															OK																											
																							OK																											
																							OK																											

6																																																					
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175						
M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D						
MAYO															JUNIO																																						
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23						
OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK								
			OK														OK													OK																	OK						
		OK														OK																														OK							
		OK							OK								OK																															OK					
		OK															OK																																OK				
		OK															OK																																	OK			
OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK			
OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK			
OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK			
		OK						OK									OK																																	OK			
		OK															OK																																	OK			
		OK															OK																																		OK		
		OK															OK																																		OK		
		OK															OK																																		OK		
		OK															OK																																		OK		
		OK															OK																																		OK		

																		7																			8																								
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223														
L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S														
JULIO																																																													
24	25	26	27	28	29	30	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	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK															
											OK													OK																					OK																
																								OK																								OK													
				OK						OK								OK																																OK											
											OK															OK																									OK										
																									OK																										OK										
				OK							OK																																										OK								
																																																						OK							
																																																									OK				
																																																												OK	

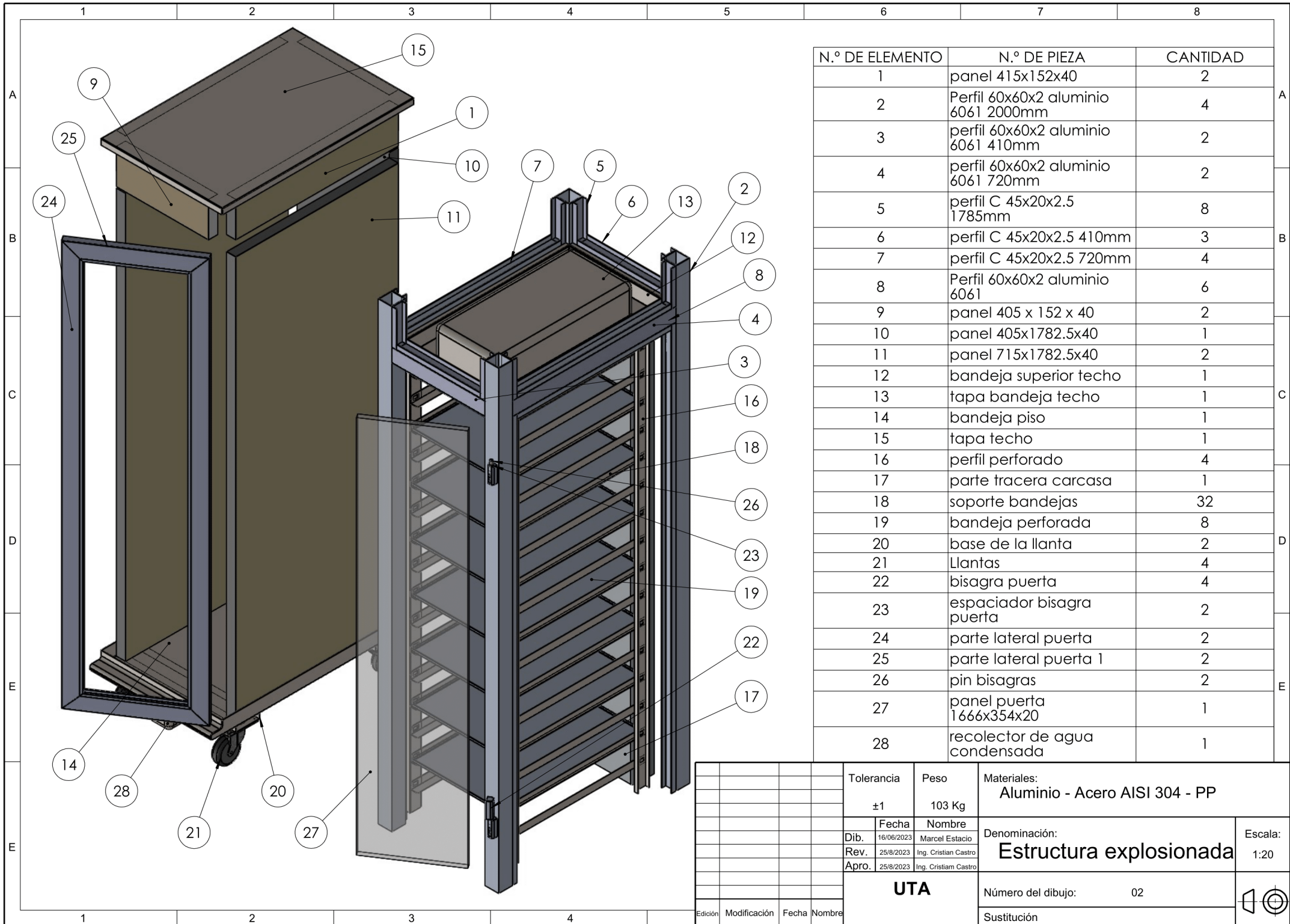
9																																																			
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271				
D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V				
AGOSTO															SEPTEMBRE																																				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	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	26	27				
	OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK	OK		
				OK															OK												OK		OK																	OK	
				OK								OK							OK							OK					OK		OK																	OK	
				OK															OK							OK					OK		OK																		OK
				OK															OK							OK					OK		OK																		OK
	OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	OK	OK	OK	OK	OK				OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK	OK		
				OK															OK												OK		OK																		OK
				OK															OK												OK		OK																		OK
				OK															OK												OK		OK																		OK
				OK															OK												OK		OK																		OK
				OK															OK												OK		OK																		OK

**ANEXO 4. Planos de la cámara de
acondicionamiento de muestras.**



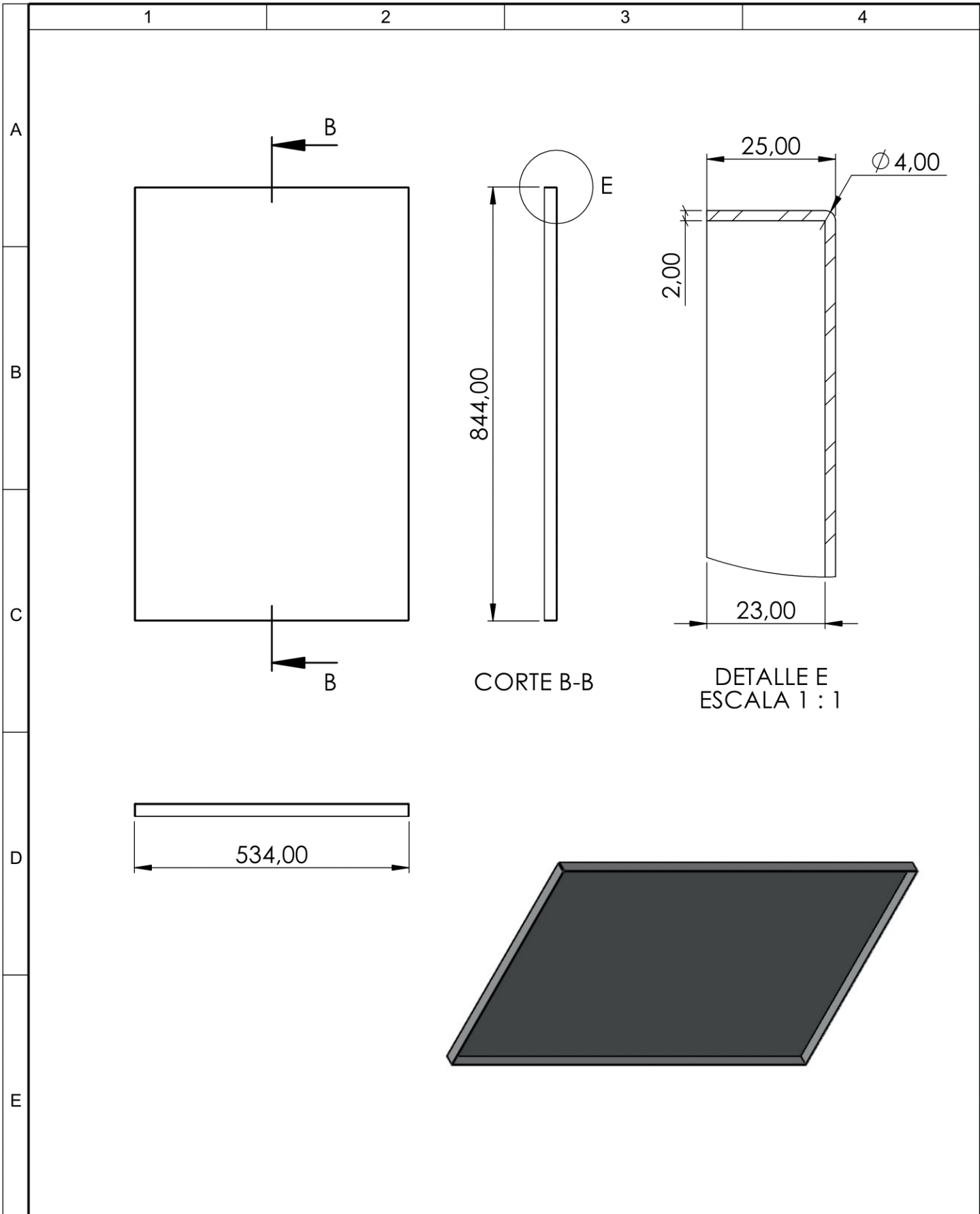
				Tolerancia	Peso	Materiales:	
				±1	103 Kg	Aluminio - Acero AISI 304- PPE	
					Fecha	Nombre	Denominación: ESTRUCTURA
				Dib.	03/12/2016	Marcel Estacio	
				Rev.	27/8/2023	Ing. Cristian Castro	
				Apro.	27/8/2023	Ing. Cristian Castro	Número del dibujo: 01
				UTA			
				INGENIERIA MECANICA			Sustitución
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



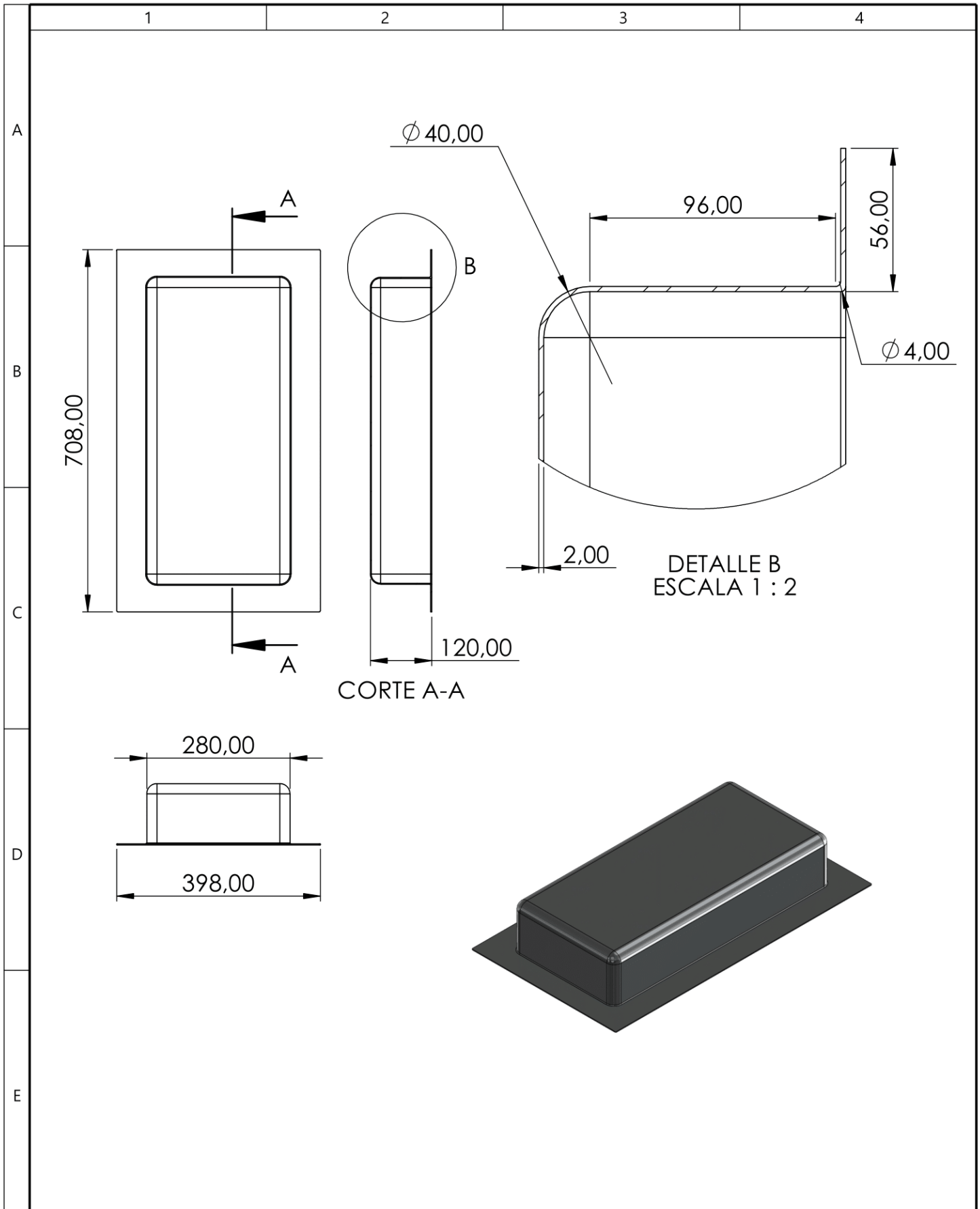


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	panel 415x152x40	2
2	Perfil 60x60x2 aluminio 6061 2000mm	4
3	perfil 60x60x2 aluminio 6061 410mm	2
4	perfil 60x60x2 aluminio 6061 720mm	2
5	perfil C 45x20x2.5 1785mm	8
6	perfil C 45x20x2.5 410mm	3
7	perfil C 45x20x2.5 720mm	4
8	Perfil 60x60x2 aluminio 6061	6
9	panel 405 x 152 x 40	2
10	panel 405x1782.5x40	1
11	panel 715x1782.5x40	2
12	bandeja superior techo	1
13	tapa bandeja techo	1
14	bandeja piso	1
15	tapa techo	1
16	perfil perforado	4
17	parte tracera carcasa	1
18	soporte bandejas	32
19	bandeja perforada	8
20	base de la llanta	2
21	Llantas	4
22	bisagra puerta	4
23	espaciador bisagra puerta	2
24	parte lateral puerta	2
25	parte lateral puerta 1	2
26	pin bisagras	2
27	panel puerta 1666x354x20	1
28	recolector de agua condensada	1

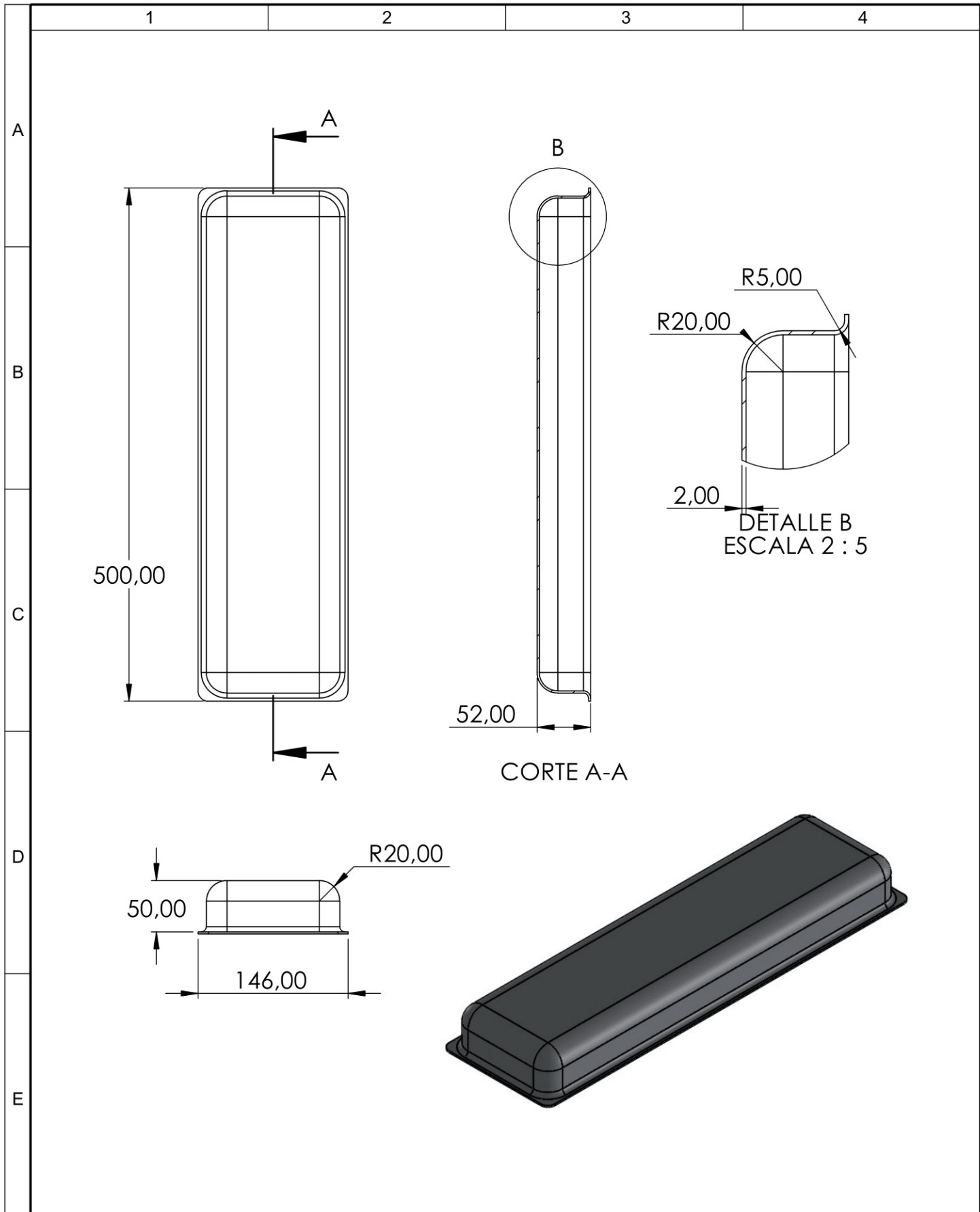
Tolerancia		Peso		Materiales:	
±1		103 Kg		Aluminio - Acero AISI 304 - PP	
Fecha		Nombre		Denominación:	
Dib. 16/06/2023		Marcel Estacio		Estructura explosionada	
Rev. 25/8/2023		Ing. Cristian Castro		Escala:	
Apro. 25/8/2023		Ing. Cristian Castro		1:20	
UTA				Número del dibujo: 02	
Edición				Sustitución	
Modificación				Fecha	
Nombre					



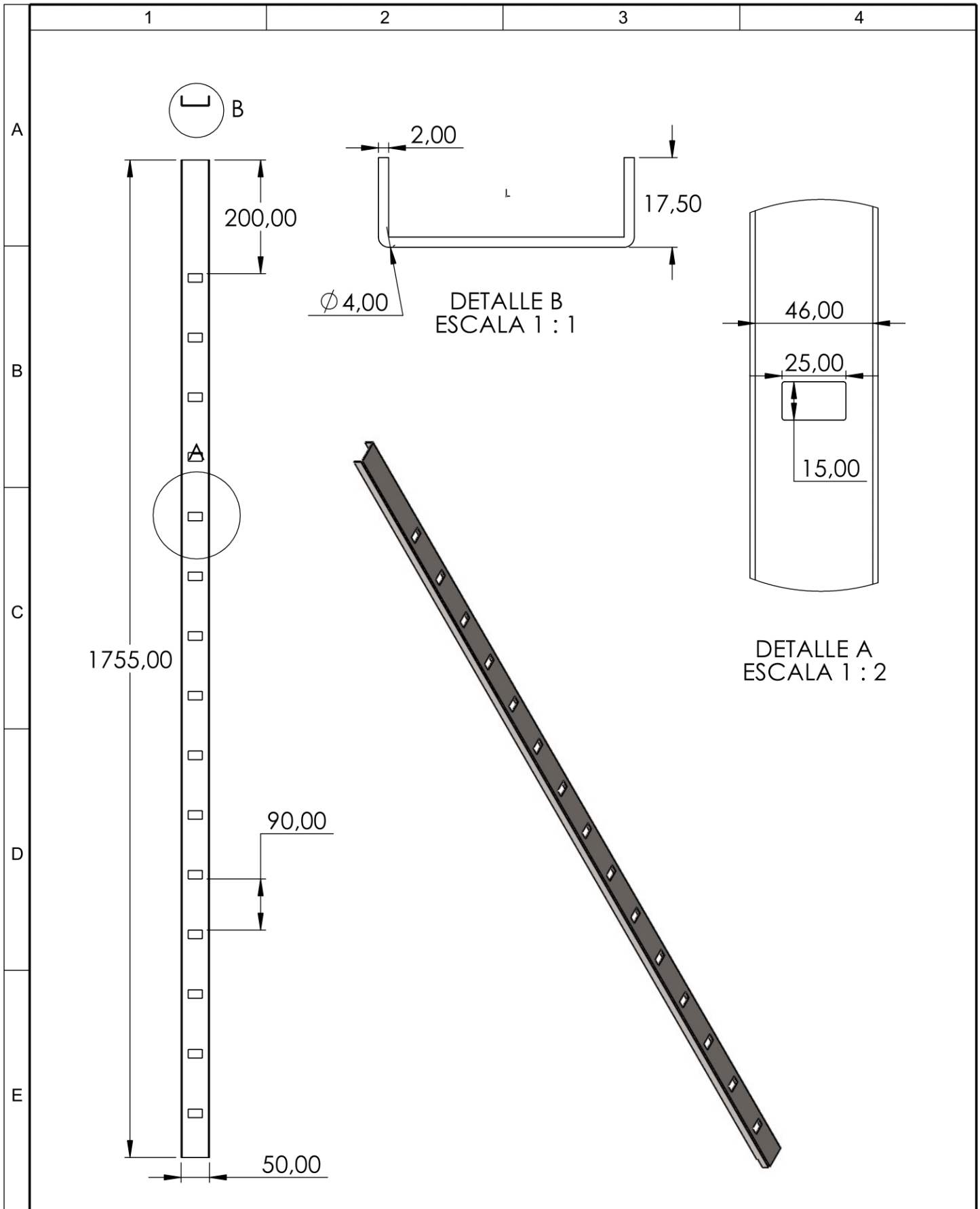
				Tolerancia ±1	Peso 7997.76 gr	Material: Acero AISI 304	
				Fecha	Nombre	Titulo: Tapa de Techo	Escala: 1:5
				Dibujó: 04/06/2023	Marcel Estacio		
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina: 3	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



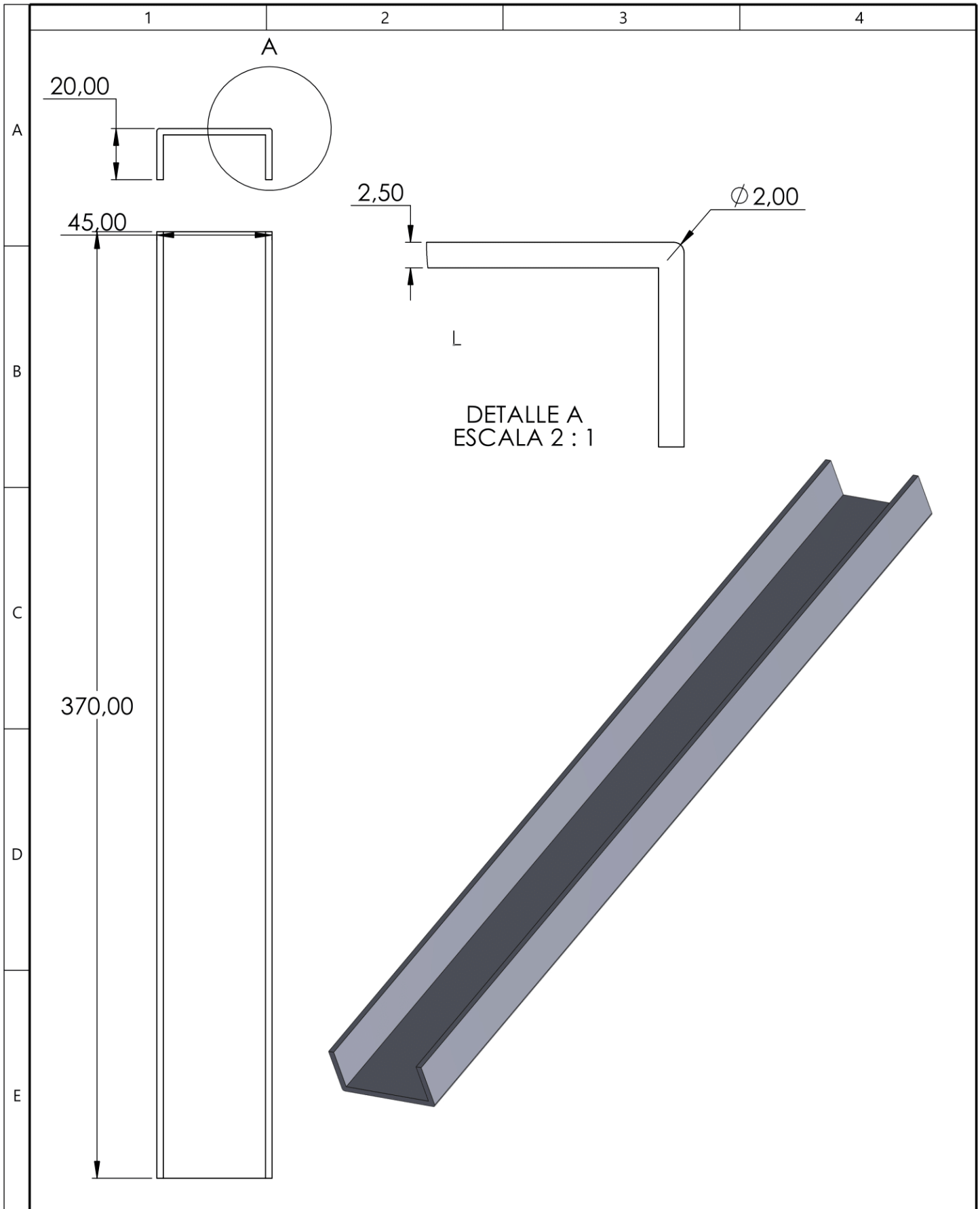
				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	7339.64 gr	Acero - Inoxidable	
				Fecha	Nombre	Titulo:	
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio	Tapa Comp. Electricos	
				Revisó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro	Escala: 1:5	
				Aprobó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro	Registro:	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	4
Edición						Sustitución	
Modificación							
Nombre							
Fecha							



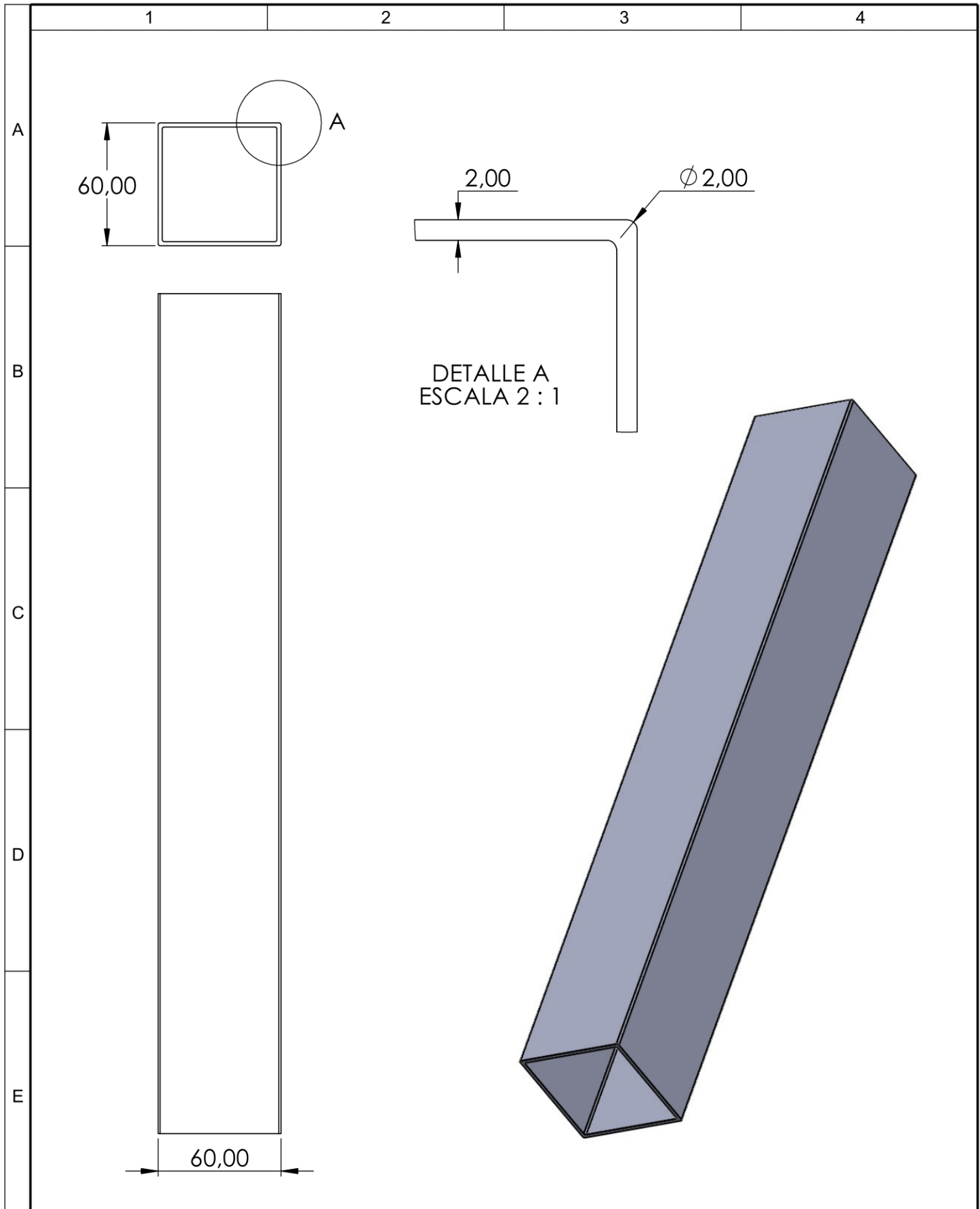
				Tolerancia ±1	Peso 1862.61 gr	Material: Acero AISI 304	
						Titulo: Recolector de Agua Condensada	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio		
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina: 5	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



				Tolerancia ±1	Peso 2105.01 gr	Material: Acero AISI 304		
						Titulo: Perfil Perforado	Escala: 1:10	
				Fecha 16/06/2023	Nombre Marcel Estacio			
				Revisó: 27/8/2023	Ing. Cristian Castro			
				Aprobó: 27/8/2023	Ing. Cristian Castro			
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina: 6	Registro: 	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución		



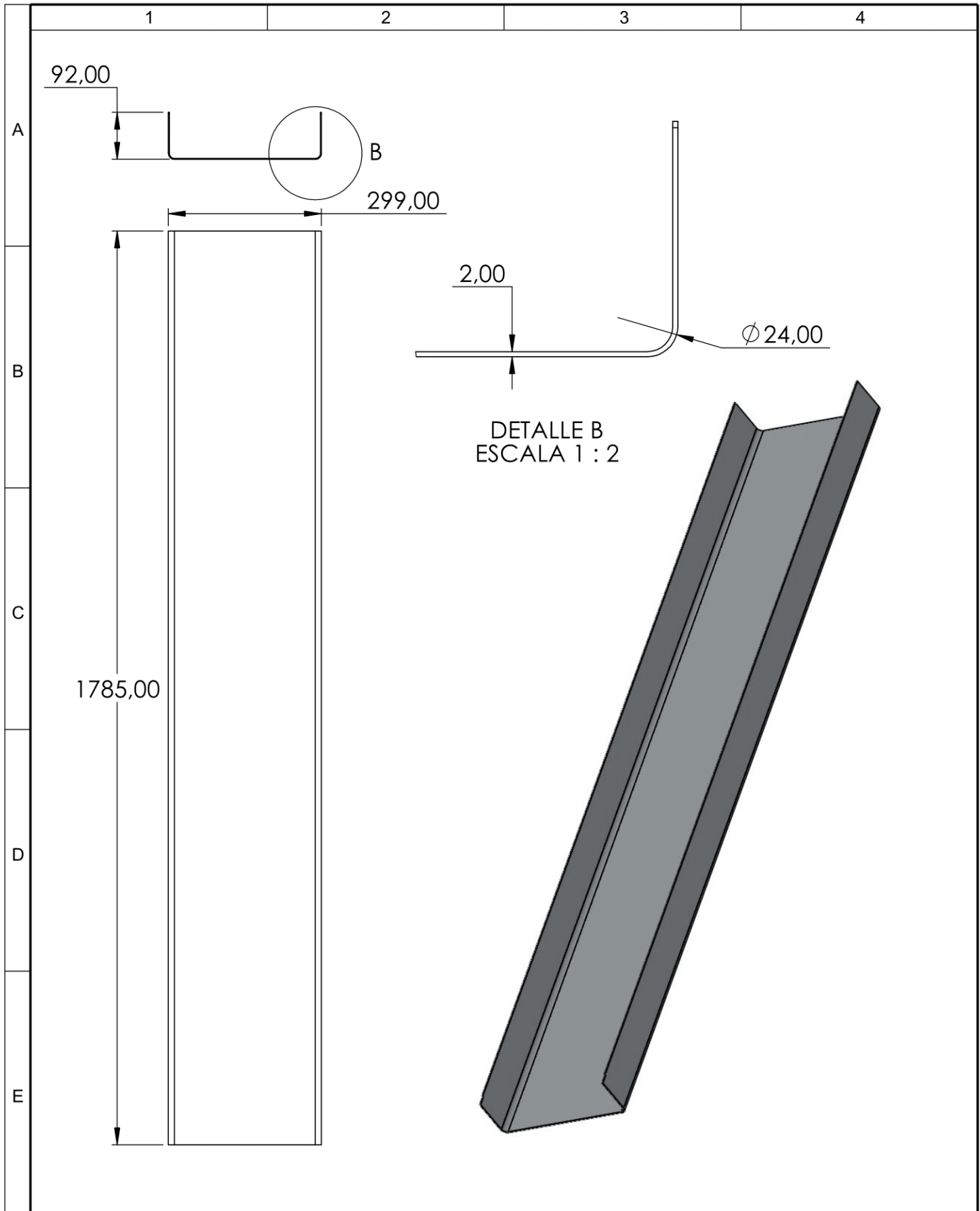
				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	73.84 gr	Aluminio 6061	
				Fecha	Nombre	Titulo:	
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio	Perfil 45X20	
				Revisó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro	Escala:	
				Aprobó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro	1:2	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	Registro:
						7	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución			



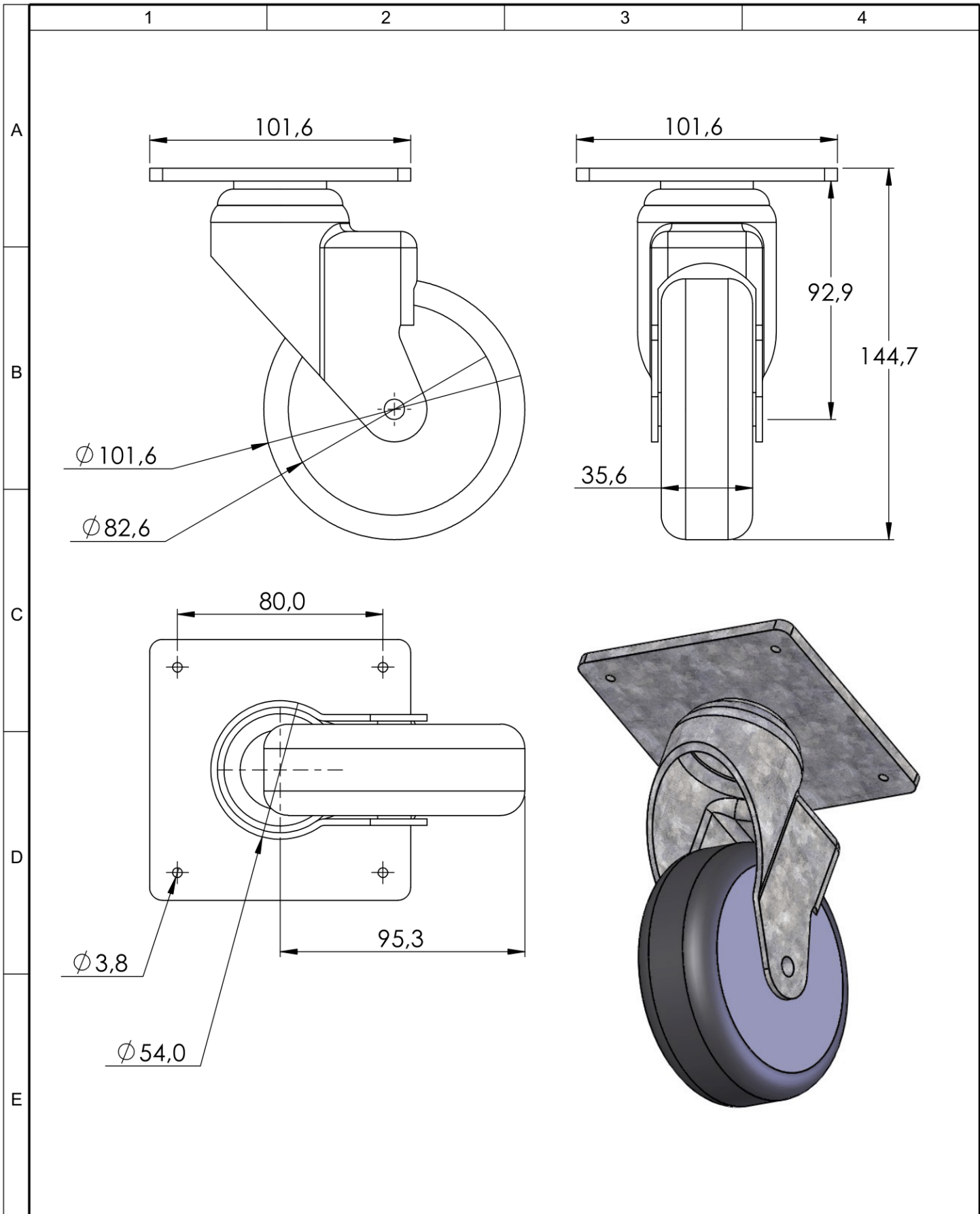
				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	190.24 gr	Aluminio	
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:
			Dibujó:	16/06/2023	Marcel Estacio		
			Revisó:	27/8/2023	Ing. Cristian Castro		
			Aprobó:	27/8/2023	Ing. Cristian Castro	Número de lámina:	Registro:
			U.T.A				
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	INGENIERIA MECANICA		Sustitución	

Perfil 60X60X2

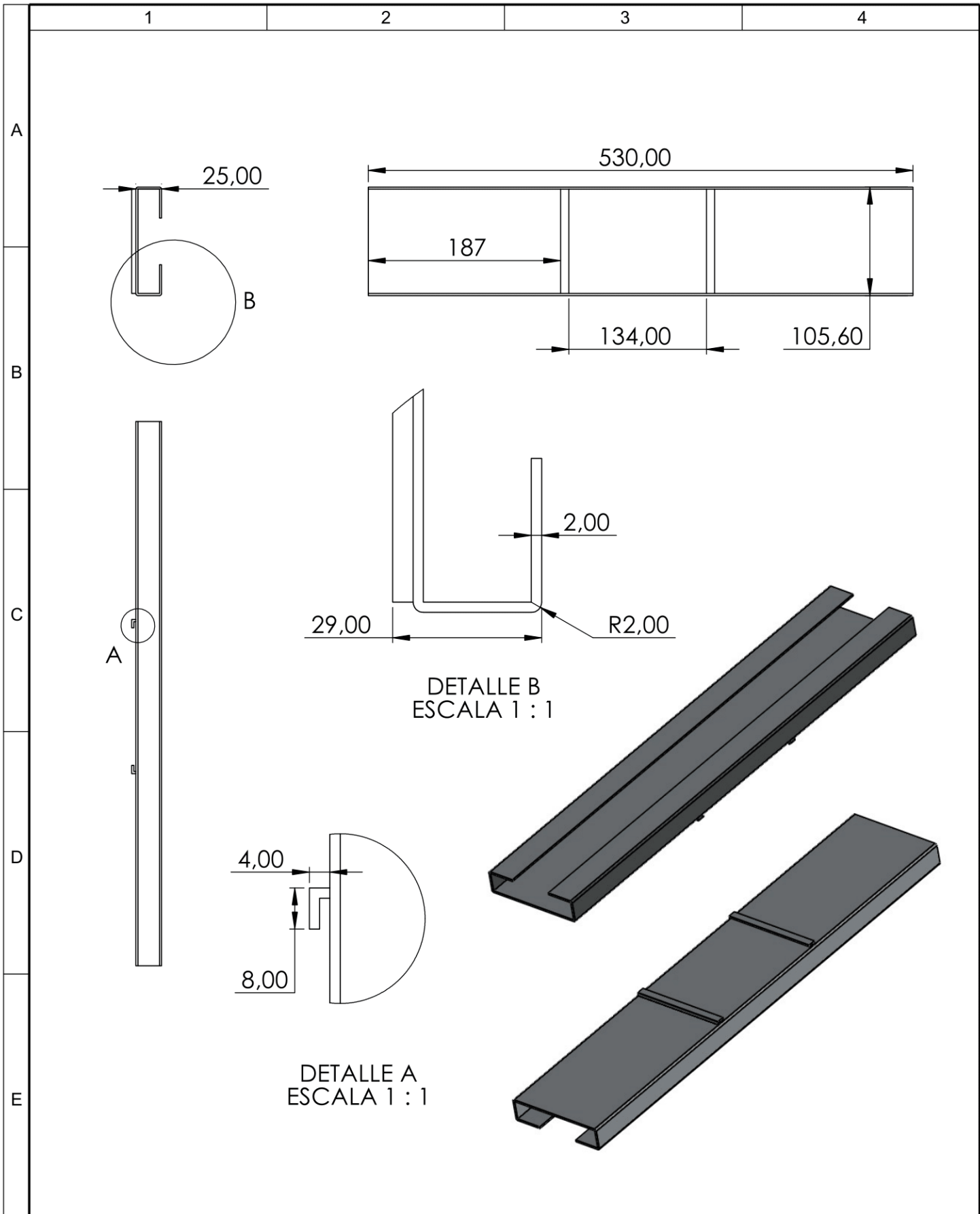
U.T.A
INGENIERIA MECANICA



				Tolerancia	Peso	Material:			
				±1	13075.3 gr	Acero AISI 304			
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:		
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio			Carcasa Interna	1:10
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro				
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro				
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	Registro:		
							9		
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución					

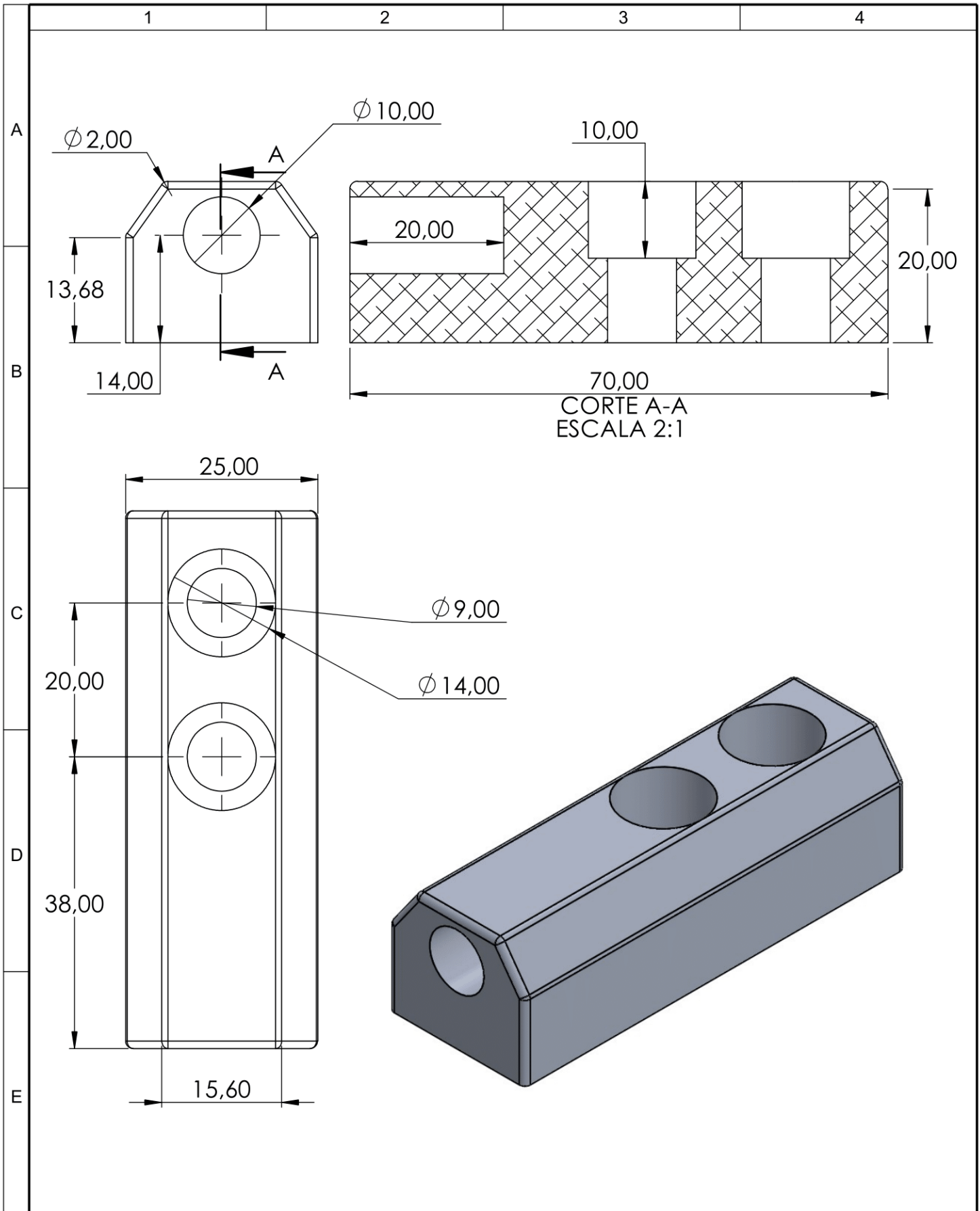


				Tolerancia ± 1	Peso 2827.6948 gr	Material: Acero Galvanizado	
						Titulo: Ruedas	Escala: 1:2
				Dibujó: 16/06/2023	Nombre Marcel Estacio		
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina: 10	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	

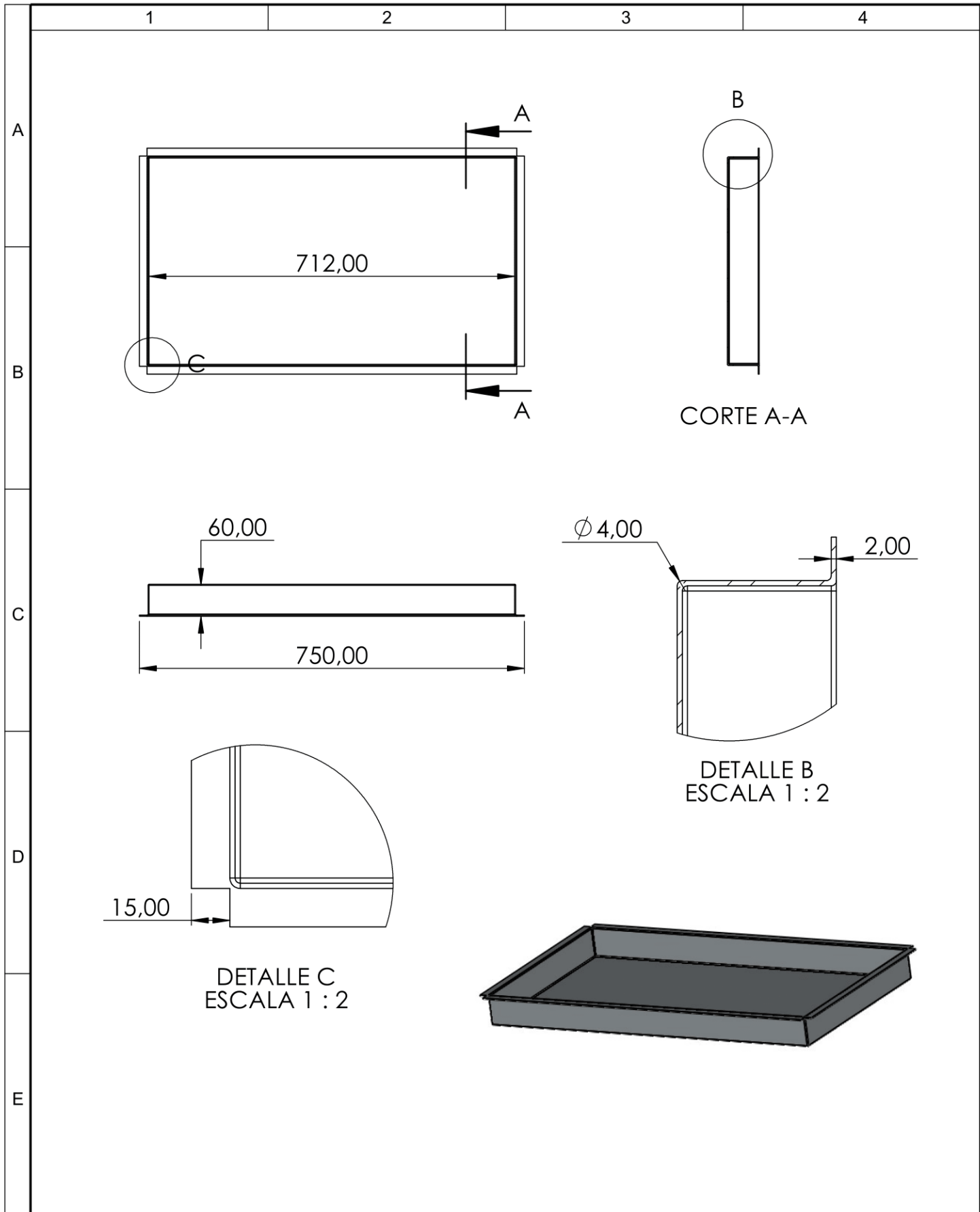


				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	1733.94 gr	Acero AISI 304	
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio		
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro	Número de lámina:	Registro:
				U.T.A INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	

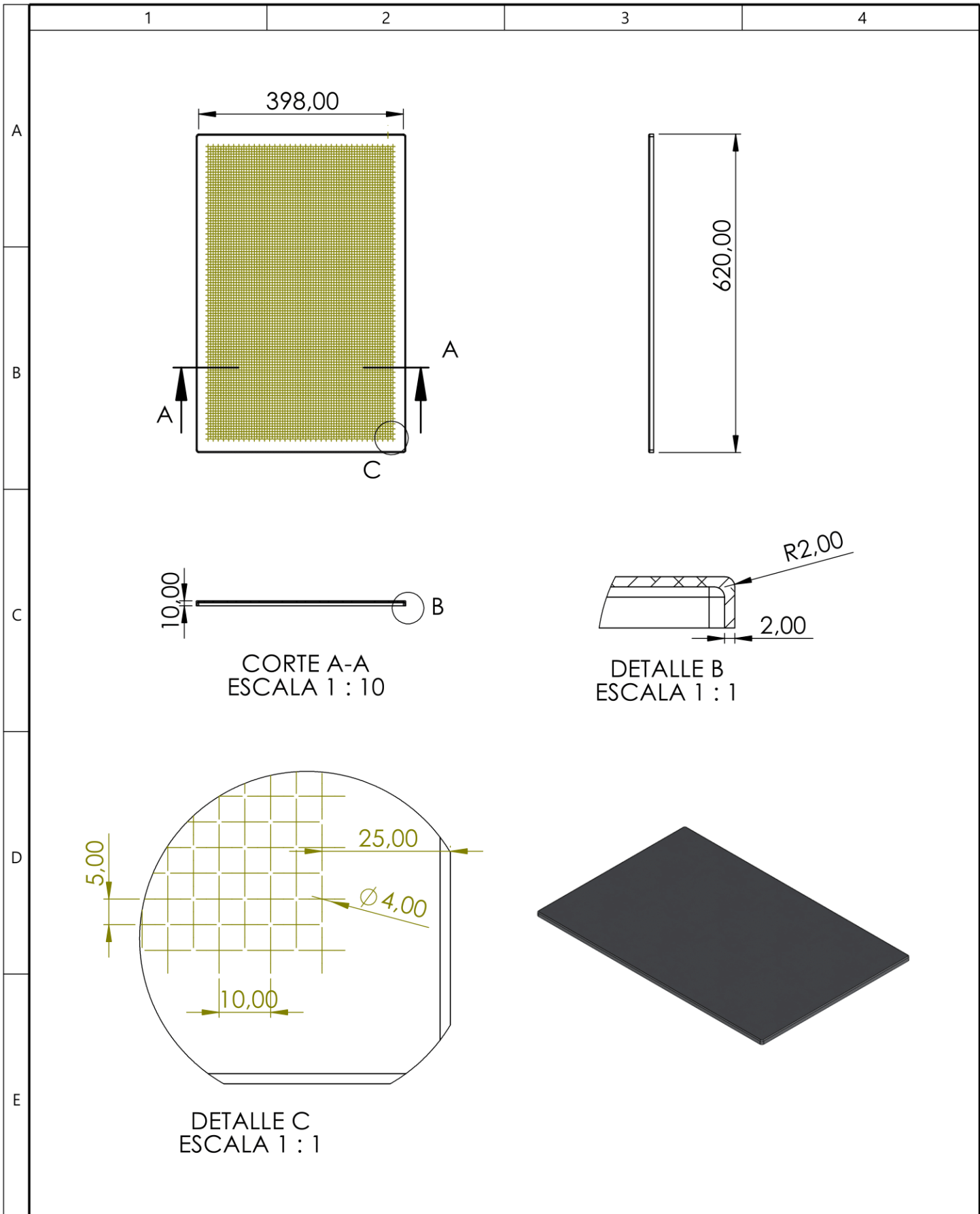
Soporte de Ruedas



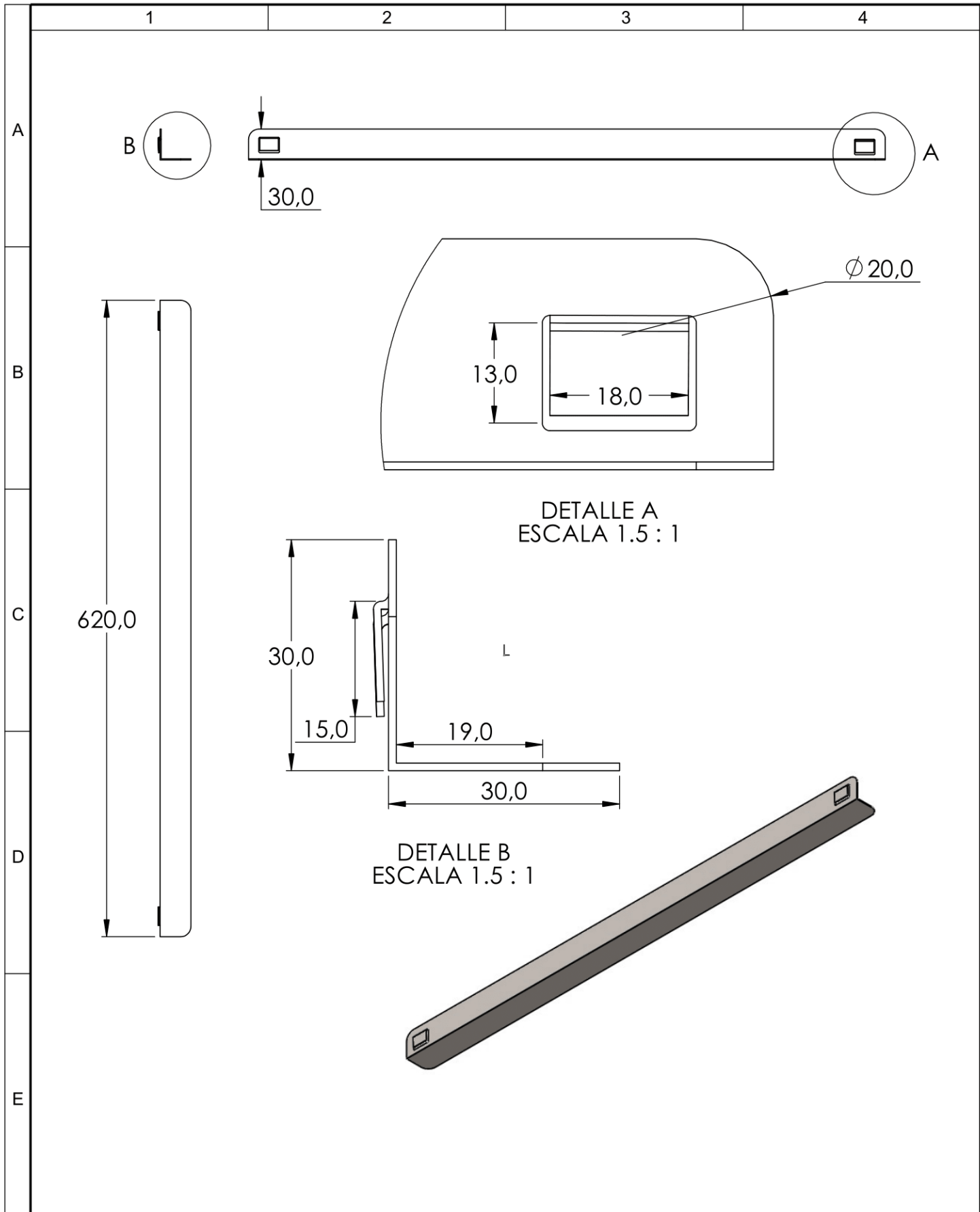
				Tolerancia	Peso	Material:	
				$\pm 0,5$	76.19 gr	Aluminio 6061	
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:
				Dibujó: 15/07/2013	Marcel Estacio		
				Revisó: 27/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 27/8/2023	Ing. Cristian Castro	Número de lámina:	Registro:
				U.T.A INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



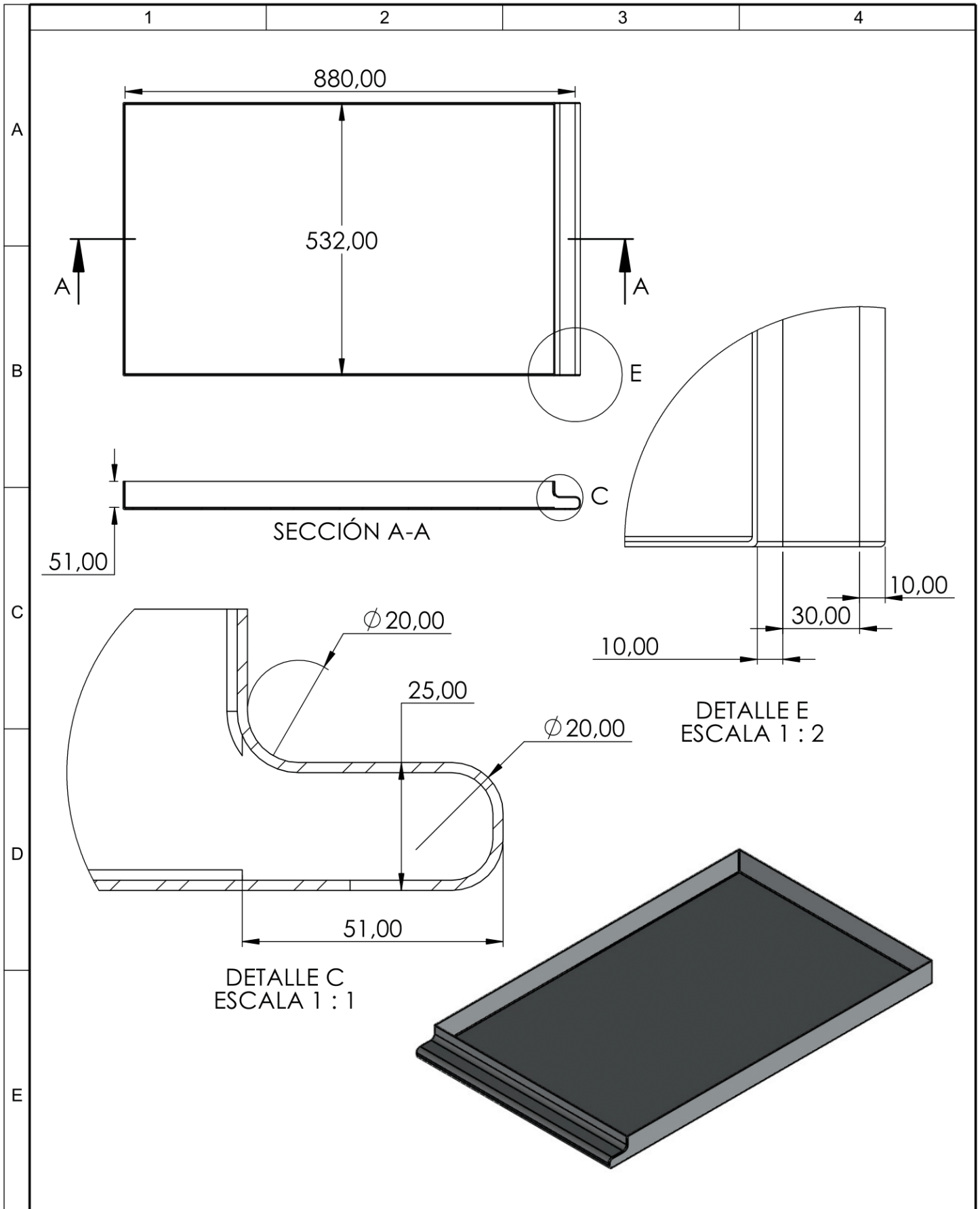
				Tolerancia	Peso	Material:	
				± 1	7226.86 gr	Acero AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio	Lamina Superior interna	1:10
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	Registro:
							13
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución			



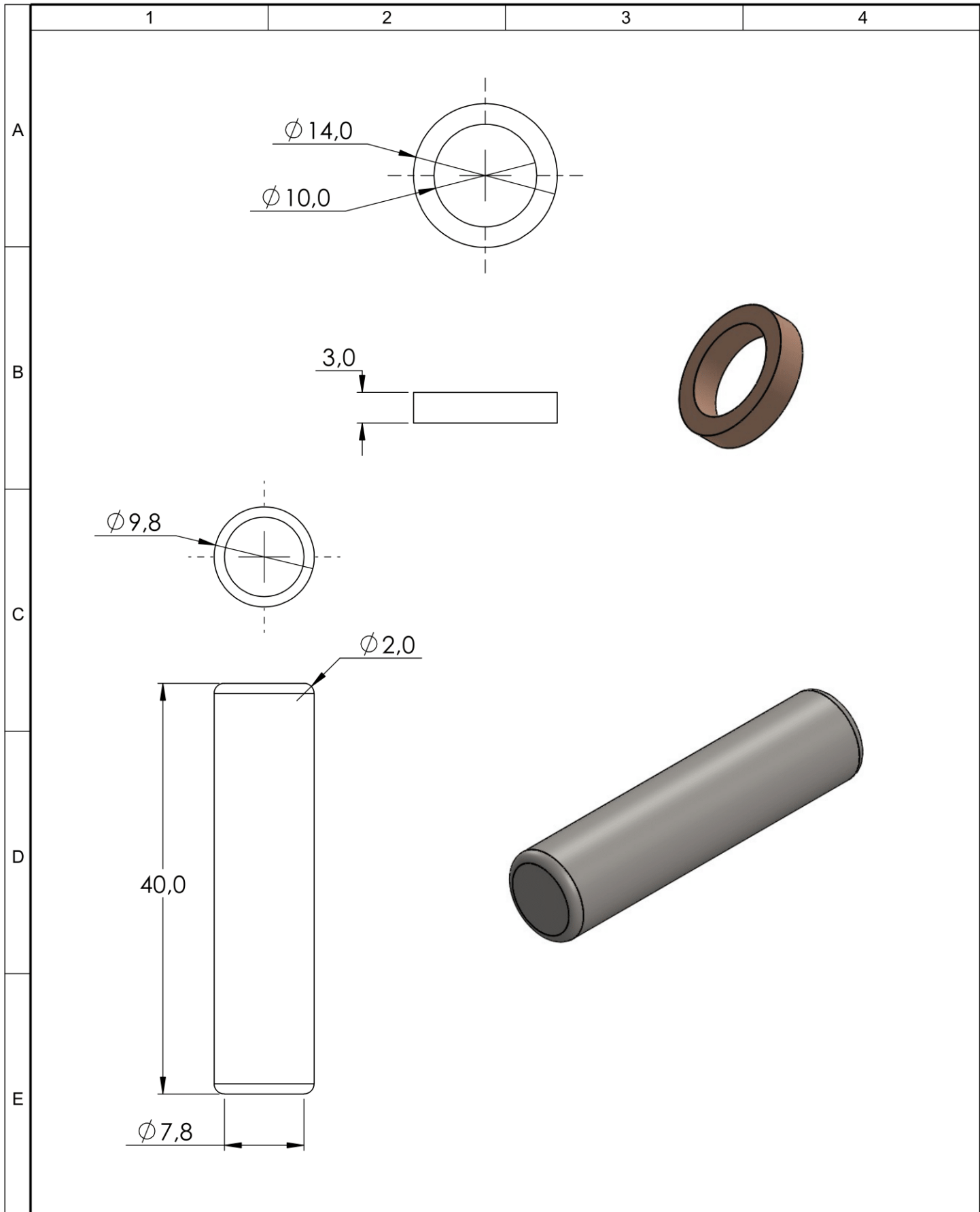
				Tolerancia ± 1	Peso 1169.15 gr	Material: Aluminio 6061	
				Fecha	Nombre	Titulo: Bandeja Perforada	Escala: 1:10
				Dibujó: 15/07/2013	Marcel Estacio		
				Revisó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina: 14	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



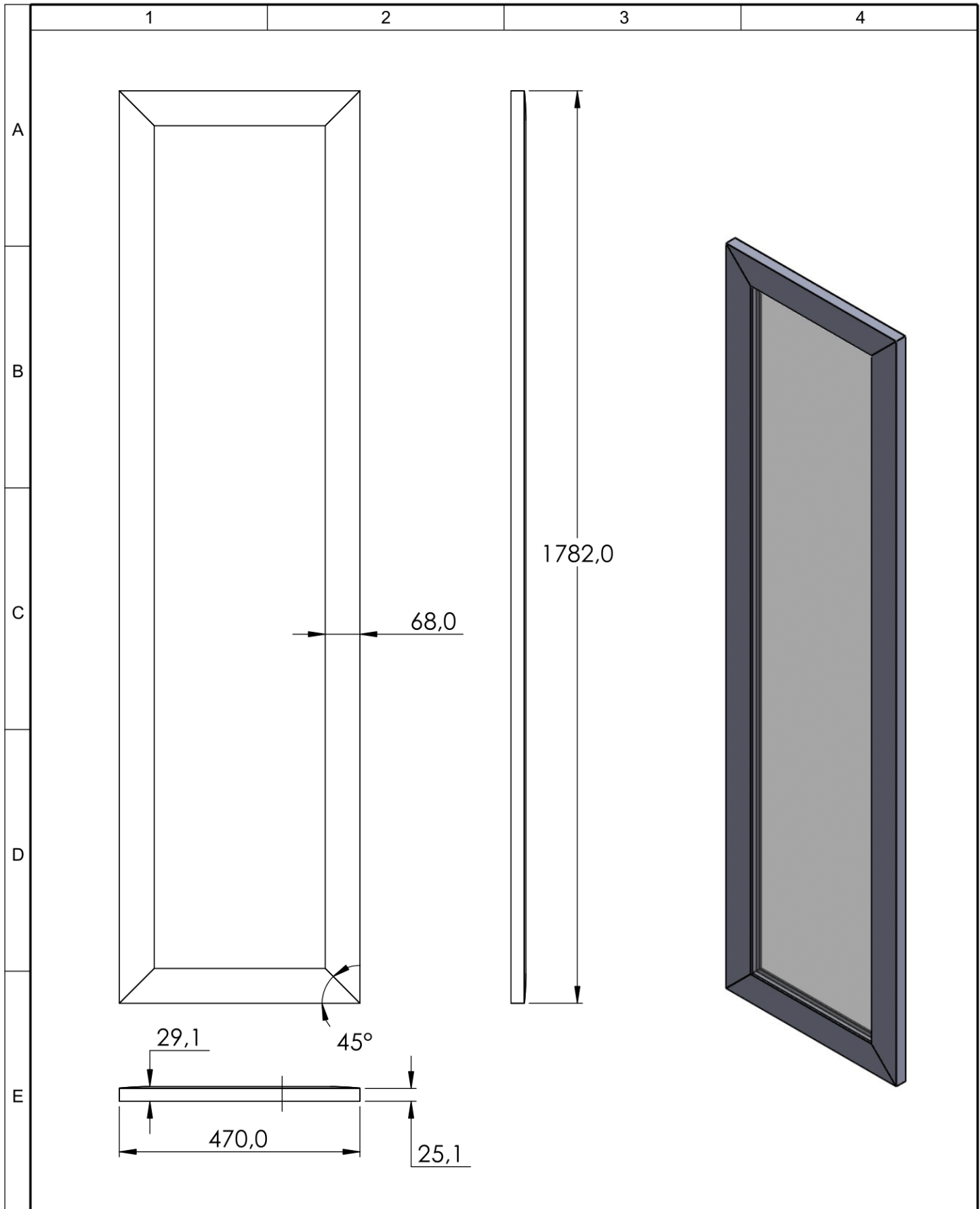
				Tolerancia	Peso	Material:	
				± 1	284.17gr	Acero AISI 304	
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:
			Dibujó:	15/07/2013	Marcel Estacio		
			Revisó:	25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó:	25/8/2023	Ing. Cristian Castro	1:5
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha				
						Sustitución	



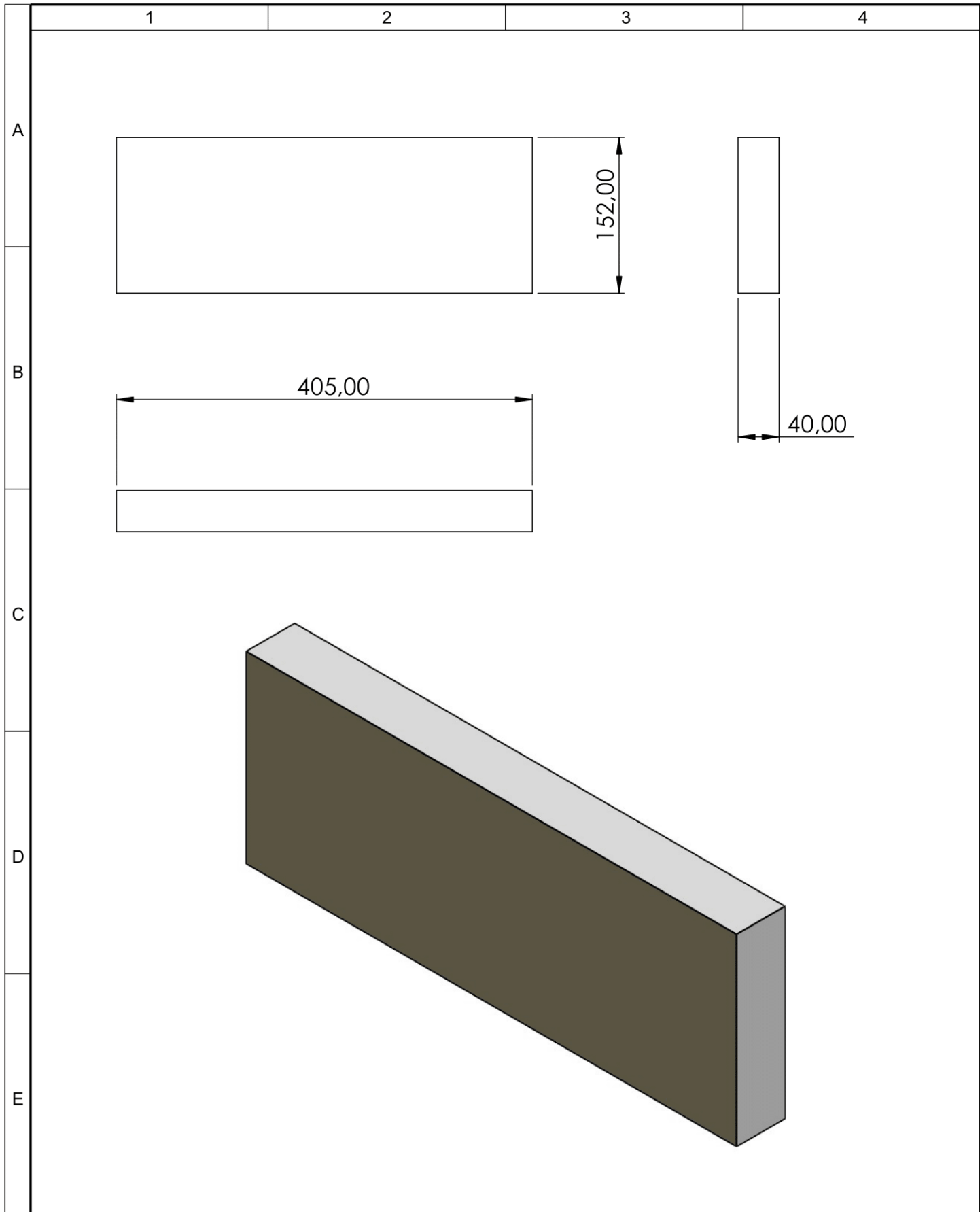
				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	10062.26 gr	Acero AISI 304	
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio		
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro	Piso	1:10
				U.T.A INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



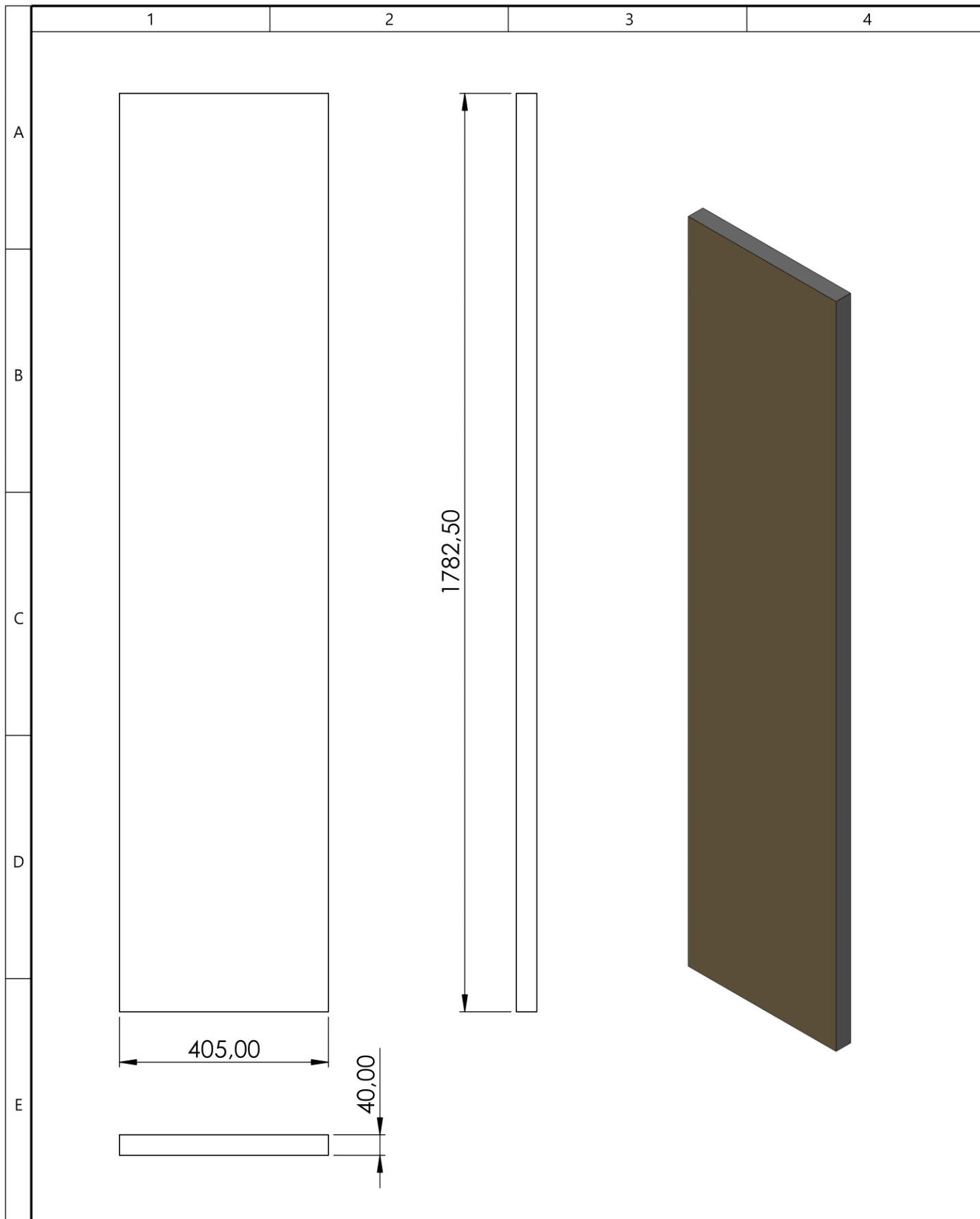
				Tolerancia	Peso	Material:			
				±0.5	gr	Acero AISI 304 - Bronce			
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:		
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio			Accesorios bisagra	2:1
				Revisó: 27/8/2023	Ing. Cristian Castro				
				Aprobó: 27/8/2023	Ing. Cristian Castro				
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	Registro:		
							17		
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución					



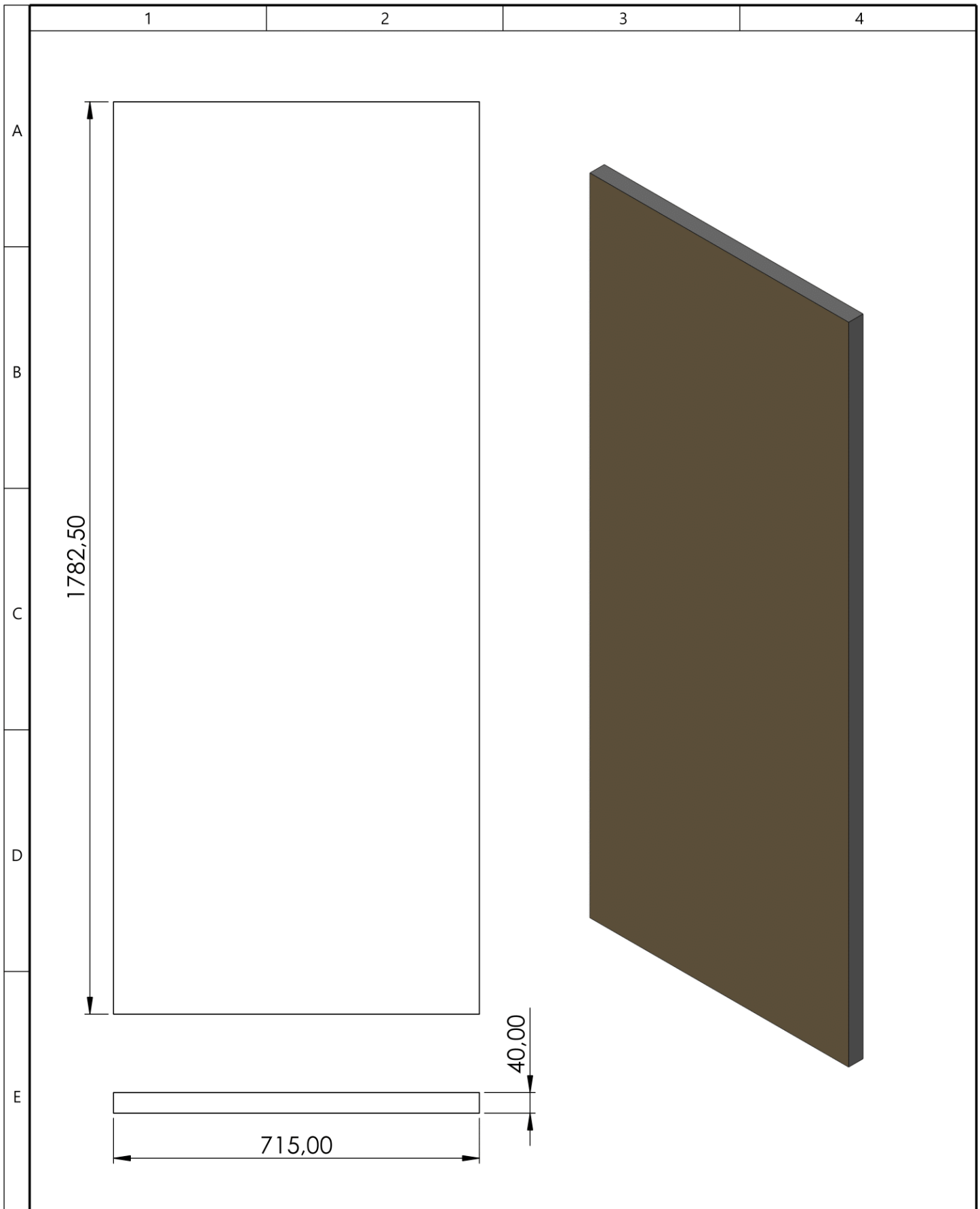
				Tolerancia ±1	Peso 21430.21 gr	Material: Aluminio - PP	
				Fecha	Nombre	Titulo: Puerta	Escala: 1:10
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio		
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Casrtro		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina: 18	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	2258.02 gr	Aluminio - PP	
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio		
				Revisó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 25/8/2023	Ing. Cristian Castro	Panel superior	1:5
				U.T.A INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha				
						Sustitución	

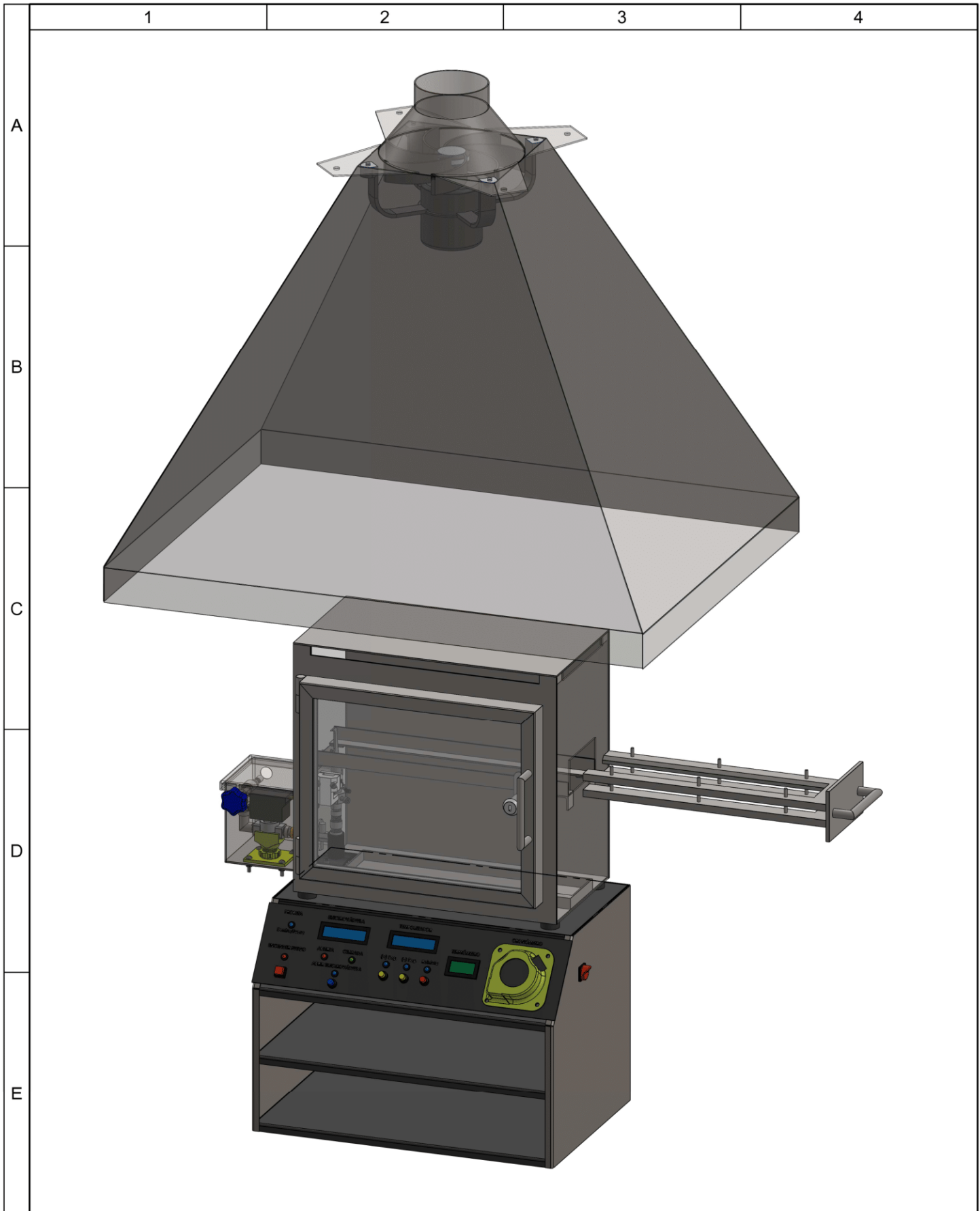


				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	26479.75 gr	Aluminio - PP	
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio		
				Revisó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro		
				Aprobó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro	Número de lámina:	Registro:
				U.T.A INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	

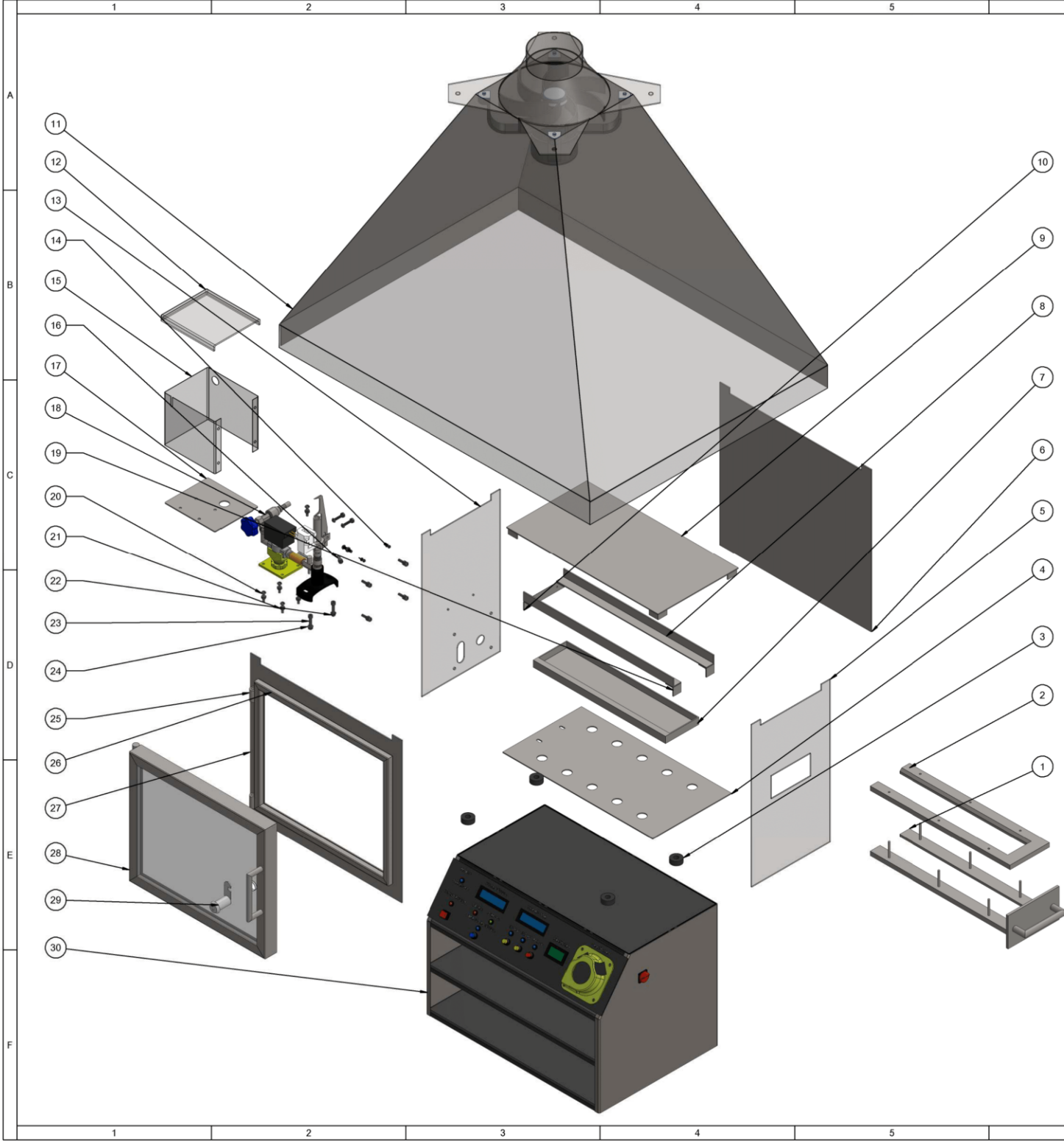


				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	46748.20 gr	Aluminio - PP	
				Fecha	Nombre	Titulo:	
				Dibujó: 16/06/2023	Marcel Estacio	Panel Lateral	
				Revisó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro	Escala:	
				Aprobó: 20/7/2023	Ing. Cristian Castro	1:10	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	
						21	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución		Registro:	

**ANEXO 5. Planos de construcción de la cámara
de inflamabilidad horizontal con campana de
extracción localizada.**

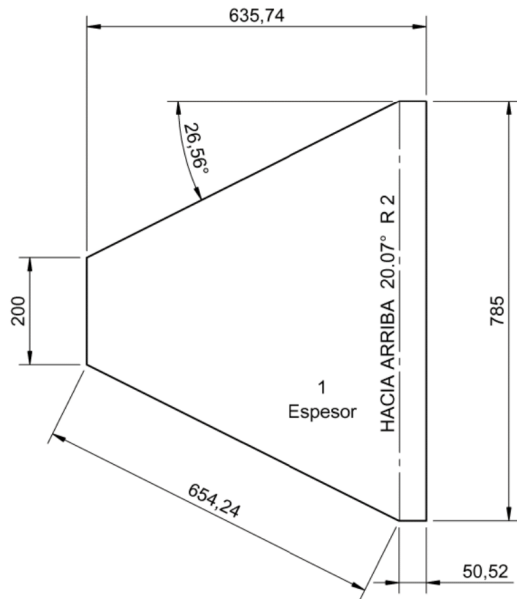


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1.0	35.13 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
					Fecha	Nombre	Denominación: Cámara de inflamabilidad horizontal
				Dibujó:	28/11/22	Aldás F. y Coque J.	
				Revisó:	28/11/22	Ing. Espín V.	
					Aprobó:	28/11/22	Ing. Espín V.
				UTA		Número del dibujo:	01 de 20
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:5	

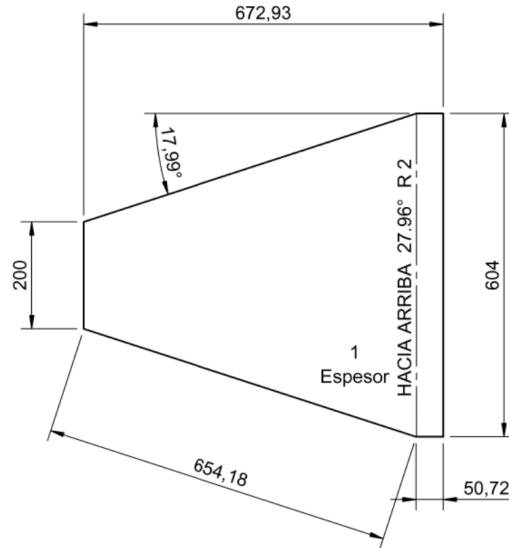


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Portamuestras Inf.	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
2	Portamuestras Sup.	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
3	Patas de apoyo	Caucho Natural	4
4	T. Inferior	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
5	T. Lateral Der.	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
6	T. Posterior	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
7	Bandeja de goteo	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
8	Viga del soporte portamuestras	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	2
9	T. Superior	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
10	Apoyo 1 del soporte portamuestras	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
11	Campana de extracción localizada	Material: acero inoxidable AISI 430, Caudal de aspiración: 780 m³/hr	1
12	T. sup. de la cubierta del sistema de regulación de caudal	Material: Polímero termoplástico ABS	1
13	T. Lateral Izq.	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	1
14	Perno 1/8x1/2 in	Material: CHQ-1008	2
15	Cubierta sistema de regulación de caudal	Material: acero inoxidable AISI 430	1
16	Perno ALLEN M5 x 1/2 in	Material: acero aleado de alto grado	1
17	T. inf. de la cubierta del sistema de regulación de caudal	Material: acero inoxidable AISI 430	1
18	S. de regulación de caudal	Material: acero inoxidable AISI 304	1
19	Apoyo 2 del soporte portamuestras	Material: acero inoxidable AISI 304, ISO 3795-2	2
20	Perno de estufa, cabeza redonda de ranura 4.8 x 19.08 mm	Material: CHQ-1008	12
21	Tuerca para perno de estufa, cabeza redonda de ranura 4.8 x 19.08 mm	Material: CHQ-1008	12
22	Tuerca para perno ALLEN M5	Material: CHQ-1008	2
23	Perno ALLEN M5 x 1 in	Material: acero aleado de alto grado	2
24	Arandela grado A	Material: CHQ-1008	2
25	Bisbra H.	Material: acero inoxidable AISI 304	2
26	Marco de compuerta	Material: acero inoxidable AISI 304	1
27	T. Frontal	Material: acero inoxidable AISI 304	1
28	Compuerta		1
29	Chapa metálica de seguridad	Material: acero inoxidable AISI 304	1
30	Sistema de Control		1

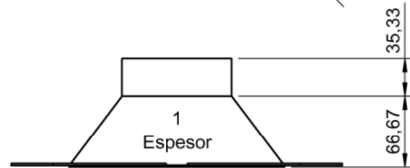
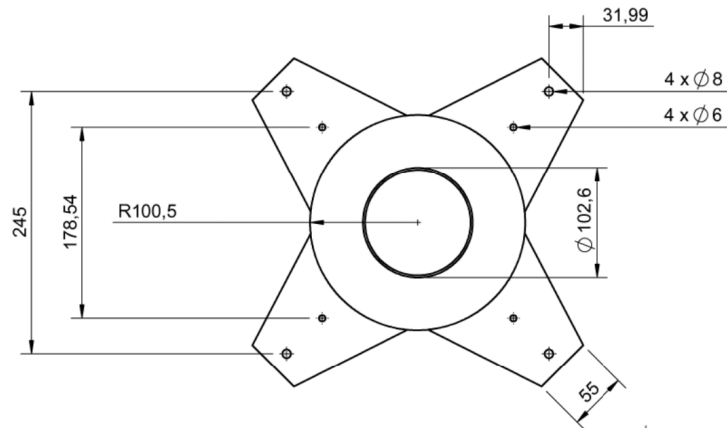
Tolerancia		(Peso)	Materiales:	
± 1.0		35.10 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
Fecha		Nombre		Denominación: Cámara de inflamabilidad horizontal
Dibujó: 28/11/22		Aldaa F. y Cepea J.		
Revisó: 28/11/22		Ing. Espín V.		
Aprobó: 28/11/22		Ing. Espín V.		
Edición		Modificación		Fecha
		UTA		Número del dibujo: 02 de 20
		Ingeniería Mecánica		(Sustitución)
				Escala: 1:5



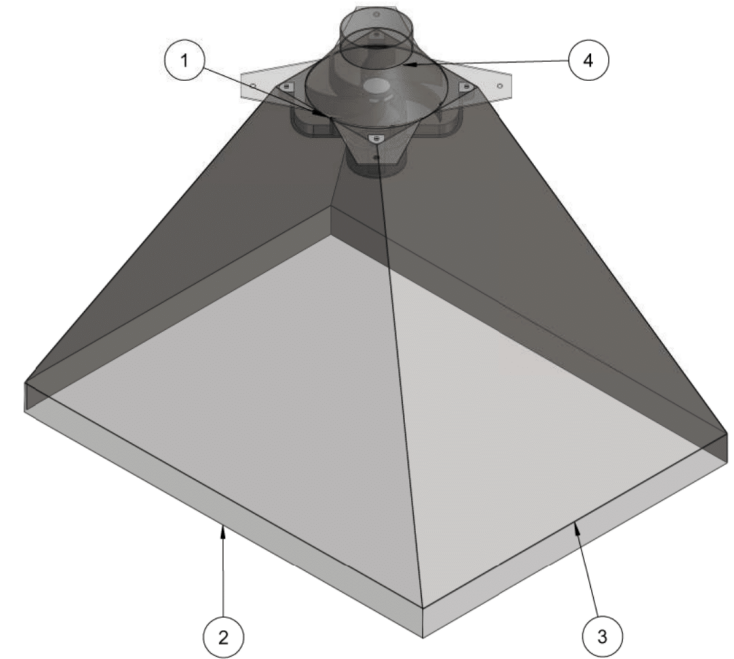
Chapa metálica frontal y posterior de campana de extracción



Chapa metálica lateral de campana de extracción



Escala 1:5
Cono reductor de 210 - 110 mm

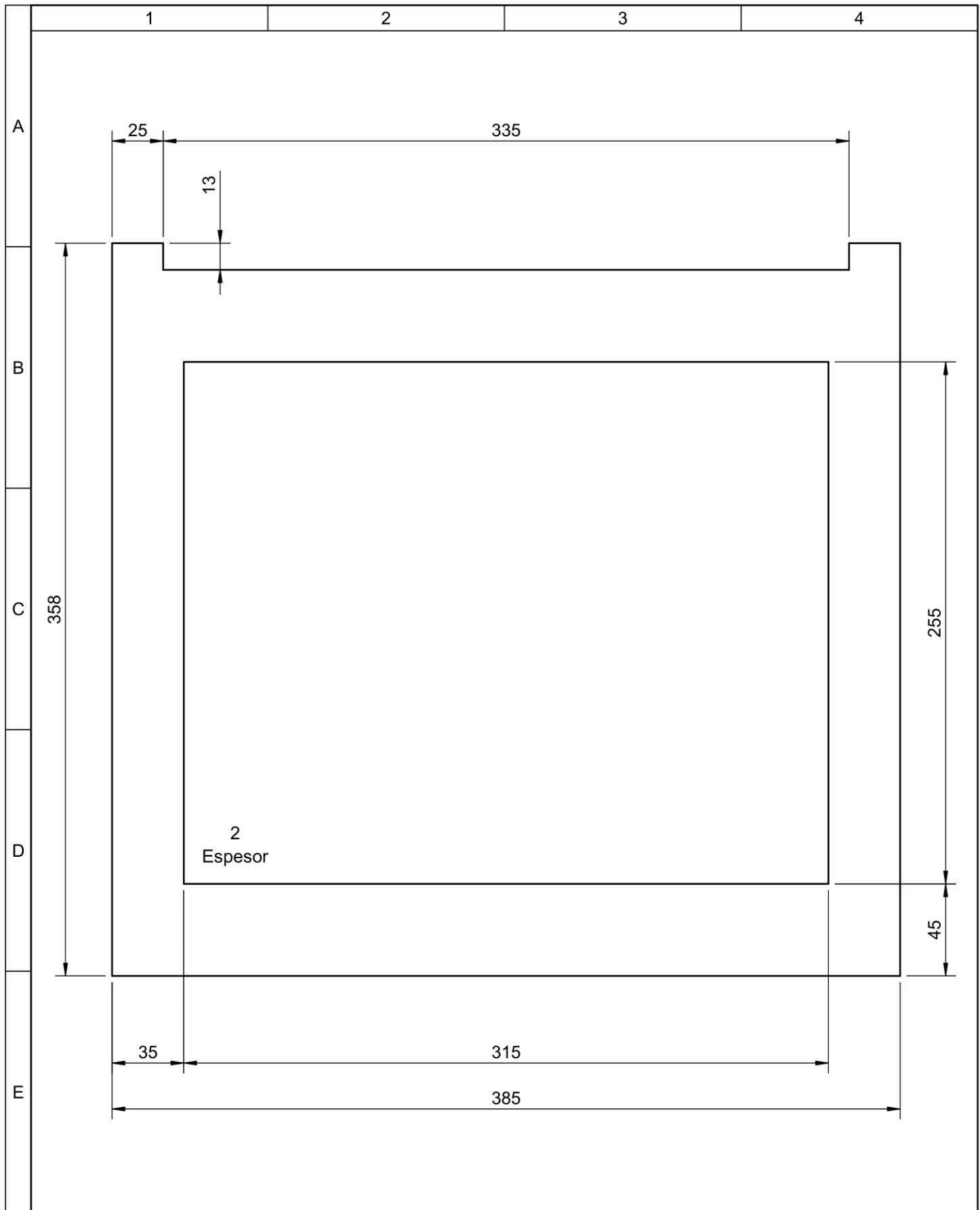


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Cono reductor	210mm a 110mm	1
2	Chapa M. frontal y posterior de campana de extracción		2
3	Chapa M. lateral de campana de extracción		2
4	Extractor de 8in	Caudal: 780 m³/3/hr	1

Tolerancia		(Peso)	Materiales:	
±1.0		11.40 Kg	Acero inoxidable AISI 430	
Fecha		Nombre		Denominación:
Dibujó: 23/09/22		Aldás F. y Coque J.		
Revisó: 23/09/22		Ing. Espín V.		
Aprobó: 23/09/22		Ing. Espín V.		Escala:
UTA			Número del dibujo: 03 de 20	
Ingeniería Mecánica			(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	1:10

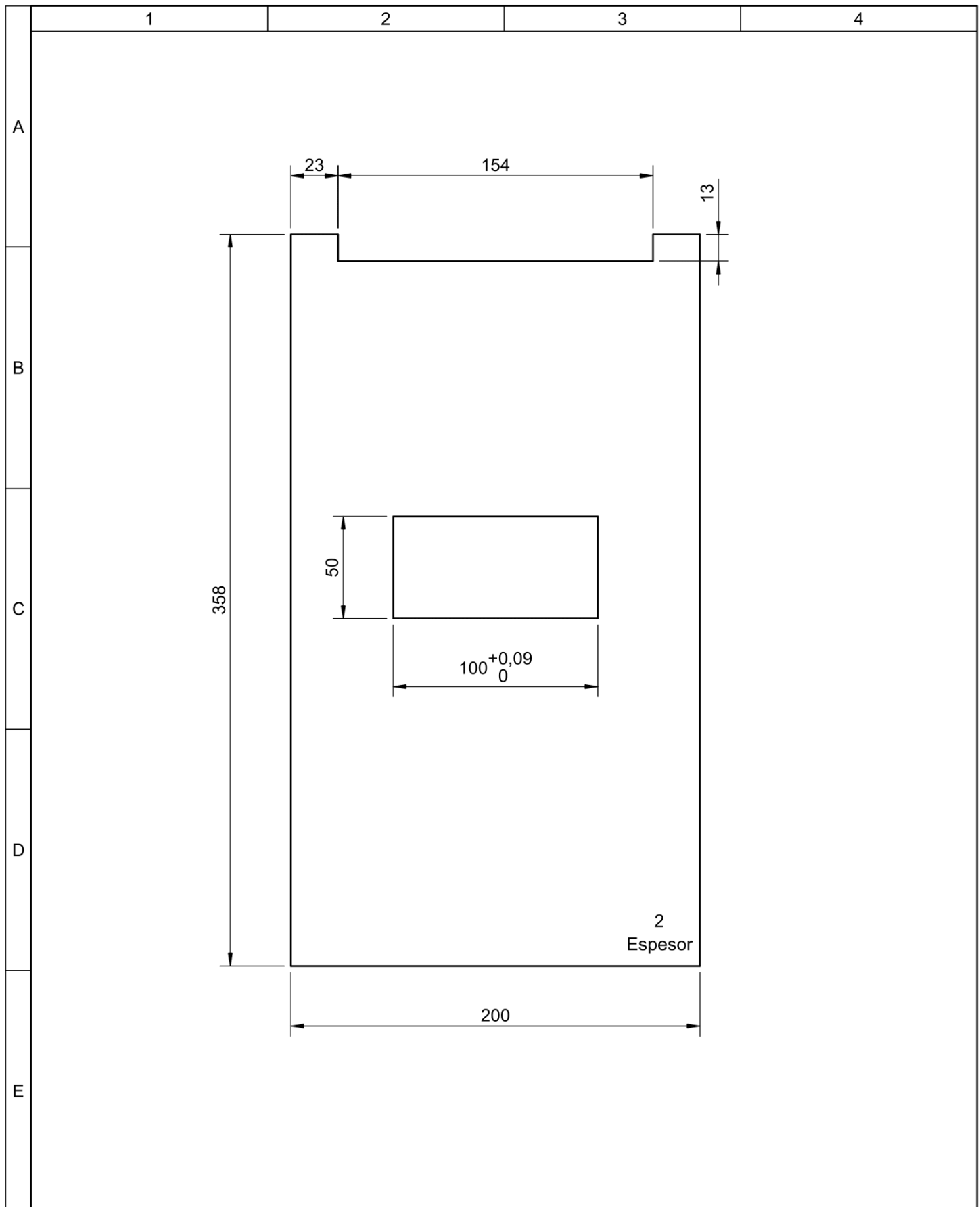
Campana de extracción I.



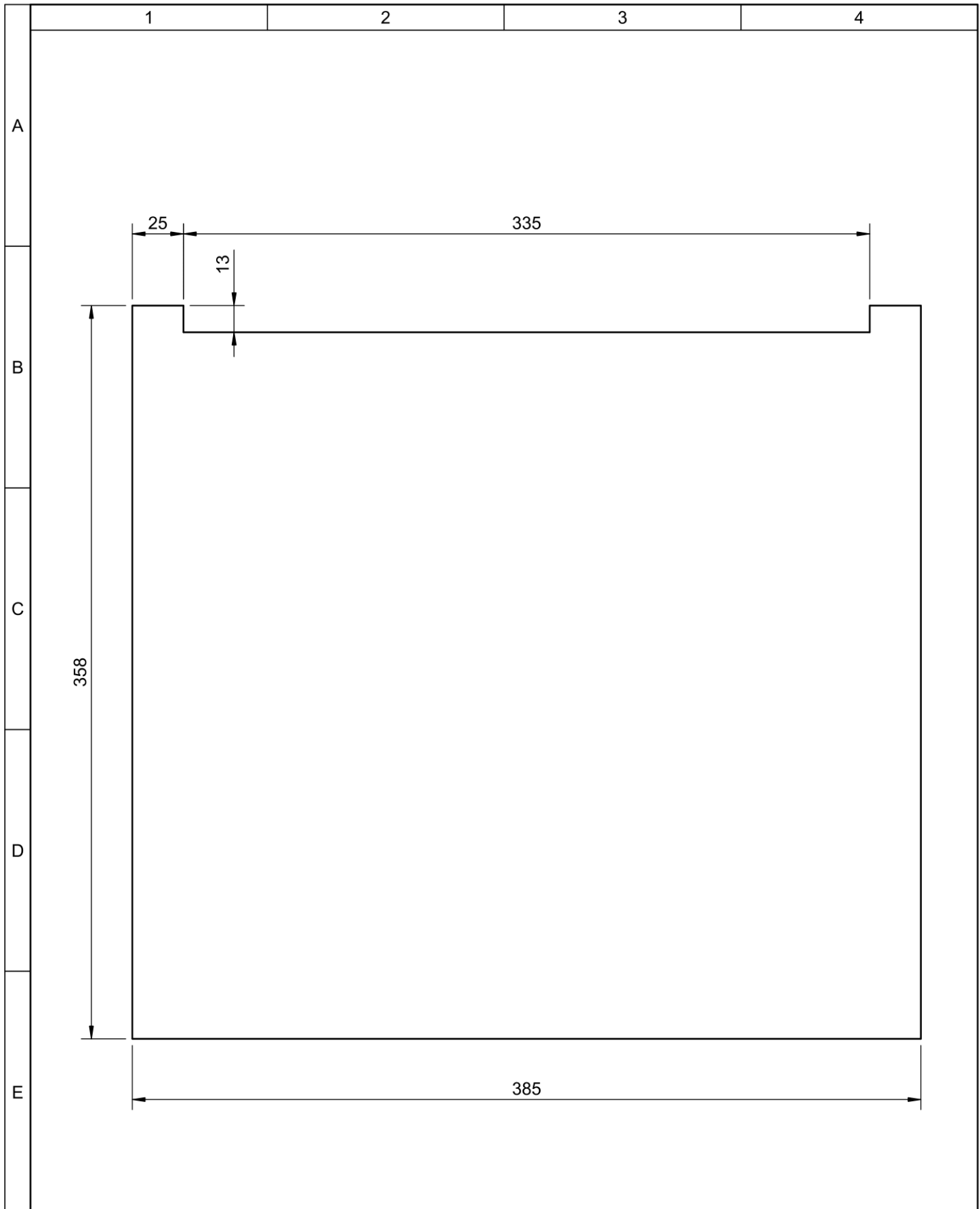


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1.0	0.85 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
					Fecha	Nombre	Denominación: Tapa frontal de la cámara de inflamabilidad horizontal
				Dibujó:	26/06/22	Aldás F. y Coque J.	
				Revisó:	26/06/22	Ing. Espín V.	
				Aprobó:	26/06/22	Ing. Espín V.	Escala: 1:2.5
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	04 de 20
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

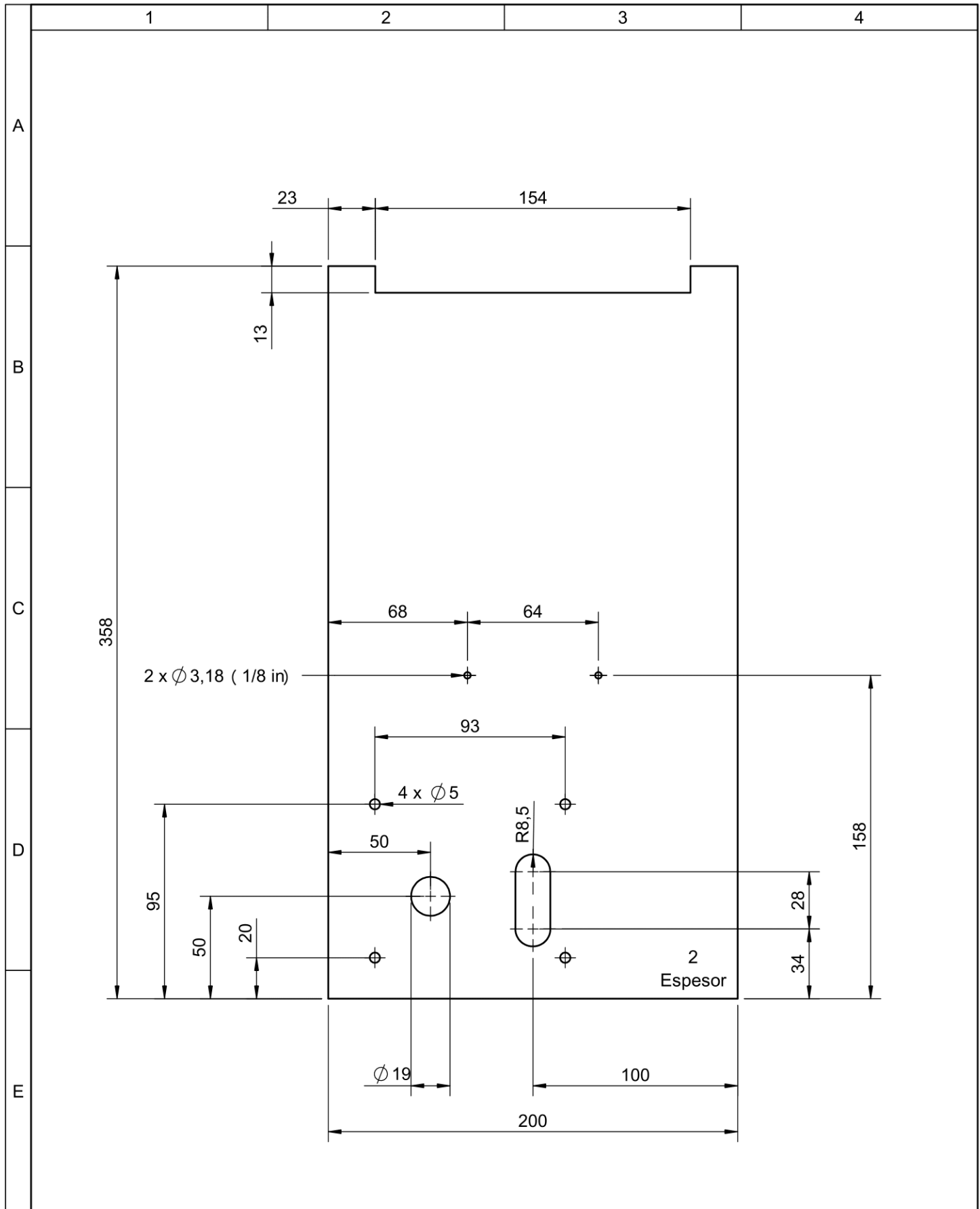




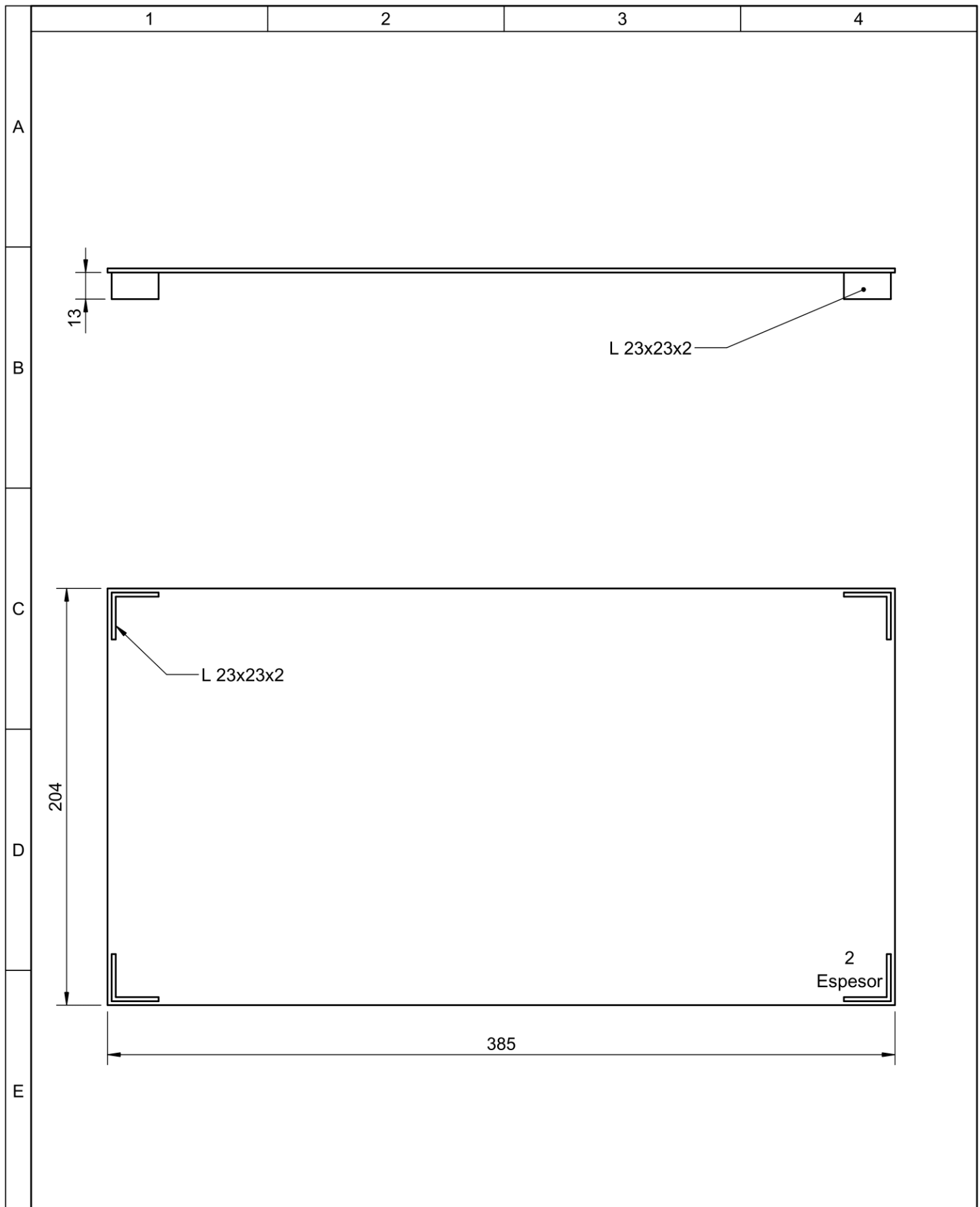
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±1.0	1.03 Kg	Acero inoxidable AISI 304		
					Fecha	Nombre	Denominación: Tapa lateral derecha de la cámara de inflamabilidad h.	
				Dibujó:	26/06/22	Aldás F. y Coque J.		Escala: 1:2.5
				Revisó:	26/06/22	Ing. Espín V.		
				Aprobó:	26/06/22	Ing. Espín V.		
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 05 de 20		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



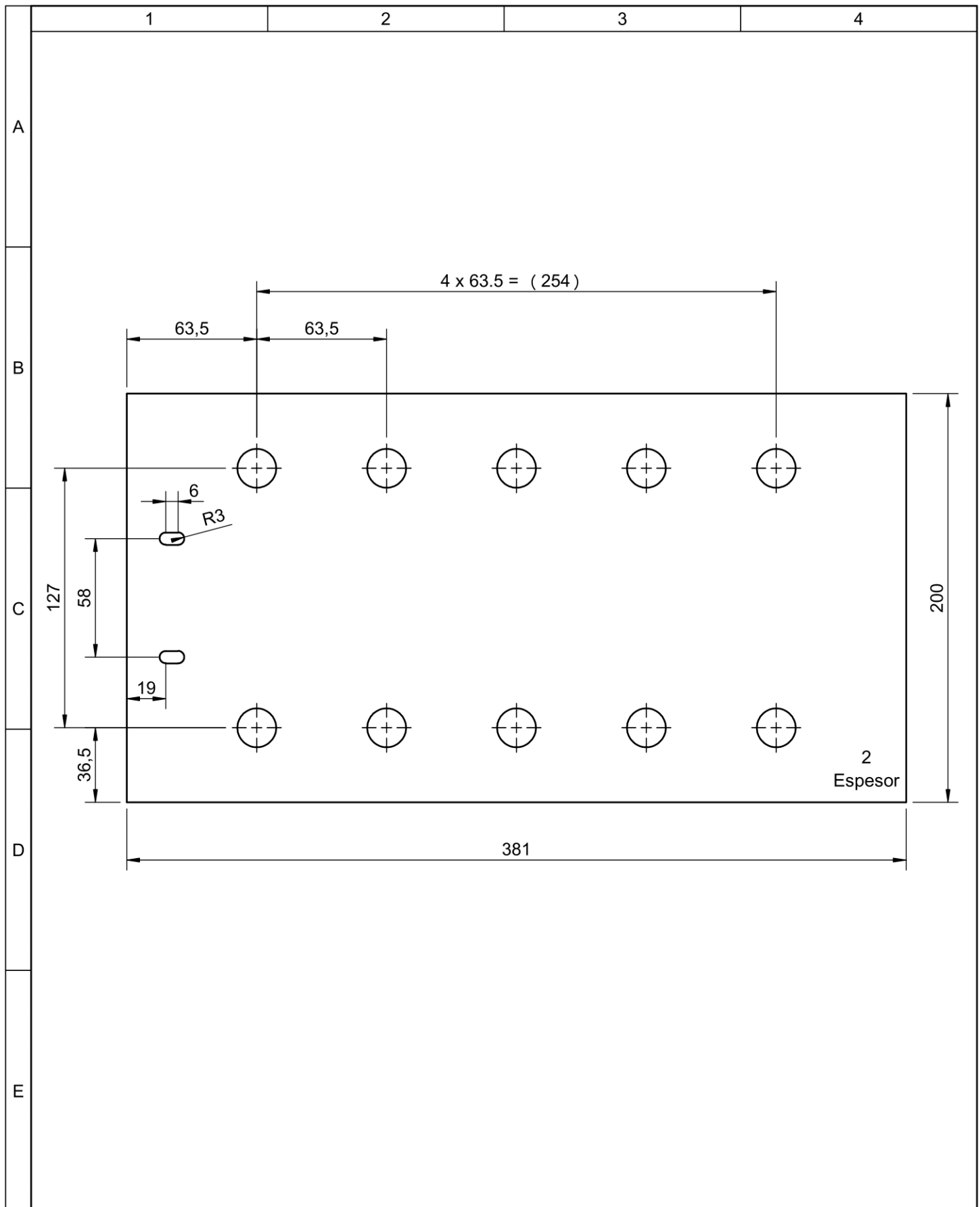
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1.0	2.14 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Tapa posterior de la cámara de inflamabilidad horizontal	Escala: 1:2.5
			Dibujó:	26/06/22	Aldás F. y Coque J.		
			Revisó:	26/06/22	Ing. Espín V.		
				Aprobó:	26/06/22	Ing. Espín V.	
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 06 de 20	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



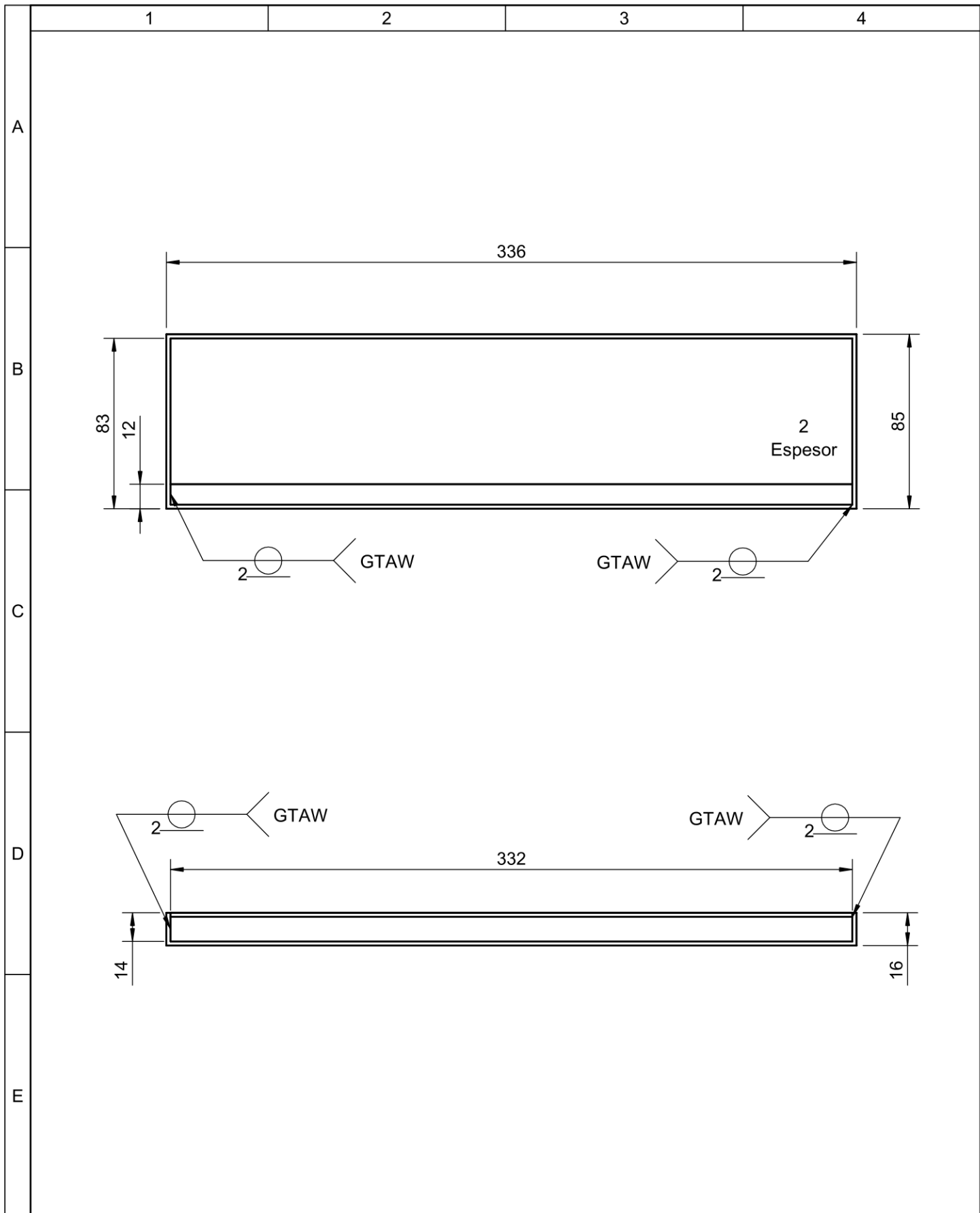
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±1.0	1.11 Kg	Acero inoxidable AISI 304			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	26/06/22	Aldás F. y Coque J.			Tapa lateral izquierda de la cámara de inflamabilidad h.	1:2.5
			Revisó:	26/06/22	Ing. Espín V.				
			Aprobó:	26/06/22	Ing. Espín V.				
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	07 de 20		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1.0	1.29 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Tapa superior de la cámara de inflamabilidad horizontal	Escala: 1:2.5
			Dibujó:	26/06/22	Aldás F. y Coque J.		
			Revisó:	26/06/22	Ing. Espín V.		
				Aprobó:	26/06/22	Ing. Espín V.	
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	08 de 20
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

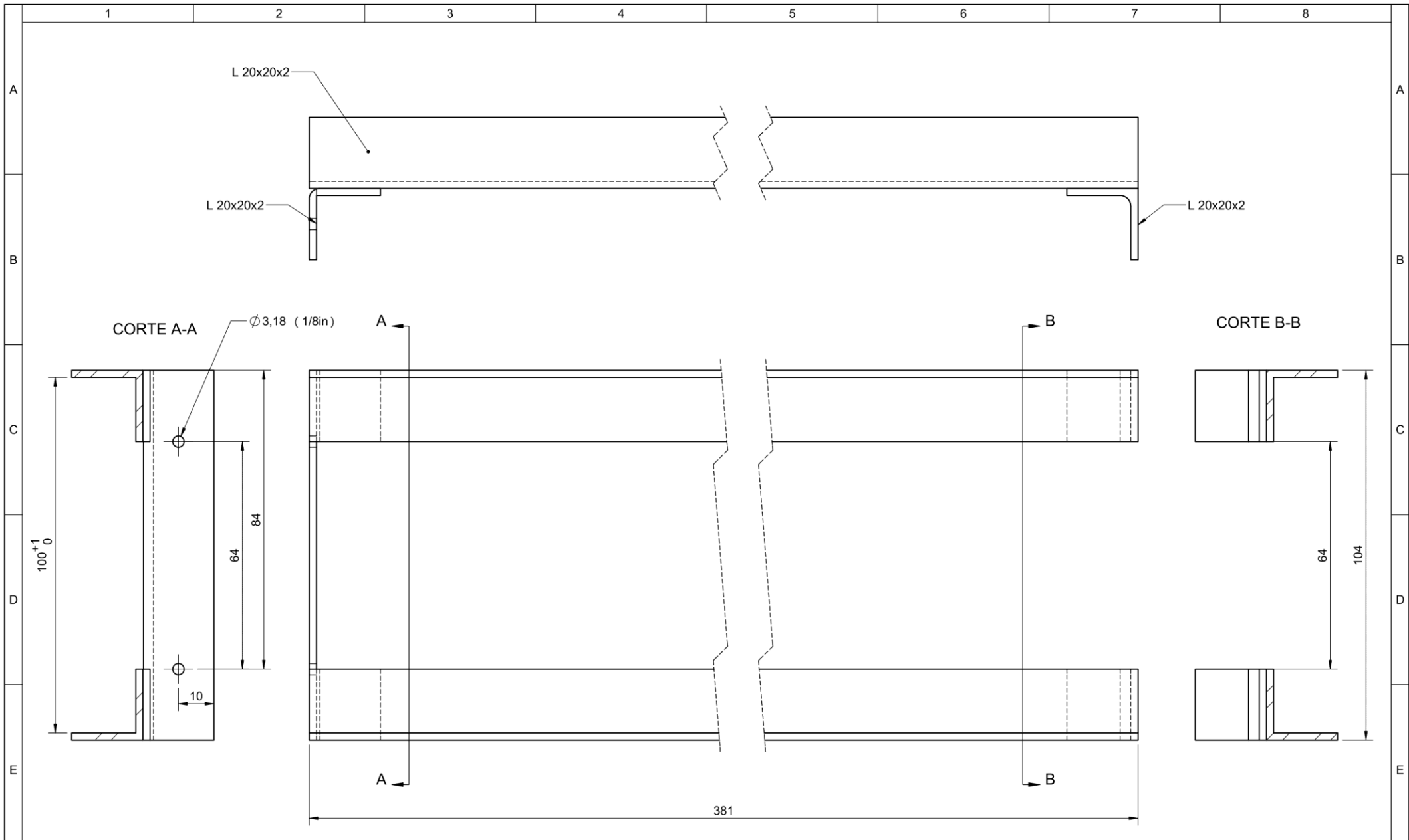


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1.0	1.17 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
					Fecha	Nombre	Denominación: Tapa inferior de la cámara de inflamabilidad horizontal
				Dibujó:	26/06/22	Aldás F. y Coque J.	
				Revisó:	26/06/22	Ing. Espín V.	
					Aprobó:	26/06/22	Ing. Espín V.
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	09 de 20
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
						Escala: 1:2.5	

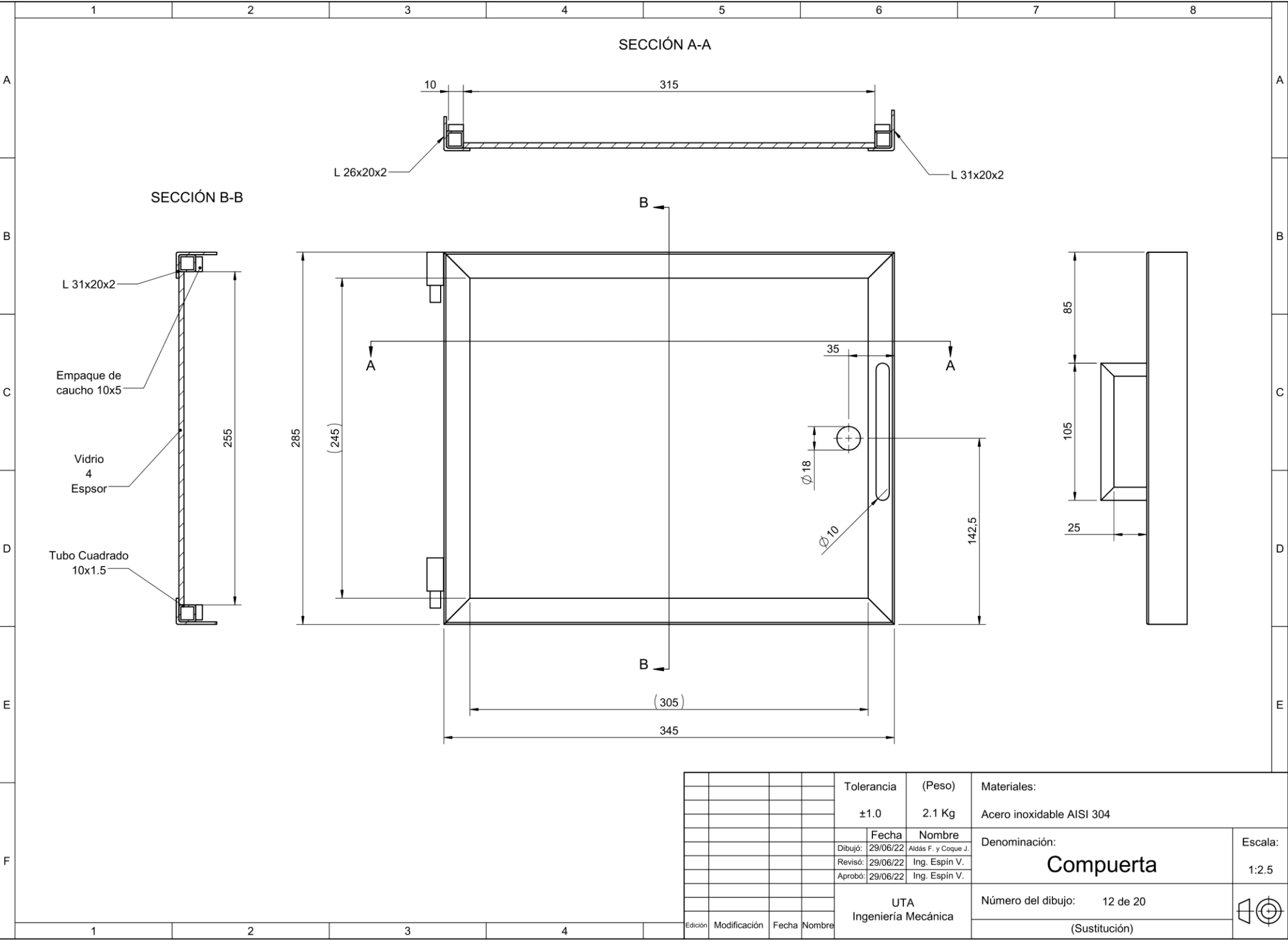


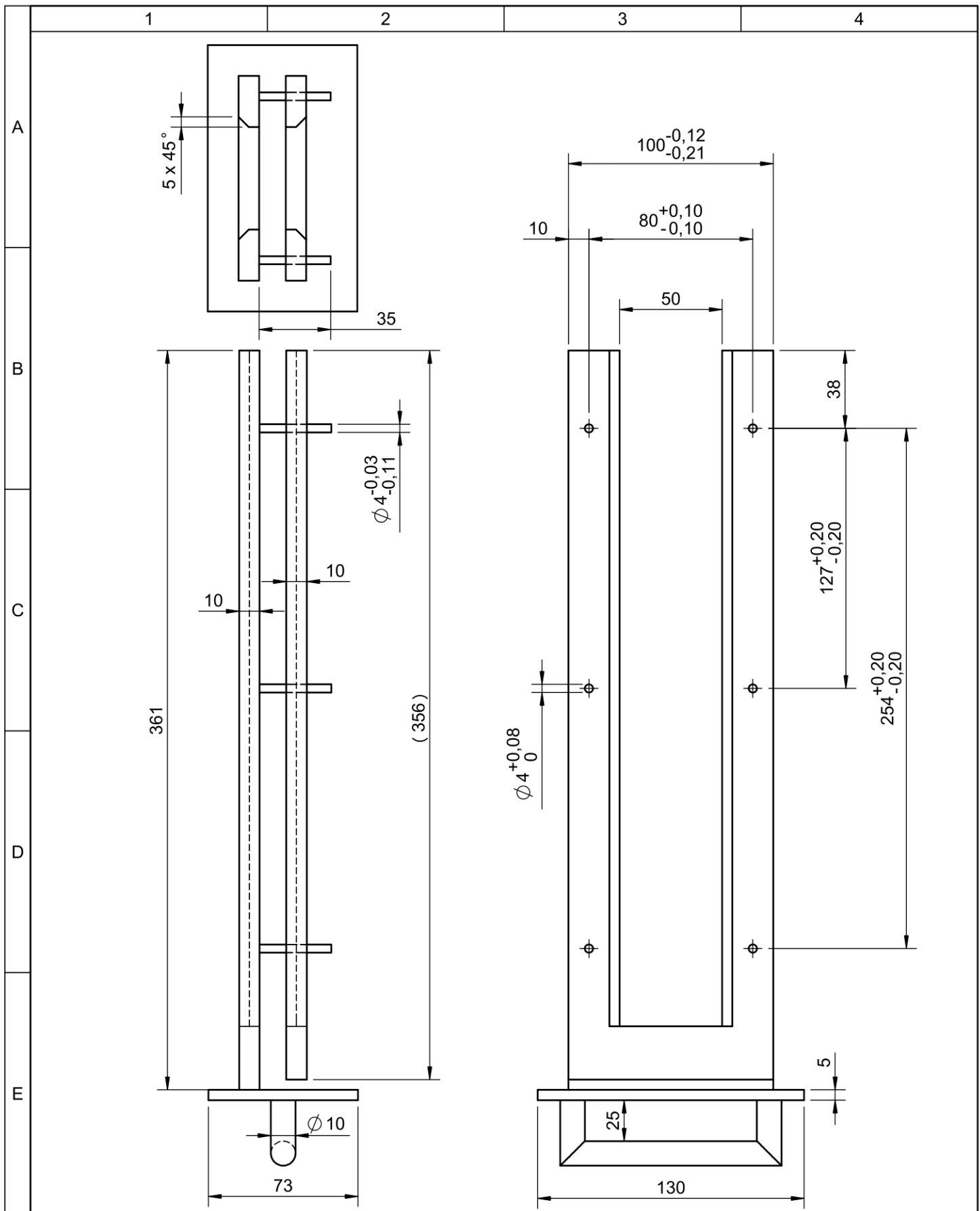
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1.0	0.7 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	26/06/22	Aldás F. y Coque J.		
			Revisó:	26/06/22	Ing. Espín V.		
				Aprobó:	26/06/22	Ing. Espín V.	
				UTA		Número del dibujo:	10 de 20
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

Bandeja de goteo

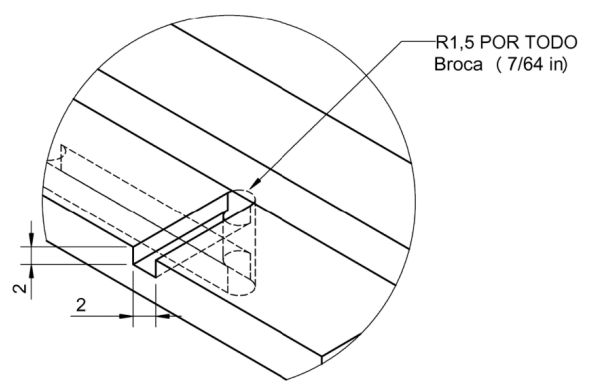
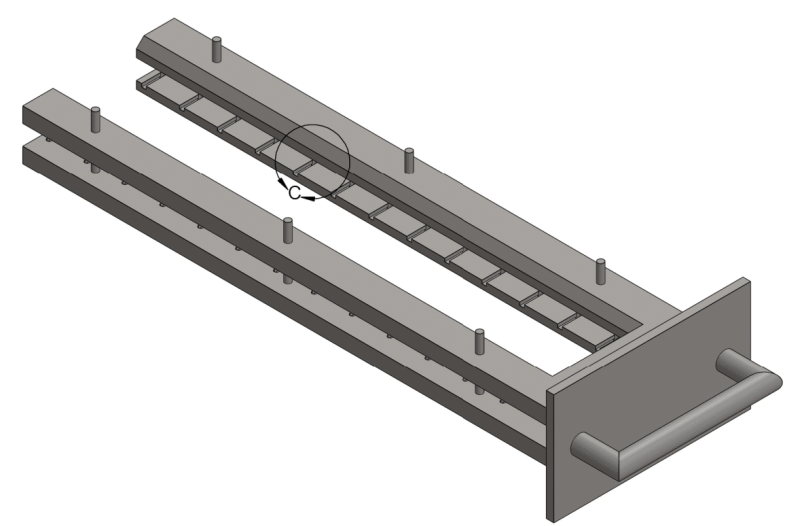
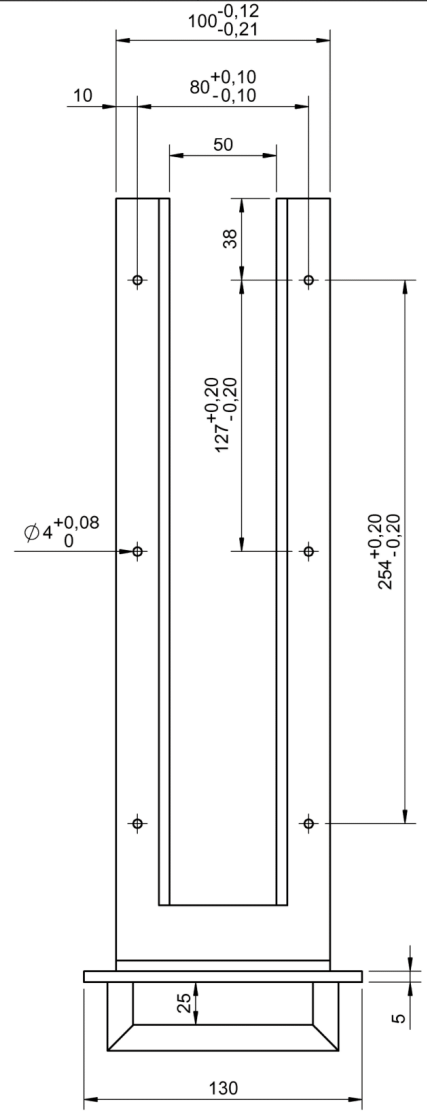
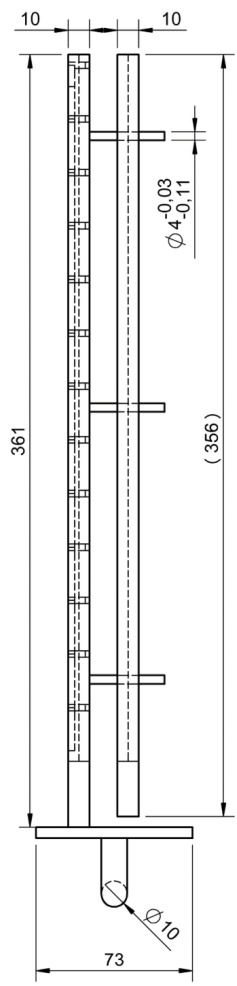
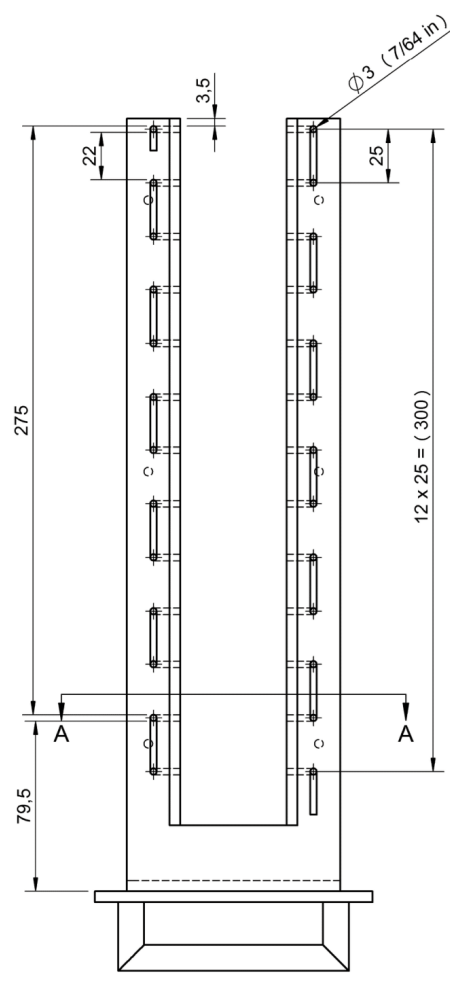


					Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
					±1.0	0.531 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
					Fecha	Nombre	Denominación:	
					Dibujó: 28/06/22	Aldás F. y Coque J.	Soporte porta muestras	
					Revisó: 28/06/22	Ing. Espín V.	Escala:	
					Aprobó: 28/06/22	Ing. Espín V.	1:1	
					UTA		Número del dibujo: 11 de 20	
					Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

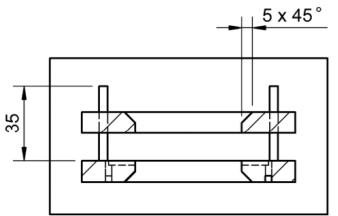




				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,21$	3.49 Kg	Acero inoxidable AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	28/06/22	Aldás F. y Coque J.		
			Revisó:	28/06/22	Ing. Espín V.		
				Aprobó:	28/06/22	Ing. Espín V.	1:2.5
			UTA		Número del dibujo:	13 de 20	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ingeniería Mecánica	(Sustitución)		



CORTE A-A

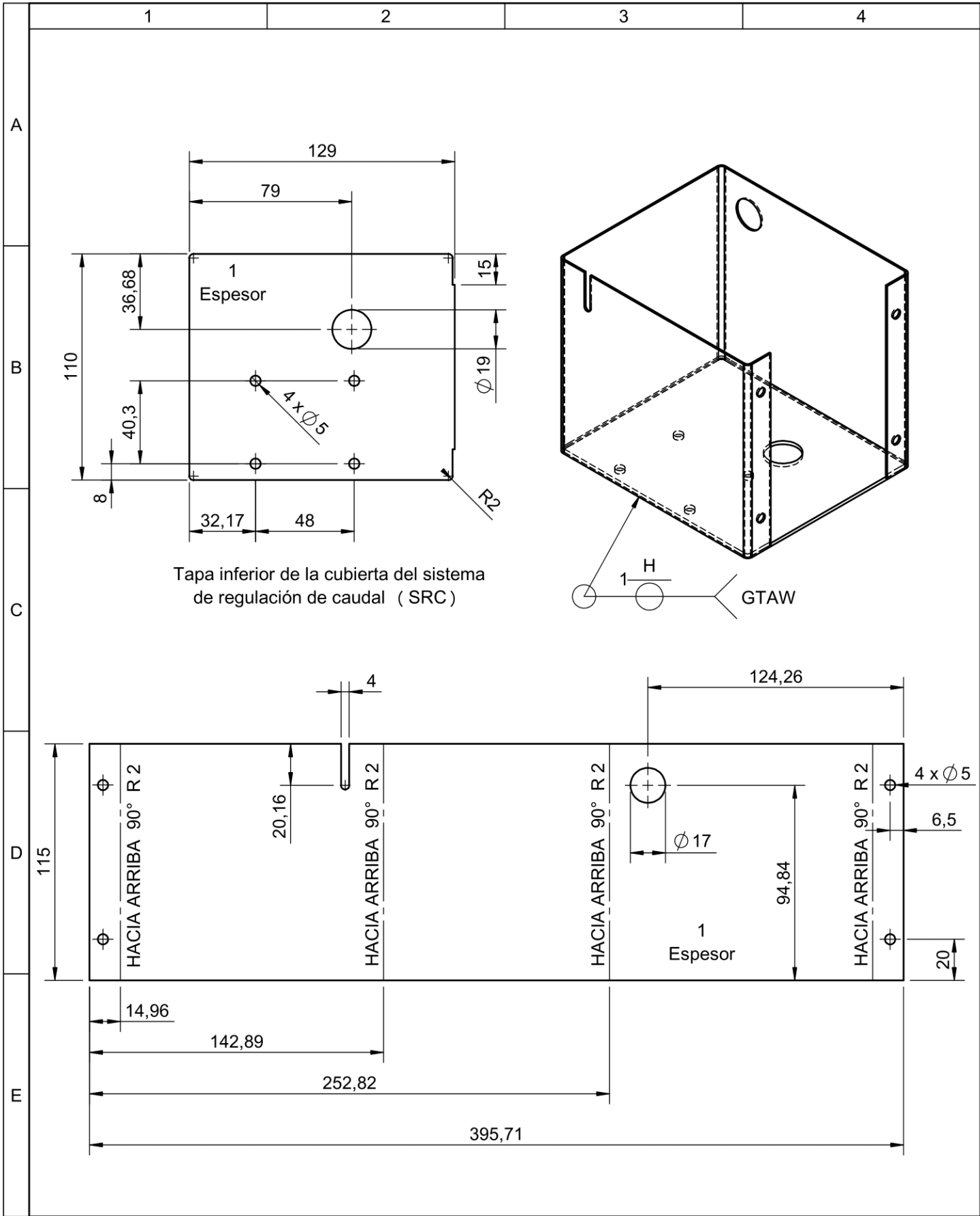


DETALLE C ESCALA 2 : 1

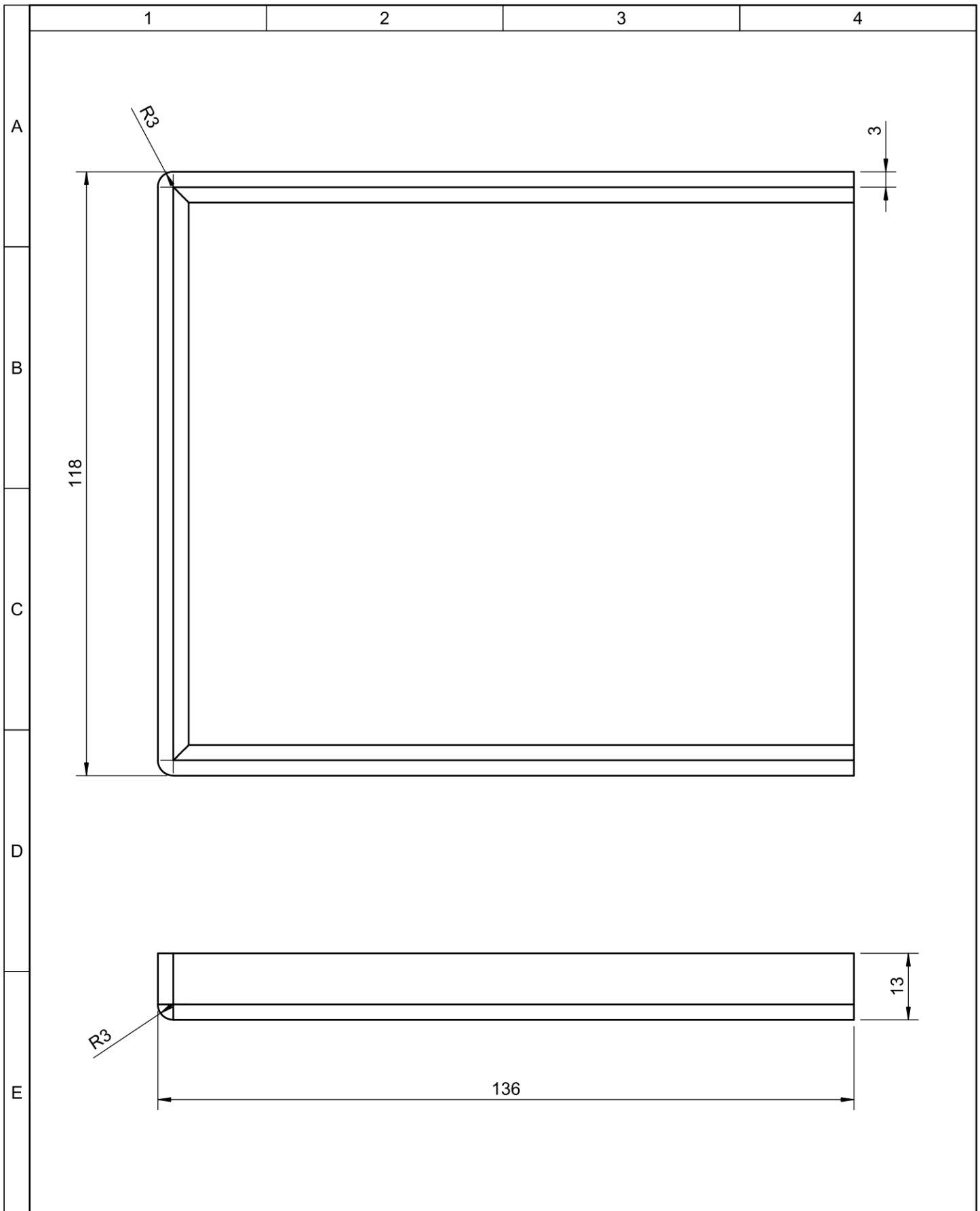
Tolerancia		(Peso)	Materiales:
$\pm 0,21$		3.47 Kg	Acero inoxidable AISI 304
Fecha	Nombre	Denominación:	
Dibujó: 28/06/22	Aldás F. y Coque J.	Portamuestras 2	
Revisó: 28/06/22	Ing. Espín V.	Escala:	
Aprobó: 28/06/22	Ing. Espín V.	1:2,5	
UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 14 de 20	
		(Sustitución)	

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

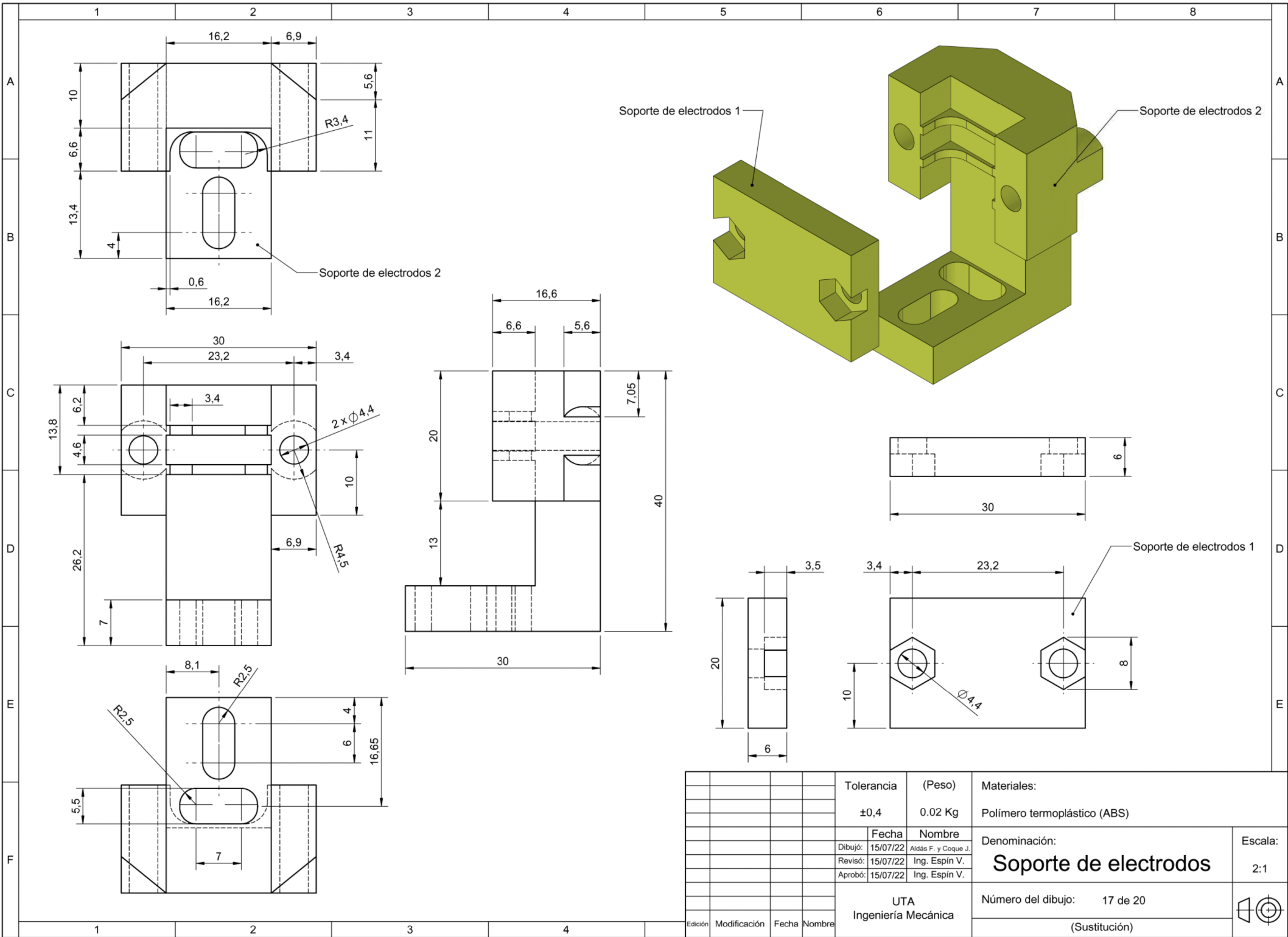
A
B
C
D
E
F



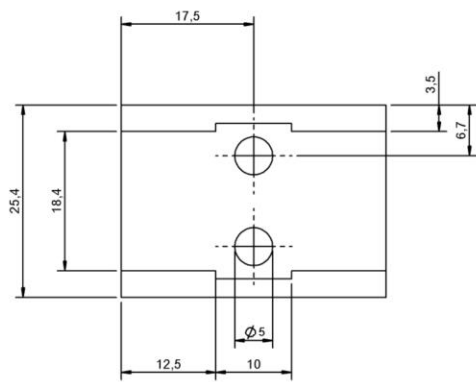
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±1.0	0.58 Kg	Acero inoxidable AISI 304		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:	
				Dibujó: 26/06/22	Aldás F. y Coque J.			
				Revisó: 26/06/22	Ing. Espín V.			
				Aprobó: 26/06/22	Ing. Espín V.	Cubierta del (SRC)	1:2.5	
				UTA				Número del dibujo: 15 de 20
				Ingeniería Mecánica				(Sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



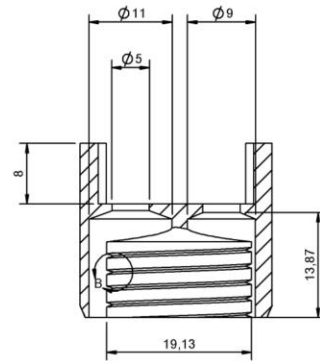
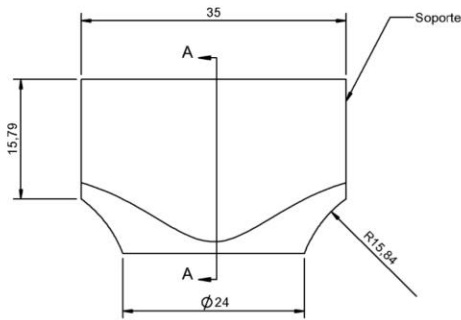
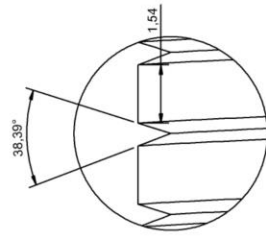
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,4	0.06 Kg	Polímero termoplástico (ABS)	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	28/06/22	Aldás F. y Coque J.	Tapa superior del (SRC)
				Revisó:	28/06/22	Ing. Espín V.	
				Aprobó:	28/06/22	Ing. Espín V.	
				UTA		Número del dibujo: 16 de 20	
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:1	



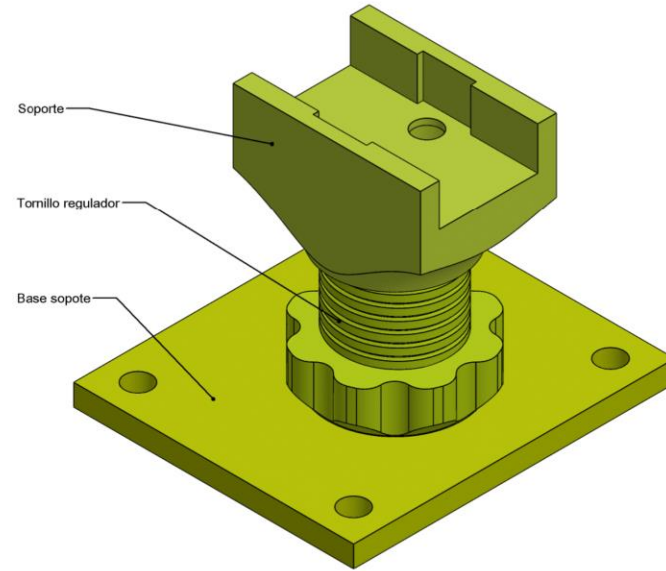
Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
±0,4	0.02 Kg	Polímero termoplástico (ABS)	
Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Dibujó: 15/07/22	Aldás F. y Coque J.	Soporte de electrodos	2:1
Revisó: 15/07/22	Ing. Espín V.		
Aprobó: 15/07/22	Ing. Espín V.		
UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 17 de 20	
Edición	Modificación	(Sustitución)	



DETALLE B
ESCALA 10 : 1



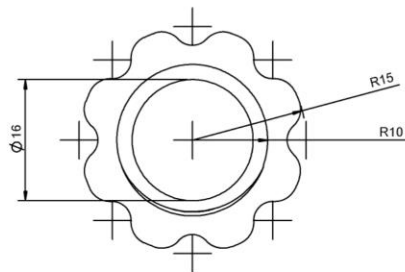
SECCIÓN A-A



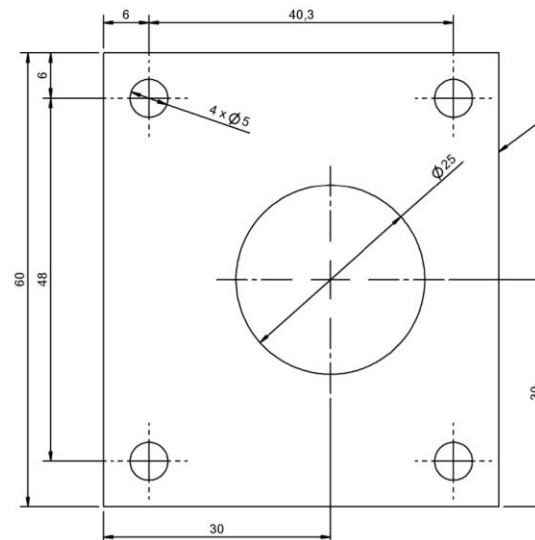
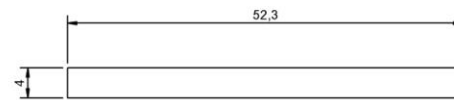
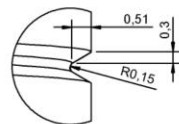
Soporte

Tornillo regulador

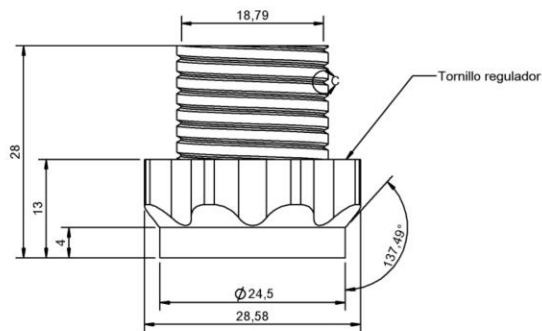
Base soporte



DETALLE C
ESCALA 10 : 1



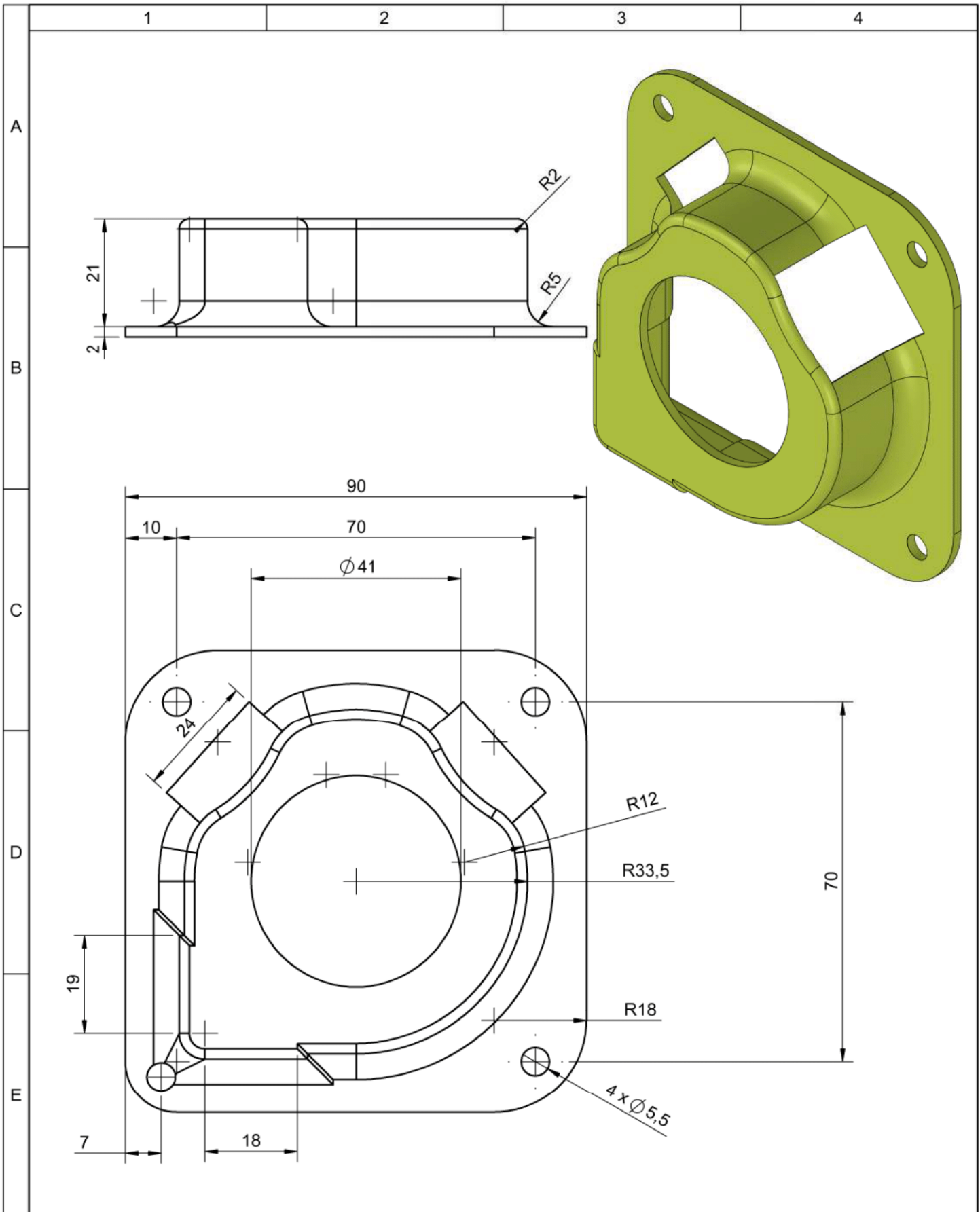
Base soporte



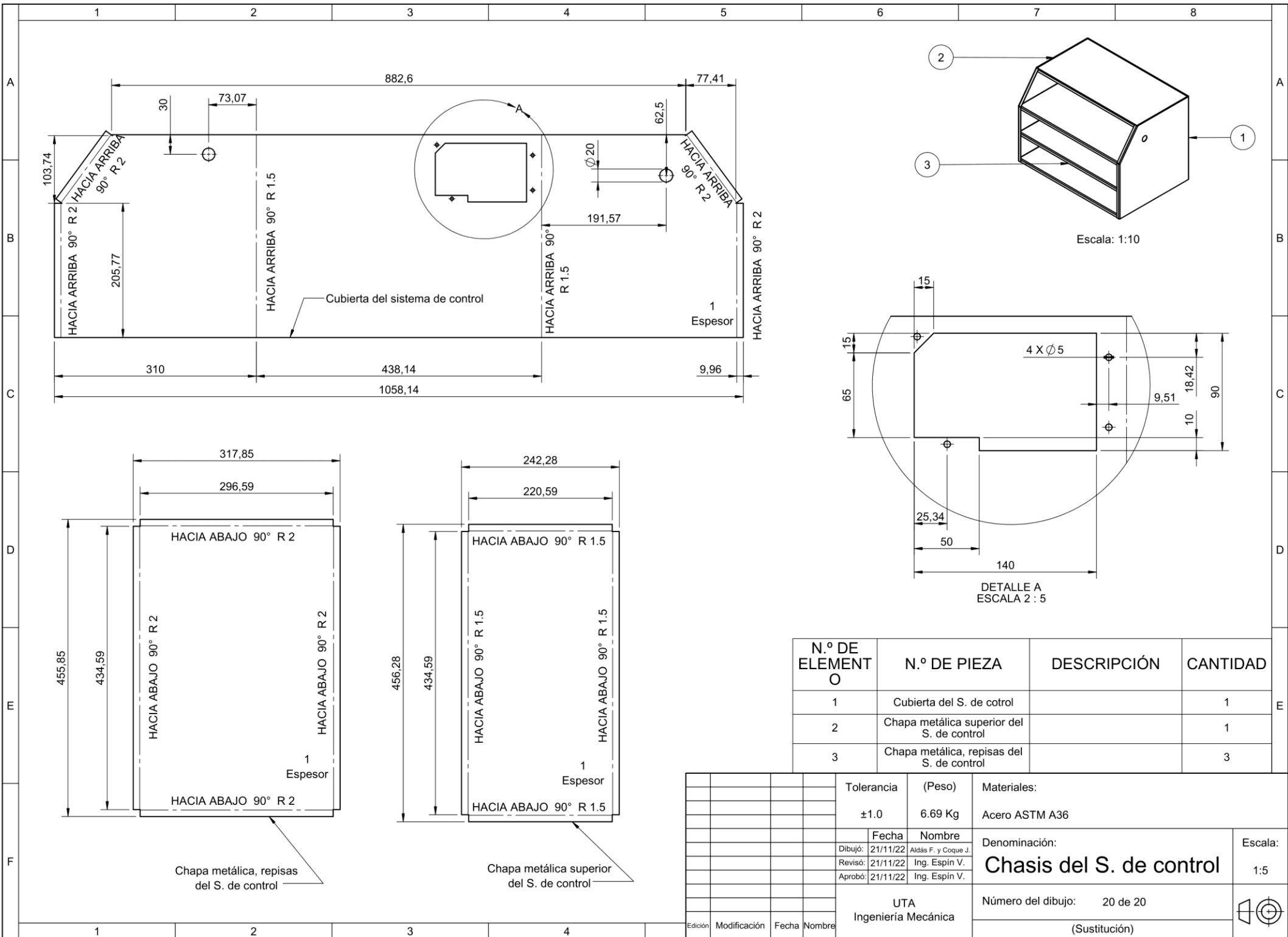
Tornillo regulador

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,4	0.18 Kg	Polimero termoplástico (ABS)	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 25/08/22	Aldan F. y Coppe J.	Soporte de electroválvula	
				Revisó: 25/08/22	Ing. Espin V.	Escala:	
				Aprobó: 25/08/22	Ing. Espin V.	2:1	
				UTA		Número del dibujo: 18 de 20	
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				





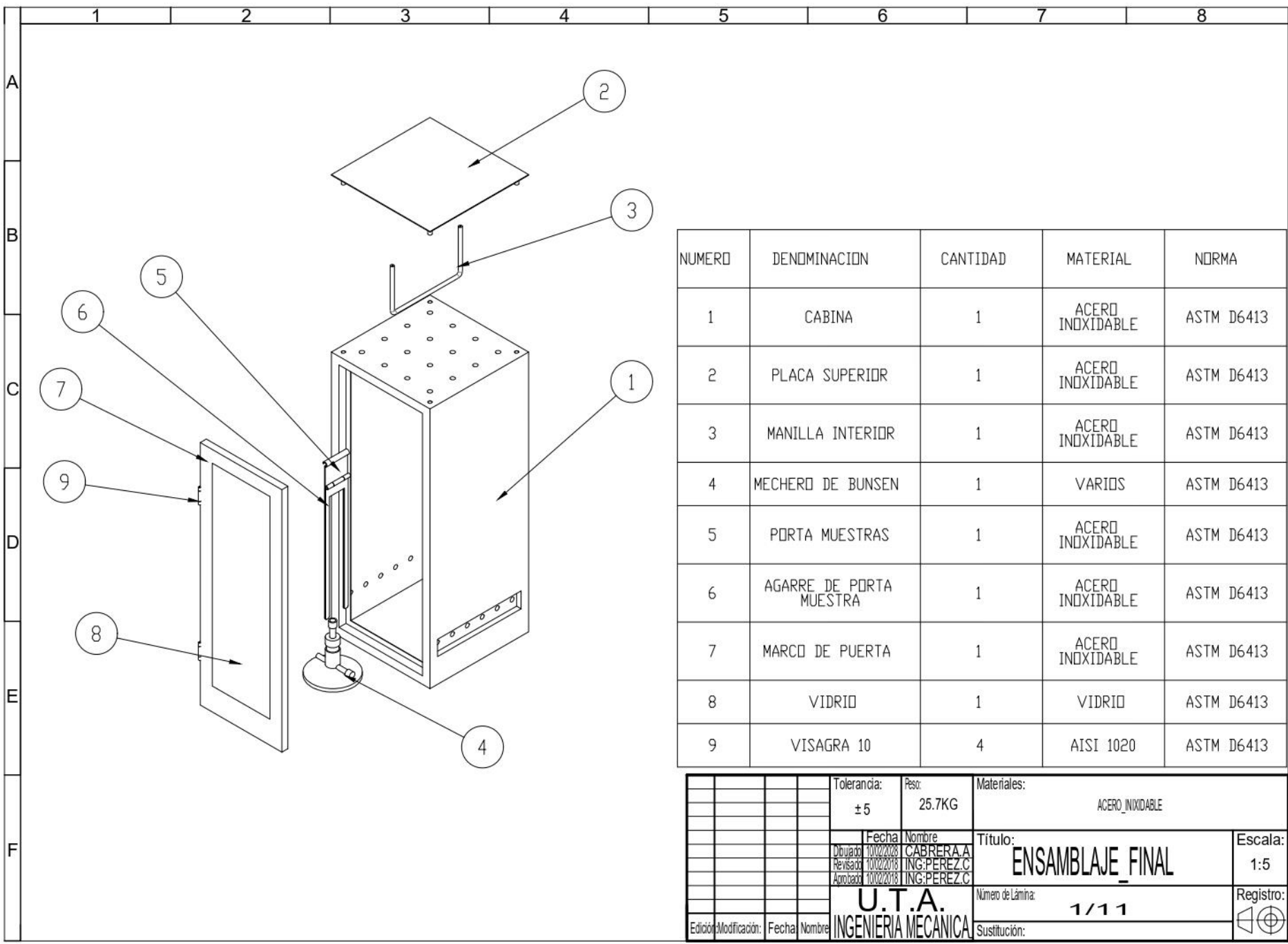
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,4	0.02 Kg	Polímero termoplástico (ABS)	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 10/10/22	Aldás F. y Coque J.		
				Revisó: 10/10/22	Ing. Espín V.		
				Aprobó: 10/10/22	Ing. Espín V.	Soporte de cronómetro	1:1
				UTA Ingeniería Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		Cubierta del S. de control	1
2		Chapa metálica superior del S. de control	1
3		Chapa metálica, repisas del S. de control	3

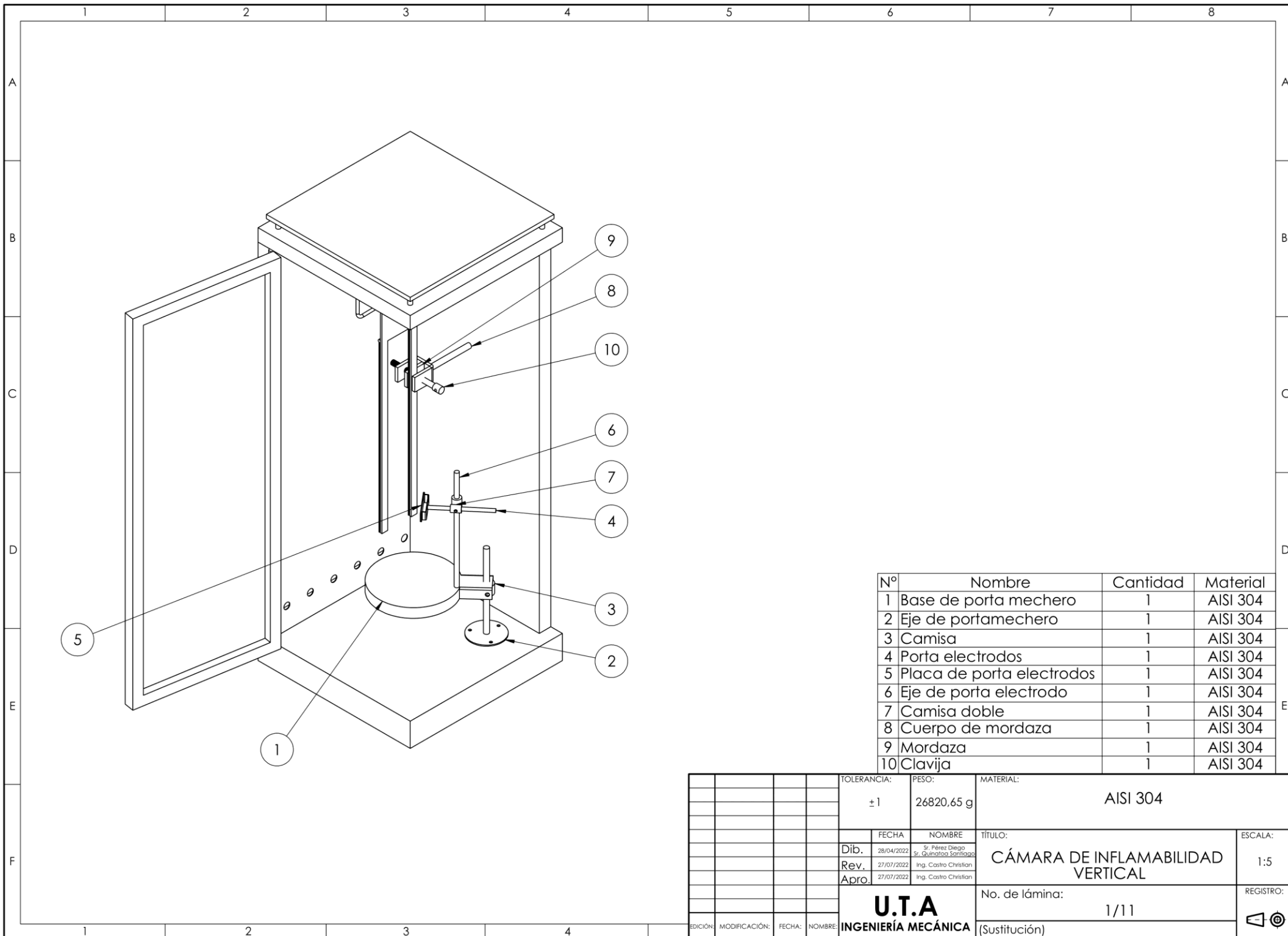
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1.0	6.69 Kg	Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 21/11/22	Aldás F. y Coque J.	Chasis del S. de control	
				Revisó: 21/11/22	Ing. Espín V.	Escala: 1:5	
				Aprobó: 21/11/22	Ing. Espín V.		
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 20 de 20	
						(Sustitución)	

**ANEXO 6. Planos del diseño original y de
rediseño de la cámara de inflamabilidad
vertical.**



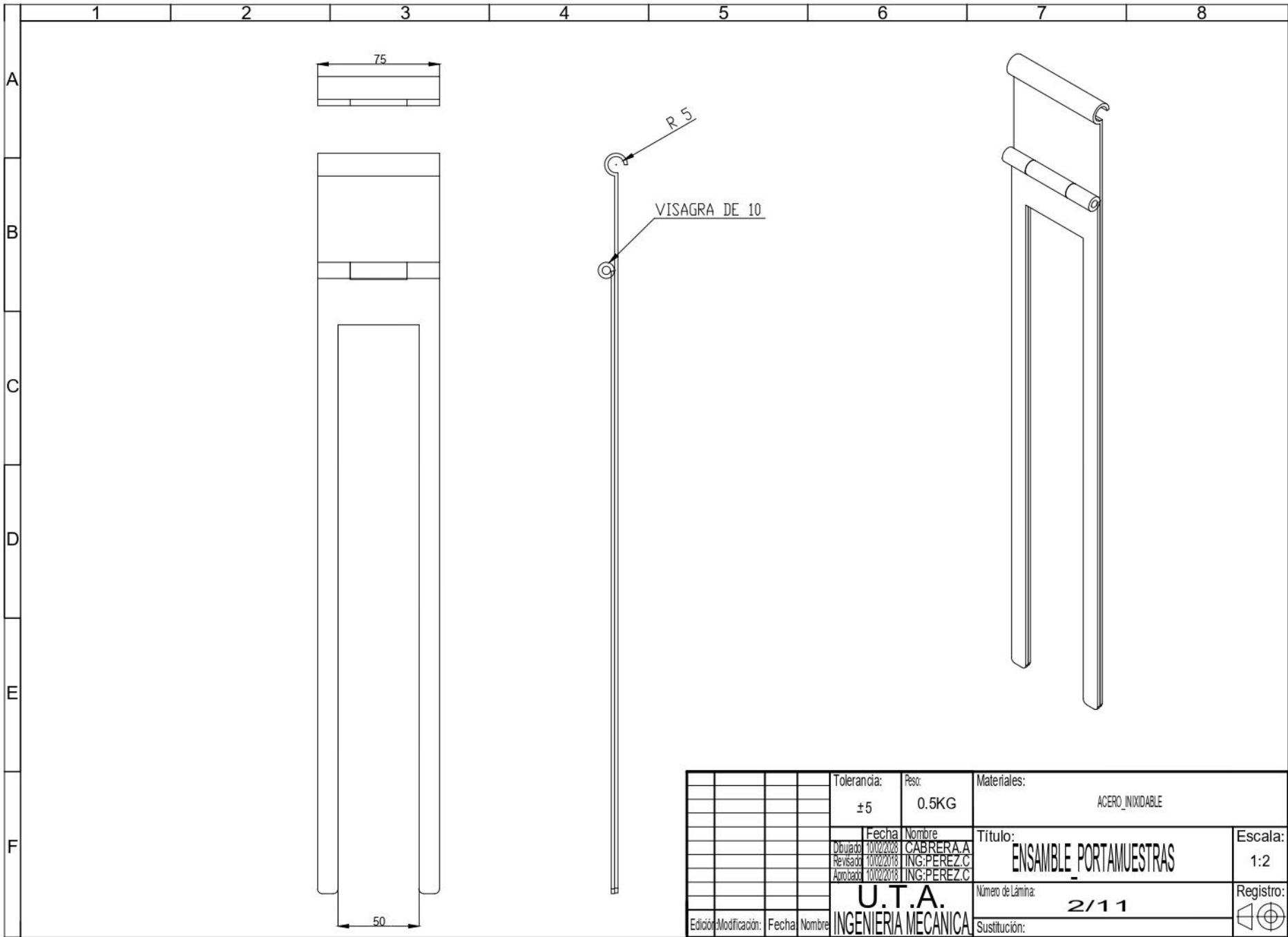
NUMERO	DENOMINACION	CANTIDAD	MATERIAL	NORMA
1	CABINA	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
2	PLACA SUPERIOR	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
3	MANILLA INTERIOR	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
4	MECHERO DE BUNSEN	1	VARIOS	ASTM D6413
5	PORTA MUESTRAS	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
6	AGARRE DE PORTA MUESTRA	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
7	MARCO DE PUERTA	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
8	VIDRIO	1	VIDRIO	ASTM D6413
9	VISAGRA 10	4	AISI 1020	ASTM D6413

Tolerancia:	±5	Peso:	25.7KG	Materiales:	ACERO_INOXIDABLE
Fecha:	10/02/2018	Nombre:	CABRERA A	Título:	ENSAMBLAJE_FINAL
Dibujado:	10/02/2018	Revisado:	ING:PEREZ.C	Numero de Lámina:	1/11
Revisado:	10/02/2018	Aprobado:	ING:PEREZ.C	Registro:	
Aprobado:	10/02/2018	U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Sustitución:	

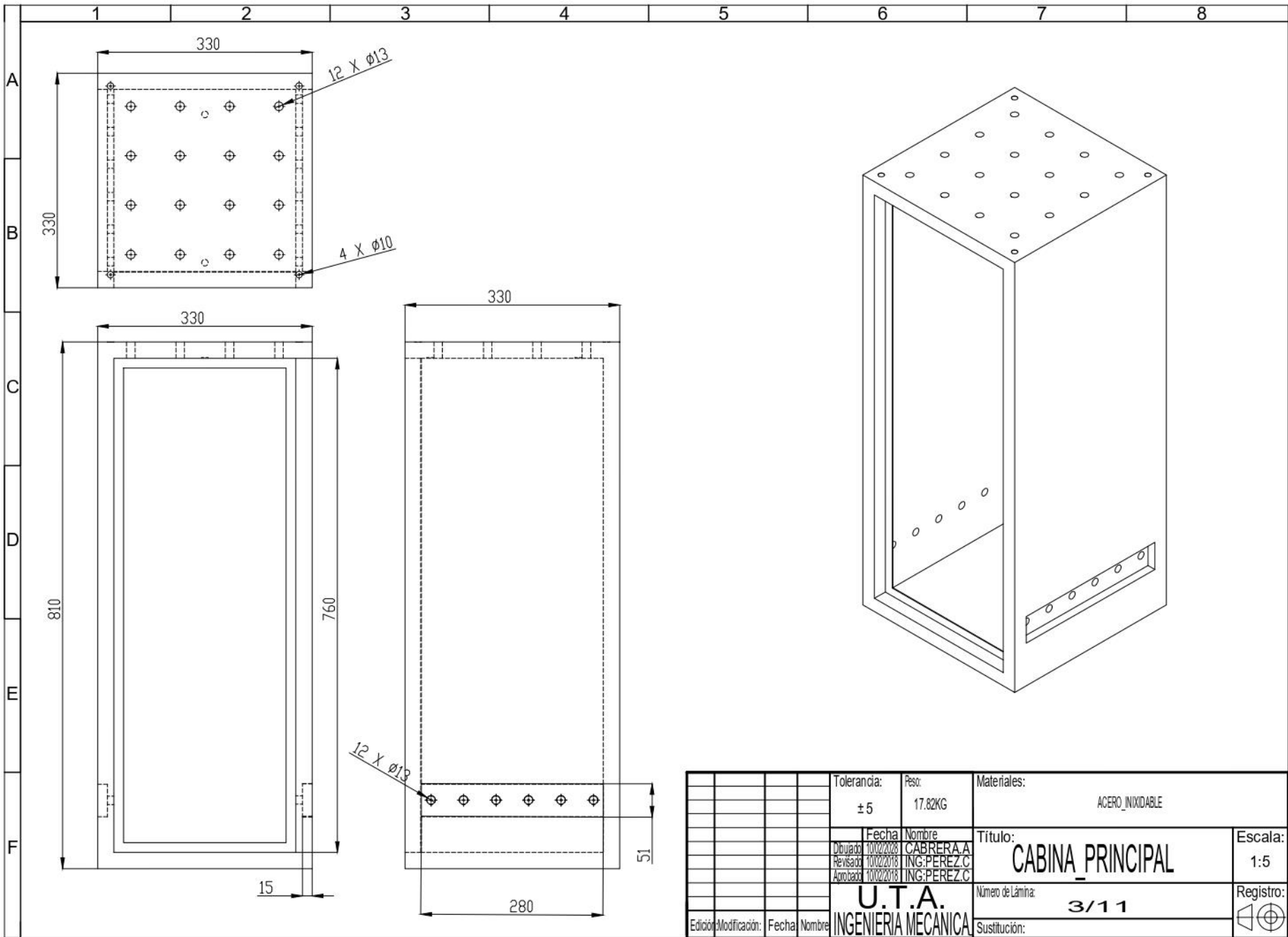


N°	Nombre	Cantidad	Material
1	Base de porta mechero	1	AISI 304
2	Eje de portamechero	1	AISI 304
3	Camisa	1	AISI 304
4	Porta electrodos	1	AISI 304
5	Placa de porta electrodos	1	AISI 304
6	Eje de porta electrodo	1	AISI 304
7	Camisa doble	1	AISI 304
8	Cuerpo de mordaza	1	AISI 304
9	Mordaza	1	AISI 304
10	Clavija	1	AISI 304

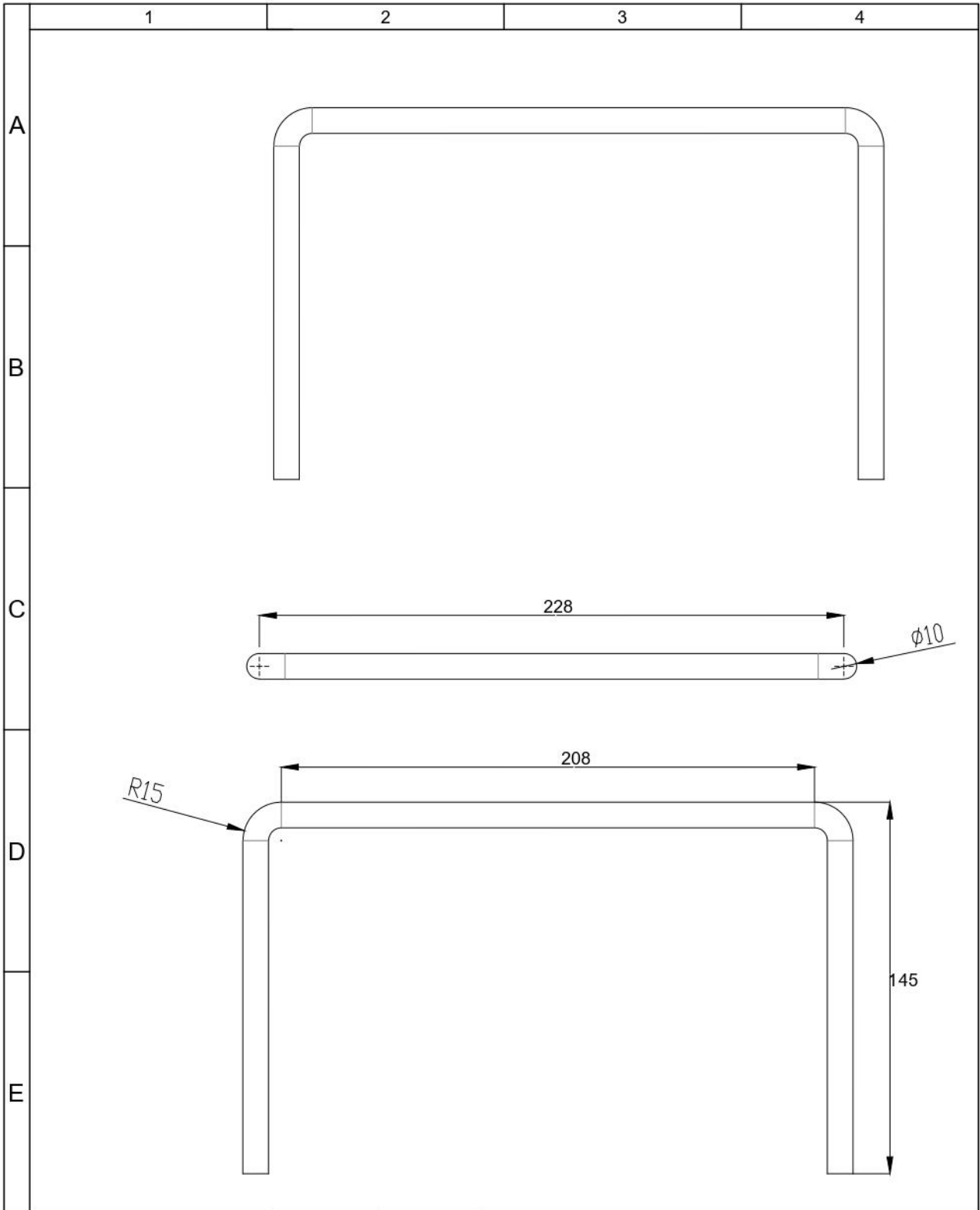
TOLERANCIA:		±1	PESO:	26820,65 g	MATERIAL:		AISI 304
FECHA:		Dib. 28/04/2022	NOMBRE:		TÍTULO:		ESCALA:
Rev. 27/07/2022		Sr. Pérez Diego Sr. Quintana Santiago		CÁMARA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL		1:5	
Apro. 27/07/2022		Ing. Castro Christian		No. de lámina:		REGISTRO:	
		Ing. Castro Christian		1/11			
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	U.T.A		INGENIERÍA MECÁNICA	
						(Sustitución)	



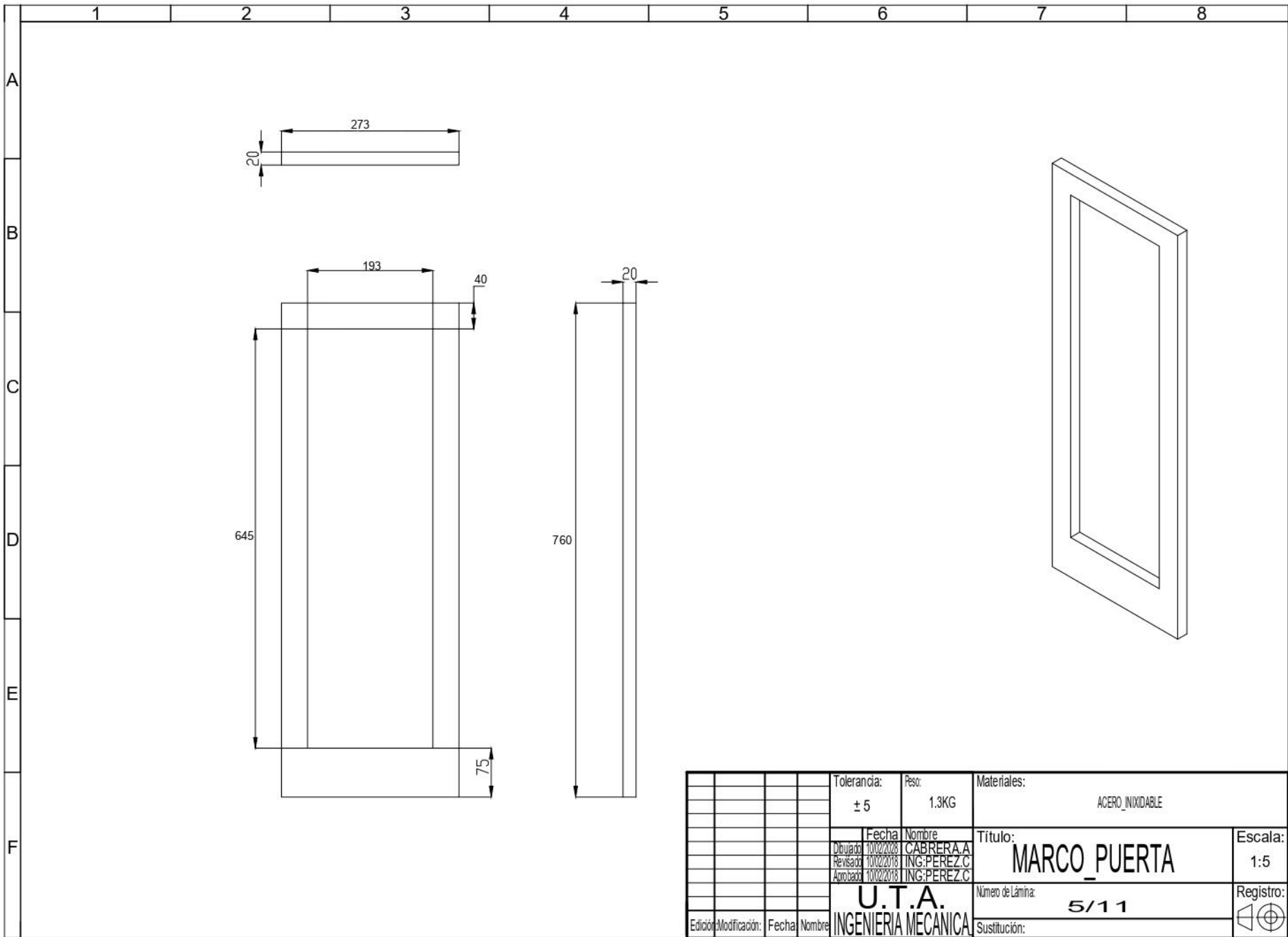
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±5	0.5KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA A	ENSAMBLE PORTAMUESTRAS	1:2
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ C		
				U.T.A.		Número de Lámina:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		2/11	☐ ⊕
Edición/Modificación:	Fecha	Nombre				Sustitución:	



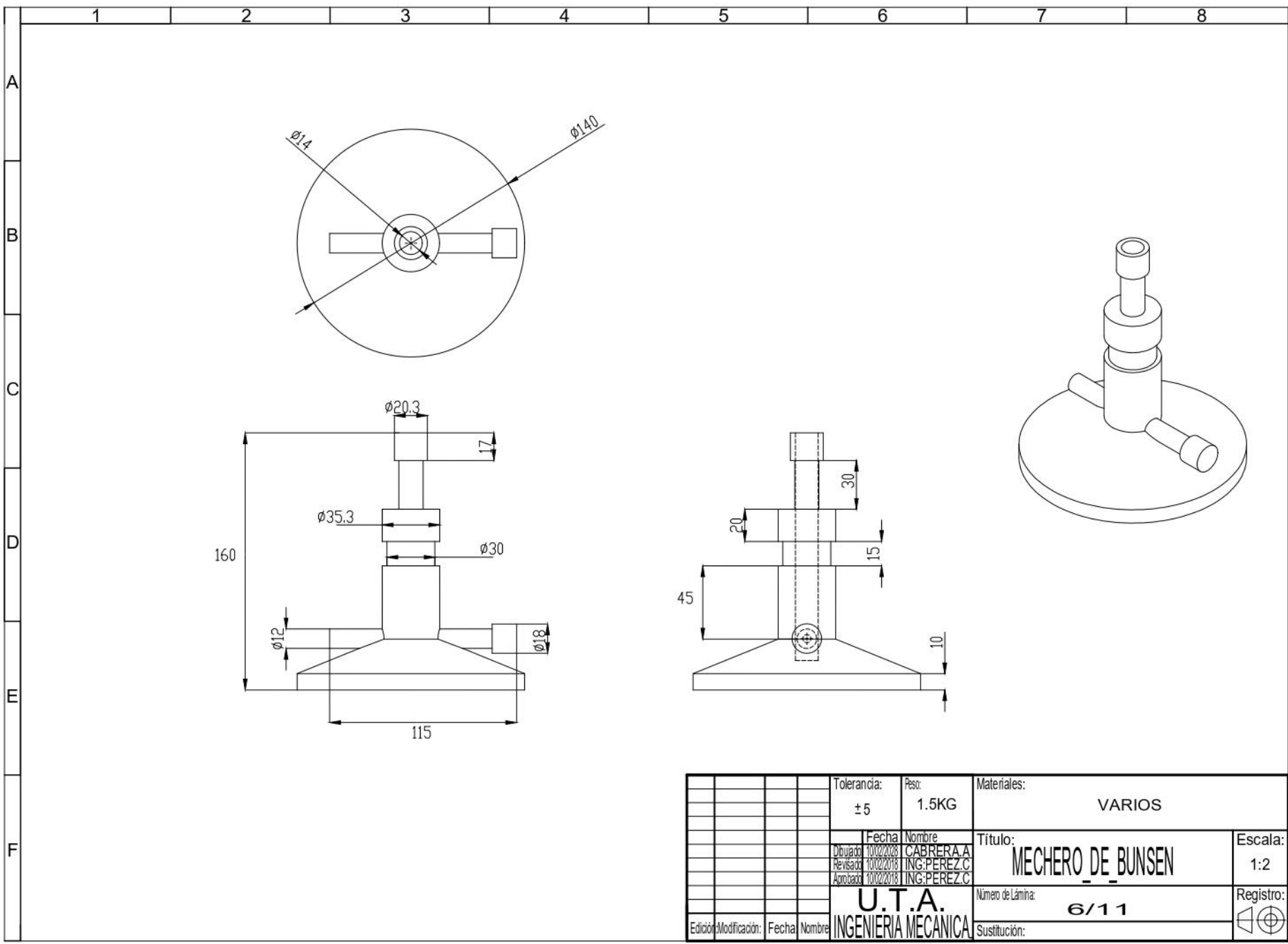
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±5	17.82KG	ACERO INOXIDABLE	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA A	CABINA PRINCIPAL	1:5
				Revisado: 10/02/2018	ING: PEREZ C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING: PEREZ C		
				U.T.A.		Número de Lámina:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		3/11	
Edición/Modificación:	Fecha:	Nombre:		Sustitución:			



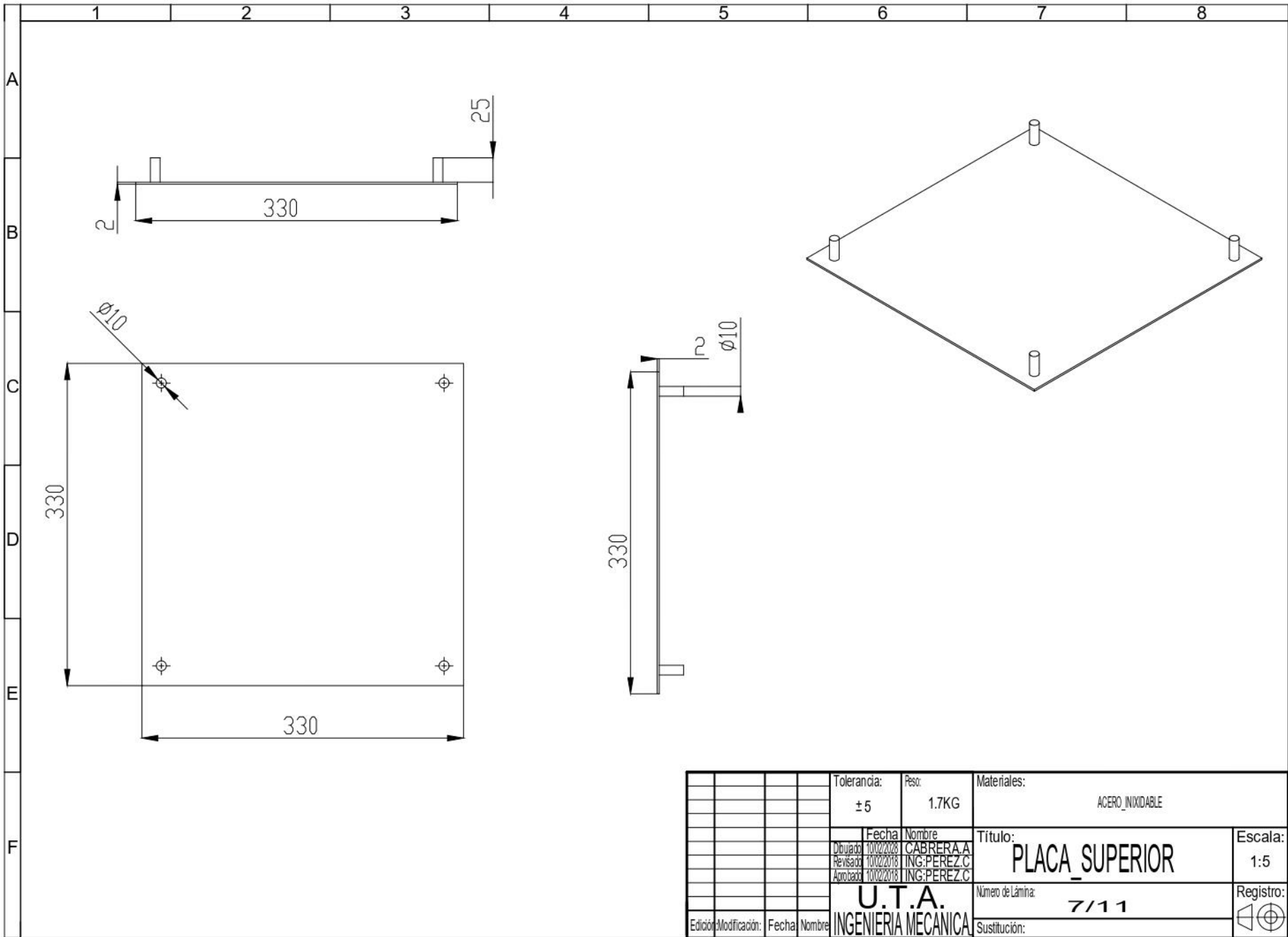
				Tolerancia: ± 5	Peso: 0.3KG	Material: ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 10/02/2028	CABRERA.A	MANILLA_INTERIOR	12
				Revisó: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobó: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		No. Lámina: 4/11	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(sustitución)	



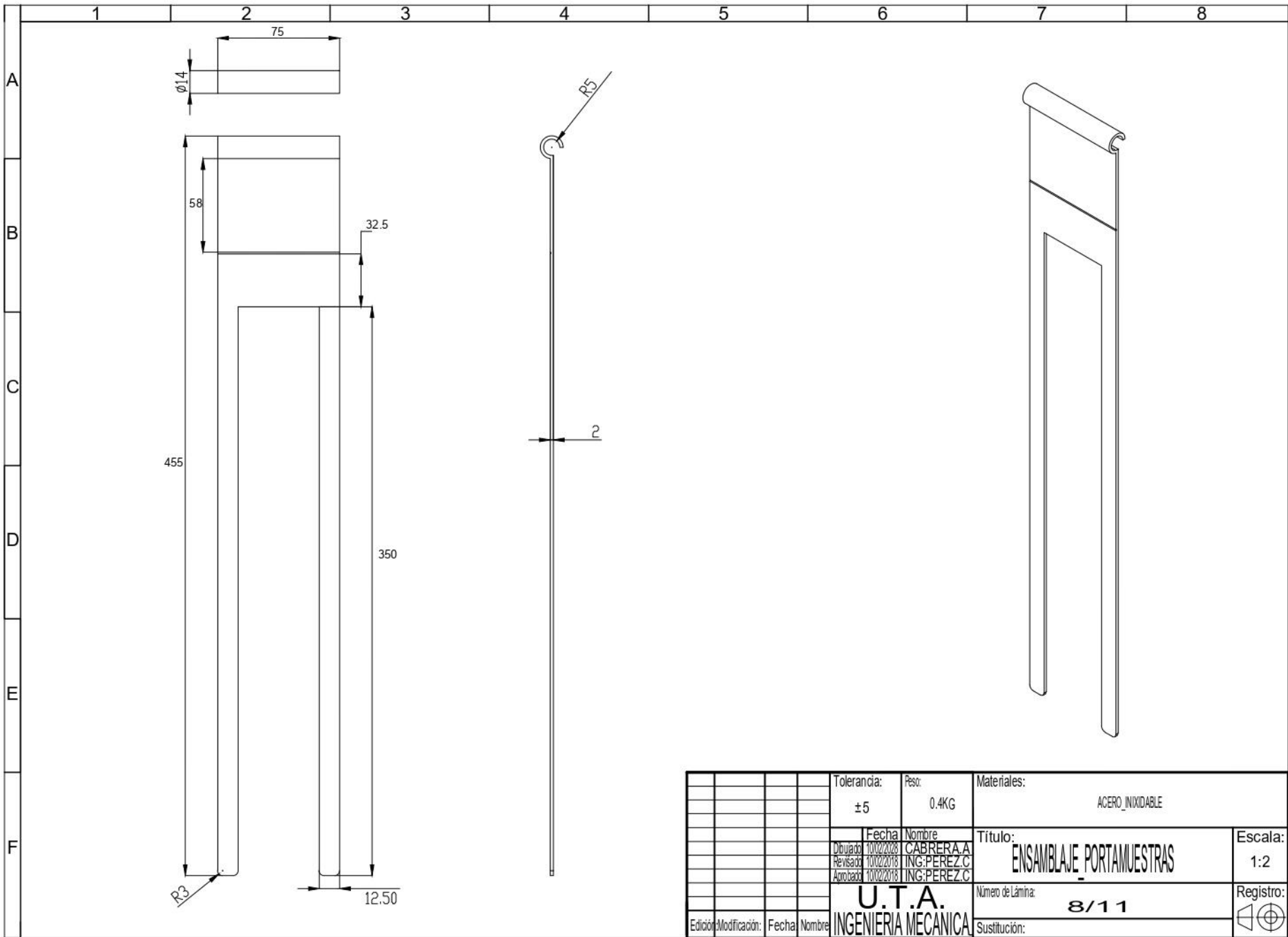
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	1.3KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA, A	MARCO PUERTA	1:5
				Revisado: 10/02/2018	ING: PEREZ, C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING: PEREZ, C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
						5/11	Registro:
Edición/Modificación:	Fecha	Nombre		Sustitución:			



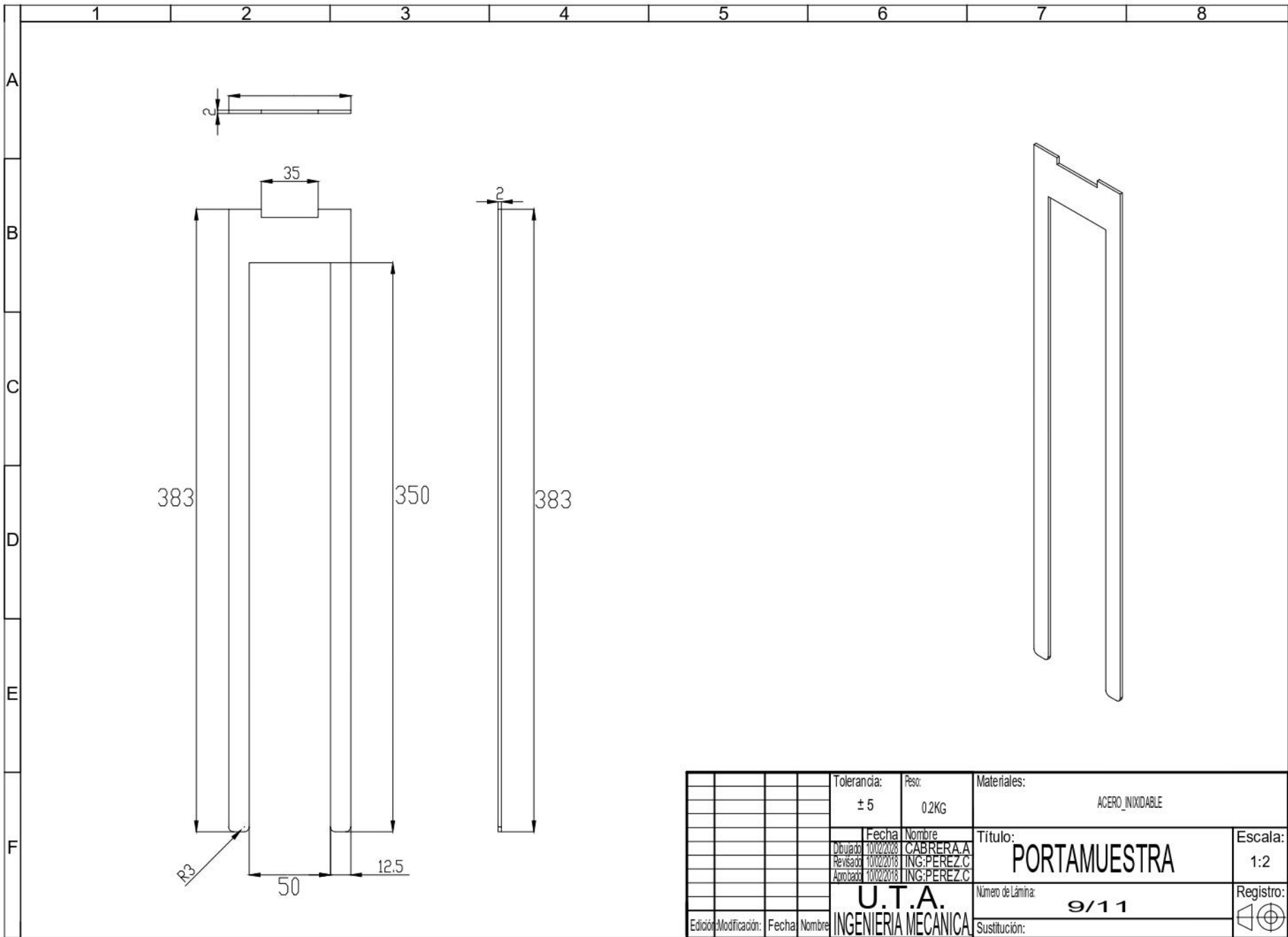
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	1.5KG	VARIOS	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA A	MECHERO DE BUNSEN	1:2
				Revisado: 10/02/2018	ING: PEREZ C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING: PEREZ C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Numero de Lámina:	Registro:
						6/11	
Edición/Modificación:	Fecha:	Nombre:		Sustitución:			



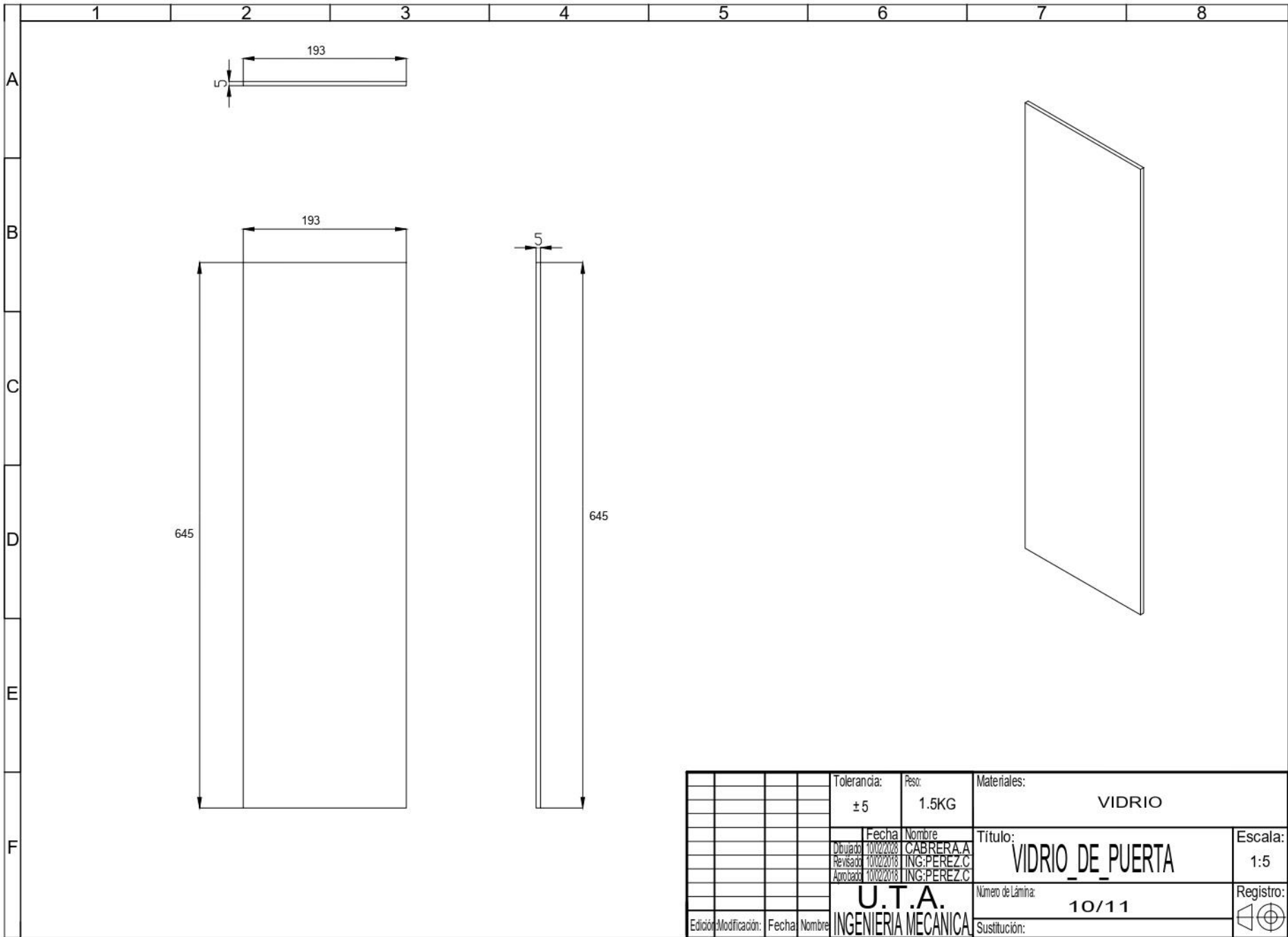
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	1.7KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	PLACA_SUPERIOR	1:5
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
						7/11	
Edición/Modificación:	Fecha	Nombre		Sustitución:			



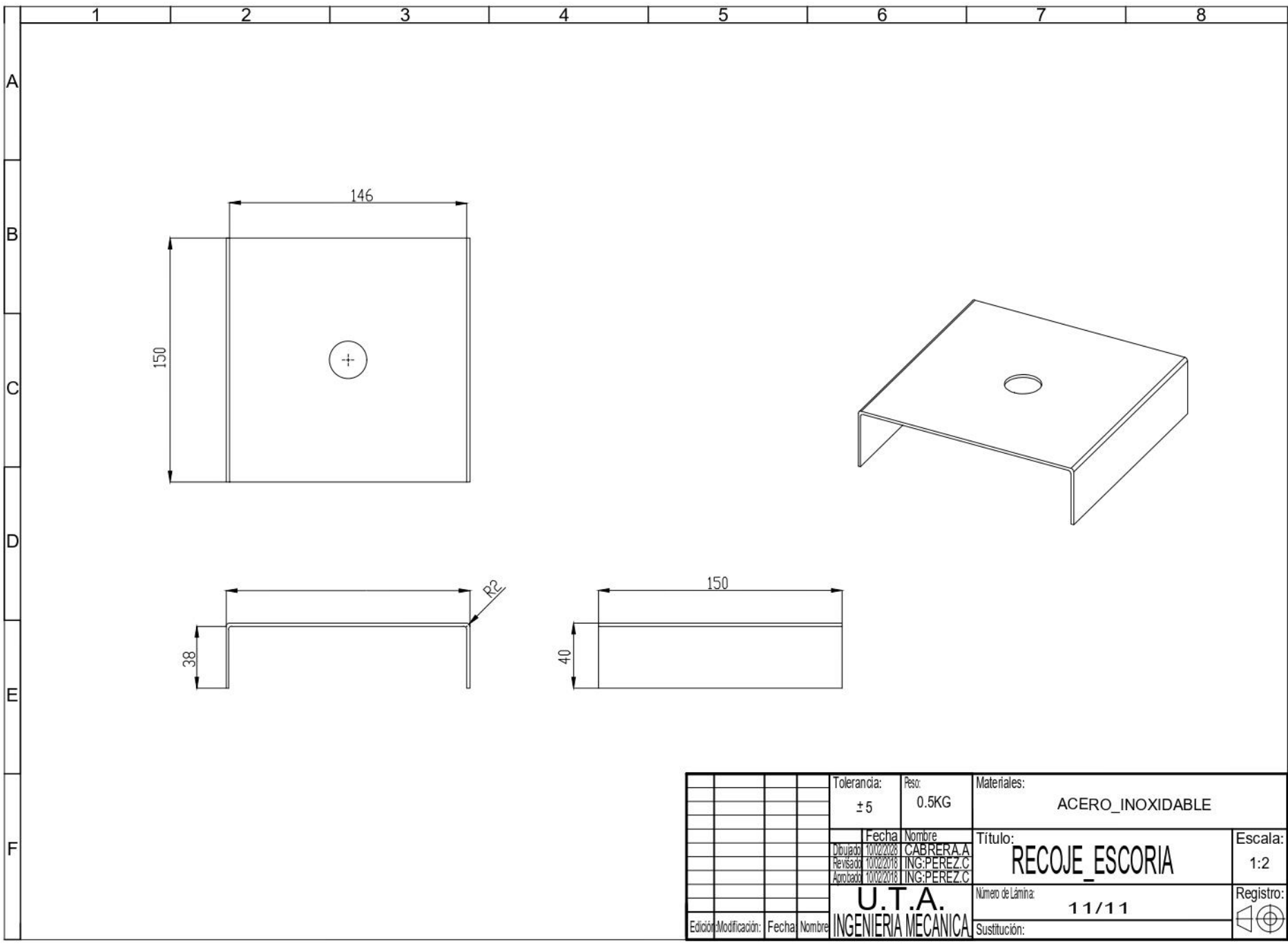
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±5	0.4KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	ENSAMBLAJE PORTAMUESTRAS	1:2
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
							8/11
Edición/Modificación:	Fecha	Nombre				Sustitución:	



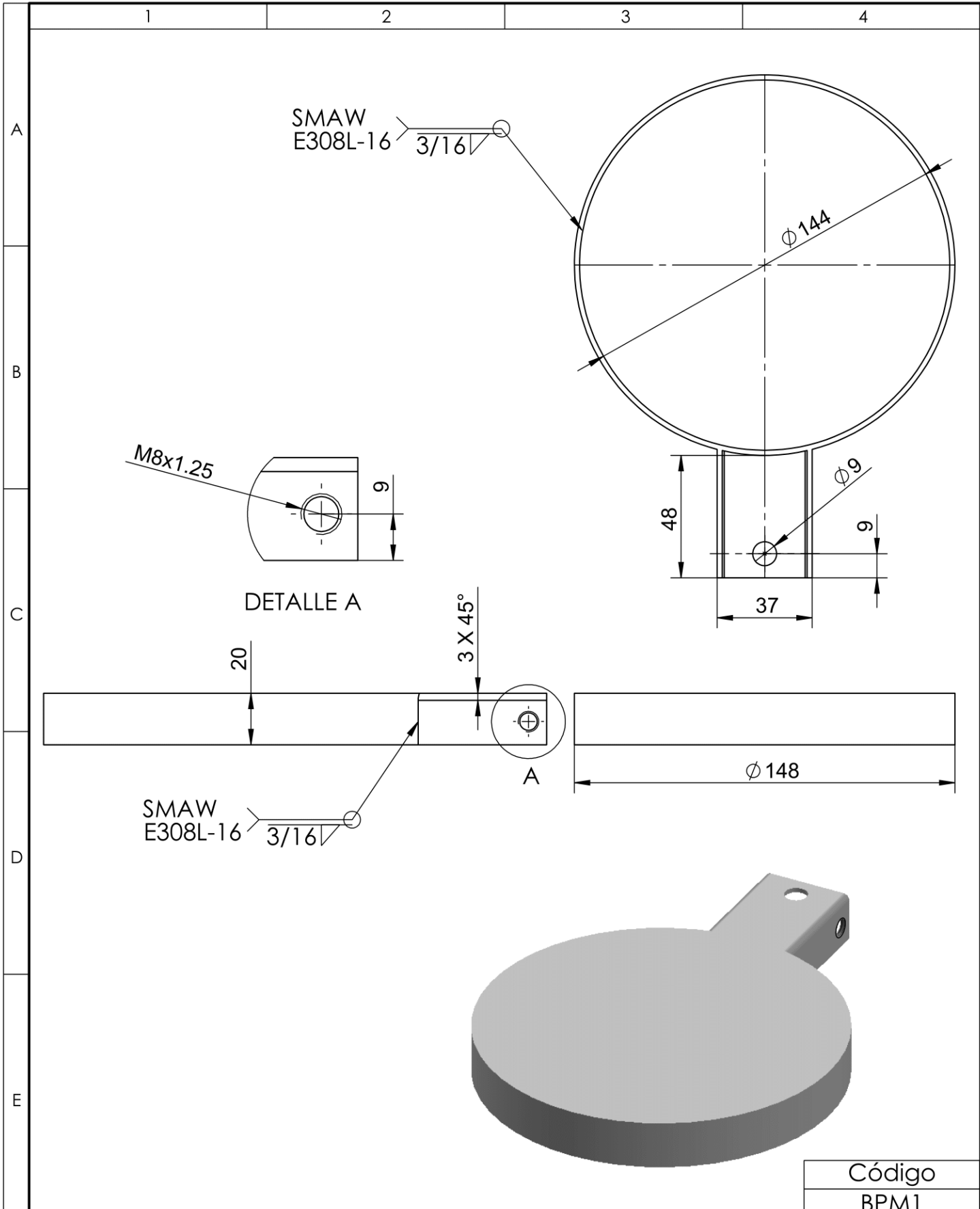
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	0.2KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	PORTAMUESTRA	1:2
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
						9/11	
Edición/Modificación:	Fecha	Nombre		Sustitución:			



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	1.5KG	VIDRIO	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA, A	VIDRIO DE PUERTA	1:5
				Revisado: 10/02/2018	ING: PEREZ, C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING: PEREZ, C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
Edición/Modificación:	Fecha	Nombre				10/11	
						Sustitución:	

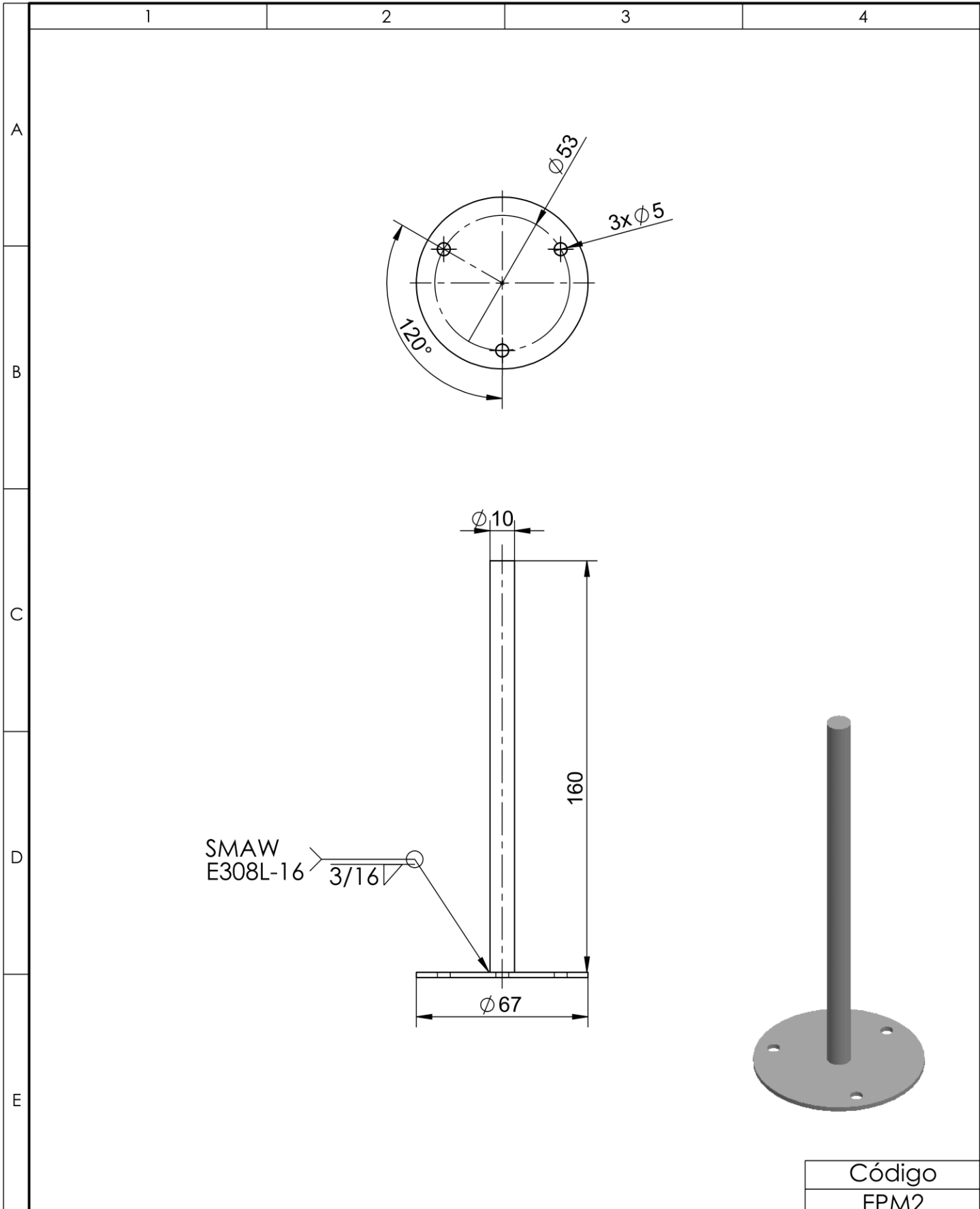


						Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
						± 5	0.5KG	ACERO_INOXIDABLE	
						Fecha	Nombre	Título:	Escala:
						Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	RECOJE_ESCORIA	1:2
						Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
						Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
						U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
								11/11	◁ ⊕
						Edición/Modificación:	Fecha/Nombre	Sustitución:	



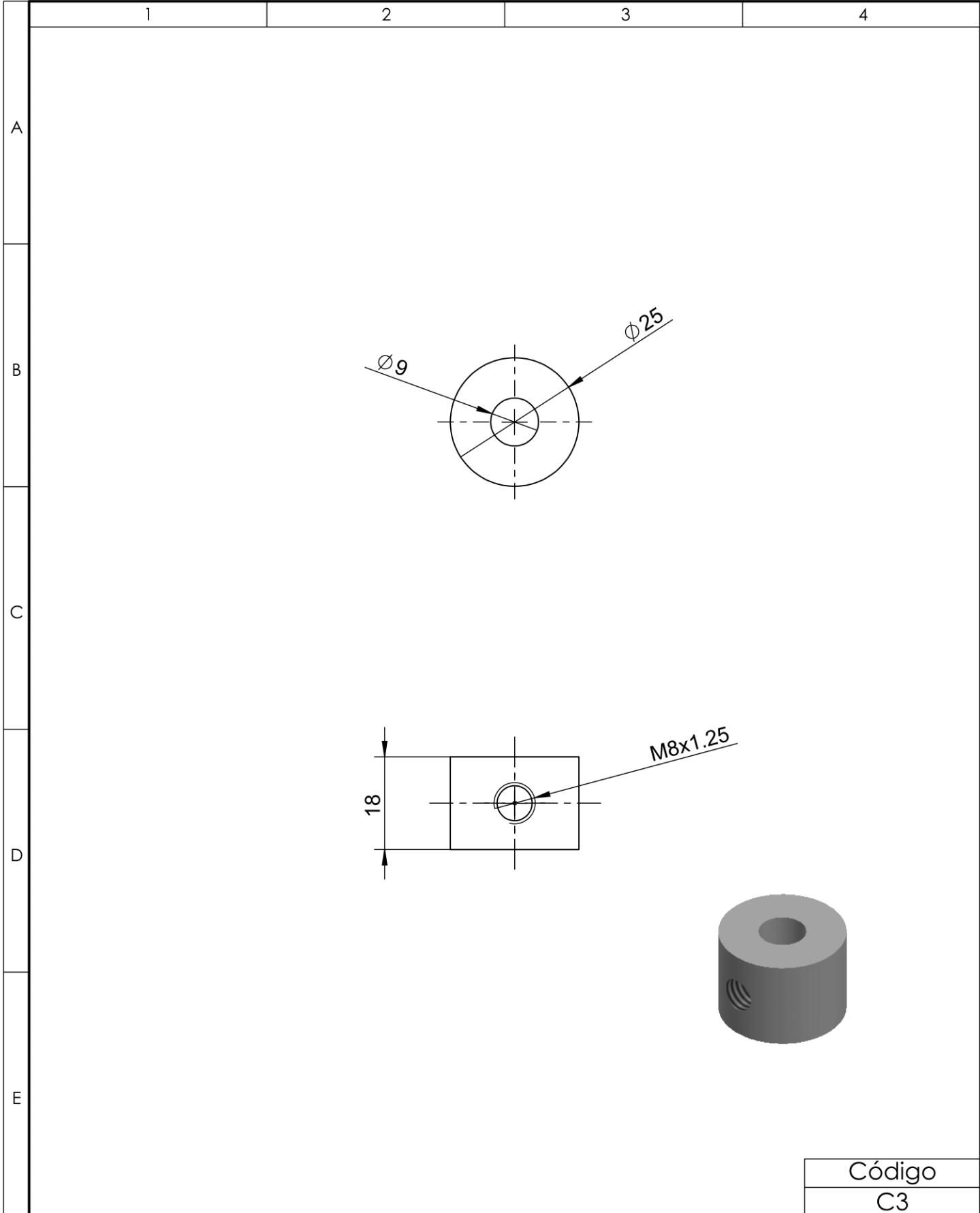
Código
BPM1

Tolerancia:		Peso:		Material:	
±1		462,91g		AISI 304	
Fecha		Nombre		Denominación:	
Dib.	28/04/2022	Sr. Pérez Diego Sr. Quinatoa Santiago		BASE DE PORTA MECHERO	
Rev.	27/07/2022	Ing. Castro Christian		Escala:	
Apro.	27/07/2022	Ing. Castro Christian		1:2	
U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA				No. de lámina:	
				2/11	
Edición				Registro:	
Modificación					
Fecha				(Sustitución)	
Nombre					



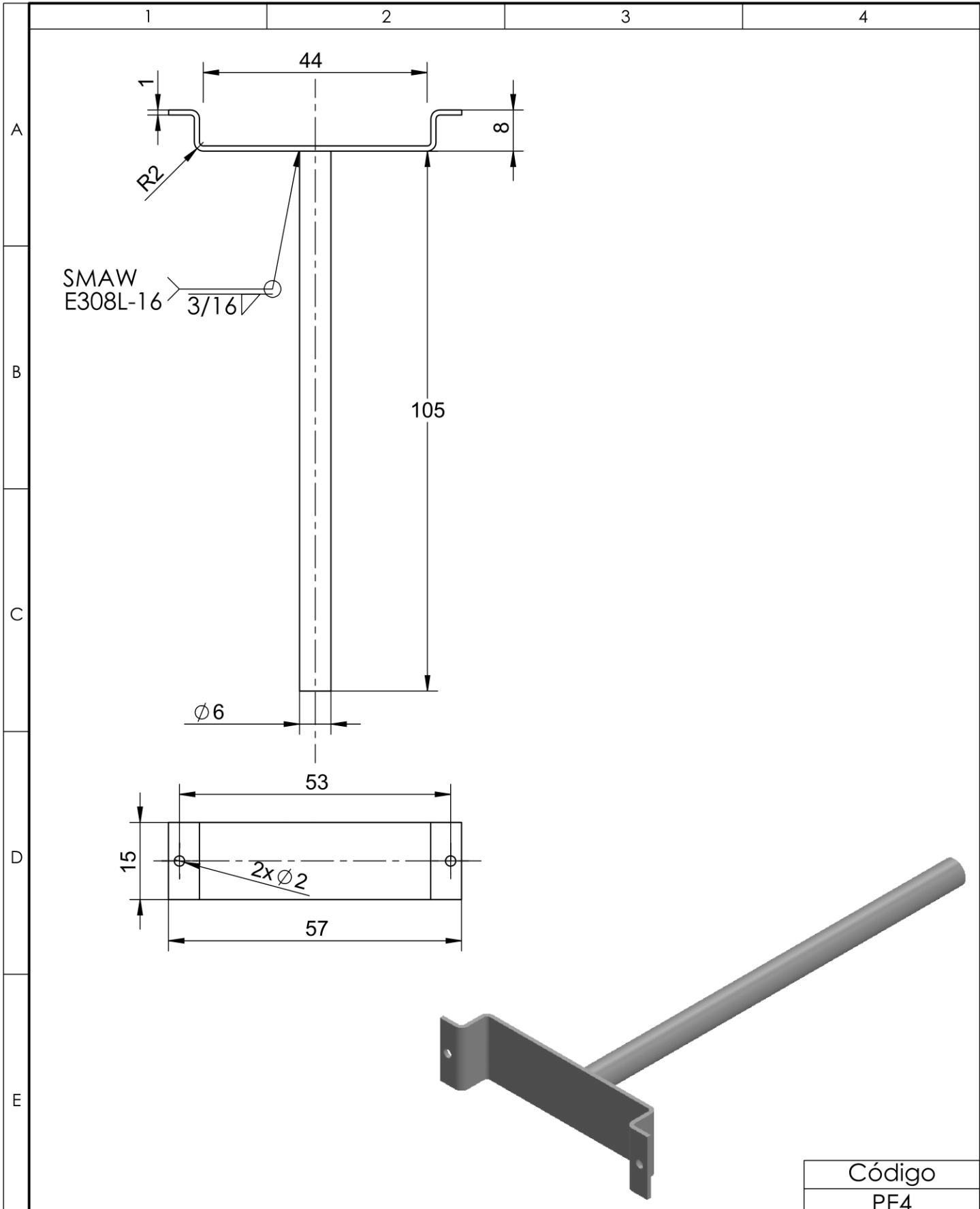
Código
EPM2

				Tolerancia: ±1	Peso: 146,52 g	Material: AISI 304	
				Dib.	Fecha 28/04/2022	Nombre Sr. Pérez Diego Sr. Quinatoa Santiago	Denominación: EJE DE PORTA MECHERO
				Rev.	27/07/2022	Ing. Castro Christian	
				Apro.	27/07/2022	Ing. Castro Christian	
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 3/11	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



Código
C3

					Tolerancia:	Peso:	Material:		
					±1	58,56 g	AISI 304		
							Denominación:		Escala:
					Fecha	Nombre	CAMISA		1:1
					Dib.	Sr. Pérez Diego Sr. Quinatoa Santiago			
					Rev.	Ing. Castro Christian			
					Apro.	Ing. Castro Christian			
					U.T.A		No. de lámina:		Registro:
					INGENIERÍA MECÁNICA		4/11		☐ ⊕
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)		



Código
PE4

				Tolerancia: ± 1	Peso: 32,76 g	Material: AISI 304	
						Denominación: PORTA ELECTRODOS	Escala: 1:1
						No. de lámina: 5/11	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

	Fecha	Nombre
Dib.	28/04/2022	Sr. Pérez Diego Sr. Quinatoa Santiago
Rev.	27/07/2022	Ing. Castro Christian
Apro.	27/07/2022	Ing. Castro Christian

1

2

3

4

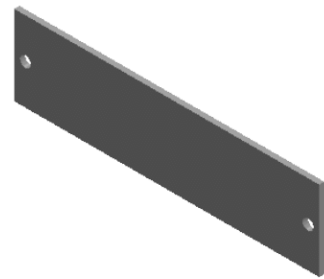
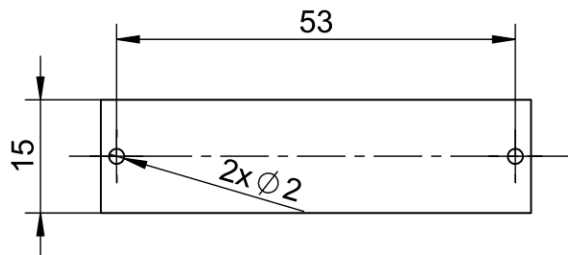
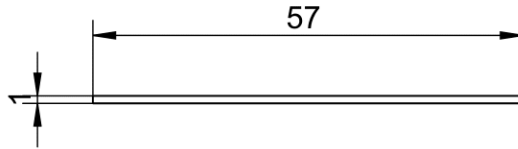
A

B

C


D

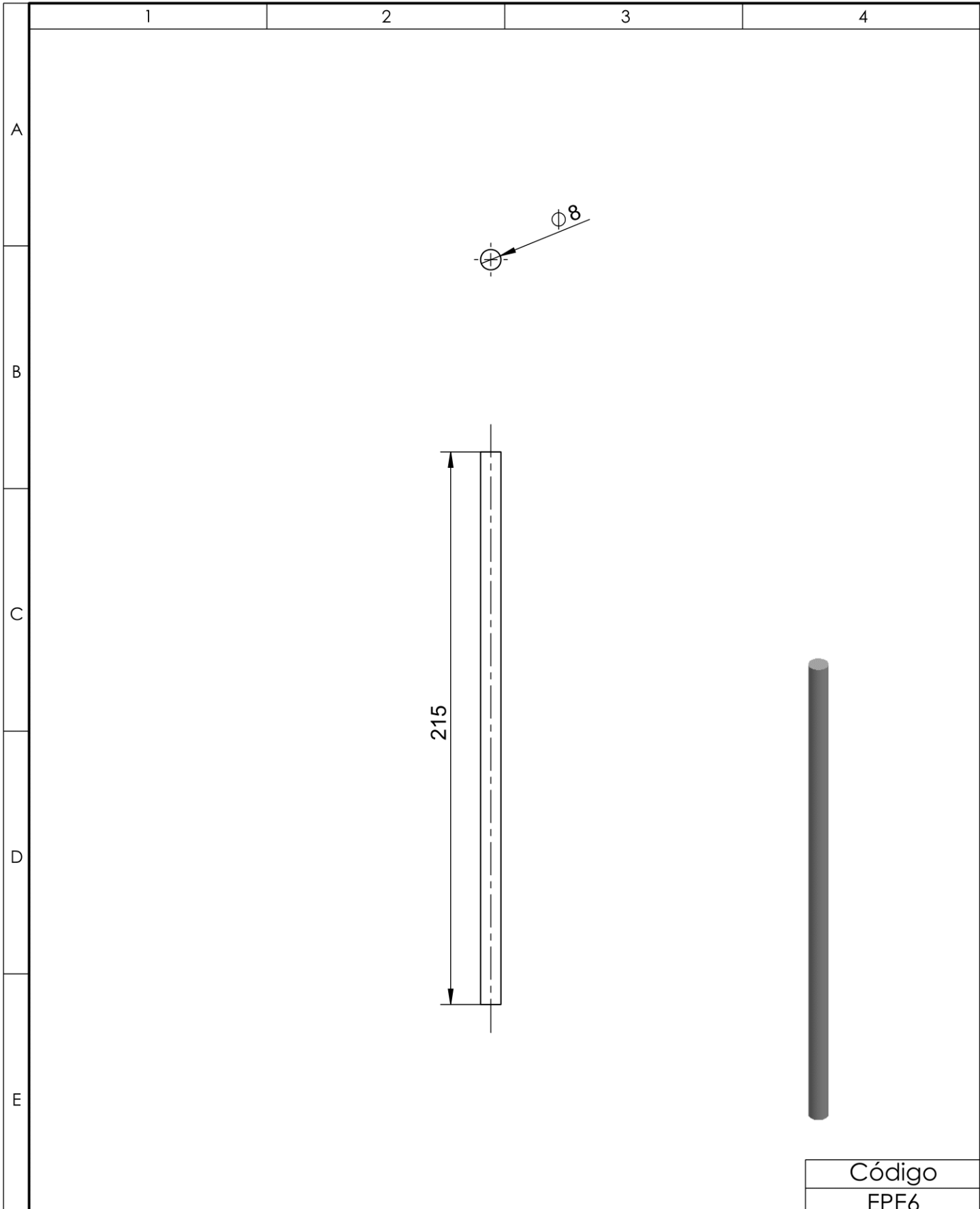
E



Código

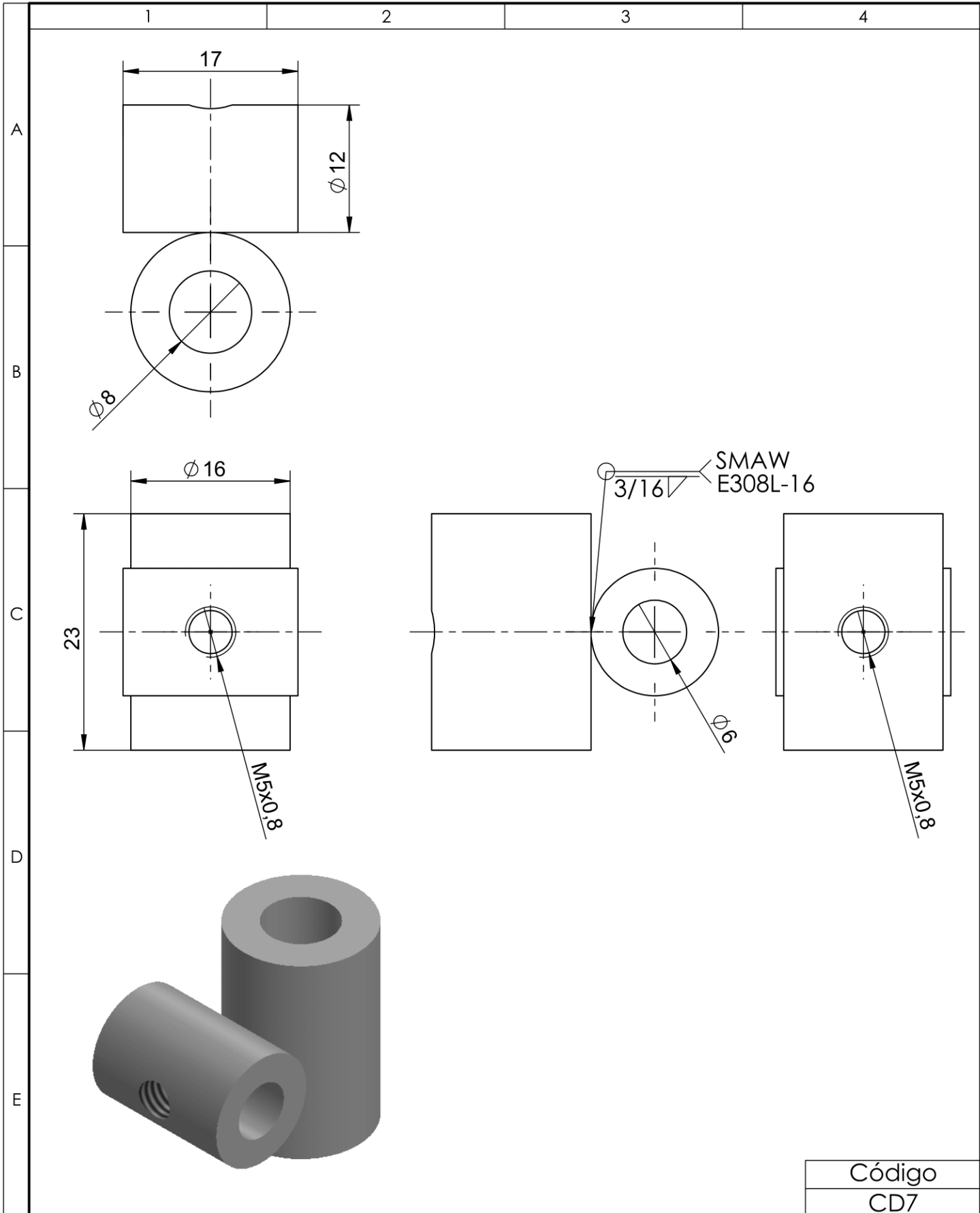
PPE5

				Tolerancia: ± 1	Peso: 6,79 g	Material: AISI 304		
				Dib.	Fecha 28/04/2022	Nombre Sr. Pérez Diego Sr. Quinatoa Santiago	Denominación: PLACA DE PORTAELECTRODOS	Escala: 1:1
				Rev.	27/07/2022	Ing. Castro Christian		
				Apro.	27/07/2022	Ing. Castro Christian		
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 6/11	Registro: 	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



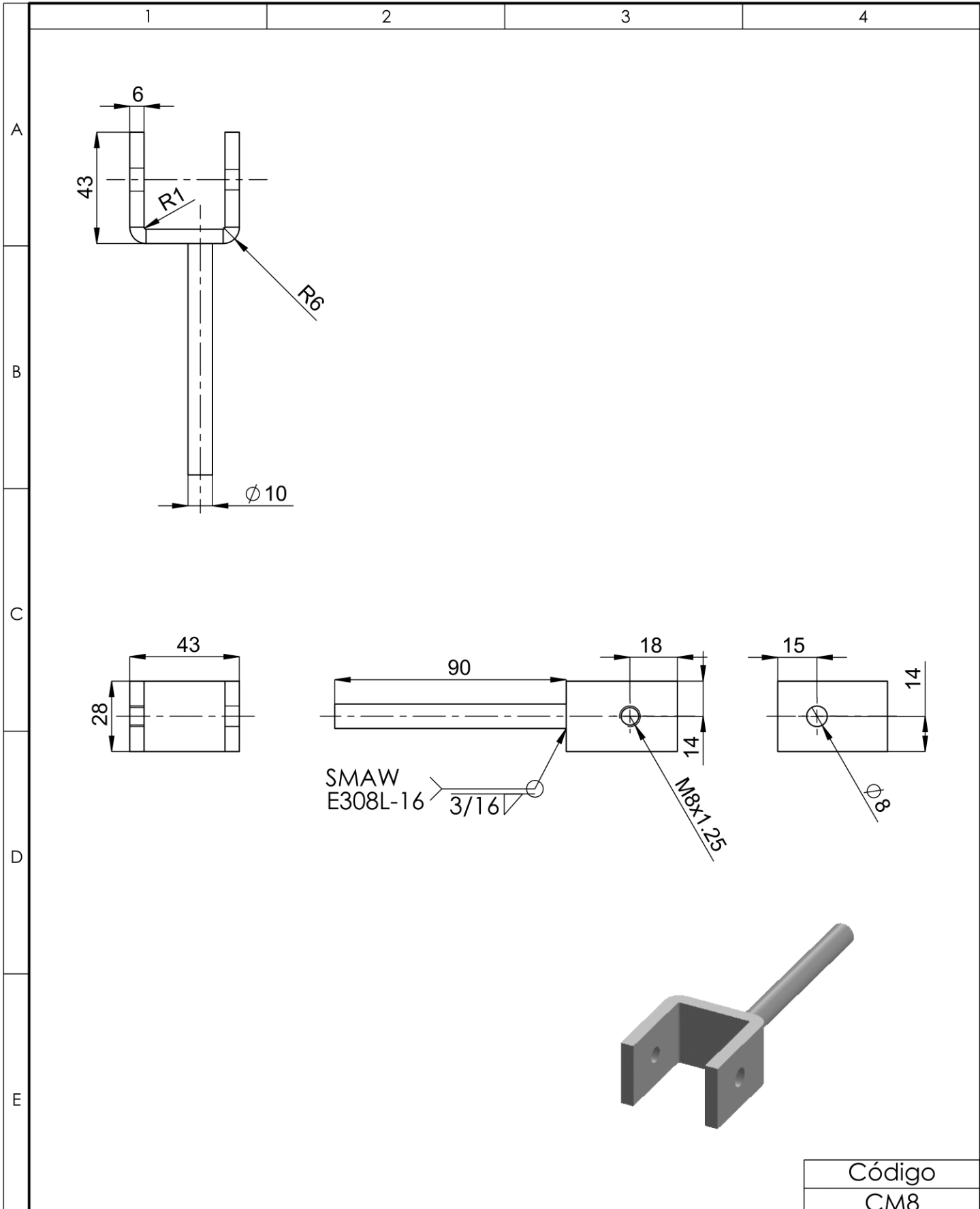
Código
EPE6

				Tolerancia:	Peso:	Material:			
				±1	84,95 g	AISI 304			
						Denominación:	Escala:		
				Dib.	Fecha			Sr. Pérez Diego Sr. Quinatoa Santiago	1:2
				Rev.	27/07/2022				
				Apro.	27/07/2022	Ing. Castro Christian	No. de lámina:		
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		7/11		Registro:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)		



Código
CD7

				Tolerancia: ±1	Peso: 37,08 g	Material: AISI 304	
				Dib.	Fecha	Denominación:	
				Rev.	Nombre	CAMISA DOBLE	
				Apro.		Escala: 2:1	
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 8/11	
Edición Modificación Fecha Nombre						(Sustitución)	



Código
CM8

				Tolerancia: ±1	Peso: 186,73 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Cuerpo de mordaza	Escala: 1:2
				Dib.	Sr. Pérez Diego Sr. Quinatoa Santiago		
				Rev.	Ing. Castro Christian		
				Apro.	Ing. Castro Christian	No. de lámina: 9/11	Registro: ☐ ⊕
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

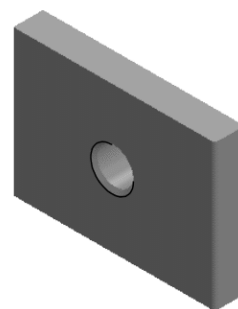
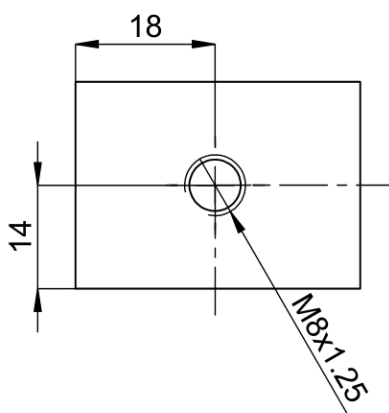
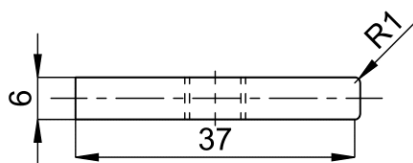
A

B

C

D

E



Código

M9

Tolerancia:

 ± 1

Peso:

43,38 g

Material:

AISI 304

Dib.

28/04/2022

Sr. Pérez Diego
Sr. Quinatoa Santiago

Rev.

02/08/2022

Ing. Castro Christian

Apro.

02/08/2022

Ing. Castro Christian

Denominación:

Mordaza

Escala:

1:1

U.T.A**INGENIERÍA MECÁNICA**

No. de lámina:

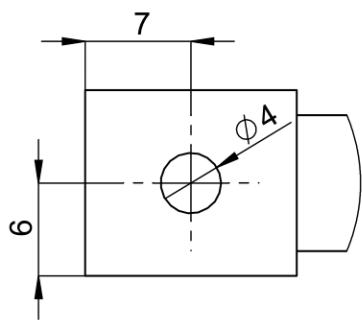
10/11

Registro:

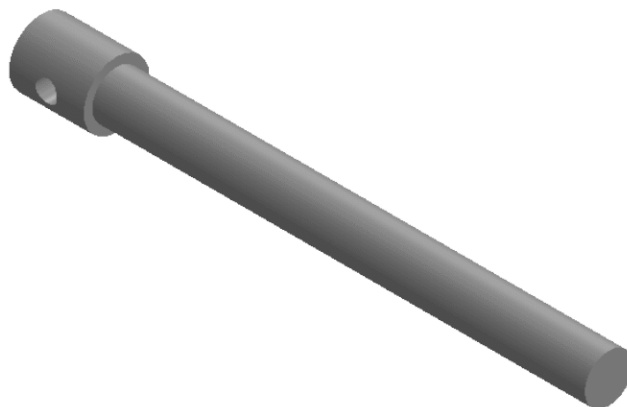
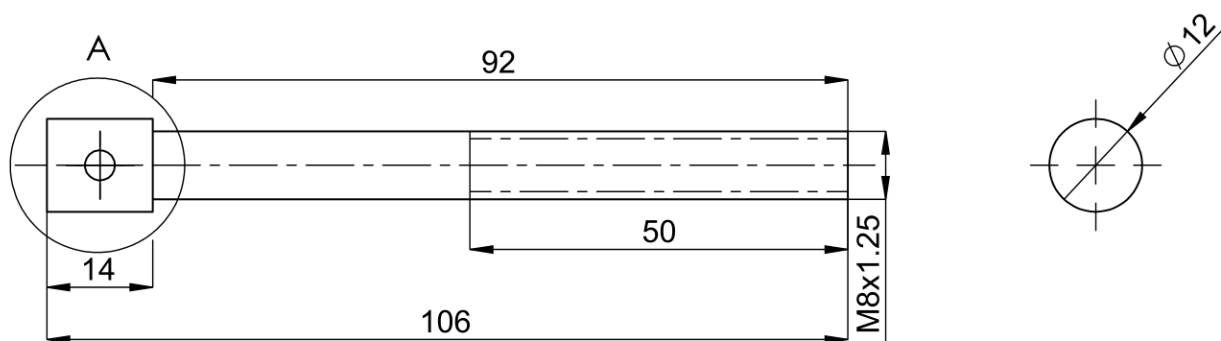


Edición Modificación Fecha Nombre

(Sustitución)



DETALLE A
ESCALA 2 : 1



Código
C11

				Tolerancia:	Peso:	Material:			
				±1	56,84 g	AISI 304			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dib.	28/04/2022	Sr. Pérez Diego Sr. Quinatoa Santiago			Clavija	1:1
			Rev.	27/07/2022	Ing. Castro Christian				
			Apro.	27/07/2022	Ing. Castro Christian				
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina:	Registro:		
						11/11			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)					

**ANEXO 7. Código de programación de la
cámara de inflamabilidad vertical.**

Se definen las librerías a utilizar	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ #include "max6675.h" ➤ #include <Wire.h> ➤ #include <LiquidCrystal_I2C.h> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ //librería para el módulo MAX6675 ➤ //librería para habilitar el puerto 20 y 21 como SDA Y SCL ➤ //librería para la pantalla con módulo I2C
Asignación de pines en arduino	
<pre>const int automatico = 6; const int manual = 7; const int ledautomatico = 19; const int ledmanual = 18; const byte boton = 5; const int rele = 8;</pre>	
Configuración de los pines utilizados para la comunicación con el max6675	
<pre>#define CONFIG_TCCK_PIN 4 // SPI SCK #define CONFIG_TCCS_PIN 3 // SPI CS #define CONFIG_TCDO_PIN 2 // SPI MISO LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);</pre>	
Variables de estado de botones	
<pre>int estadoautomatico = HIGH; int estadomanual = HIGH; int estadoboton = HIGH; int estadorele = 0; MAX6675thermocouple (CONFIG_TCCK_PIN,CONFIG_TCCS_PIN,CONFIG_TCDO_PIN);</pre>	
<pre>void setup() { pinMode(automatico, INPUT); pinMode(manual, INPUT); pinMode(boton, INPUT);</pre>	

```

// pin de led como salida
pinMode(ledautomatico, OUTPUT);
pinMode(ledmanual, OUTPUT);
pinMode(rele, OUTPUT);
digitalWrite(rele,LOW);

  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print(F("TERMOCUPLA"));
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print(F("CON MAX6675"));
  delay(1000);
}

```

```

void loop() {
  float t = thermocouple.readCelsius();

  if (isnan(t)) {
    return;
  }
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(F("T Inter: "));
  lcd.setCursor(9,0);
  lcd.print("C=");
  lcd.println(t);
  while (estadoautomatico == HIGH){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Modo: ");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("Aut");
    break;
  }
}

```



```

while (estadoautomatico == LOW){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Modo: ");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("Man");
    break;
}

while (estadorele == 1){
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print("Solen: ");
    lcd.setCursor(15,1);
    lcd.print("A");
    break;
}

while (estadorele == 0){
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print("Solen: ");
    lcd.setCursor(15,1);
    lcd.print("D");
    break;
}

delay(1000);

estadoautomatico = digitalRead(automatico);
estadomanual = digitalRead(manual);
estadoboton = digitalRead(boton);
if (estadoautomatico == LOW)
{
    digitalWrite(ledautomatico, LOW);
    digitalWrite(ledmanual, HIGH);
    if(estadoboton == HIGH){

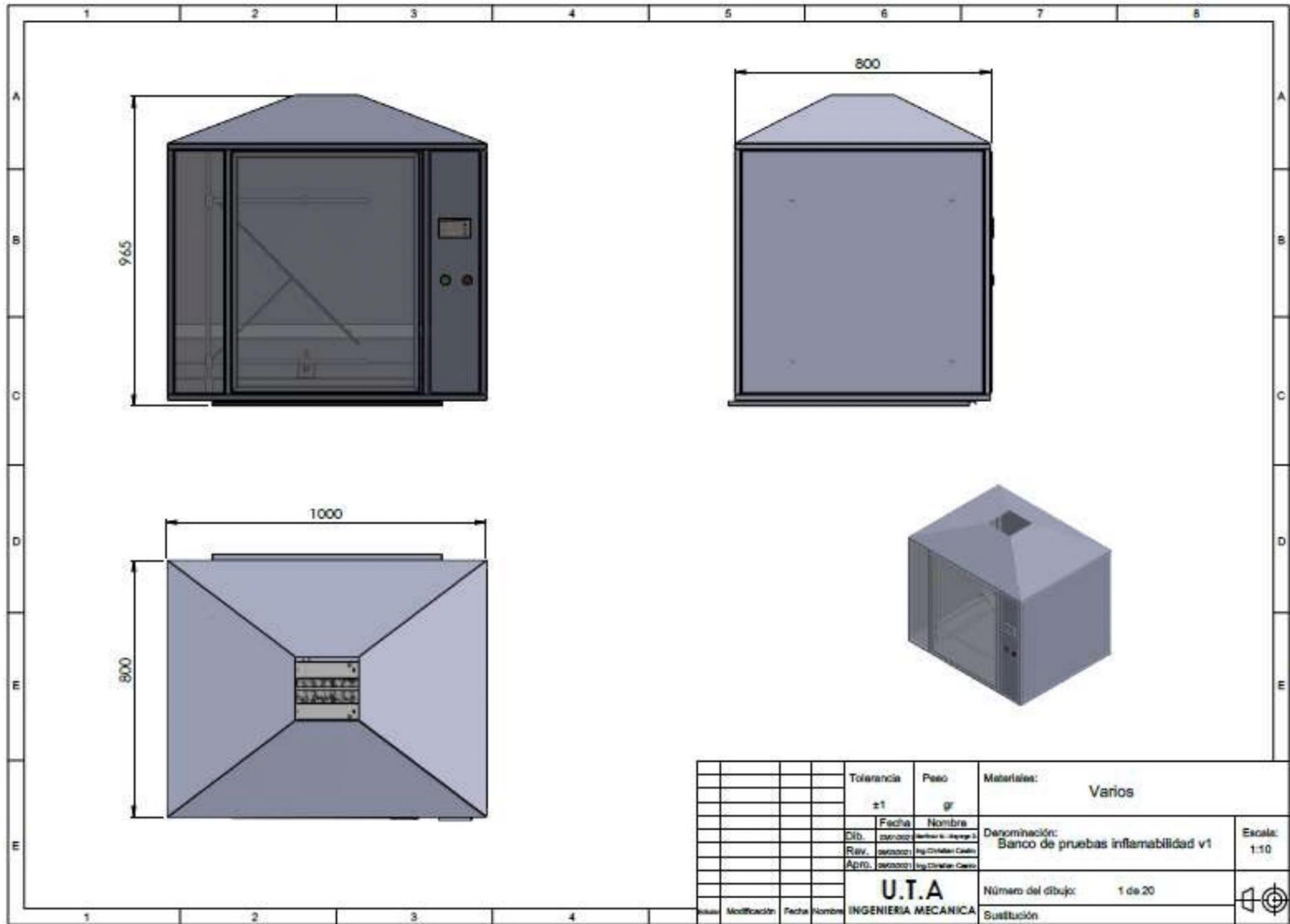
```

```

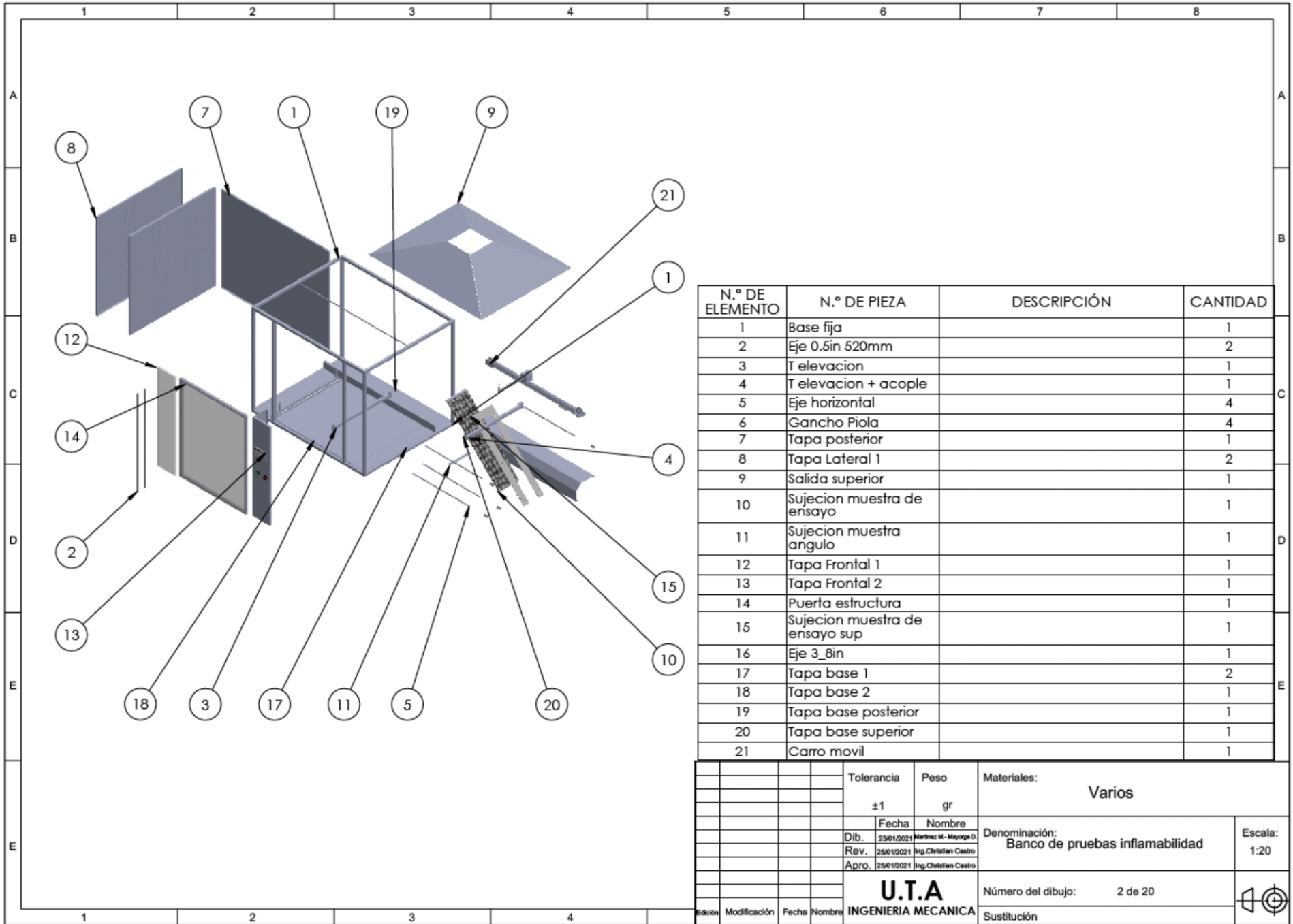
    digitalWrite(rele,HIGH);
    for (float a=11; a>0; a--){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("T restant: ");
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print(a);
    lcd.setCursor(12,1);
    lcd.print(" seg");
    delay(1000);
    }
}
else {digitalWrite(rele,LOW);}
}
if (estadomanual == LOW) {
    digitalWrite(ledautomatico, HIGH);
    digitalWrite(ledmanual, LOW);
    if(estadoboton == HIGH)
    {
        if(estadorele == 0)
        {
            estadorele=1;
            digitalWrite(rele,HIGH);
        }
        else
        {
            estadorele=0;
            digitalWrite(rele,LOW);
        }
    }
}
}
}
}

```

**ANEXO 8. Planos de la cámara de
inflamabilidad de juguetes.**

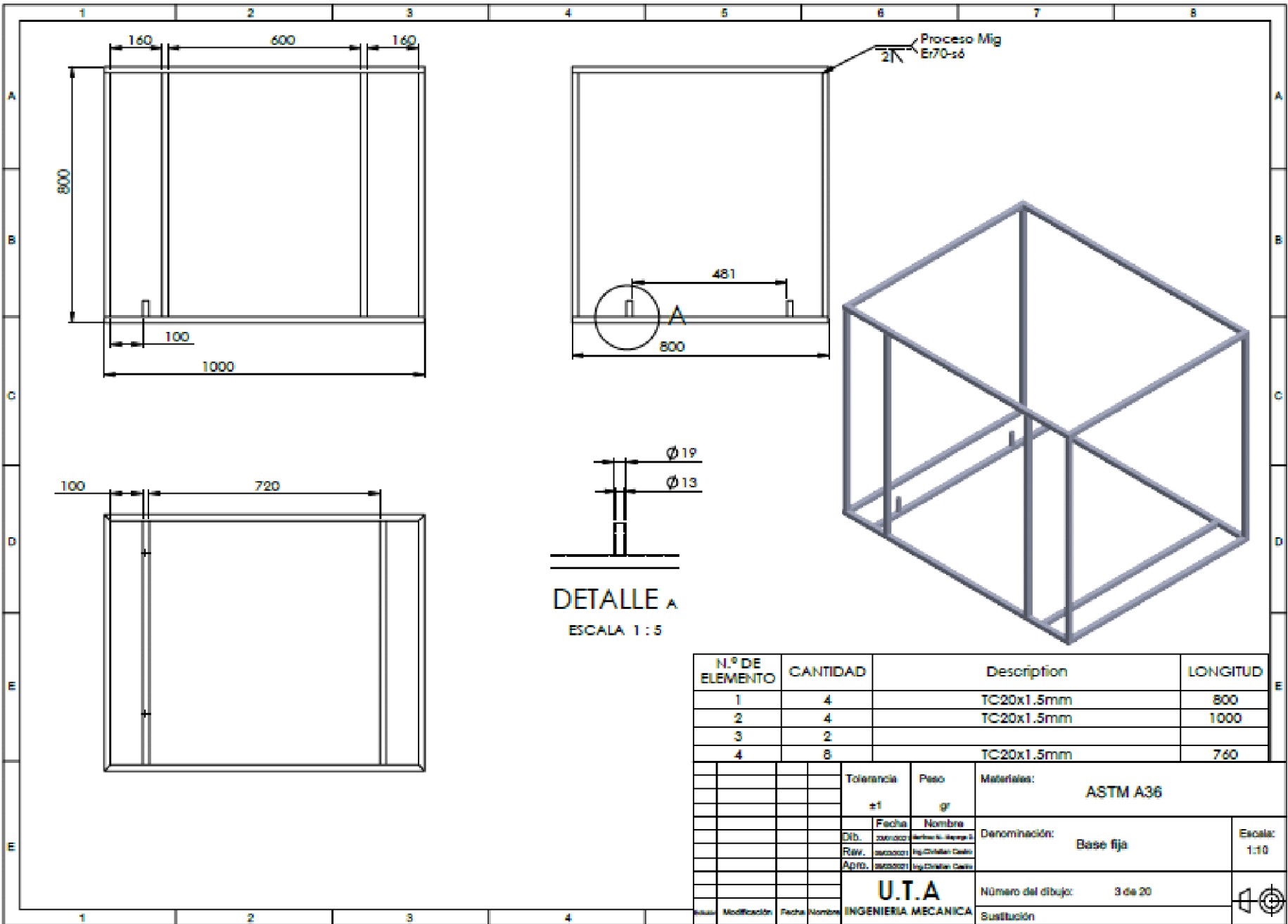


				Tolerancia	Peso	Materiales:	
				±1	g'	Varios	
				Fecha	Nombre	Denominación: Banco de pruebas inflamabilidad v1	Escala: 1:10
				Dib.	Ing. Christian Castro		
				Rev.	Ing. Christian Castro		
				Apr.	Ing. Christian Castro		
				U.T.A		Número del dibujo:	1 de 20
				INGENIERIA MECANICA		Sustitución	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Base fija		1
2	Eje 0.5in 520mm		2
3	T elevacion		1
4	T elevacion + acople		1
5	Eje horizontal		4
6	Gancho Piola		4
7	Tapa posterior		1
8	Tapa Lateral 1		2
9	Salida superior		1
10	Sujecion muestra de ensayo		1
11	Sujecion muestra angulo		1
12	Tapa Frontal 1		1
13	Tapa Frontal 2		1
14	Puerta estructura		1
15	Sujecion muestra de ensayo sup		1
16	Eje 3_8in		1
17	Tapa base 1		2
18	Tapa base 2		1
19	Tapa base posterior		1
20	Tapa base superior		1
21	Carro movil		1

Tolerancia	Peso	Materiales:	
±1	gr	Varios	
Fecha	Nombre	Denominación: Banco de pruebas inflamabilidad	Escala: 1:20
Dib. 23/01/2021	Marino M. - Mayorga D.		
Rev. 25/01/2021	Ing. Christian Castro		
Apro. 25/01/2021	Ing. Christian Castro		
U.T.A		Número del dibujo: 2 de 20	
INGENIERIA MECANICA		Sustitución	



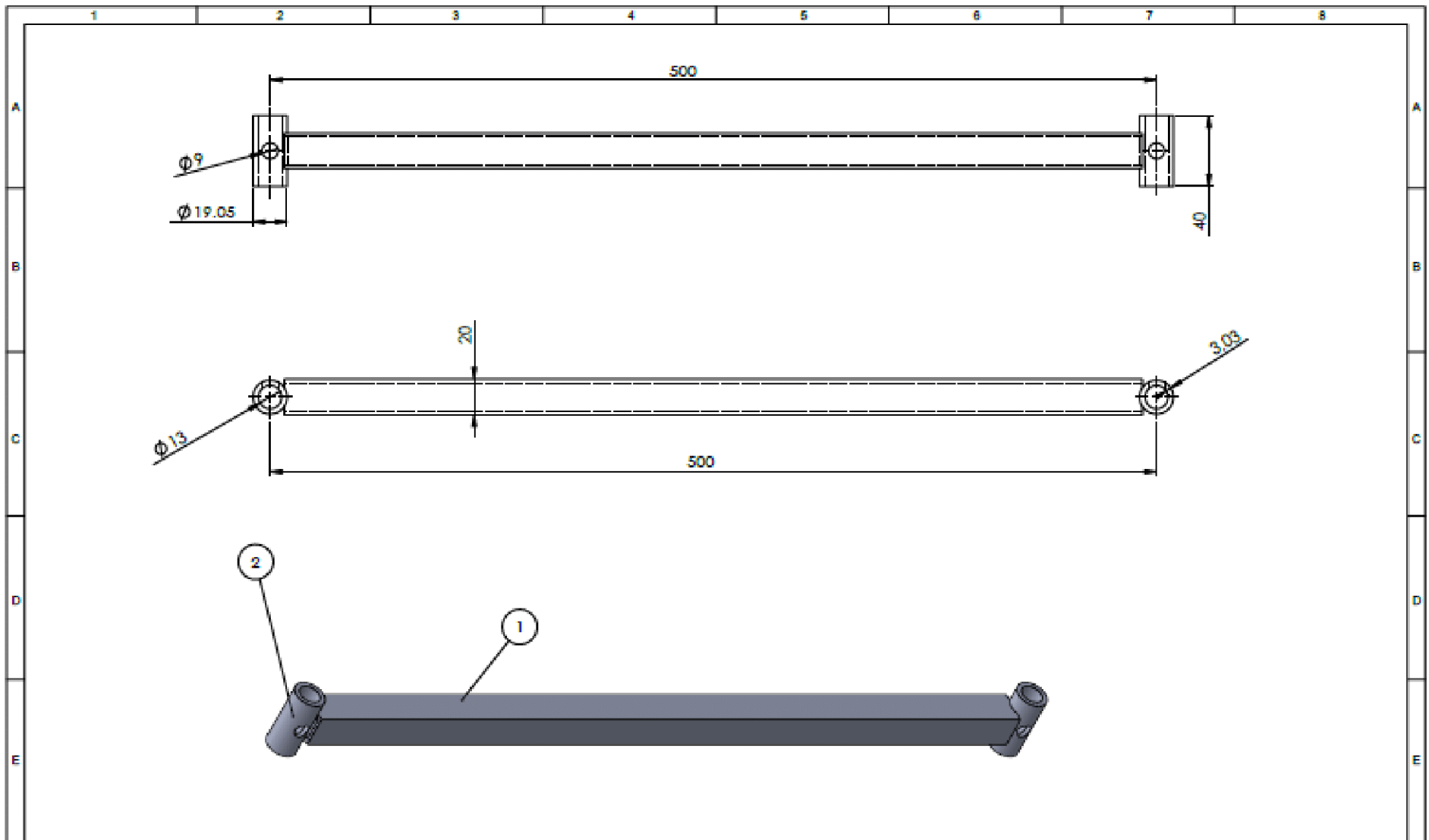
Proceso Mig
Er70-sd

DETALLE A
ESCALA 1 : 5

N.º DE ELEMENTO	CANTIDAD	Description	LONGITUD
1	4	TC20x1.5mm	800
2	4	TC20x1.5mm	1000
3	2		
4	6	TC20x1.5mm	760

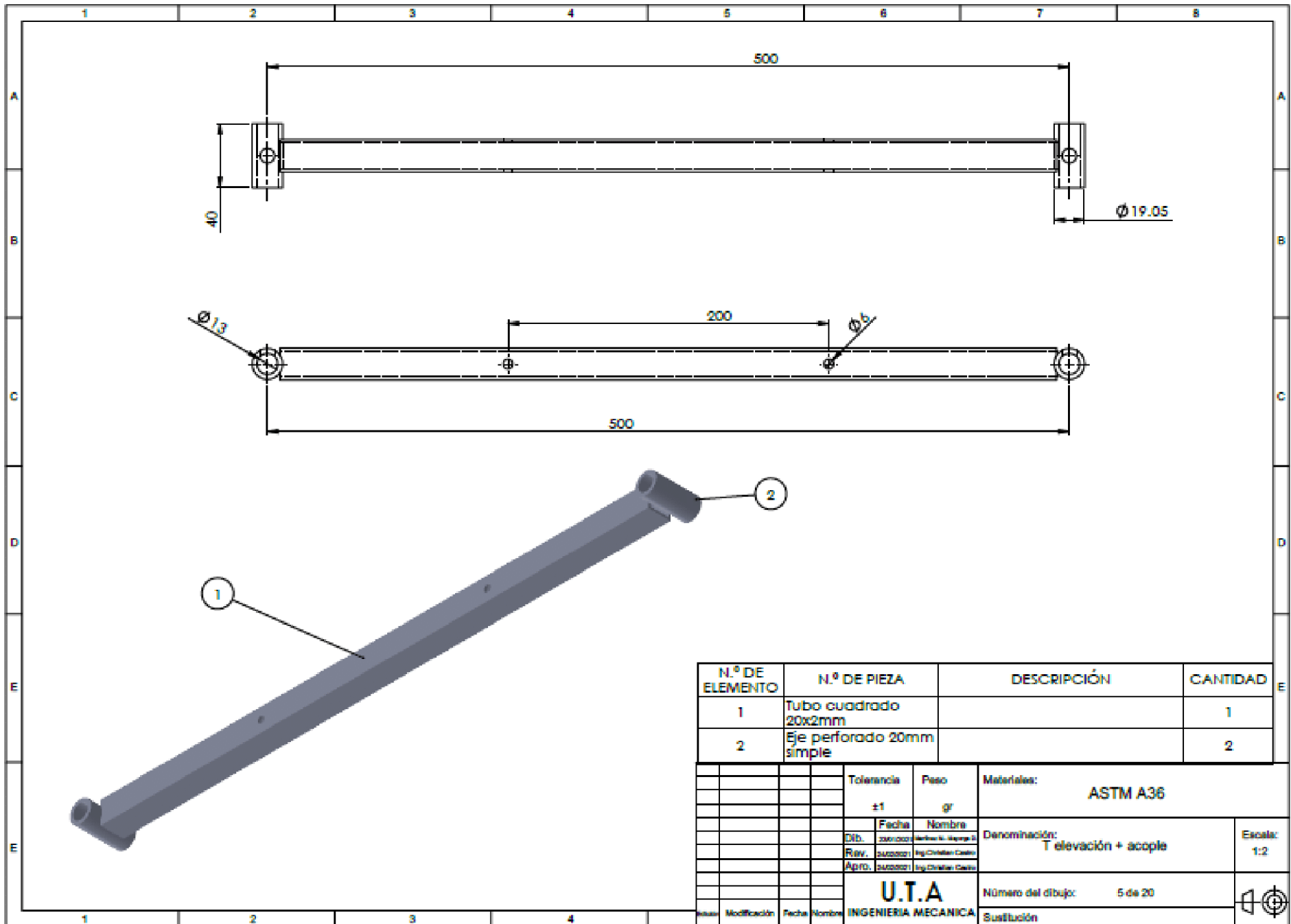
Tolerancia	Peso	Materiales:	ASTM A36
+1	gr		
Fecha	Nombre	Denominación:	Base fija
Dib.	Ing. Cristian Castro		
Rev.	Ing. Cristian Castro		
Aprob.	Ing. Cristian Castro		
U.T.A		Número del dibujo:	3 de 20
INGENIERIA MECANICA		Sustitución	

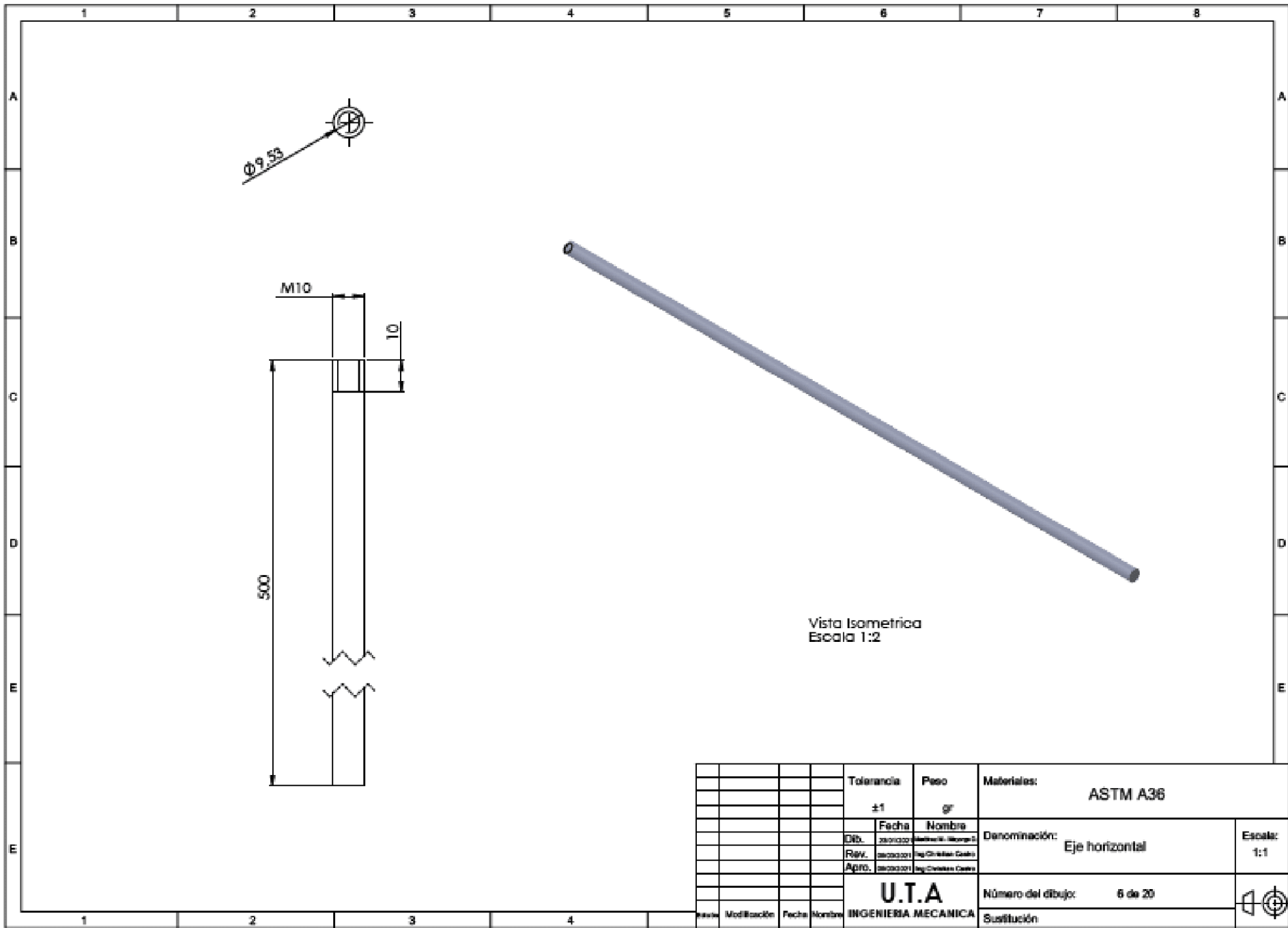




				Tolerancia		Peso		Materiales:	
				±1		g		ASTM A36	
				Fecha		Nombre		Denominación:	
				Dib. 20/03/2020		Ing. Cristian Castro		T elevación	
				Rev. 20/03/2020		Ing. Cristian Castro		Escala:	
				Apr. 20/03/2020		Ing. Cristian Castro		1:2	
								Número del dibujo:	
								4 de 20	
								Sustitución	

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Tubo cuadrado 20x2mm		1
2	Eje de 20mm perforado		2

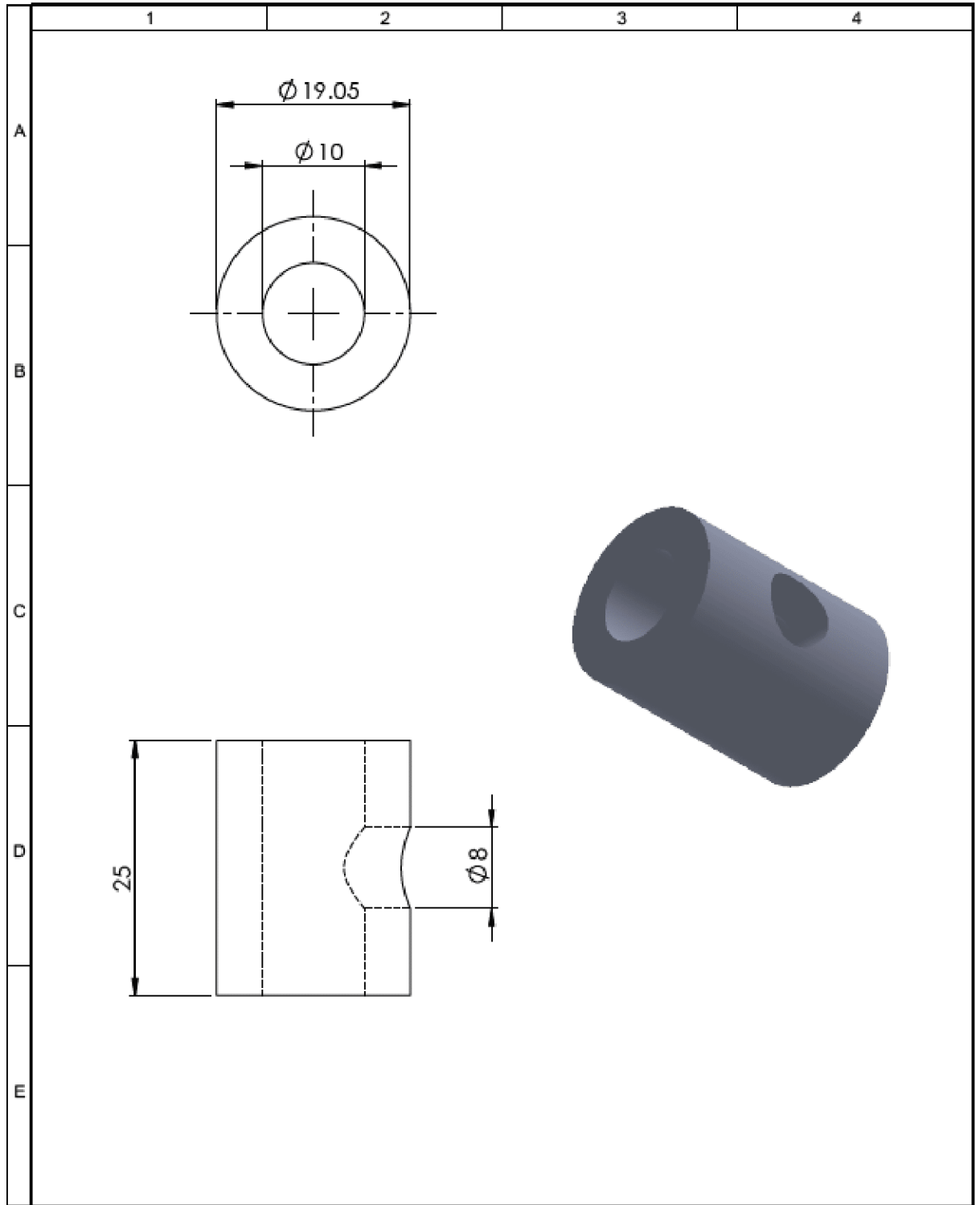




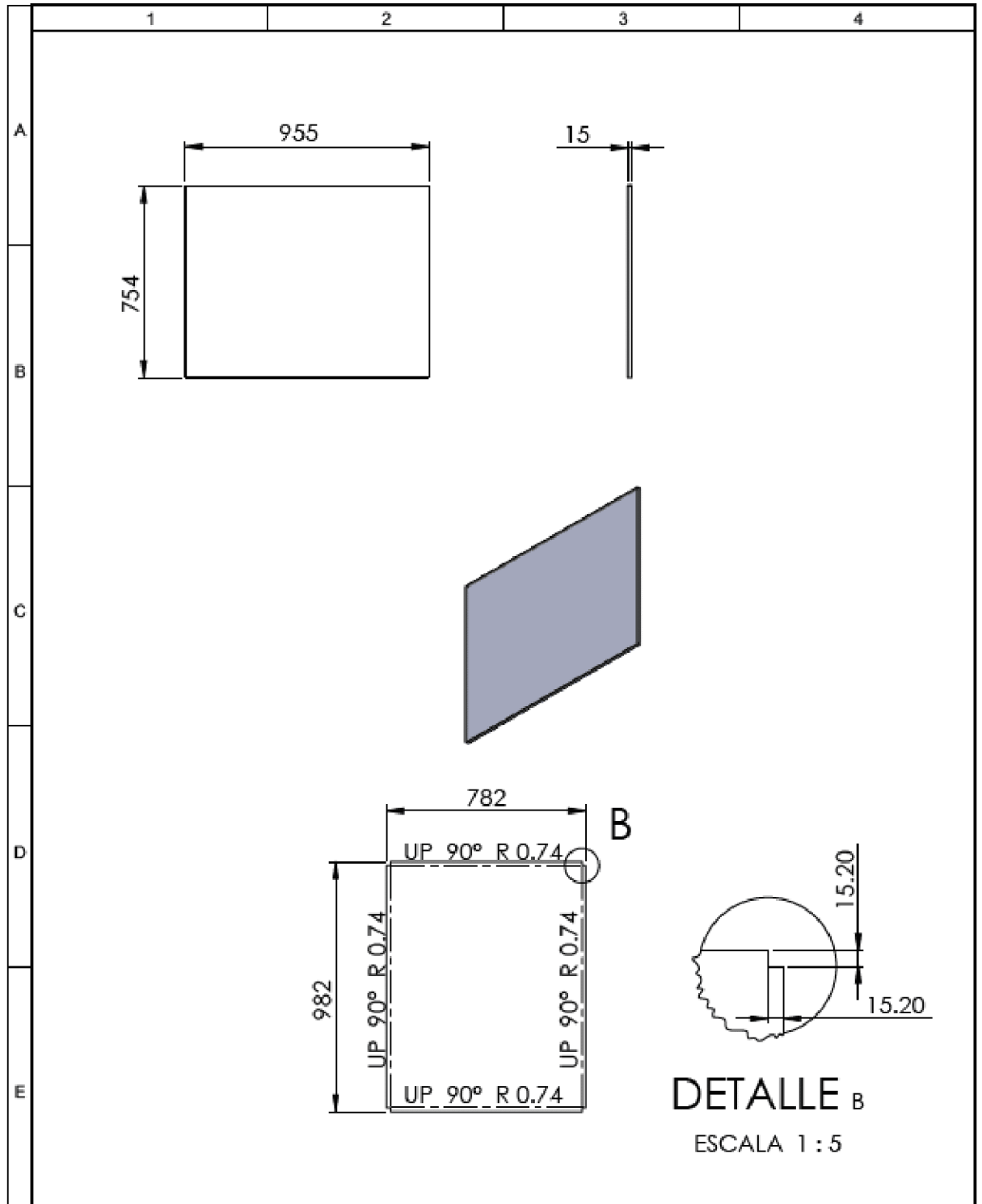
Vista Isometrica
Escala 1:2

				Tolerancia	Peso	Materiales:		ASTM A36
				±1	gr			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Eje horizontal
				DB.	28/01/2020	Ing. Christian Castro		
				REV.	28/02/2021	Ing. Christian Castro		
				APRO.	28/02/2021	Ing. Christian Castro		Escala: 1:1
						Número del dibujo:		6 de 20
						Sustitución		
						<p style="text-align: center;">U.T.A</p> <p style="text-align: center;">INGENIERIA MECANICA</p>		

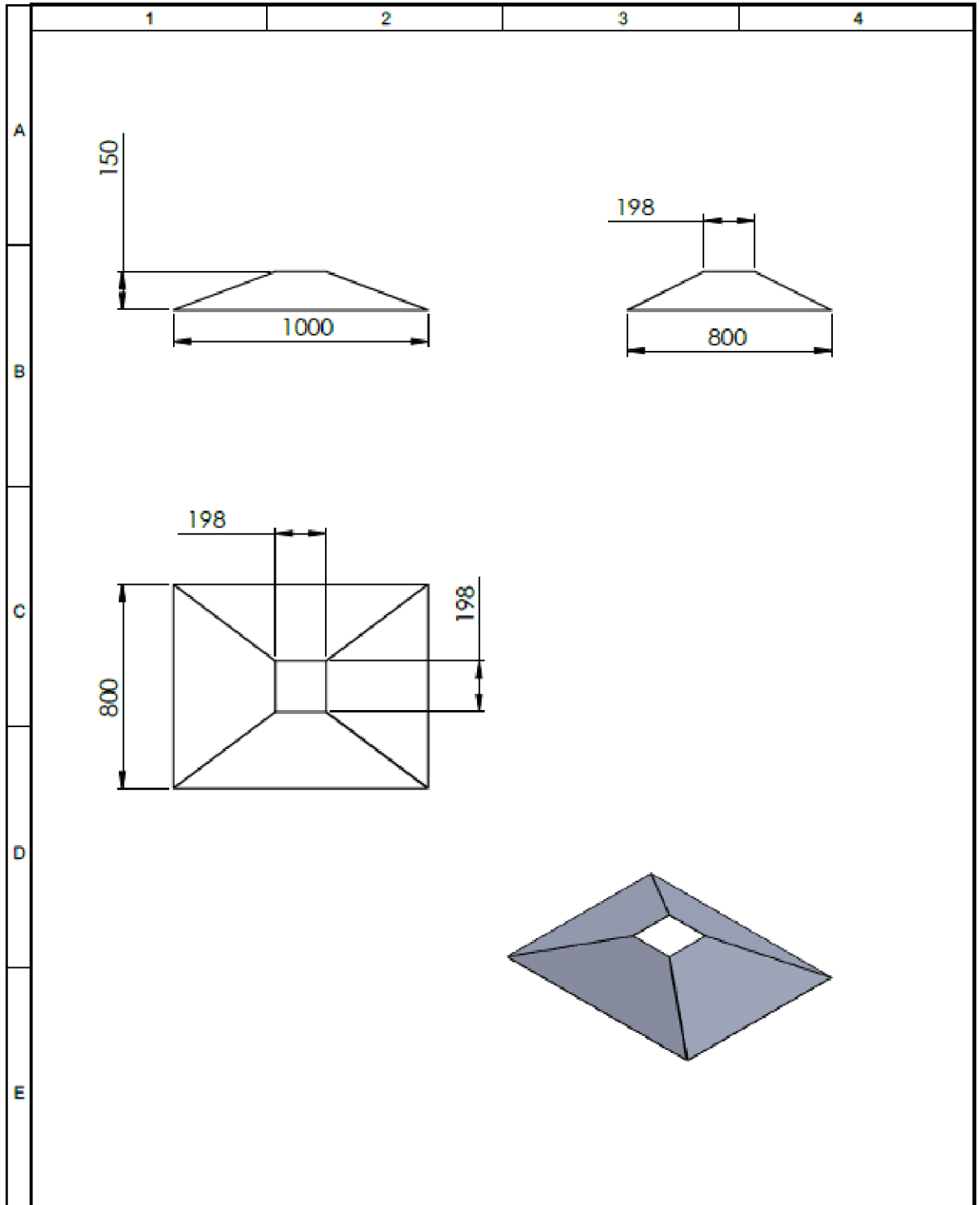




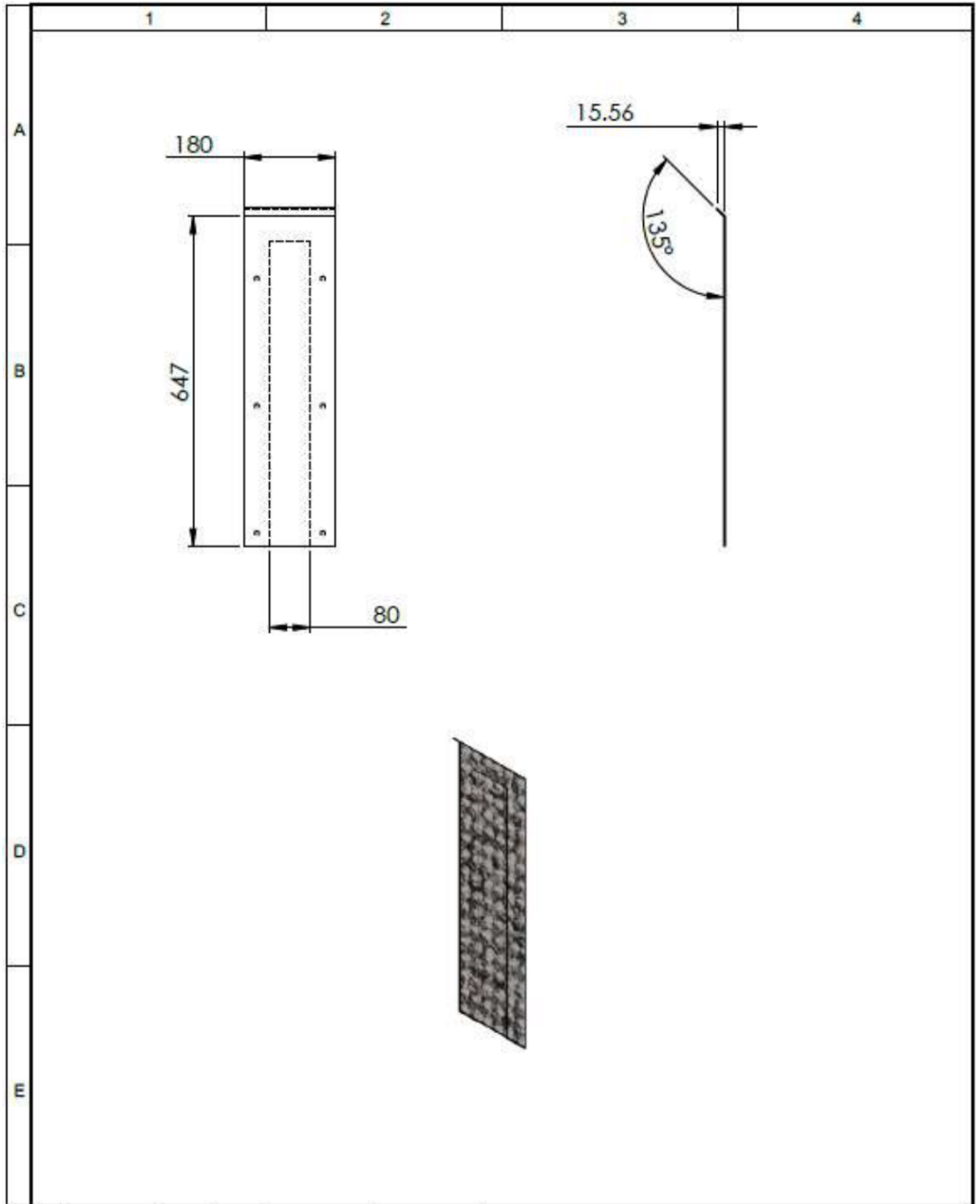
				Tolerancia	Peso	Material:	
				± 1	gr	ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Título:
				Dibujó:	23/01/2021	Martinez R-Meyorge D.	
				Revisó:	25/01/2021	Ing. Christian Castro	
				Aprobó:	25/01/2021	Ing. Christian Castro	Escala: 2:1
				U.T.A INGENIERIA MECANICA			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha				Registro:
							Sustitución



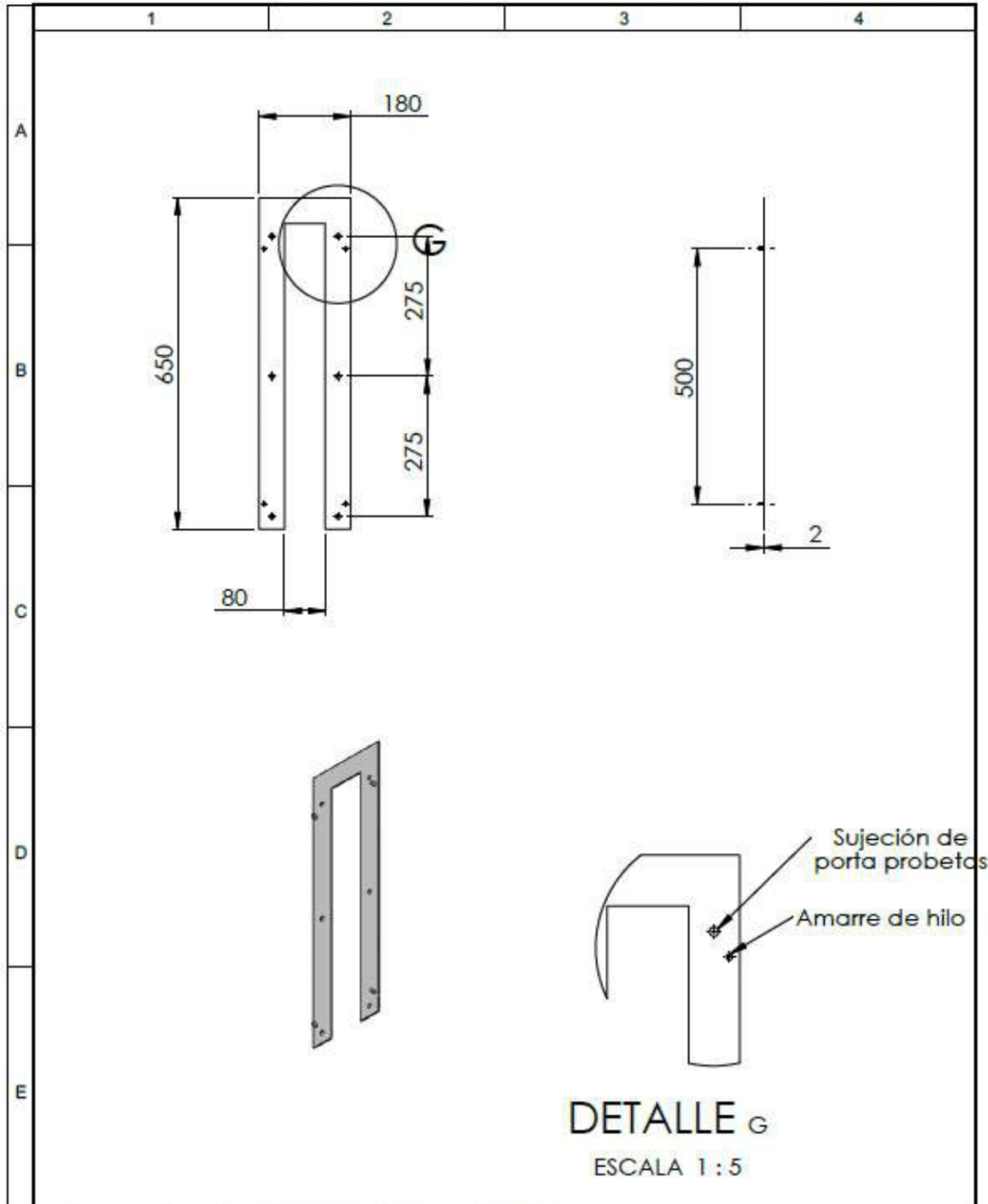
				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 23/01/2021	Martín R. Mejía D.	Tapa posterior	
				Revisó: 02/03/2021	Ing. Christian Castro	Escala:	
				Aprobó: 02/03/2021	Ing. Christian Castro	1:20	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	Registro:
						8 de 20	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución			



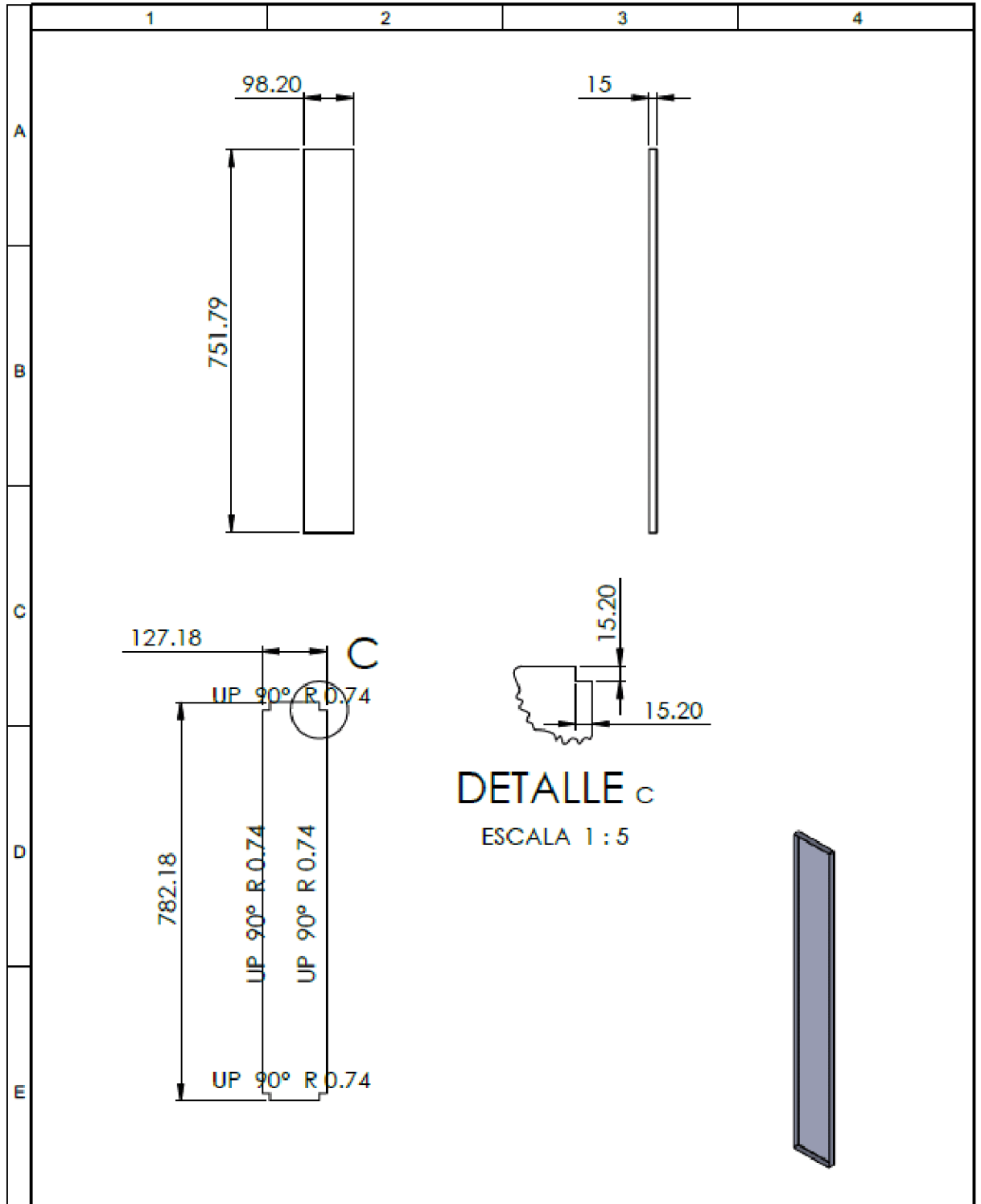
					Tolerancia	Peso	Material:			
					±1	gr	ASTM A36			
						Fecha	Nombre	Título:		Escala:
						Dibujó: 23/01/2021	Martínez R. Mayorga D.	Salida superior		1:20
						Revisó: 09/03/2021	Ing. Christian Castro	Número de lámina:		Registro:
						Aprobó: 09/03/2021	Ing. Christian Castro			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	U.T.A			Sustitución			
				INGENIERIA MECANICA						



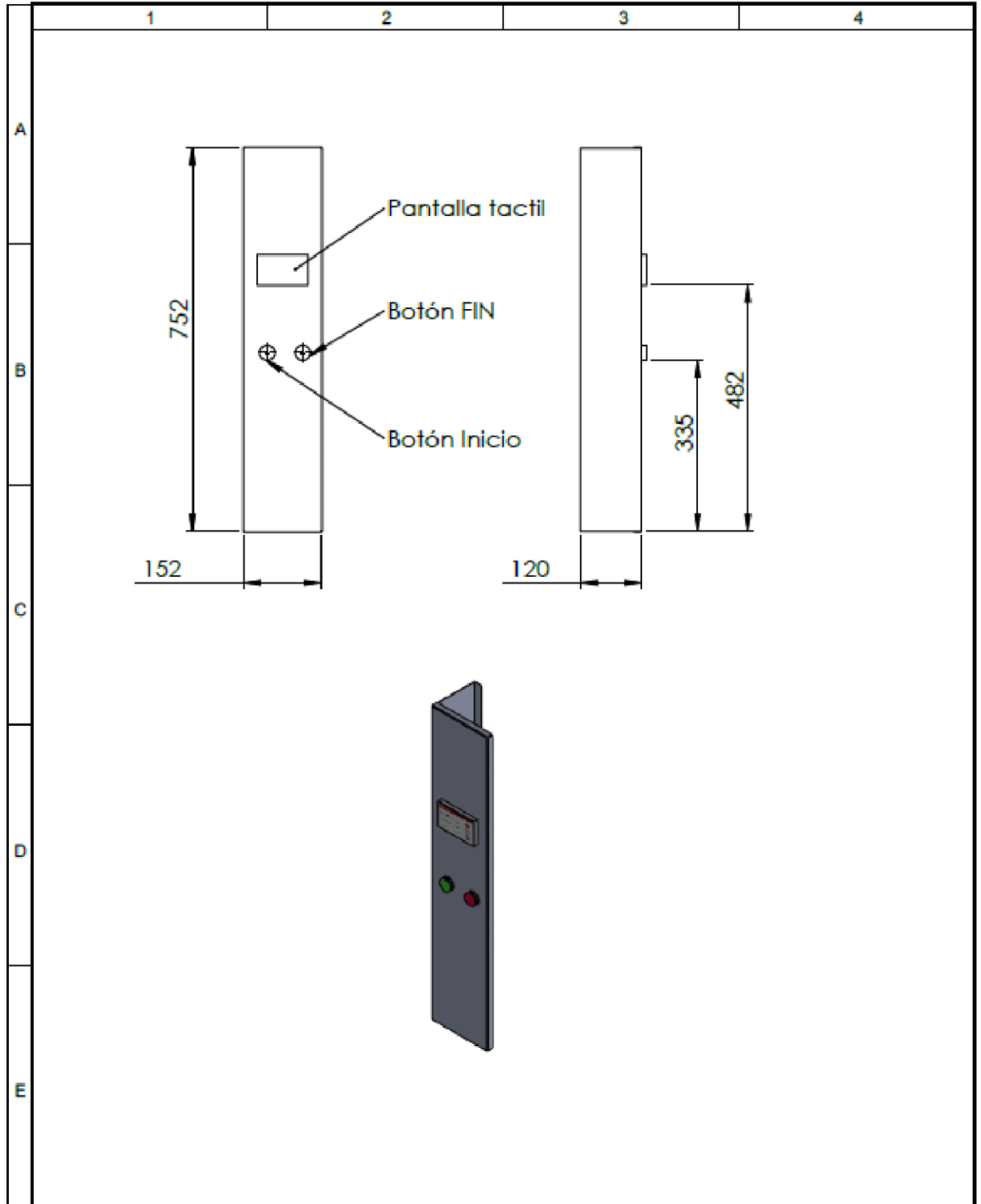
				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Titulo: Sujeción muestra de ensayo	Escala: 1:10
				Dibujó: 23/01/2021	Martínez R.-Mayorga D.		
				Revisó: 09/03/2021	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 09/03/2021	Ing. Christian Castro	Número de lámina: 10 de 20	Registro:
Evidé	Modificación	Nombre	Fecha	U.T.A INGENIERIA MECANICA			



				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Titulo:	
				Dibujó: 23/01/2021	Martinez R.-Mayorga D.	Sujecion muestra de ensayo sup	
				Revisó: 24/02/2021	Ing. Christian Castro	Escala: 1:10	
				Aprobó: 24/02/2021	Ing. Christian Castro	Registro:	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	11 de 20
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	

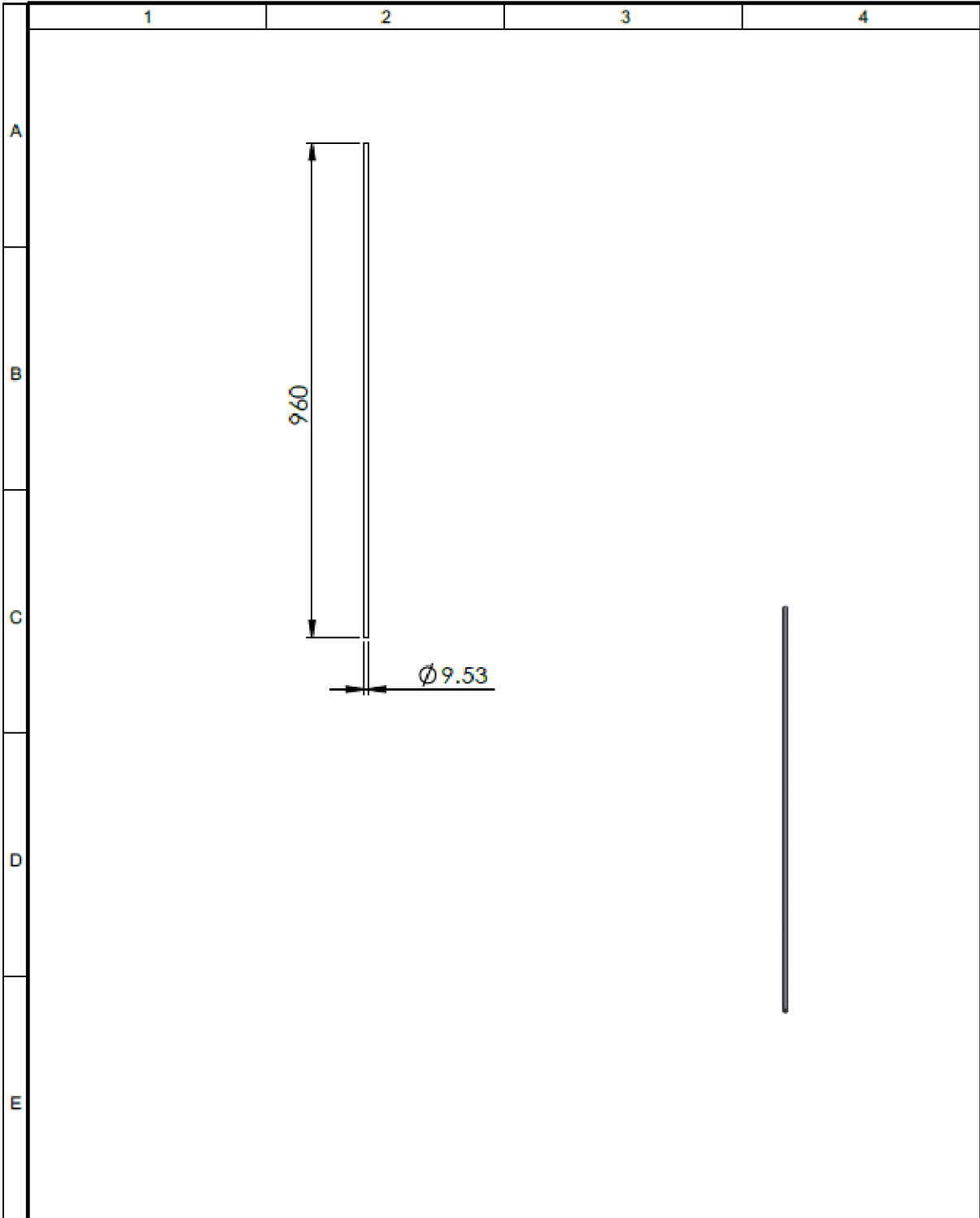


				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	gr	ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Título:
					Dibujó: 23/01/2021	Martínez R.-Meyorge D.	
					Revisó: 25/01/2021	Ing. Christian Castro	
					Aprobó: 25/01/2021	Ing. Christian Castro	Escala: 1:10
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			12 de 20	
				Sustitución			

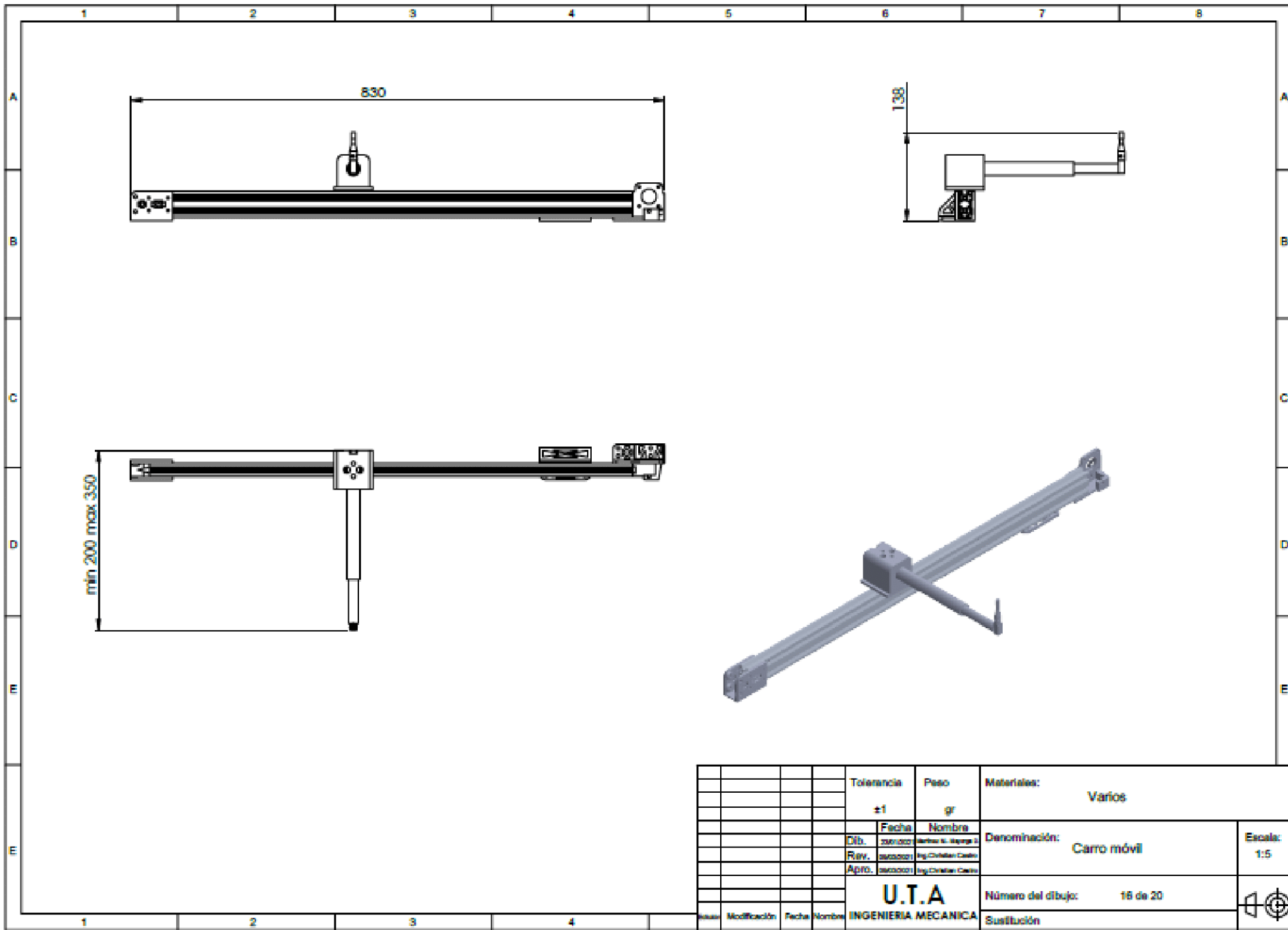


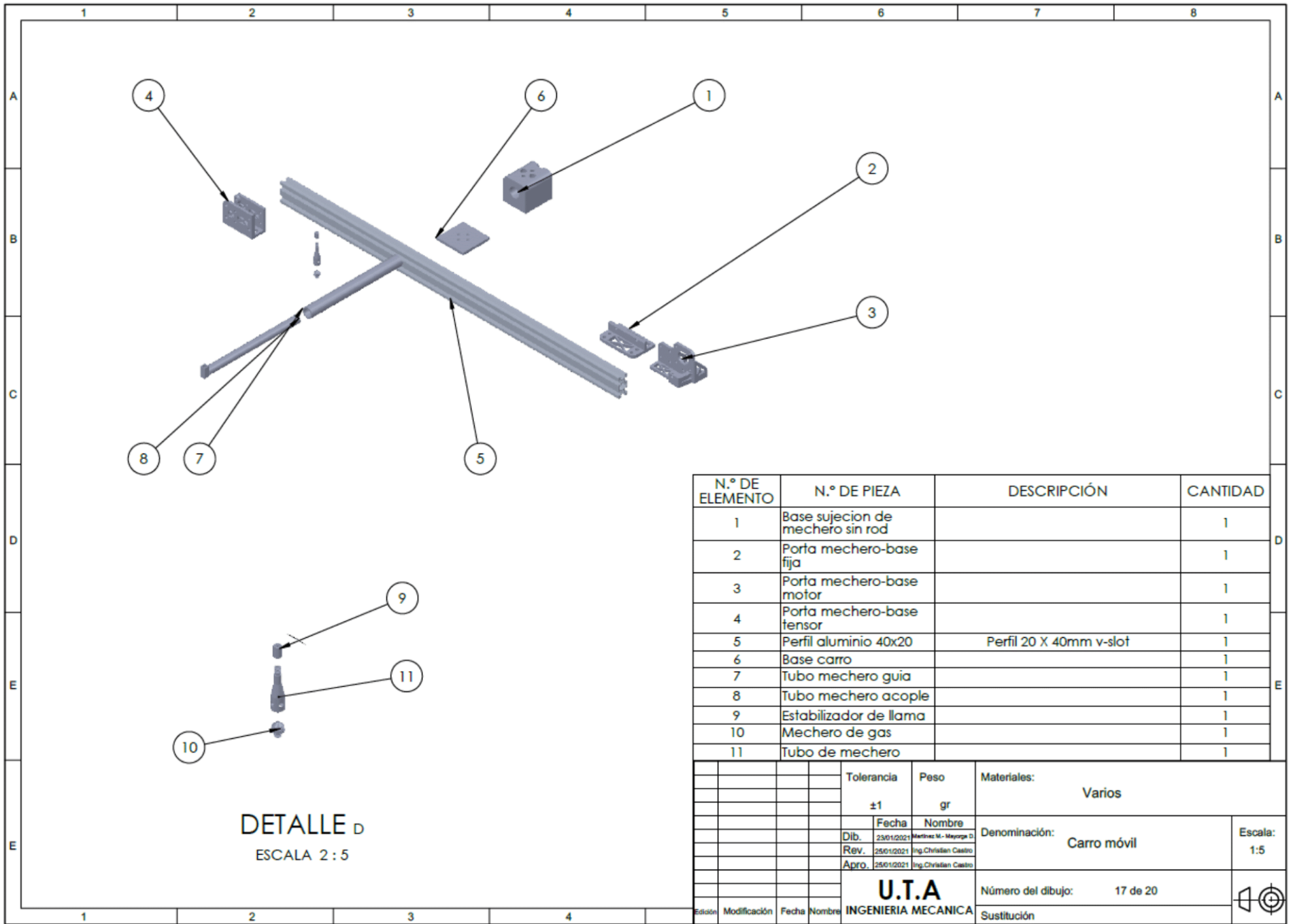
				Tolerancia	Peso	Material:			
				±1	gr	ASTM A36			
				Fecha	Nombre	Titulo:	Escala:		
				Dibujó: 23/01/2021	Martinez R-Mayorga D.			Tapa frontal	1:10
				Revisó: 09/03/2021	Ing. Christian Castro				
				Aprobó: 09/03/2021	Ing. Christian Castro	Número de lámina:	Registro:		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		13 de 20			
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución			

				1	2	3	4												
A																			
												B							
																C			
E																			
N.º DE ELEMENTO		CANTIDAD		Description		LONGITUD													
1		2		TC20x1.5mm		750													
2		2		TC20x1.5mm		590													
3		1																	
				Tolerancia		Peso		Material:											
				±1		gr		ASTM A36											
				Fecha		Nombre		Titulo:											
				Dibujó: 23/01/2021		Martinez R.-Meyorge D.		Puerta estructura											
				Revisó: 25/01/2021		Ing. Christian Castro		Escala: 1:10											
				Aprobó: 25/01/2021		Ing. Christian Castro		Registro:											
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina: 14 de 20													
Edición		Modificación				Sustitución													



				Tolerancia	Peso	Material:	
				± 1	gr	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 23/01/2021	Martinez R.-Meyorge D.	EJE 3/8 in	
				Revisó: 25/01/2021	Ing. Christian Castro	Escala:	
				Aprobó: 25/01/2021	Ing. Christian Castro	1:10	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	Registro:
						15 de 20	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	Sustitución			

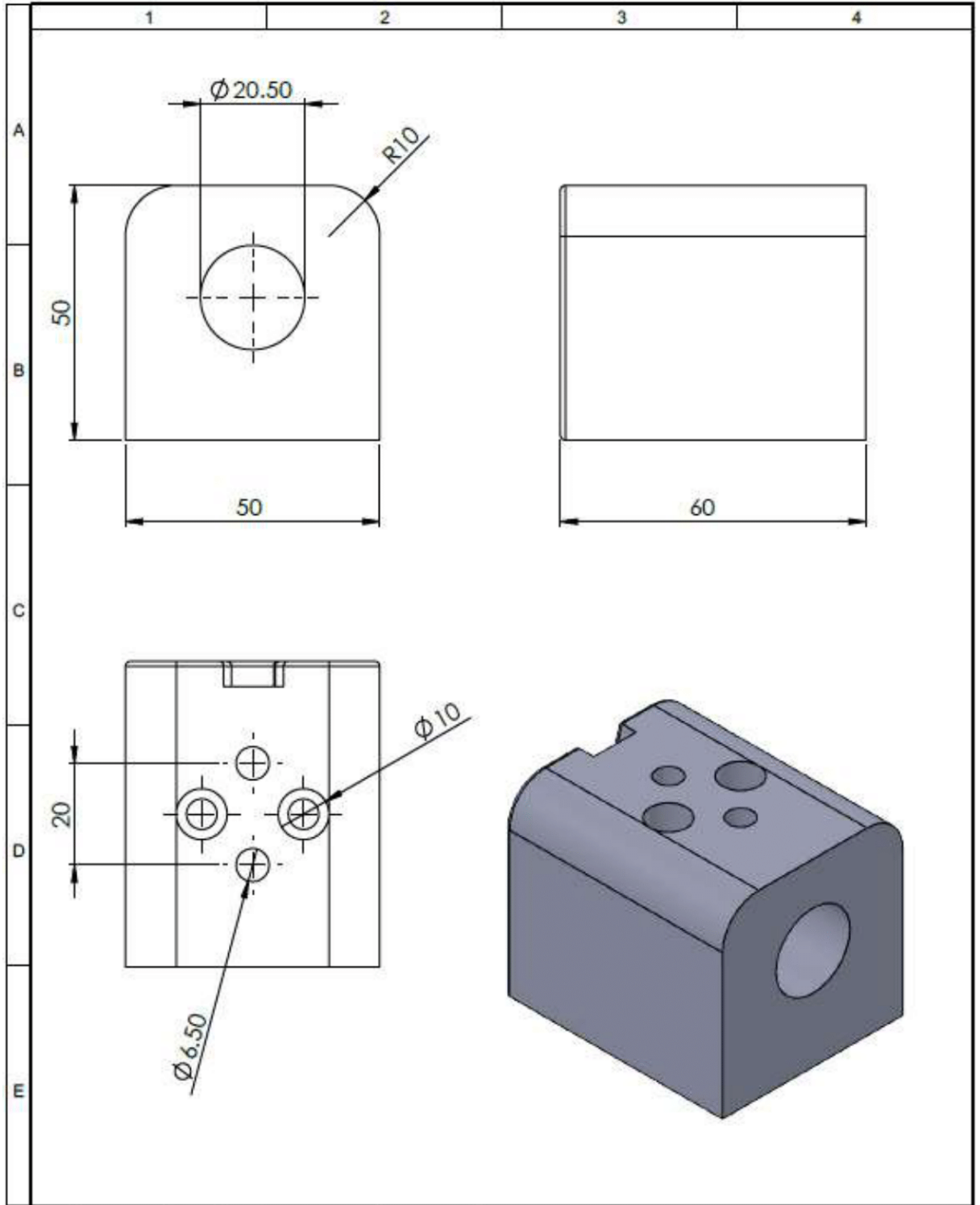




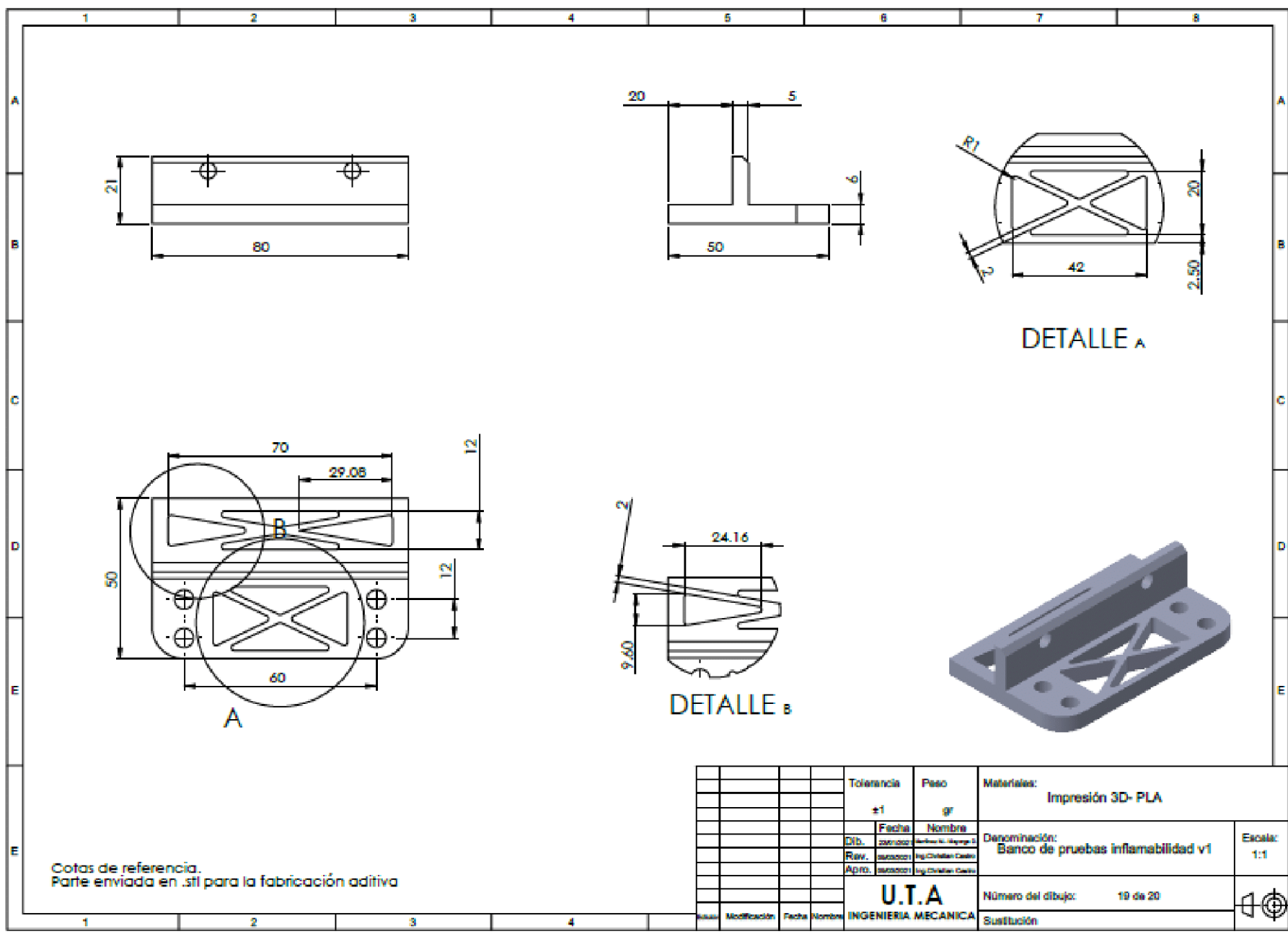
DETALLE D
ESCALA 2 : 5

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Base sujecion de mechero sin rod		1
2	Porta mechero-base fija		1
3	Porta mechero-base motor		1
4	Porta mechero-base tensor		1
5	Perfil aluminio 40x20	Perfil 20 X 40mm v-slot	1
6	Base carro		1
7	Tubo mechero guia		1
8	Tubo mechero acople		1
9	Estabilizador de llama		1
10	Mechero de gas		1
11	Tubo de mechero		1

Tolerancia	Peso	Materiales:	Varios
±1	gr		
Fecha	Nombre	Denominación:	Carro móvil
Dib. 23/01/2021	Martinez M.- Mayorga D.		
Rev. 25/01/2021	Ing. Christian Castro		Escala: 1:5
Apro. 25/01/2021	Ing. Christian Castro		
U.T.A		Número del dibujo: 17 de 20	
INGENIERIA MECANICA		Sustitución	

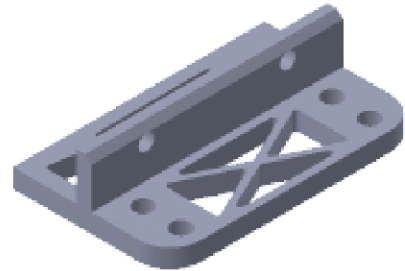


				Tolerancia	Peso	Material:	
				± 1	gr	Impresión 3D - PLA	
					Fecha	Nombre	Título:
					Dibujó: 23/01/2021	Mathez R-Meyorge D.	Base sujeción de mechero
					Revisó: 25/01/2021	Ing. Christian Castro	
					Aprobó: 25/01/2021	Ing. Christian Castro	
				U.T.A		Número de lámina:	Registro:
							18 de 20
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	INGENIERIA MECANICA		Sustitución	



DETALLE A

DETALLE B



Cotas de referencia.
Parte enviada en .stl para la fabricación aditiva

				Tolerancia	Peso	Materiales:		
				±1	g'	Impresión 3D- PLA		
				Fecha	Nombre	Denominación: Banco de pruebas inflamabilidad v1	Escala: 1:1	
				Dib.	autor			Ing Christian Castro
				Rev.	autor			Ing Christian Castro
				Apro.	autor	Ing Christian Castro		
						Número del dibujo:	19 de 20	
						Sustitución		
						U.T.A		
						INGENIERIA MECANICA		



**ANEXO 9. Código de programación de la
cámara de inflamabilidad de juguetes.**

```

/*****LIBRERIAS*****/
#include "DHT.h"

#define DHTPIN 3
#define DHTTYPE DHT21

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

/*****PINES*****/
const int Sw_der_Pin = 25;
const int Sw_iz_Pin = 23;

const int stepPin = 6;
const int dirPin = 5;
const int enPin = 7;

const int relePin = 2;

int inicio_pin = 21;
int paro_pin = 20;
/*****VARIABLES*****/
int Sw_der;
int Sw_iz;

int paso=10;

```

```

int paso=10;
int velocidad=800;

int aux=0;
int aux1=0;
int aux2=0;
int aux3=0;
int aux4=0;
int aux5=0;

int tiempo = 1000;
int temp_set = 25;
int t2;

int inicio;
int paro;
int v=100;
/*****SETUP*****/
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial3.begin(9600);

  dht.begin();

  pinMode(Sw_der_Pin, INPUT);


---


  dht.begin();

  pinMode(Sw_der_Pin, INPUT);
  pinMode(Sw_iz_Pin, INPUT);

  attachInterrupt( 5, ind_inicio, FALLING); //INT5 PIN 18
  attachInterrupt( 4, ind_fin, FALLING); //INT4 PIN 19
  //attachInterrupt( 3, boton_paro, CHANGE); //INT3 PIN 20 PARO
  //attachInterrupt( 2, boton_inicio, RISING); //INT2 PIN 21 INICIO

  pinMode(stepPin,OUTPUT);
  pinMode(dirPin,OUTPUT);
  pinMode(enPin,OUTPUT);

  pinMode(relePin,OUTPUT);
  digitalWrite(relePin,LOW);

  digitalWrite(enPin,LOW);

  pinMode(53,OUTPUT);

  pinMode(inicio_pin, INPUT);
  pinMode(paro_pin, INPUT);
}

```

```

/*****LOOP*****/
void loop() {

    inicio= digitalRead(inicio_pin);

    Serial.print("inicio");Serial.print(inicio);
    Serial.print("      paro");Serial.println(paro);

    if (inicio==HIGH){
        Serial.println("Secuencia");
        digitalWrite(enPin,LOW);
        aux5=1;
        secuencia();
    }

    /****CONTROL DE TEMPERATURA*****/
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    //delay(250);

    if(t < temp_set){
        digitalWrite(relePin, HIGH);
        digitalWrite(53, HIGH);

        /**** ACTUALIZAR VALORES PANTALLA*****/
        String temp = "temperatura.txt=\"\" + String(t)+"\"";

        Serial3.print(temp);
        Serial3.write(0xff);
        Serial3.write(0xff);
        Serial3.write(0xff);

        String hum = "humedad.txt=\"\" + String(h)+"\"";

        Serial3.print(hum);
        Serial3.write(0xff);
        Serial3.write(0xff);
        Serial3.write(0xff);

        String temp_set_send = "temp.val=" + String(temp_set);

        Serial3.print(temp_set_send);
        Serial3.write(0xff);
        Serial3.write(0xff);
        Serial3.write(0xff);

        String tiempo send = "tiempo.val=" + String(t2);

```

```

Serial3.print(tiempo_send);
Serial3.write(0xff);
Serial3.write(0xff);
Serial3.write(0xff);

String paso_send = "paso.val=" + String(paso);

Serial3.print(paso_send);
Serial3.write(0xff);
Serial3.write(0xff);
Serial3.write(0xff);

String velocidad_send = "velocidad.val=" + String(v);

Serial3.print(velocidad_send);
Serial3.write(0xff);
Serial3.write(0xff);
Serial3.write(0xff);

if(Serial3.available()>0)
{
String dato = Serial3.readString();
//char dato= char(Received[0]);
- . . . . .

/****CONTROL MANUAL DE MOTOR*****/
if(dato.indexOf("r") >= 0){
Serial.println("Paso_derecha");
digitalWrite(dirPin,HIGH);
aux3=1;
paso_der();
}

if(dato.indexOf("l") >= 0){
Serial.println("Paso_izquierda");
digitalWrite(dirPin,LOW);
aux4=1;
paso_iz();
}

/****POSICION HOME*****/
if(dato.indexOf("h") >= 0){
Serial.println("Home");
aux1=1;
motor_der();
}

```

```

/****SET PASO*****/
if(dato.indexOf("m") >= 0){
    paso=paso+10;
    Serial.println(paso);
    /*if(paso > 200){
        paso = 200;
    }*/
    String paso_send = "paso.val=" + String(paso);

    Serial3.print(paso_send);
    Serial3.write(0xff);
    Serial3.write(0xff);
    Serial3.write(0xff);
}

if(dato.indexOf("n") >= 0){
    paso=paso-10;
    Serial.println(paso);
    if(paso < 10){
        paso = 10;
    }

    String paso_send = "paso.val=" + String(paso);

    /****SET VELOCIDAD*****/
if(dato.indexOf("v") >= 0){
    velocidad=velocidad+100;
    v=v-10;
    Serial.println(velocidad);
    Serial.println(v);

    if(velocidad > 1700){
        velocidad = 1700;
        v=10;
    }

    String velocidad_send = "velocidad.val=" + String(v);

    Serial3.print(velocidad_send);
    Serial3.write(0xff);
    Serial3.write(0xff);
    Serial3.write(0xff);
}

if(dato.indexOf("v") >= 0){
    velocidad=velocidad-100;
    v=v+10;

```

```

/****SET TIEMPO****/
if(dato.indexOf("+") >= 0){
    tiempo=tiempo+1000;
    Serial.println(tiempo);
    t2=tiempo/1000;
    Serial.println(t2);
    String tiempo_send = "tiempo.val=" + String(t2);

    Serial3.print(tiempo_send);
    Serial3.write(0xff);
    Serial3.write(0xff);
    Serial3.write(0xff);
}

if(dato.indexOf("-") >= 0){
    tiempo=tiempo-1000;
    if(tiempo < 0){
        tiempo = 0;
    }
    Serial.println(tiempo);
    t2=tiempo/1000;
    Serial.println(t2);
    String tiempo_send = "tiempo.val=" + String(t2);

/****BOTON INICIO****/
if(dato.indexOf("i") >= 0){
    Serial.println("Secuencia");
    digitalWrite(enPin,LOW);
    aux5=1;
    secuencia();
}
}

void motorStep( int MAX){

    for(int x = 0; x < MAX; x++){
        digitalWrite(stepPin,HIGH);
        delayMicroseconds(velocidad);
        digitalWrite(stepPin,LOW);
        delayMicroseconds(velocidad);
    }
}

void secuencia(){
    Serial.println(tiempo);
    while(aux5==1){
        aux2=1;

```

```

void motor_iz(){
  while(aux2==1){
    Sw_iz = digitalRead(Sw_iz_Pin);
    if( Sw_iz == HIGH ){
      paro= digitalRead(paro_pin);
      digitalWrite(dirPin,LOW);
      motorStep(1);
      if (paro==LOW){
        boton_paro();
      }
    }
    else{
      motorStep(0);
      aux2=0;
      aux1=1;
    }
  }
}

void motor_der(){
  while(aux1==1){

    Sw_der = digitalRead(Sw_der_Pin);
    if( Sw_der == HIGH ){
      paro= digitalRead(paro_pin);
      digitalWrite(dirPin,HIGH);
      motorStep(1);
      if (paro==LOW){
        boton_paro();
      }
    }
    else{
      motorStep(0);
      aux1=0;
      aux5=0;
    }
  }
}

```

```

void paso_der(){
  while(aux3 == 1){

    Serial.println(">>>");
    for(int i=0; i <= paso ;i++){
      if(i >= paso){
        aux3=0;
        Serial.println("aux3=0");
        delay(500);
      }
      digitalWrite(stepPin,HIGH);
      delayMicroseconds(800);
      digitalWrite(stepPin,LOW);
      delayMicroseconds(800);
    }
  }
}

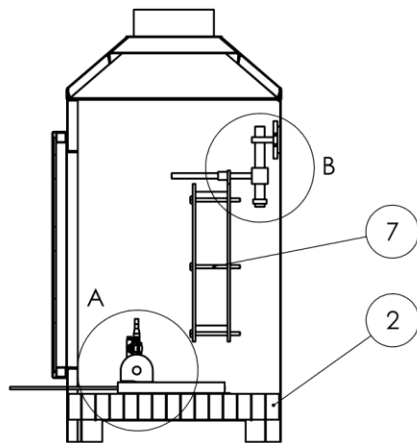
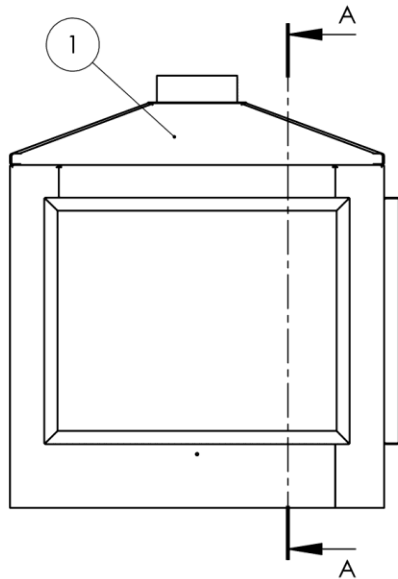
void ind_fin(){
  aux=0;
  String auxiliar = "aux.txt=\"" + String(aux)+"\"";

  Serial3.print(auxiliar);
  Serial3.write(0xff);
  Serial3.write(0xff);
  Serial3.write(0xff);
}

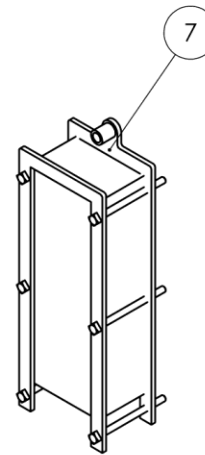
void boton_inicio(){
  Serial.println("INICIO");
  digitalWrite(enPin,LOW);
  aux5=1;
  Serial.println(tiempo);
  while(aux5==1){
    aux2=1;
    motor_iz();
    delay(tiempo);
    motor_der();
  }
}

```

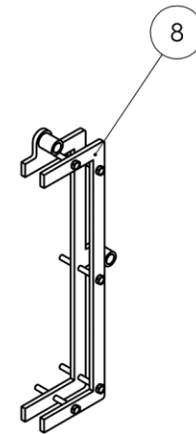
**ANEXO 10. Planos de construcción de la
cámara de inflamabilidad de materiales de
construcción.**



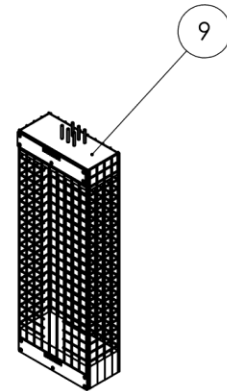
SECCIÓN A-A



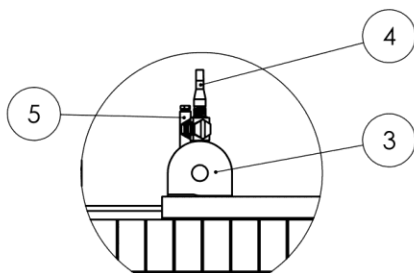
PORTA MUESTRAS
MATERIALES PLANOS
ESCALA 1 : 5



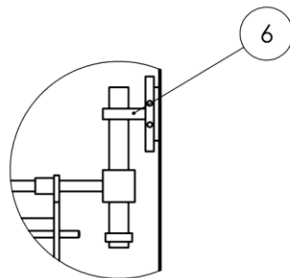
PORTA MUESTRAS
MATERIALES MULTICAPA
ESCALA 1 : 5



PORTA MUESTRAS
MATERIALES SUETOS
ESCALA 1 : 5



DETALLE A
ESCALA 1 : 5

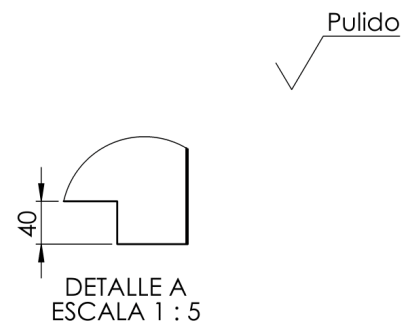
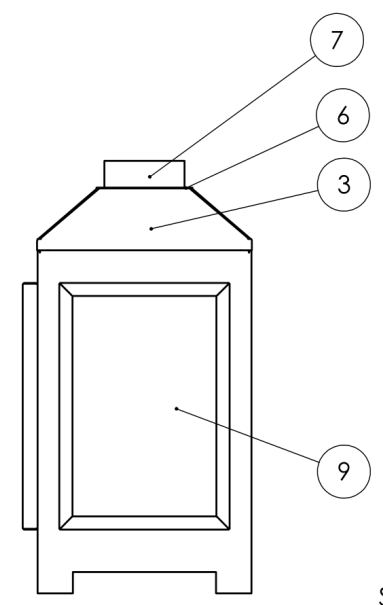
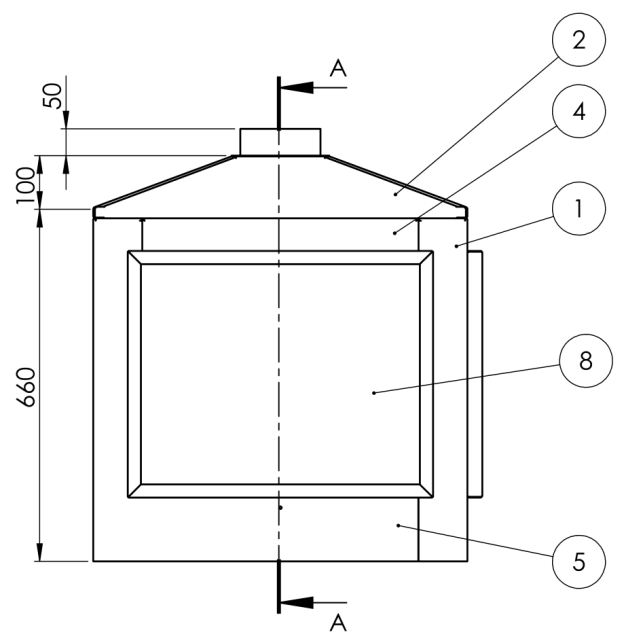


DETALLE B
ESCALA 1 : 5

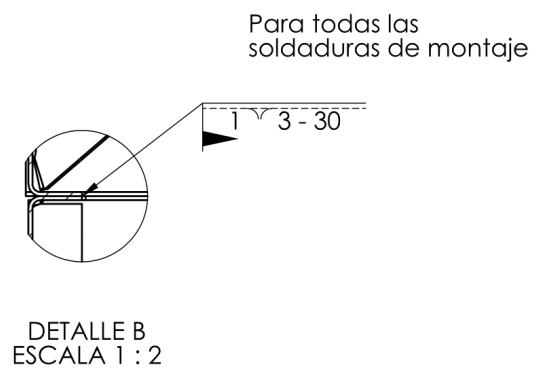
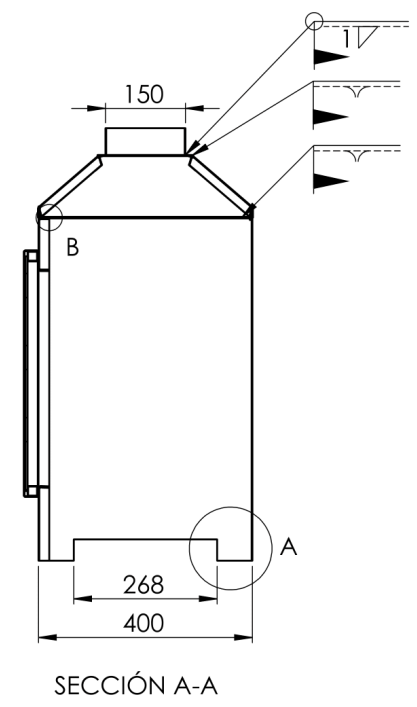
1	Porta muestras para materiales sueltos	INEN 11925 - 2 / 33	AISI 304	9		0,20	
1	Porta muestras para materiales multicapa	INEN 11925 - 2 / 30	AISI 304	8		0,54	
1	Porta muestras para materiales planos	INEN 11925 - 2 / 26	AISI 304	7		0,86	
1	Mecanismo de movimiento del porta muestras	-	AISI 304	6		1,17	
1	Válvula de aguja	-	AISI 304	5		0,058	
1	Quemador	INEN 11925 - 2 /	Bronce	4		0,021	
1	Mecanismo de movimiento del quemador	-	AISI 304	3		0,89	
1	Rejilla	INEN 11925 - 2 / 23	AISI 304	2		11,26	
1	Cámara de combustión	INEN 11925 - 2 / 02	AISI 304	1		28,27	
Nº de pieza	Denominación	Nº de Norma / Dibujo	Material	Nº de orden	Nº del Modelo / Semiproducto	Peso kg / pieza	Observaciones

Tolerancia:		±0,3	Peso:		45700,98 g	Material:		AISI 304		
Fecha:		18/04/2022	Nombre:		Ronnie Vargas	Denominación:		Equipo para ensayos - Ensayo con una fuente de llama única ISO 11925 - 2:2010		
Revisó:		20/04/2022	Ing. Christian Castro		Aprobó:		20/04/2022		Ing. Christian Castro	
Edición		Modificación		Fecha		Nombre		U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		
No. de lámina:		01 de 36		Registro:						





Soldadura GTAW
 Material de aporte: AWS ER 308L ϕ 1.6 mm
 Gas de protección: 100% Argón 8 - 10 L/min
 Amperaje: 60 - 150 A - optar por el más bajo posible



1	Puerta lateral	19	AISI 304 y vidrio templado	9		3,7	
1	Puerta frontal	13	AISI 304 y vidrio templado	8		5,6	
1	Chimenea	INEN 11925 - 2 / 12	AISI 304	7		0,27	
1	Tapa de la campana	11	AISI 304	6		0,18	
1	Tapa frontal inferior	10	AISI 304	5		0,97	
1	Tapa frontal superior	09	AISI 304	4		0,77	
2	Forro lateral de la campana	INEN 11925 - 2 / 07	AISI 304	3		1,24	
2	Forro frontal de la campana	INEN 11925 - 2 / 05	AISI 304	2		1,17	
1	Cuerpo de la cámara de combustión	INEN 11925 - 2 / 03	AISI 304	1		11,82	
Nº de pieza	Denominación	Nº de Norma / Dibujo	Material	Nº de orden	Nº del Modelo / Semiproducto	Peso kg / pieza	Observaciones

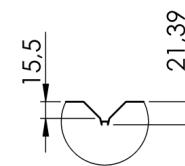
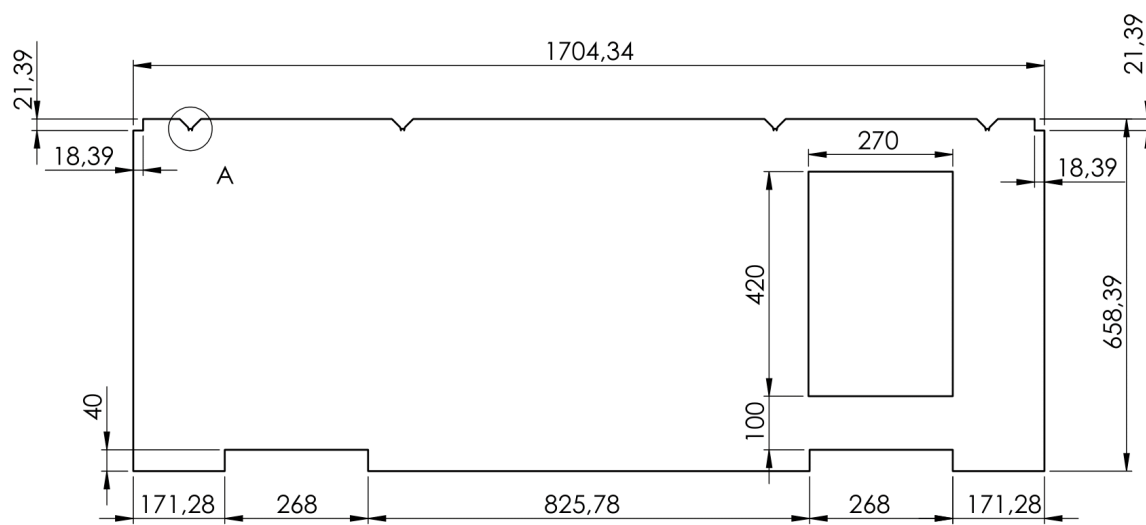
Tolerancia:		Peso:		Material:			
±0,3		28278,94 g		AISI 304			
Fecha		Nombre		Denominación:		Escala:	
Dibujó: 18/04/2022		Ronnie Vargas		Cámara de combustión		1:10	
Revisó: 20/04/2022		Ing. Christian Castro					
Aprobó: 20/04/2022		Ing. Christian Castro					
Edición				No. de lámina:		Registro:	
Modificación				02 de 36			
Fecha				U.T.A.			
Nombre				INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

Cuerpo de la cámara de combustión desdoblado

Chapa acero espesor 1,5 mm

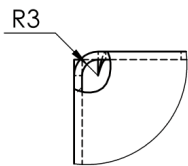
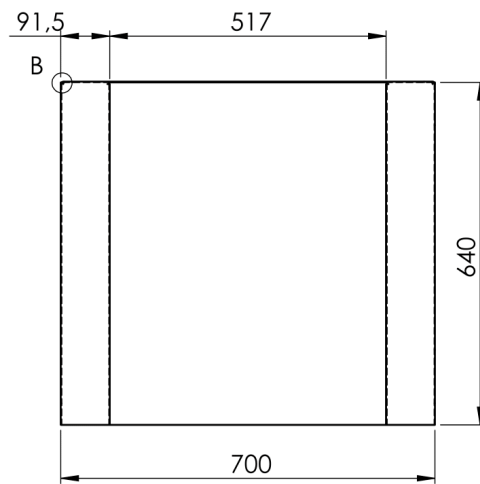
Radio de curvatura para dobleces R= 3 mm

Radio de curvatura para dobladillos a 90° R= 3 mm



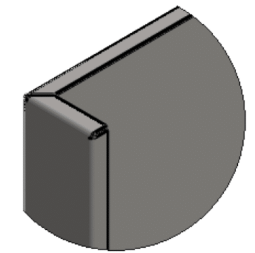
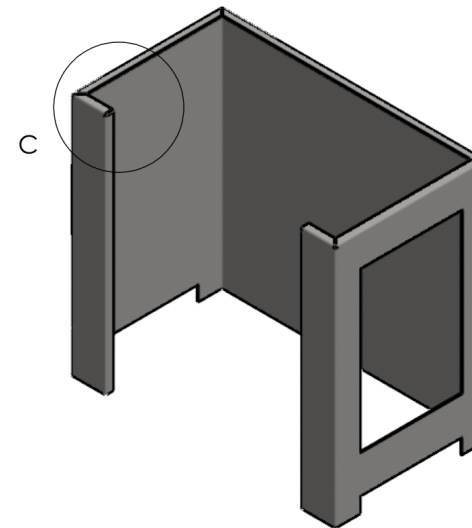
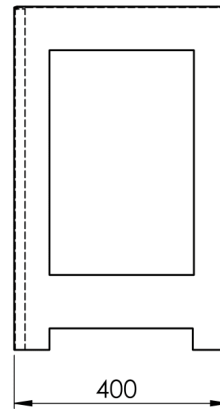
DETALLE A
ESCALA 1 : 5

Detalle A para evitar interferencias entre los dobleces de las pestañas de 20 mm



DETALLE B
ESCALA 1 : 1

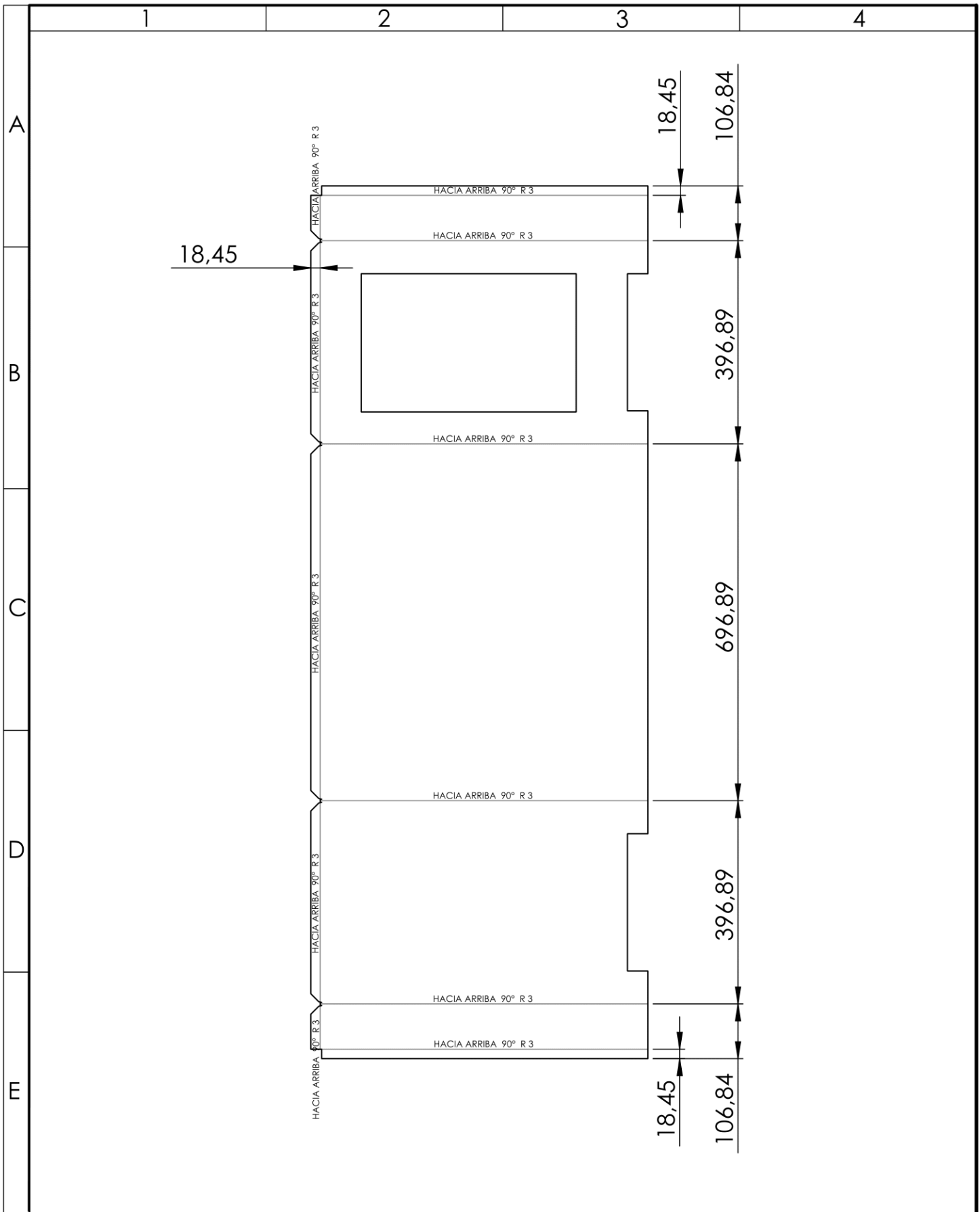
Radio interno de plegado
Emplear punzones de radio de 3 mm
para todos los dobleces del plegado



DETALLE C
ESCALA 1 : 5

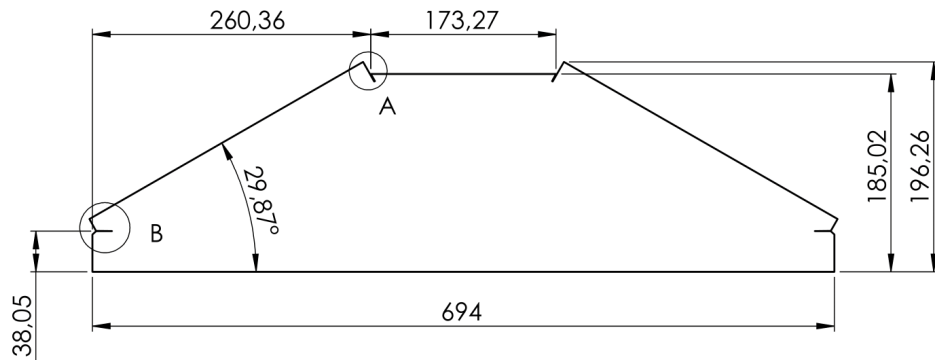
Plegados a 90°

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0,3	11818,56 g	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas	Cuerpo de la cámara de combustión	1:10
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina:	Registro:
						03 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



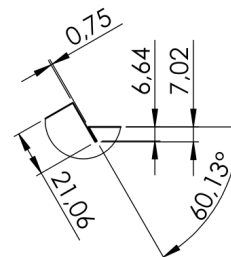
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0,3	11818.56 g	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas	Detalle de dobleces del cuerpo de la cámara de combustión	1:10
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				FICM U.T.A.		No. de lámina:	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		04 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

Forro frontal de la campana desdoblado

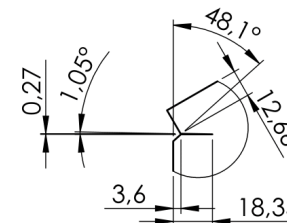


Chapa acero espesor 1,5 mm

Radio de curvatura para dobleces R= 3 mm

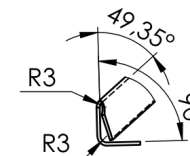
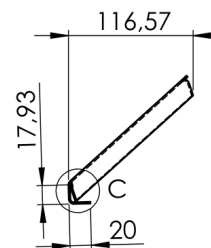
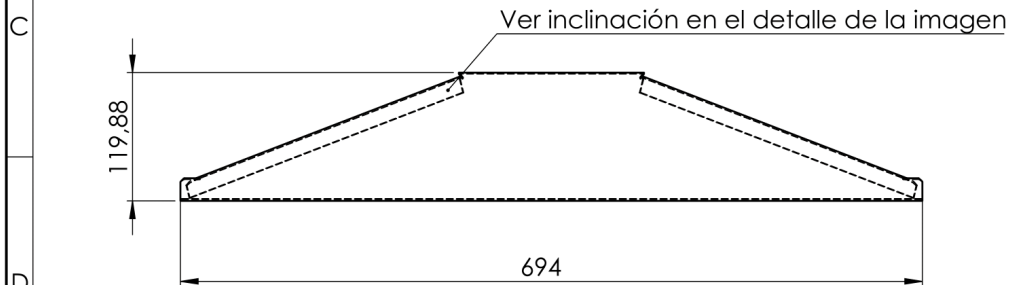


DETALLE A
ESCALA 2 : 5



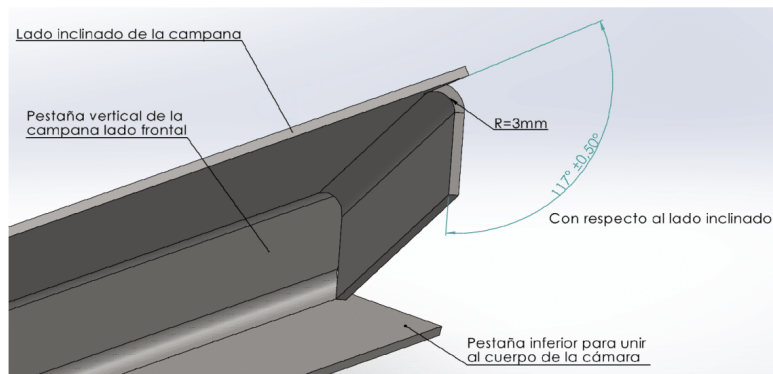
DETALLE B
ESCALA 2 : 5

Aberturas para evitar interferencias entre los dobleces de las pestañas de 20 mm

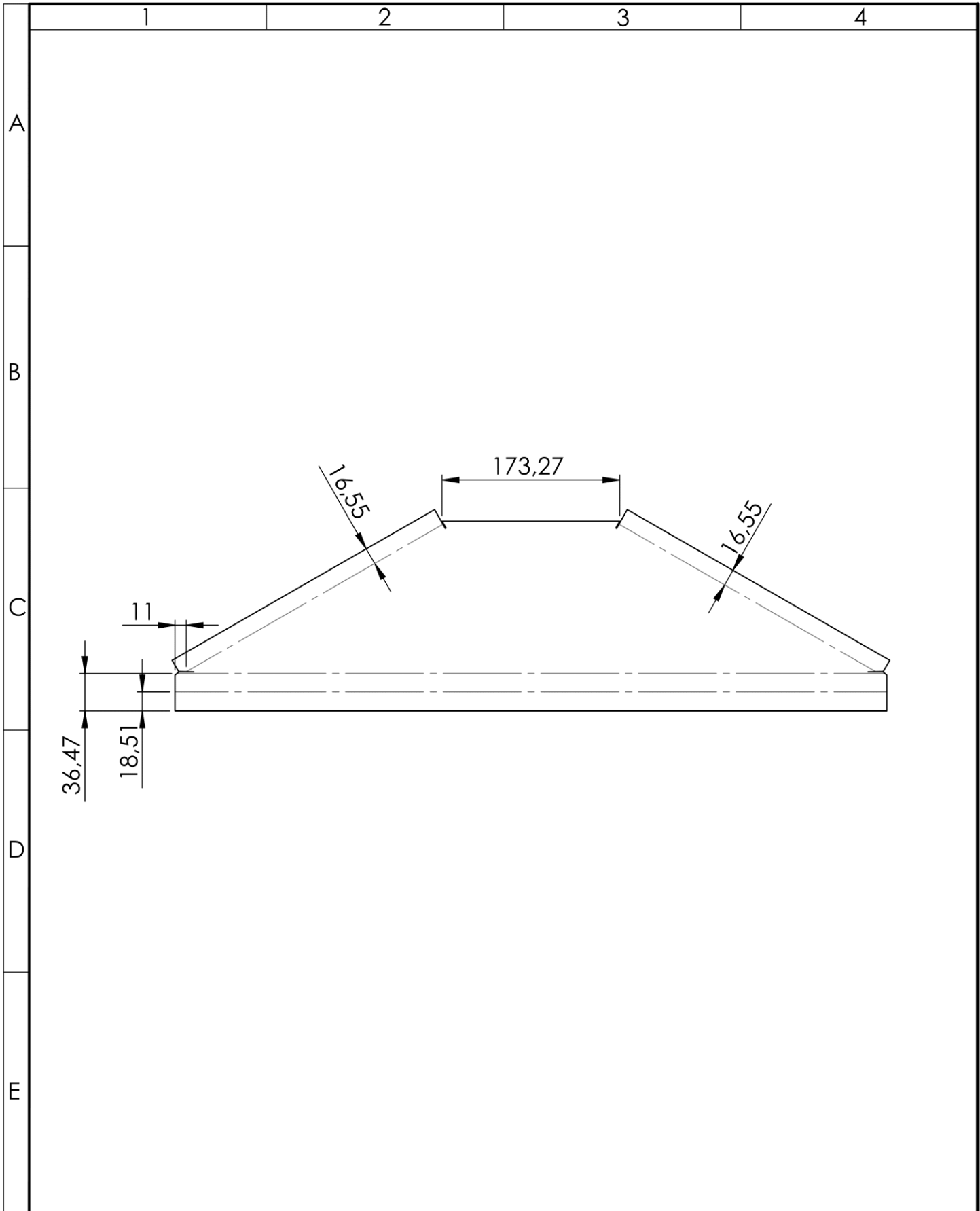


DETALLE C
ESCALA 2 : 5

Radio interno de plegado
Emplear punzones de radio de 3 mm
para todos los dobleces del plegado



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.3	1168.36 g	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas	Forro frontal de la campana	1:5
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina:	Registro:
						05 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

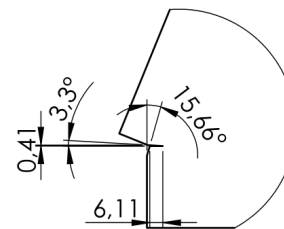
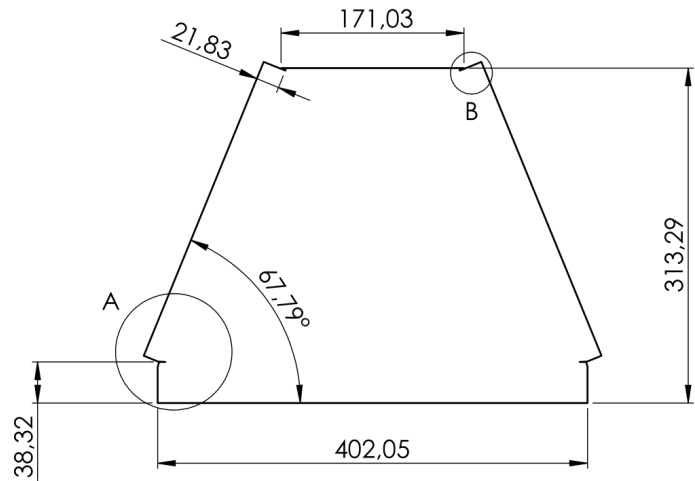


				Tolerancia: ±0,3	Peso: 1168.36 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Detalle de dobleces del forro frontal de la campana	Escala: 1:5
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas		
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 06 de 36	Registro:
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

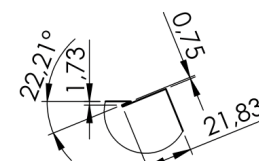
Forro frontal de la campana desdoblado

Chapa acero espesor 1,5 mm

Radio de curvatura para dobleces R= 3 mm



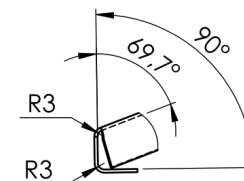
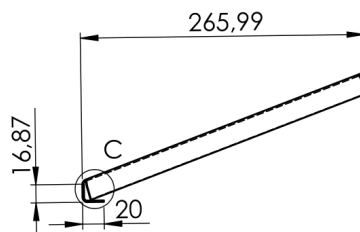
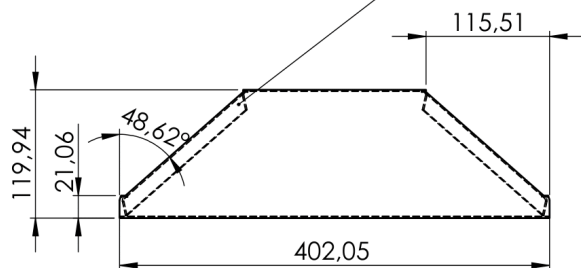
DETALLE A
ESCALA 2 : 5



DETALLE B
ESCALA 2 : 5

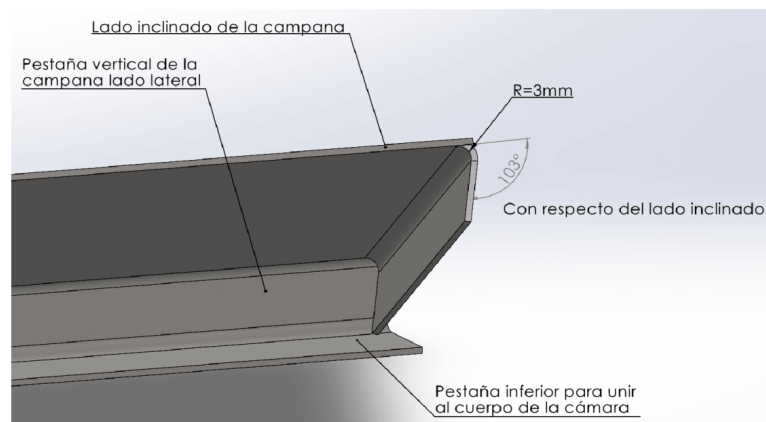
Aberturas para evitar interferencias entre los dobleces de las pestañas de 20 mm

Ver inclinación en el detalle de la imagen

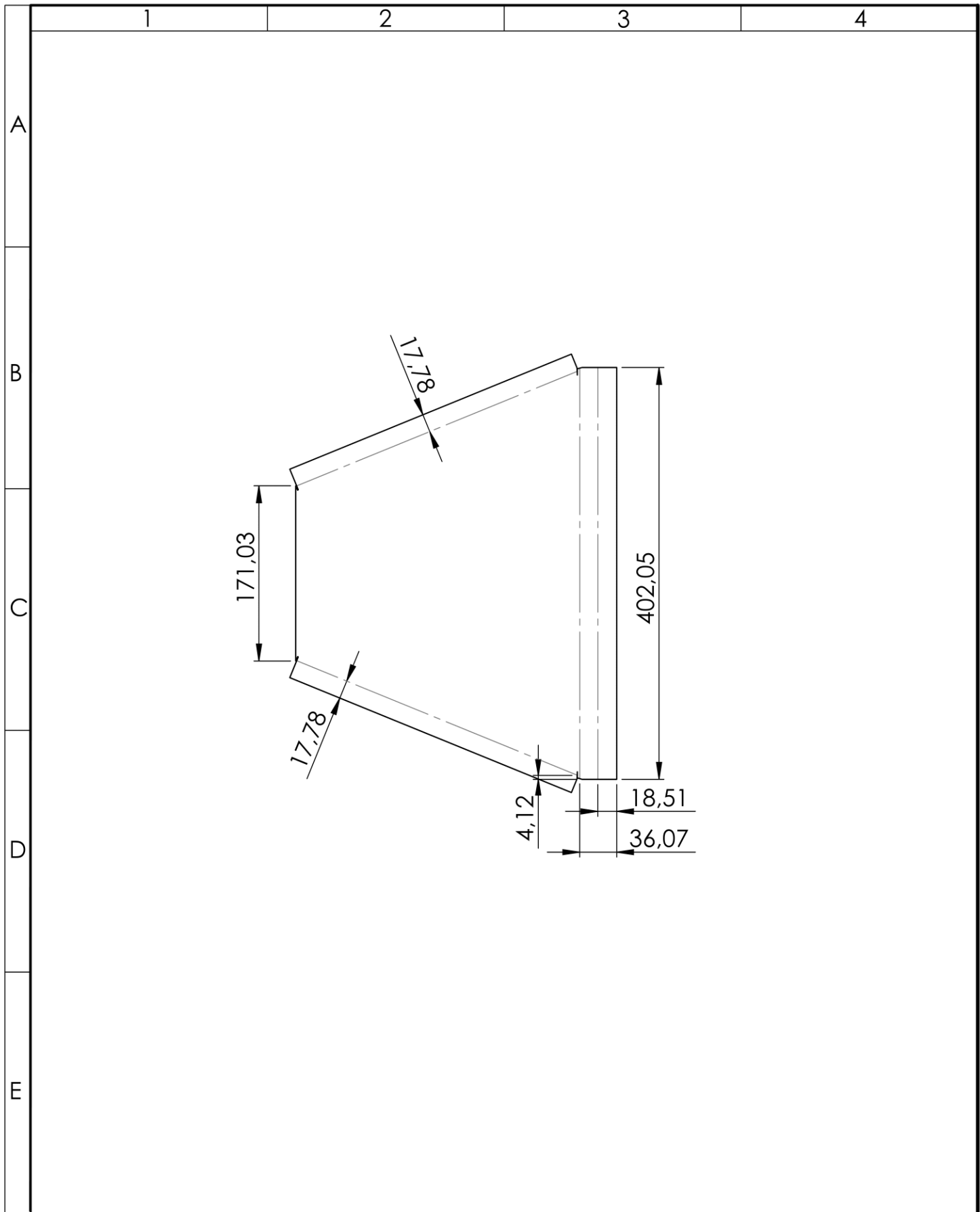


DETALLE C
ESCALA 2 : 5

Radio interno de plegado
Emplear punzones de radio de 3 mm
para todos los dobleces del plegado



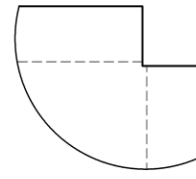
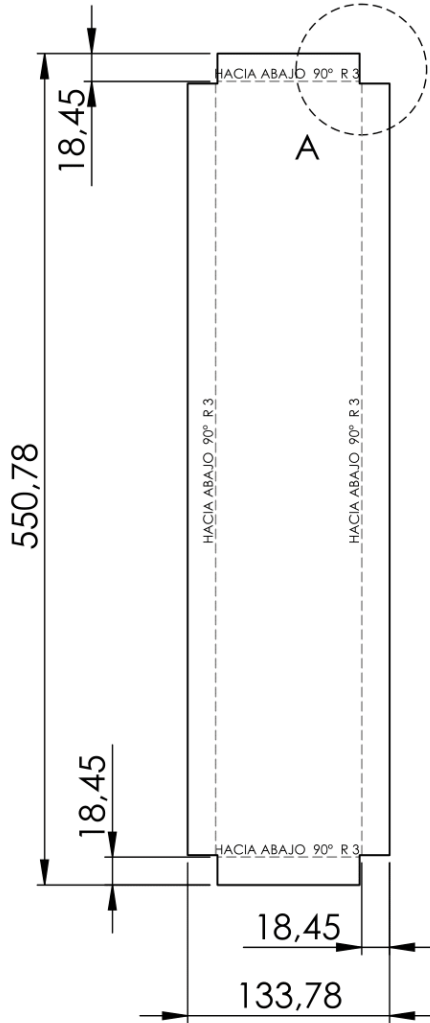
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.3	1242.41 g	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas	Forro lateral de la campana	1:5
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina:	Registro:
						07 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia: ±0,3	Peso: 1242.44 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Detalle de dobleces del forro lateral de la campana	Escala: 1:5
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas		
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 08 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

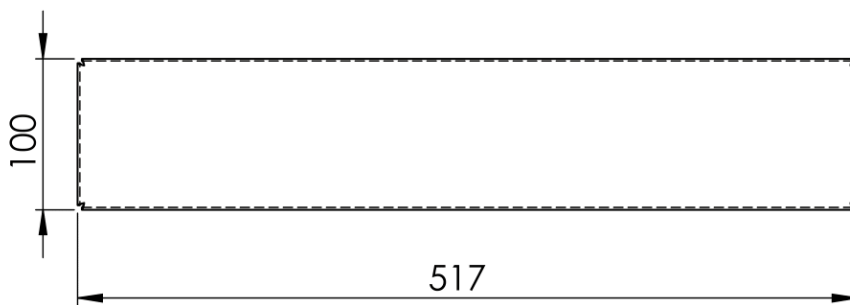
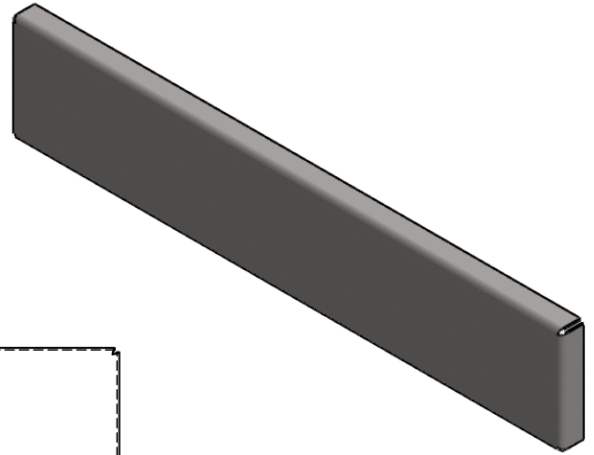
Tapa frontal superior desdoblada

Chapa acero espesor 1,5 mm



DETALLE A
ESCALA 2 : 5

Detalle A para evitar interferencias entre los dobleces de las pestañas de 20 mm

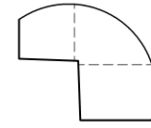
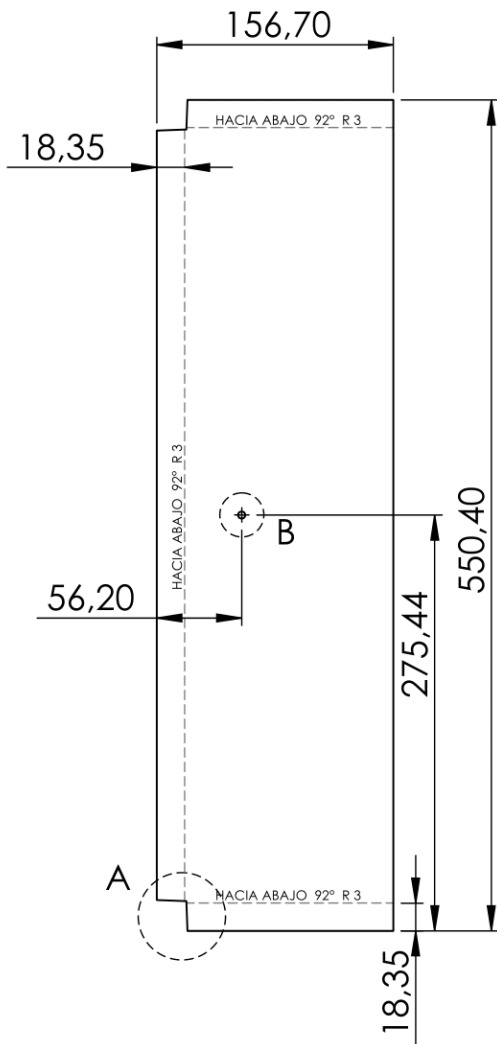


				Tolerancia: ±0,2	Peso: 772.59 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Tapa frontal superior	Escala: 1:5
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas		
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 09 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

Tapa frontal inferior desdoblada

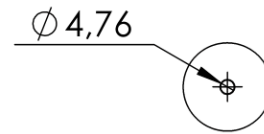
Chapa acero espesor 1,5 mm

A



DETALLE A
ESCALA 2 : 5

Detalle A para evitar interferencias entre los dobleces de las pestañas de 20 mm



DETALLE B
ESCALA 2 : 5

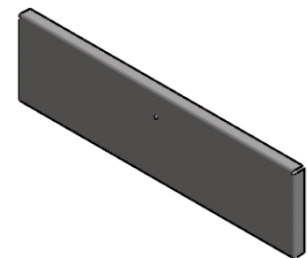
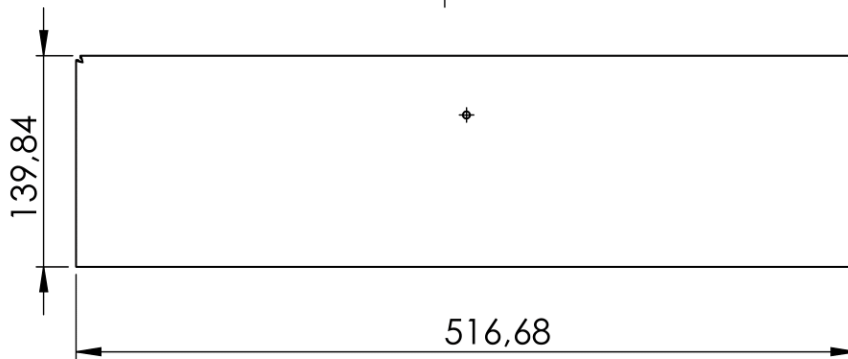
Agujero para el paso de una varilla de 3/16 in

B

C

D

E



Vista isométrica
Escala 1:10

				Tolerancia: ±0,3	Peso: 979.00 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Tapa frontal inferior	Escala: 1:5
				Dibujó:	Ronnie Vargas		
				Revisó:	Ing. Christian Castro		
				Aprobó:	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 10 de 36	Registro:
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

Chapa acero espesor 1,5 mm

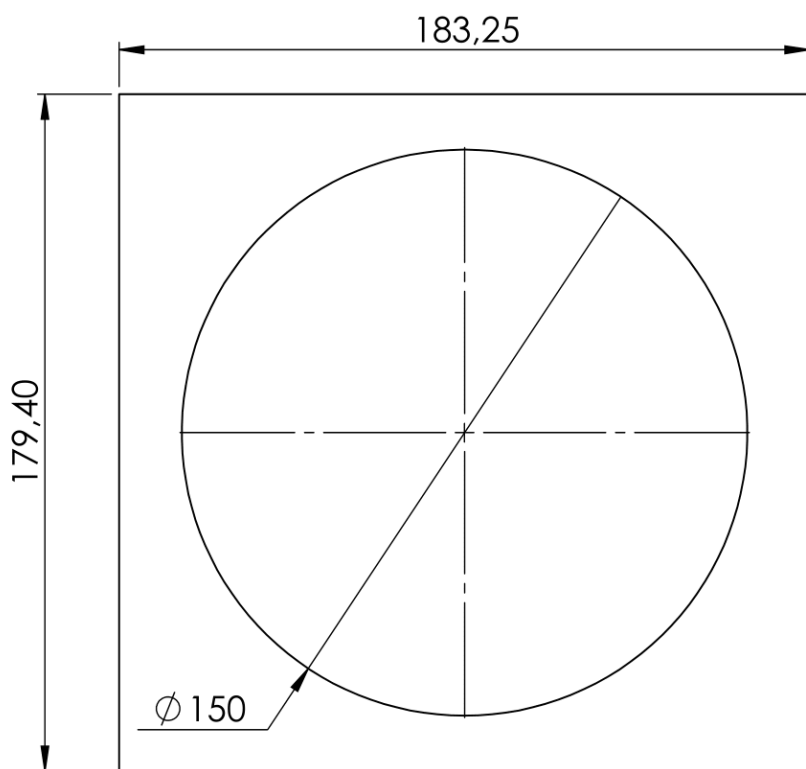
A

B

C

D

E



Tolerancia:

Peso:

Material:

 $\pm 0,15$

182.44 g

AISI 304

Fecha

Nombre

Denominación:

Escala:

Dibujó: 18/04/2022

Ronnie Vargas

Tapa de la campana

1:2

Revisó: 20/04/2022

Ing. Christian Castro

Aprobó: 20/04/2022

Ing. Christian Castro

No. de lámina:

Registro:

FICM U.T.A.

11 de 36

Edición

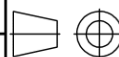
Modificación

Fecha

Nombre

INGENIERÍA MECÁNICA

(Sustitución)



1

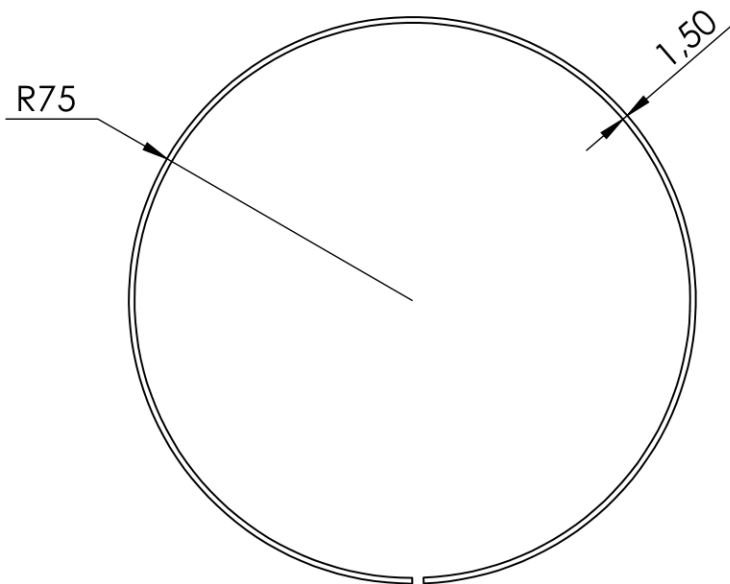
2

3

4

Chapa acero espesor 1,5 mm

A

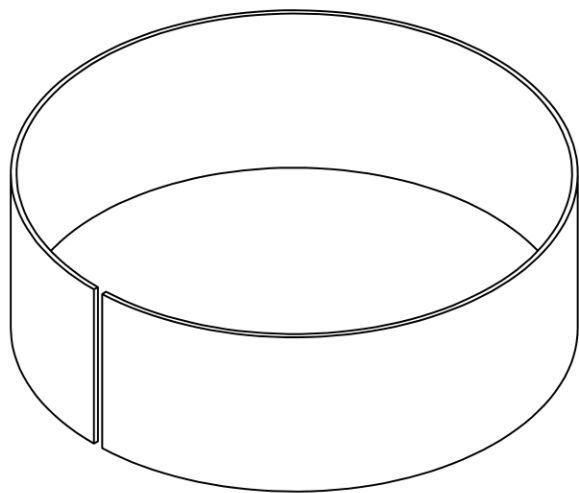


B

C

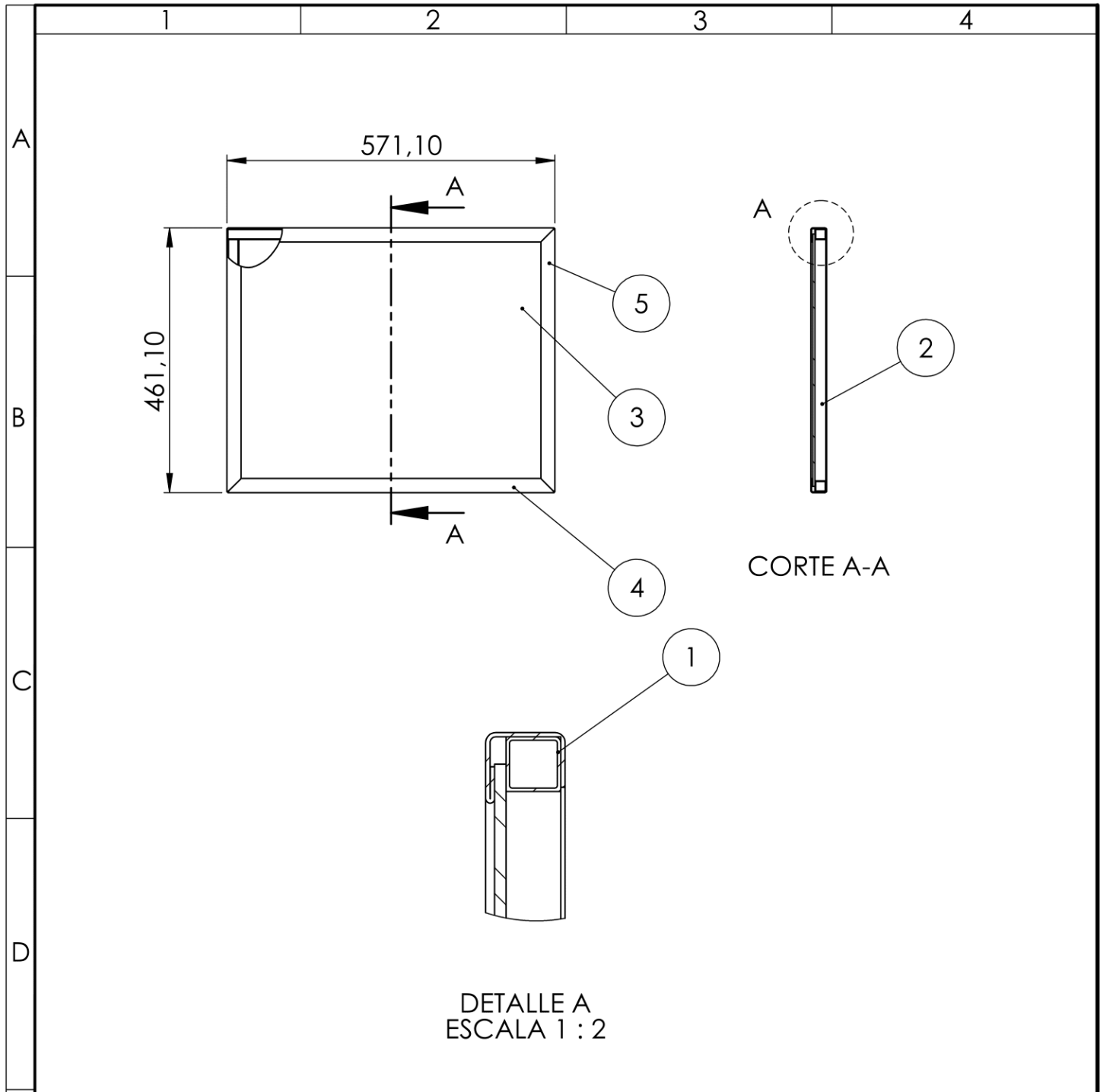


D



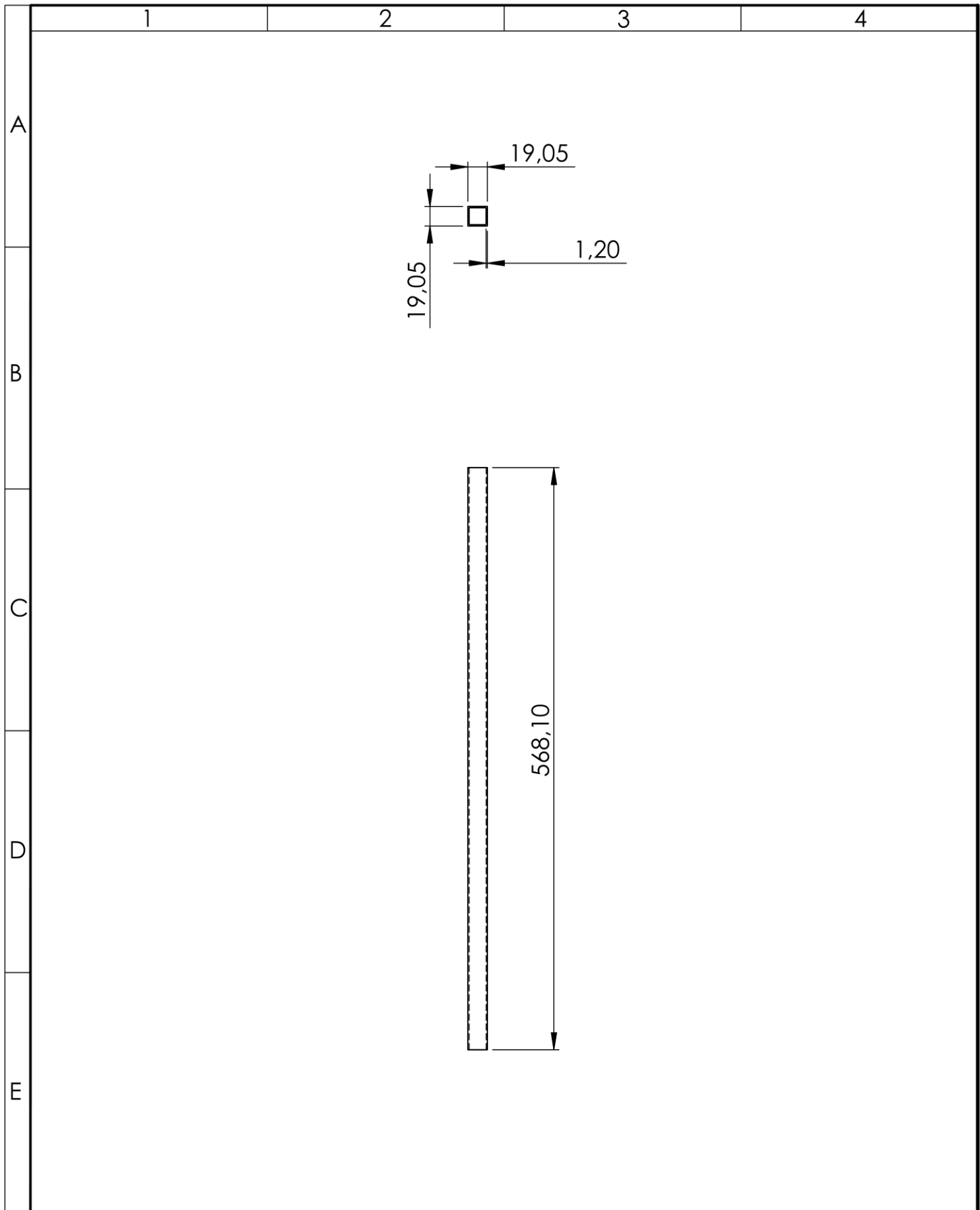
E

				Tolerancia: ±0,2	Peso: 278.12 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas	Chimenea	1:2
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 12 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

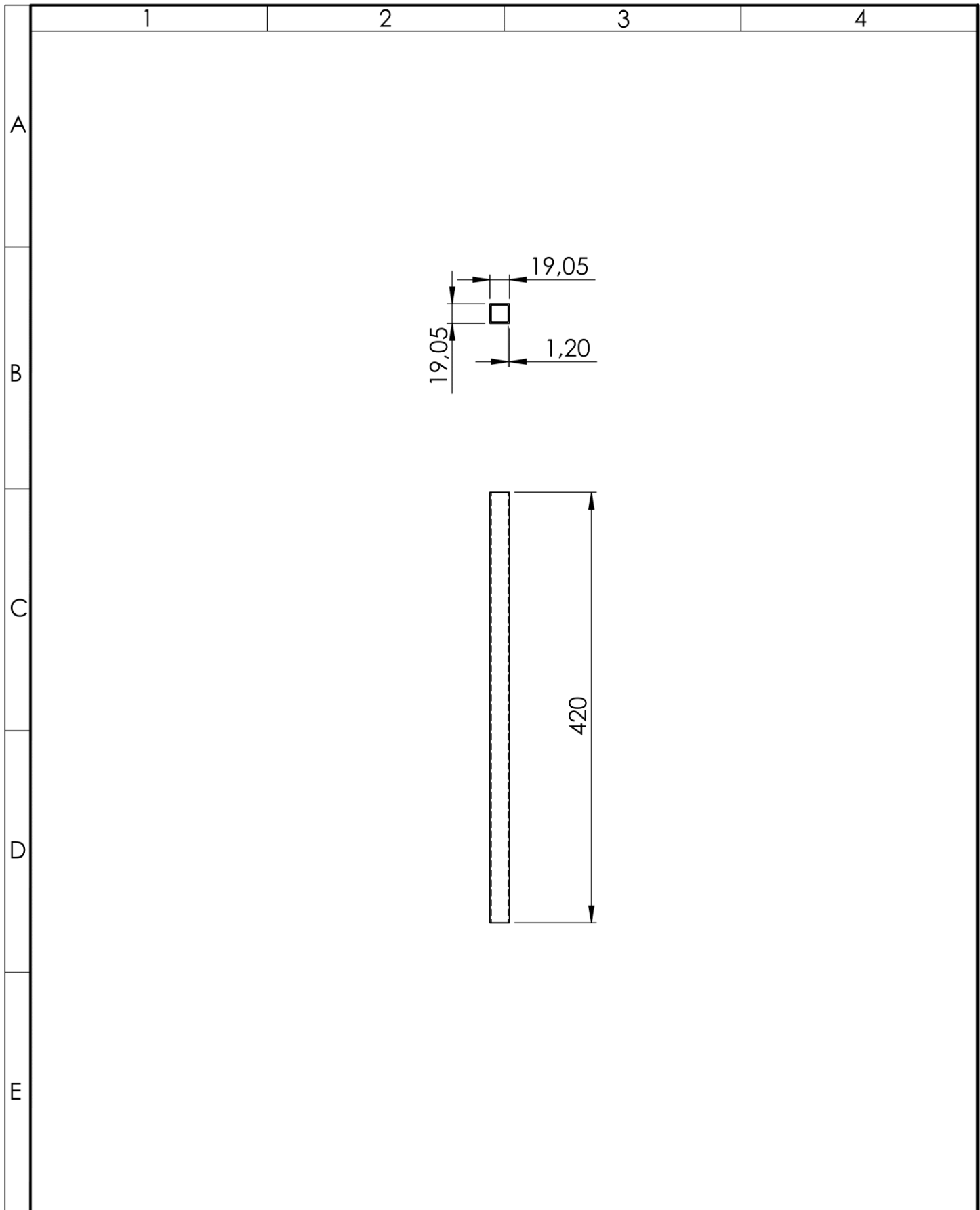


N° de orden	N° de pieza	Denominación	Número de norma o dibujo	Observaciones
1	2	TC 3/4 in x 1,2 mm x 568,1 mm	17	
2	2	TC 3/4 in x 1,2 mm x 420 mm	18	
3	1	Vidrio templado frontal	19	
4	2	Cubierta horizontal frontal	20	
5	2	Cubierta lateral	21	

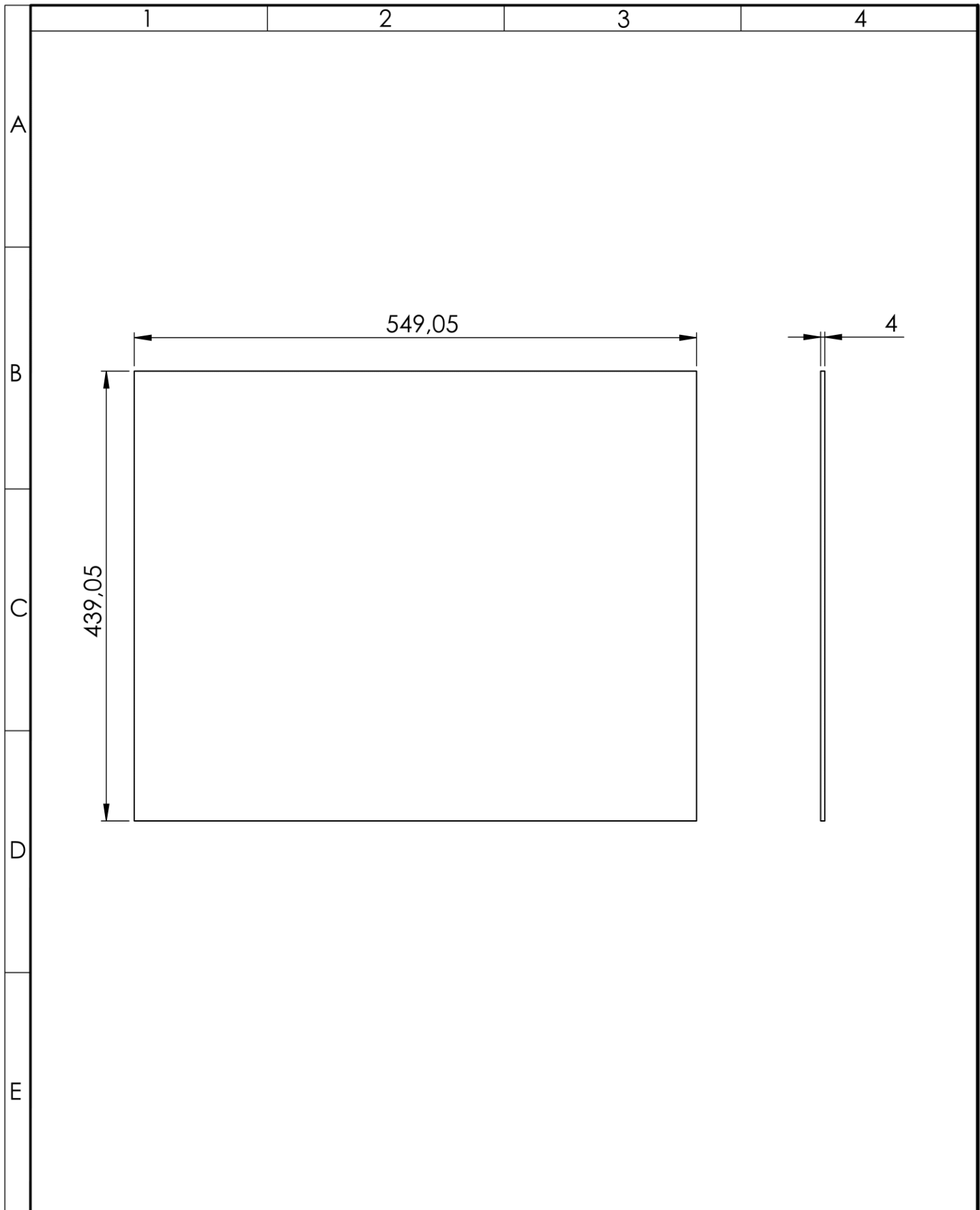
Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0,3		5600.27 g		AISI 304	
Fecha		Nombre		Denominación:	
Dibujó: 18/04/2022		Ronnie Vargas		Puerta frontal	
Revisó: 20/04/2022		Ing. Christian Castro		Escala:	
Aprobó: 20/04/2022		Ing. Christian Castro		1:10	
No. de lámina:		Registro:			
13 de 36					
Edición		Modificación		Fecha	
Nombre		FICM U.T.A.		INGENIERÍA MECÁNICA	
				(Sustitución)	



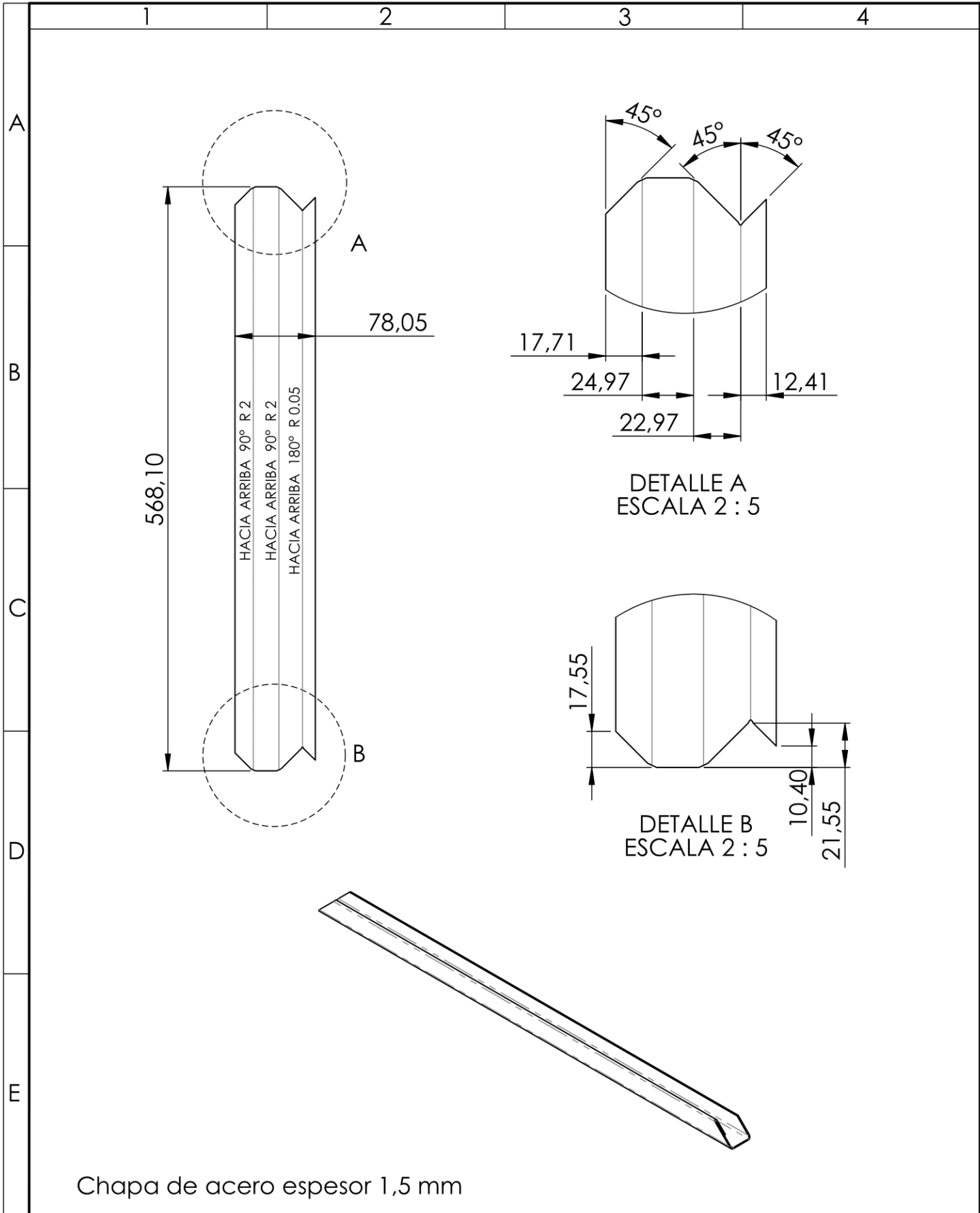
				Tolerancia:	Peso:	Material:			
				±0,3	393.30 g	AISI 304			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:	
				Dibujó:	18/04/2022	Ronnie Vargas	TC 34 in x 1,2 mm x 568,1 mm		1:5
				Revisó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro			
				Aprobó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro			
				FICM U.T.A.		No. de lámina:		Registro:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		14 de 36			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



				Tolerancia: $\pm 0,3$	Peso: 290.77 g	Material: AISI 304		
						Denominación: TC 34 in x 1,2 mm x 420 mm	Escala: 1:5	
							Registro:	
				FICM U.T.A.		No. de lámina: 15 de 36		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)		

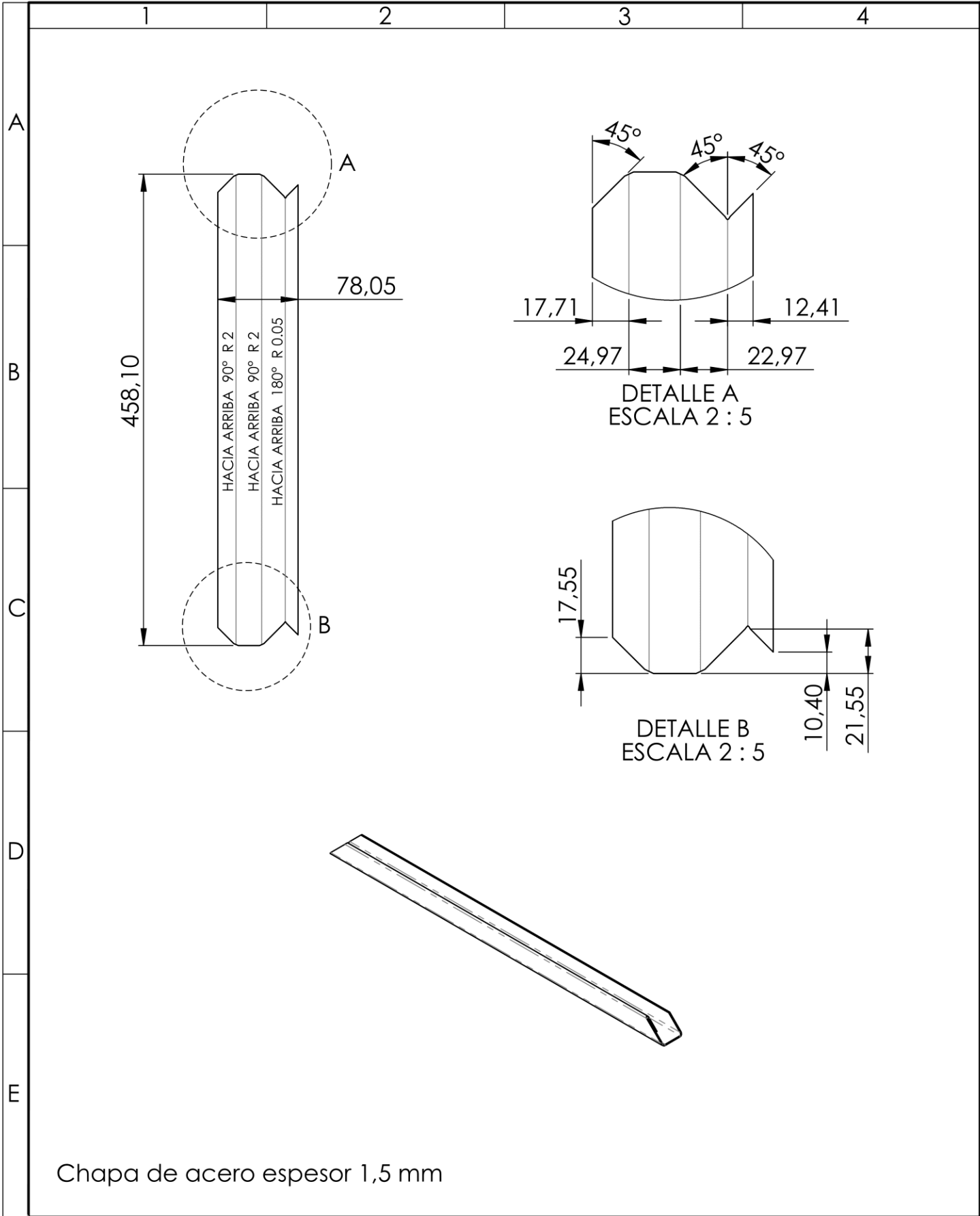


				Tolerancia: ±0,3	Peso: 2369.72 g	Material: Vidrio templado	
						Denominación: Vidrio templado frontal	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas		
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 16 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



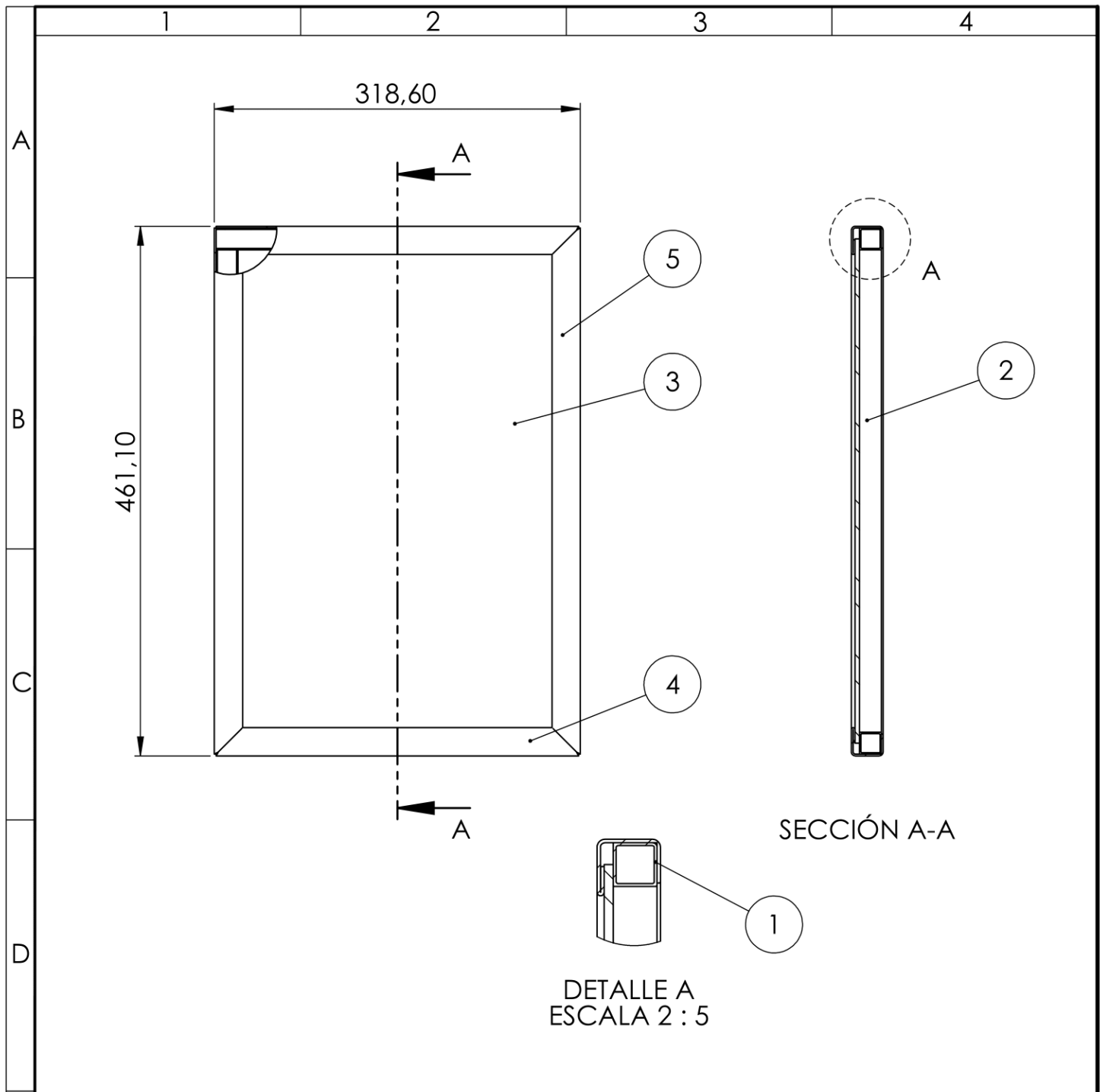
Chapa de acero espesor 1,5 mm

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0,3	517.12 g	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó:	18/04/2022	Ronnie Vargas	Cubierta horizontal frontal
				Revisó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	
				Aprobó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	
				FICM U.T.A.		No. de lámina:	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		17 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



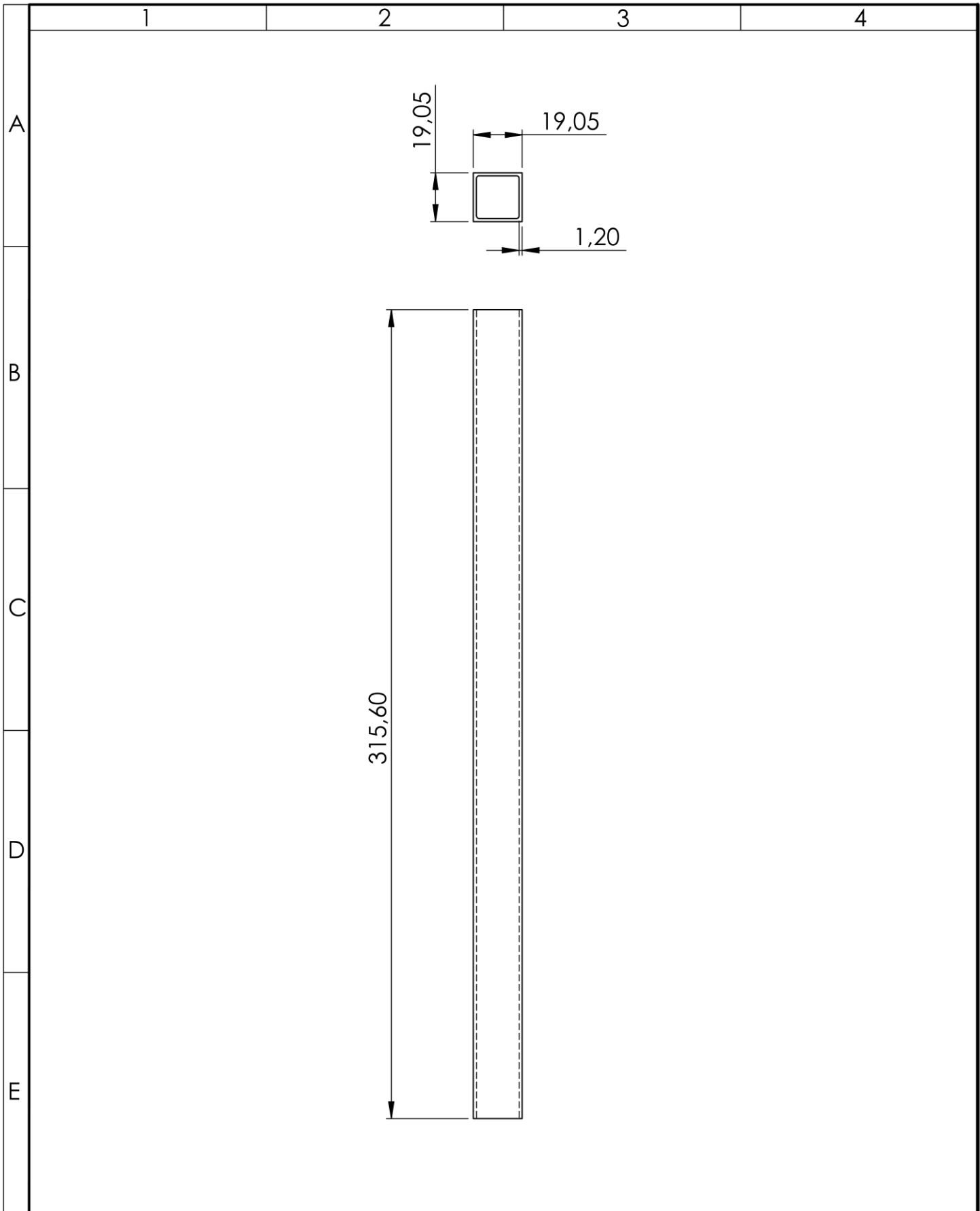
Chapa de acero espesor 1,5 mm

				Tolerancia: ±0,3	Peso: 414.09 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas	Cubierta lateral	1:5
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 18 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

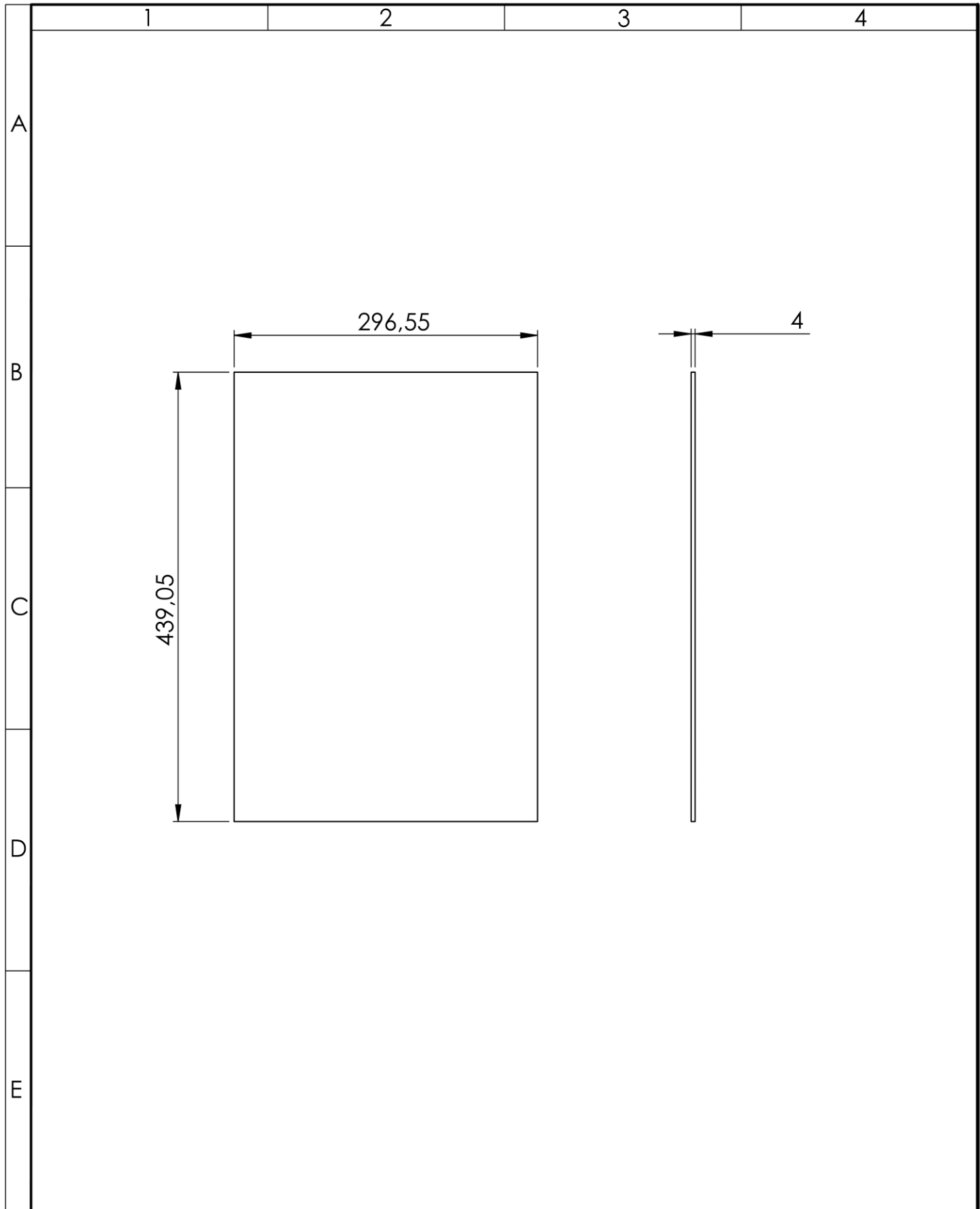


Nº de orden	Nº de pieza	Denominación	Número de norma o dibujo	Observaciones
1	2	TC 3/4 in x 1,2 mm x 315,60 mm	23	
2	2	TC 3/4 in x 1,2 mm x 420 mm	18	
3	1	Vidrio templado lateral	24	
4	2	Cubierta horizontal lateral	25	
5	2	Cubierta lateral	21	

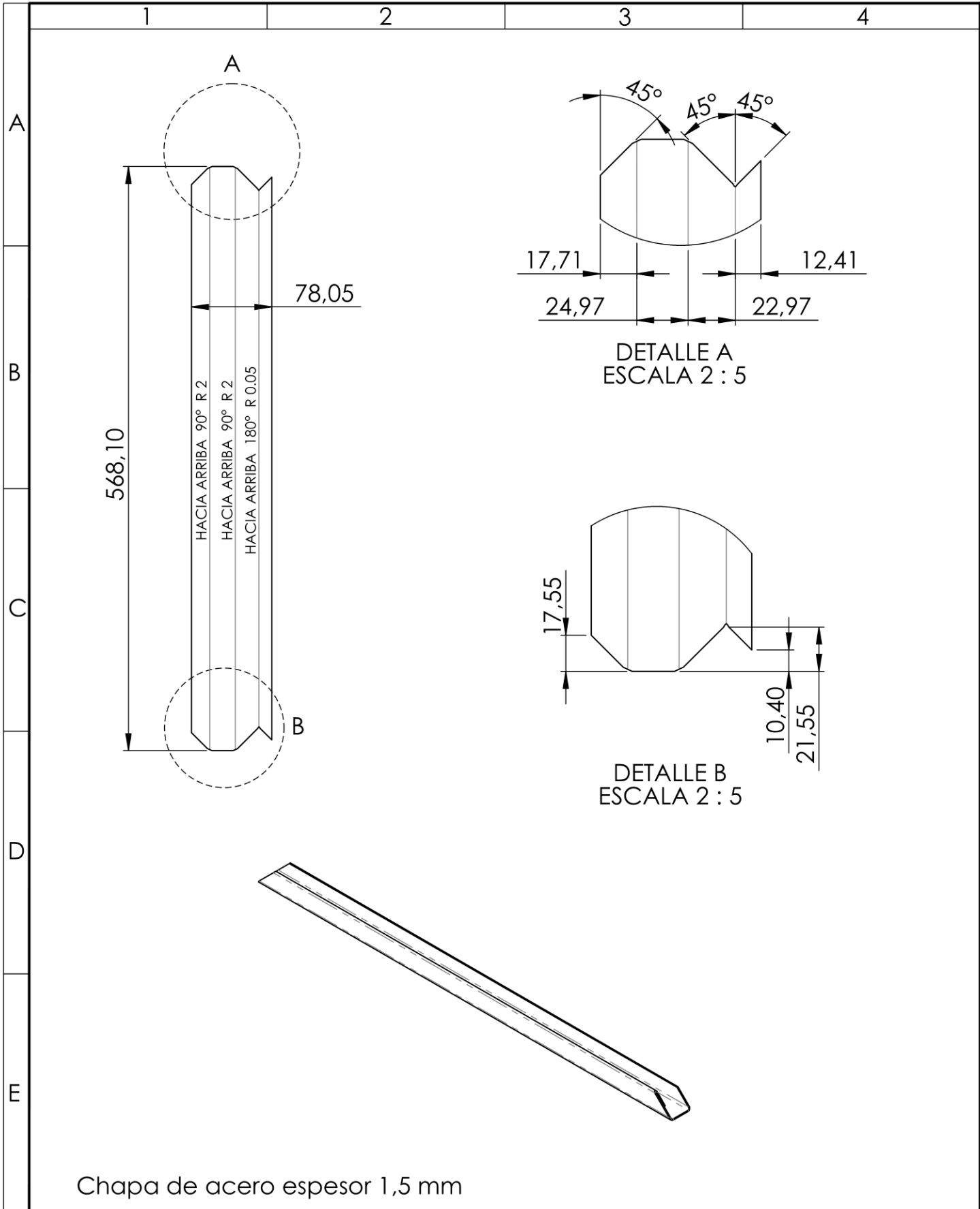
				Tolerancia: ±0,3	Peso: 3687.87 g	Material: AISI 304	
				Dibujó:	Fecha:	Nombre:	Denominación:
				18/04/2022	Ronnie Vargas		Puerta lateral
				Revisó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	Escala: 1:5
				Aprobó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	Registro:
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 19 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia: ±0,3	Peso: 218,49 g	Material: AISI 304	
				Dibujó:	Fecha	Nombre	Denominación:
				Revisó:	20/04/2022	Ronnie Vargas	TC 3/4 in x 1,2 mm x 315,60 mm
				Aprobó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	
				FICM U.T.A.		No. de lámina:	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		20 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia: ±0,3	Peso: 1279.92 g	Material: Vidrio templado	
				Dibujó:	Fecha	Nombre	Denominación:
				Revisó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	Vidrio templado lateral
				Aprobó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	
				FICM U.T.A.		No. de lámina:	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		21 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



Chapa de acero espesor 1,5 mm

				Tolerancia: ±0,3	Peso: 280.62 g	Material: AISI 304		
				Dibujó:	Fecha:	Nombre:	Denominación:	
				Revisó:	20/04/2022	Ronnie Vargas	Cubierta horizontal lateral	
				Aprobó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	Escala: 1:5	
				FICM U.T.A.		No. de lámina:	Registro:	
				INGENIERÍA MECÁNICA		22 de 36		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)				

1

2

3

4

Chapa acero espesor 1,5 mm

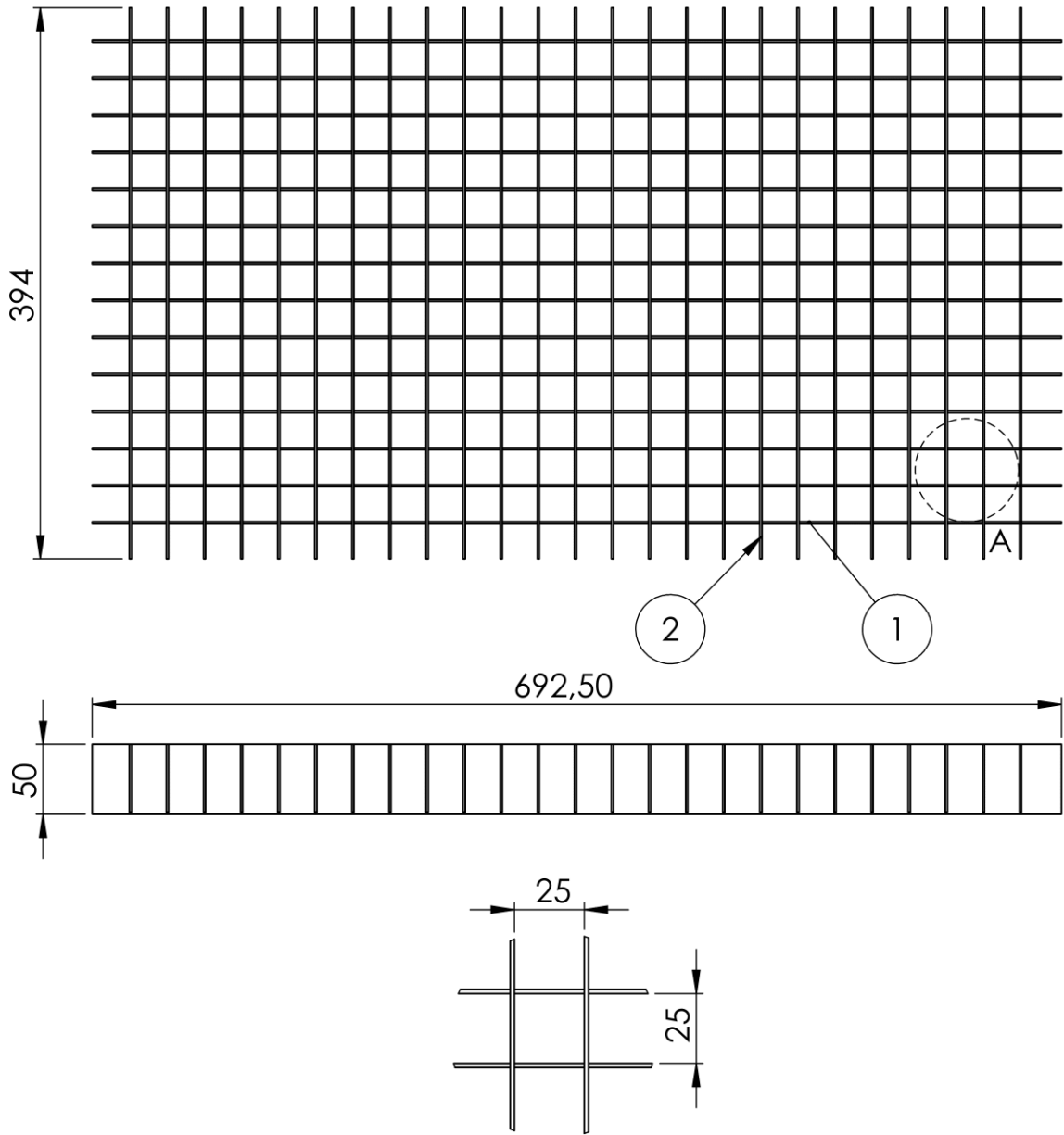
A

B

C

D

E

DETALLE A
ESCALA 2 : 5

Nº de orden	Nº de pieza	Denominación	Número de norma o dibujo	Observaciones
1	14	Fleje horizontal	13	
2	25	Fleje lateral	14	

				Tolerancia: ±0,3	Peso: 11256.37 g	Material: AISI 304	
				Dibujó: 18/04/2022	Nombre: Ronnie Vargas	Denominación: Rejilla	Escala: 1:5
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 23 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

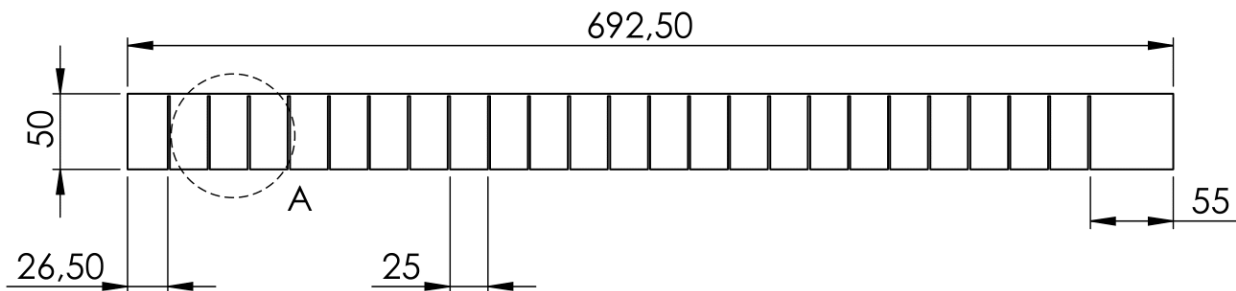
3

4

A

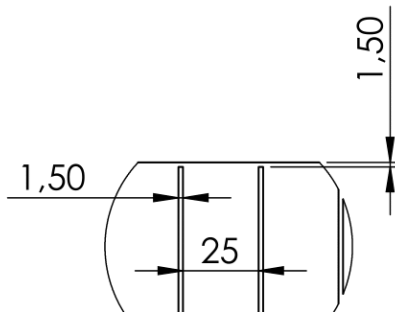
Chapa acero espesor 1,5 mm

B



C

D



DETALLE A
ESCALA 2 : 5

E

				Tolerancia: ±0,3	Peso: 394.55 g	Material: AISI 304	
				Dibujó:	Fecha	Nombre	Denominación:
				Revisó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	Fleje horizontal - rejilla
				Aprobó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina: 24 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

A

Chapa acero espesor 1,5 mm

B

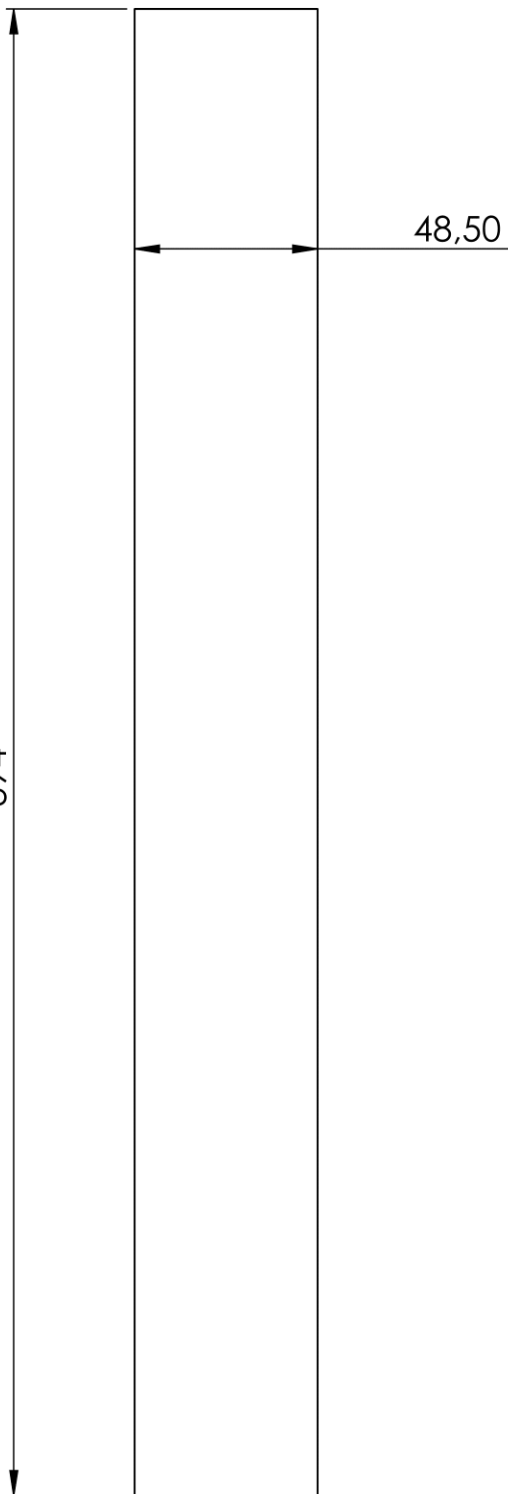
48,50

C

394

D

E



Tolerancia:

Peso:

Material:

±0,3

229.31 g

AISI 304

Dibujó:

Fecha

Nombre

Denominación:

Escala:

18/04/2022

Ronnie Vargas

20/04/2022

Ing. Christian Castro

20/04/2022

Ing. Christian Castro

Fleje lateral - rejilla

1:2

FICM U.T.A.

No. de lámina:

Registro:

INGENIERÍA MECÁNICA

25 de 36

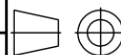
Edición

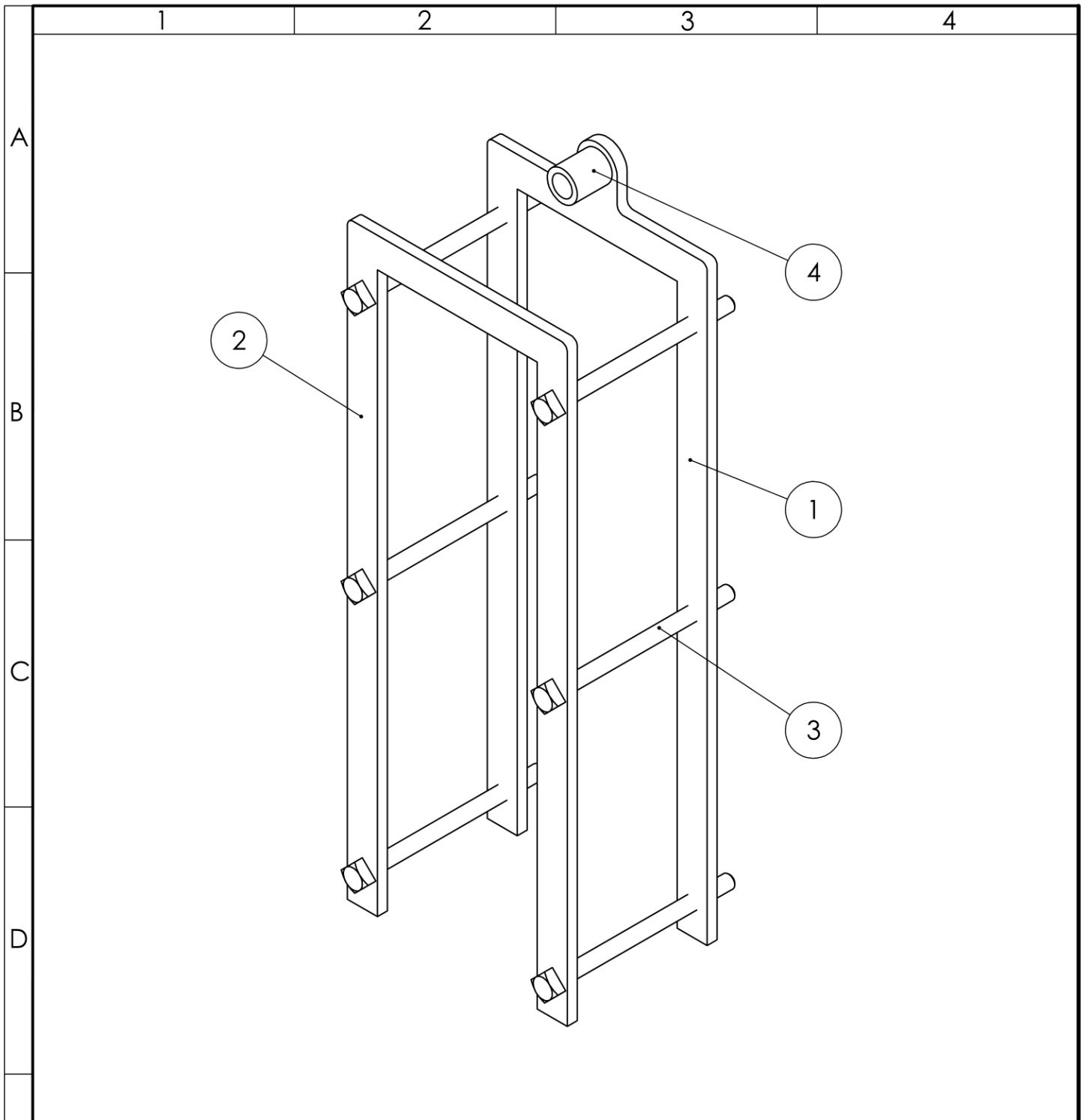
Modificación

Fecha

Nombre

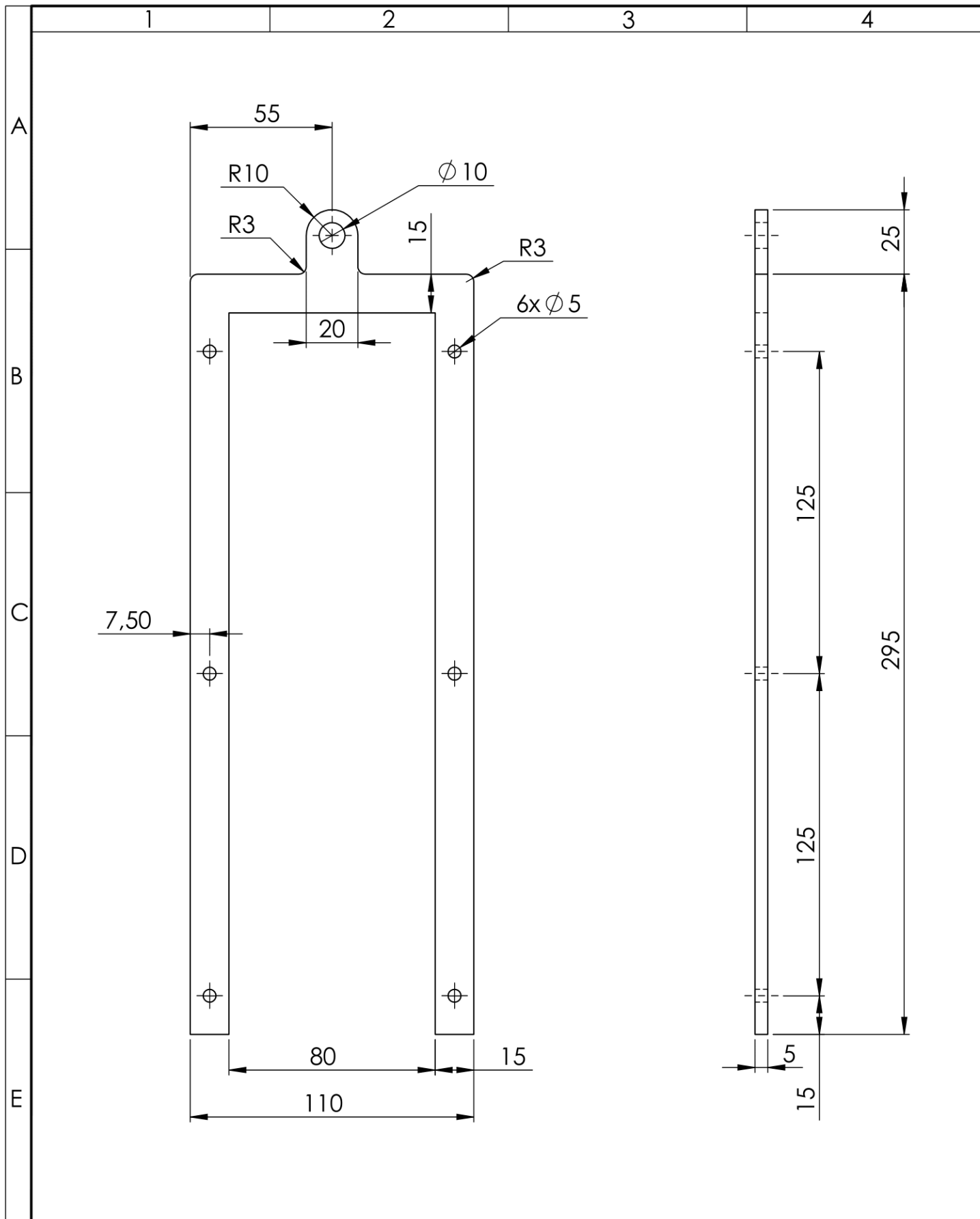
(Sustitución)



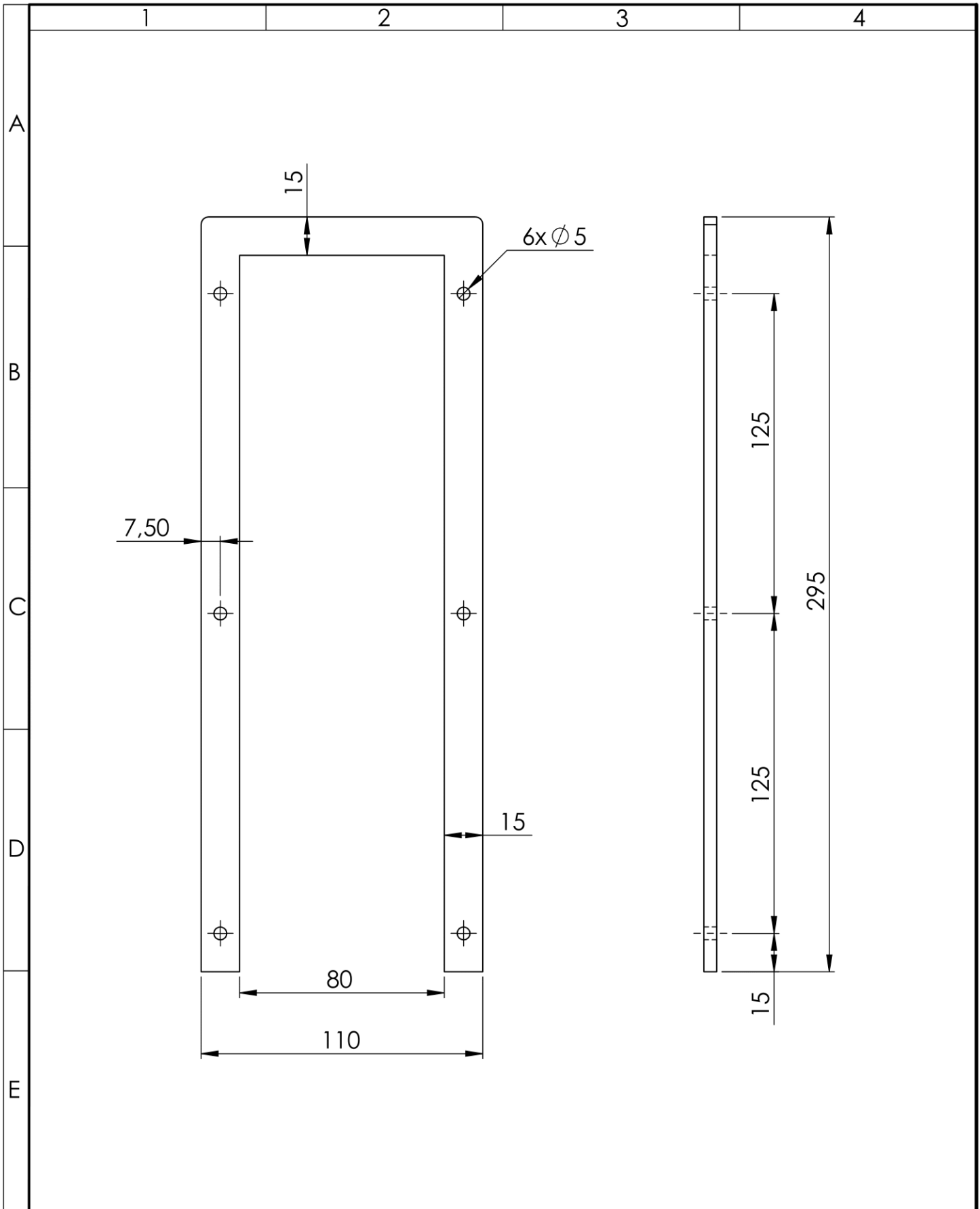


N° de orden	N° de pieza	Denominación	Número de norma o dibujo	Observaciones
1	1	Soporte posterior	INEN 11925 - 2 / 27	
2	1	Soporte frontal	INEN 11925 - 2 / 28	
3	6	Pernos de sujeción	M5	Longitud 80 mm
4	1	Pasador	INEN 11925 - 2 / 29	

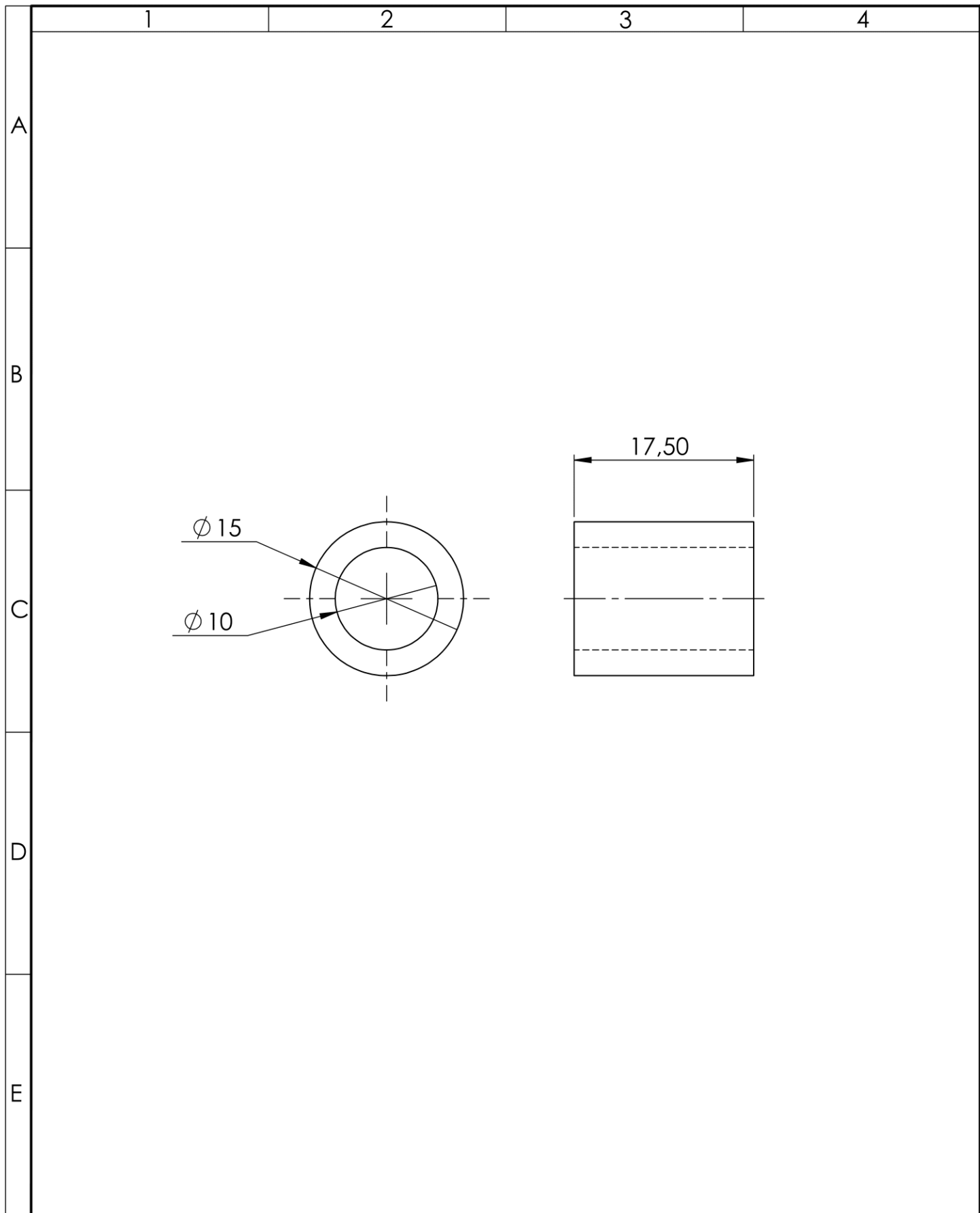
				Tolerancia: ±0,3	Peso: 842.73 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Porta muestras materiales planos	Escala: 1:2
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas		
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 26 de 36	Registro:
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



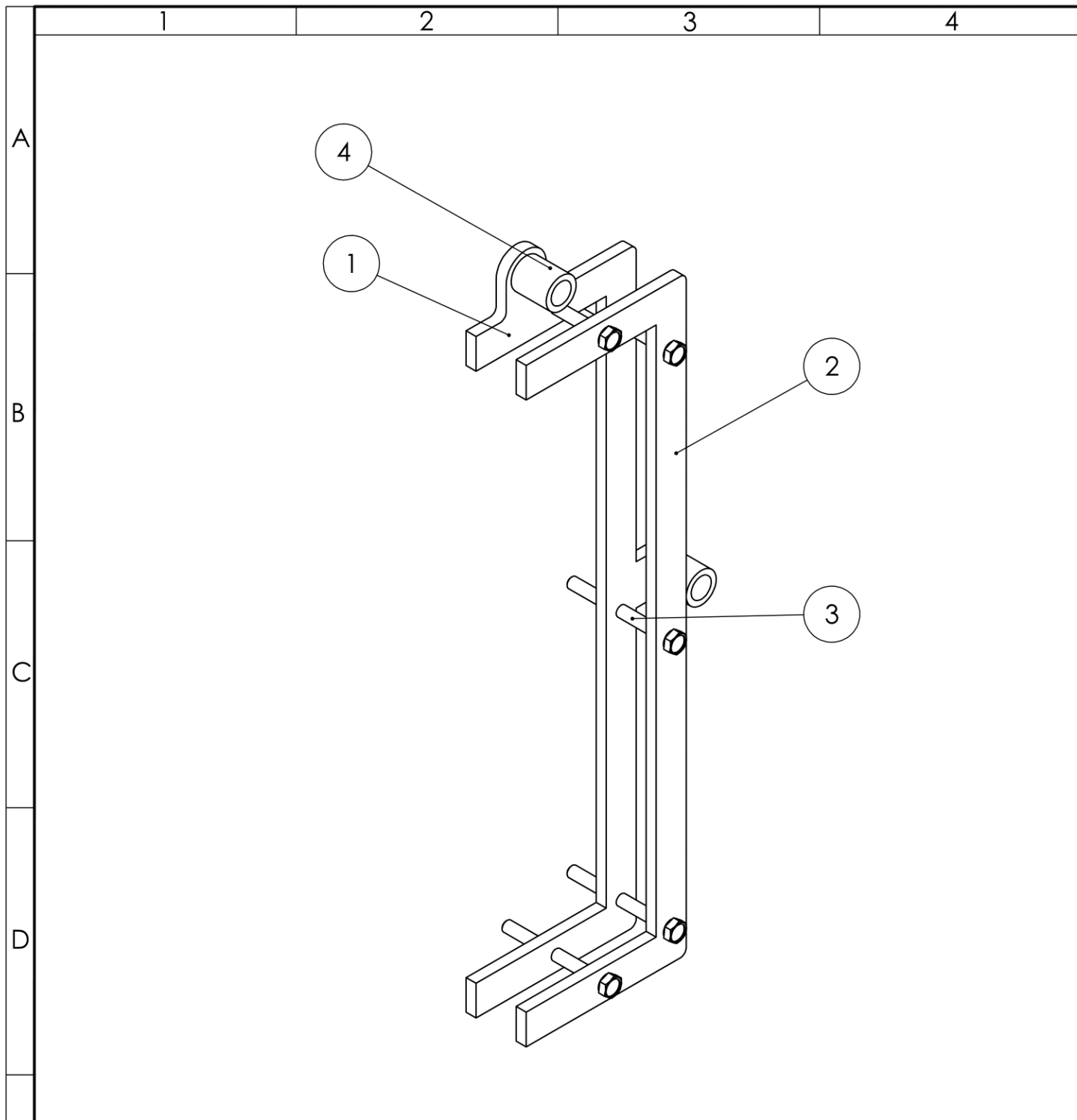
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0,3	412.43 g	AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó:	Ronnie Vargas		
				Revisó:	Ing. Christian Castro		
				Aprobó:	Ing. Christian Castro	No. de lámina:	Registro:
				FICM U.T.A.			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



				Tolerancia: ±0,3	Peso: 397.13 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Soporte frontal	Escala: 1:2
				Dibujó:	Ronnie Vargas		
				Revisó:	Ing. Christian Castro		
				Aprobó:	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 28 de 36	Registro:
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

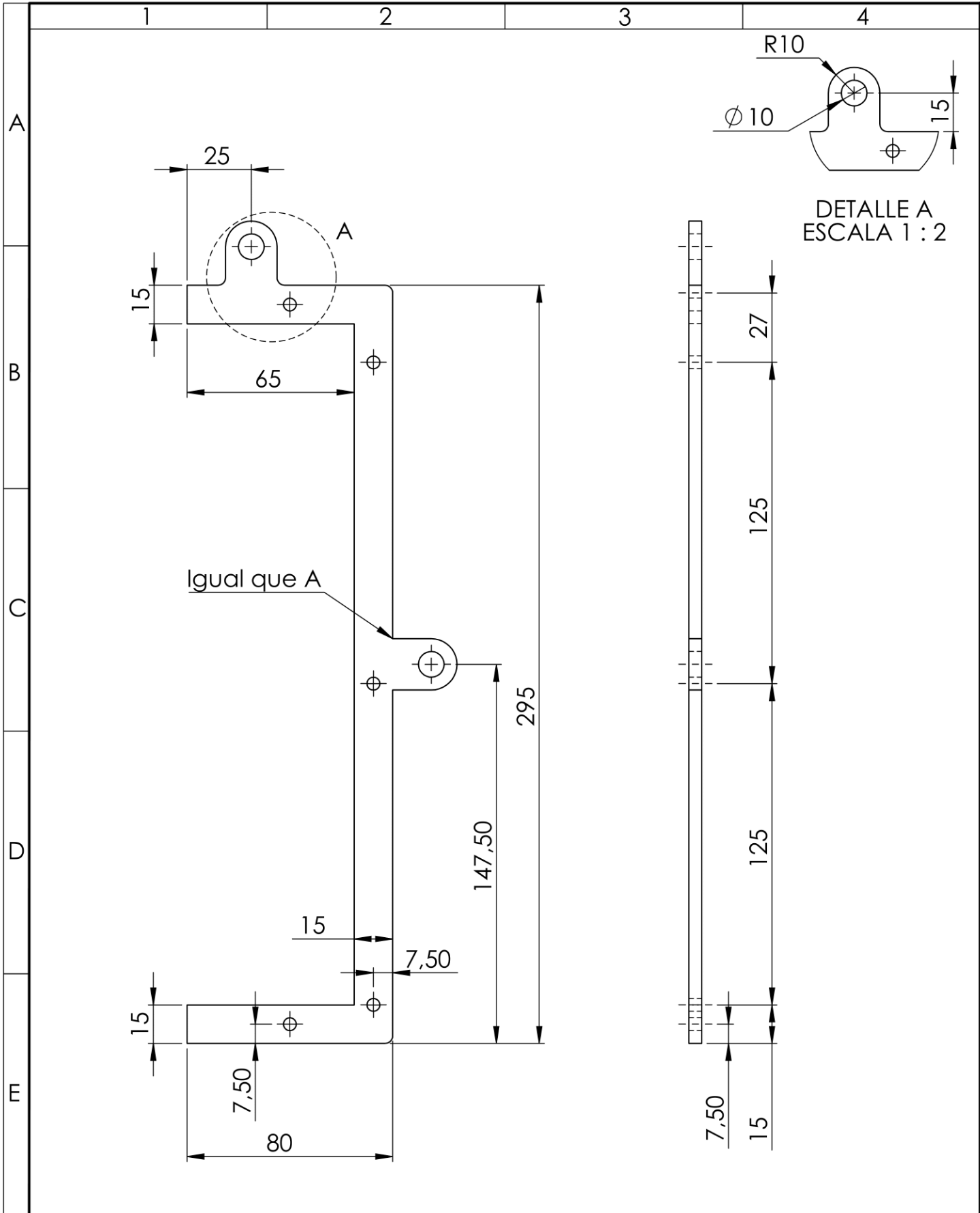


				Tolerancia:	Peso:	Material:		
				±0,1	13.74 g	AISI 304		
						Denominación:		Escala:
				Fecha	Nombre	Pasador portamuestras 1		2:1
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas			
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro			
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro			
				FICM U.T.A.		No. de lámina:		Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		29 de 36		▶ ⊕
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

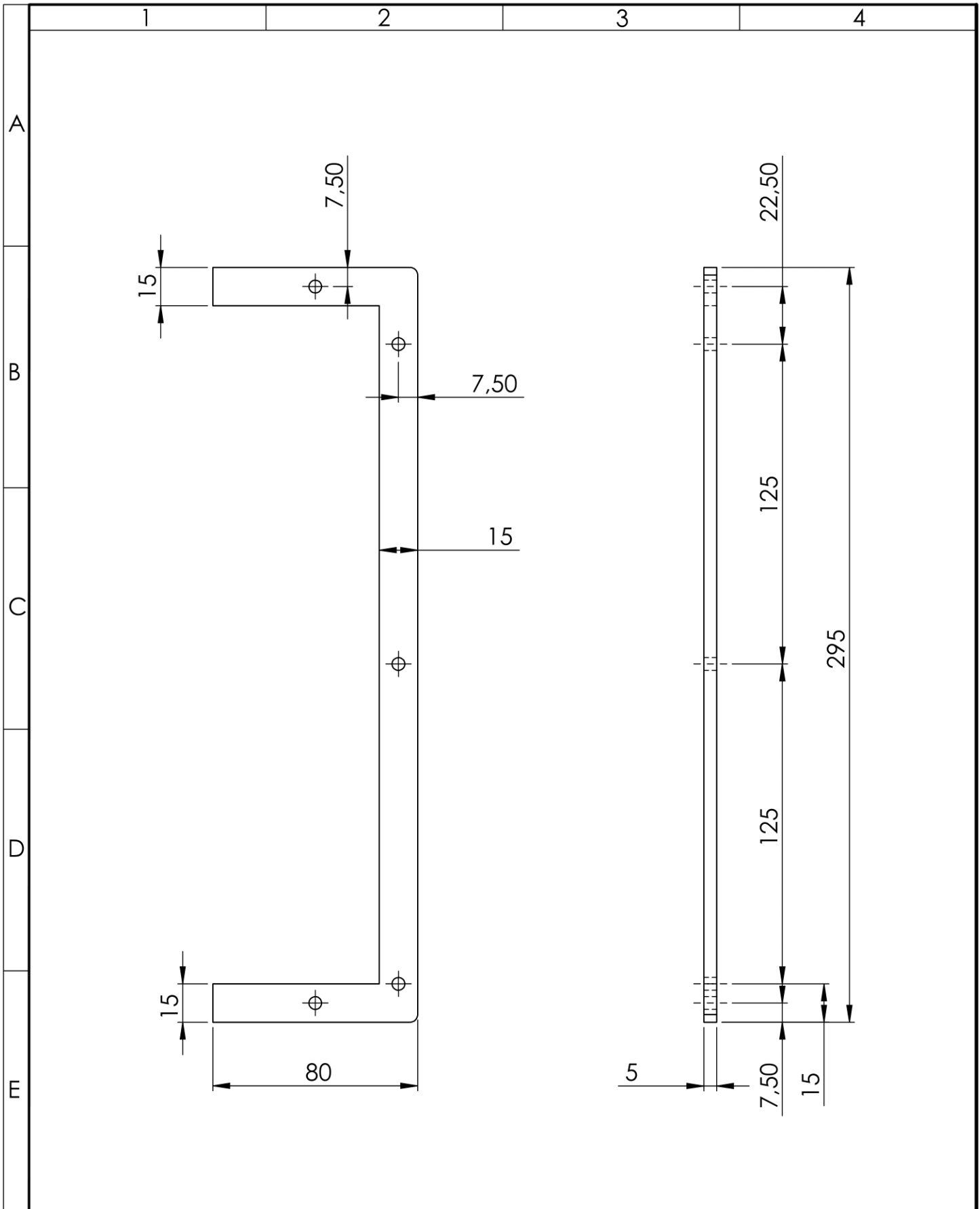


Nº de orden	Nº de pieza	Denominación	Número de norma o dibujo	Observaciones
1	1	Soporte posterior para multicapa	INEN 11925 - 2 / 31	
2	1	Soporte frontal para multicapa	INEN 11925 - 2 / 32	
3	5	Pernos de sujeción	M5	Longitud 80 mm
4	2	Pasador	INEN 11925 - 2 / 29	

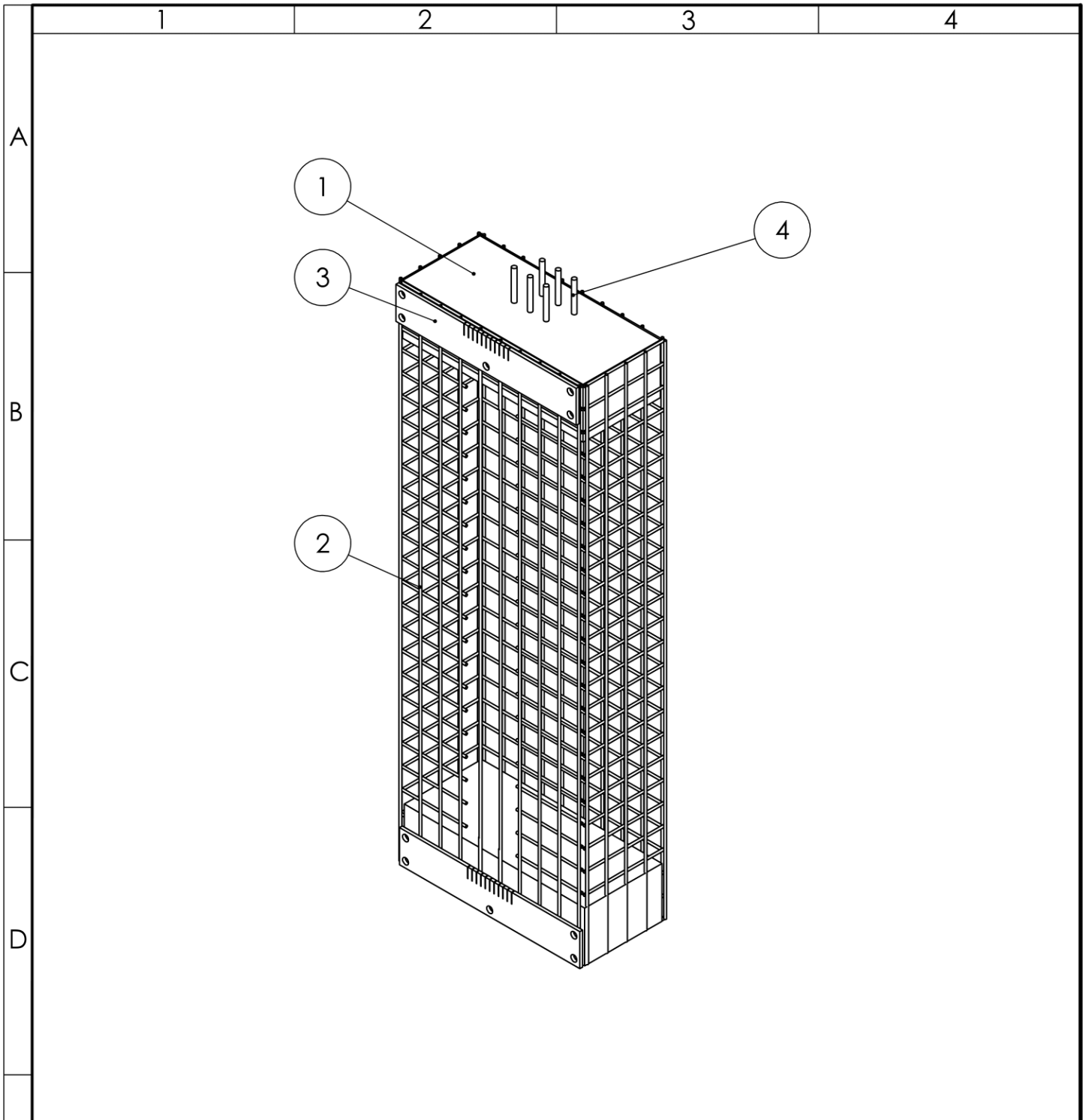
		Tolerancia:		Peso:		Material:	
		±0,3		536.69 g		AISI 304	
		Fecha		Nombre		Denominación:	
		Dibujó: 18/04/2022		Ronnie Vargas		Porta muestras materiales multicapa	
		Revisó: 20/04/2022		Ing. Christian Castro		Escala:	
		Aprobó: 20/04/2022		Ing. Christian Castro		1:2	
		FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		No. de lámina:		Registro:	
				30 de 36			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			



				Tolerancia: ±0,3	Peso: 281.36 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Soporte posterior para multicapa	Escala: 1:2
				Dibujó:	Ronnie Vargas		
				Revisó:	Ing. Christian Castro		
				Aprobó:	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 31 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

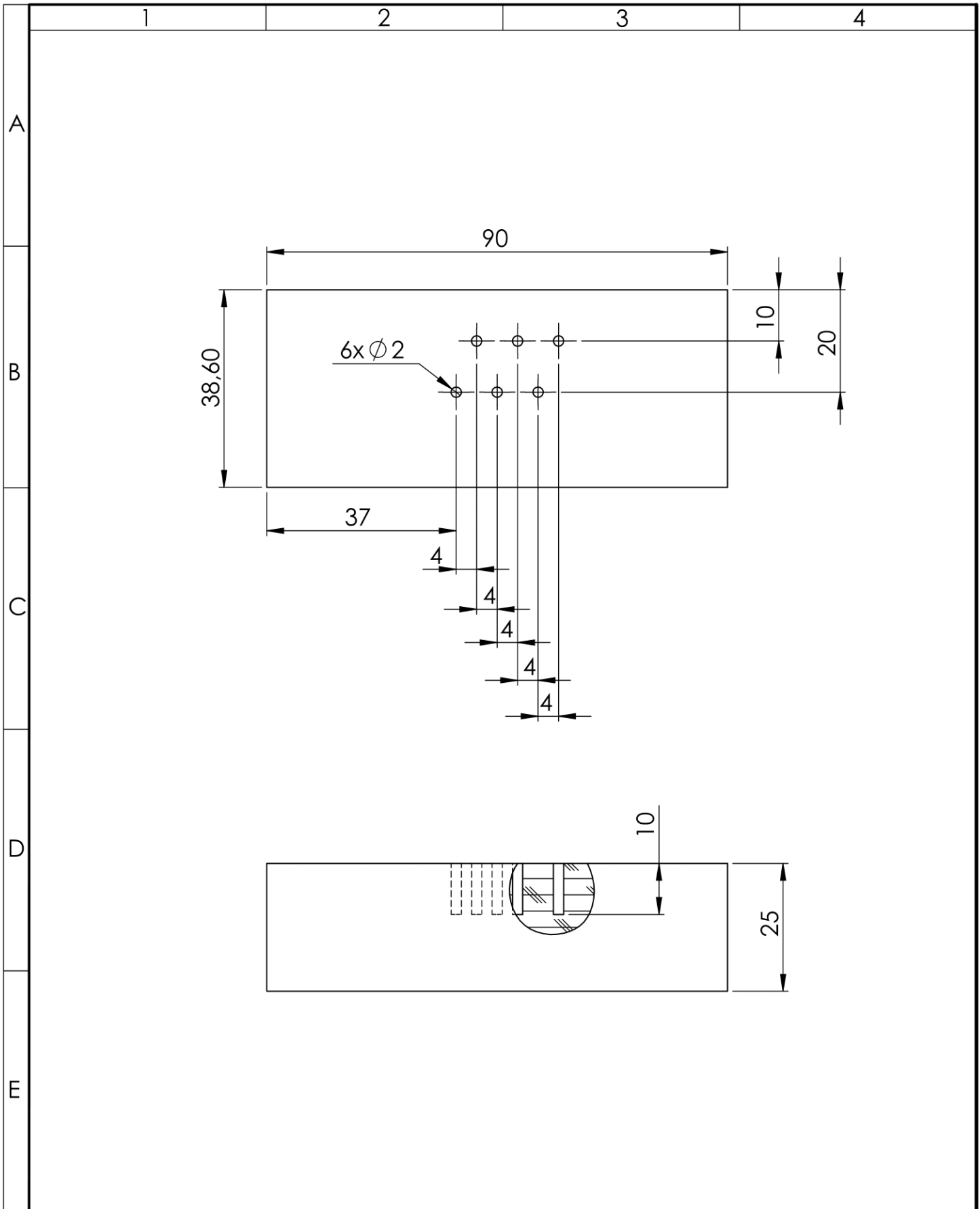


				Tolerancia: ±0,3	Peso: 250.92 g	Material: AISI 304		
				Fecha	Nombre	Denominación: Soporte frontal para multicapa	Escala: 1:2	
				Dibujó:	Ronnie Vargas			
				Revisó:	Ing. Christian Castro			
				Aprobó:	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 32 de 36	Registro: 	
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				(Sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

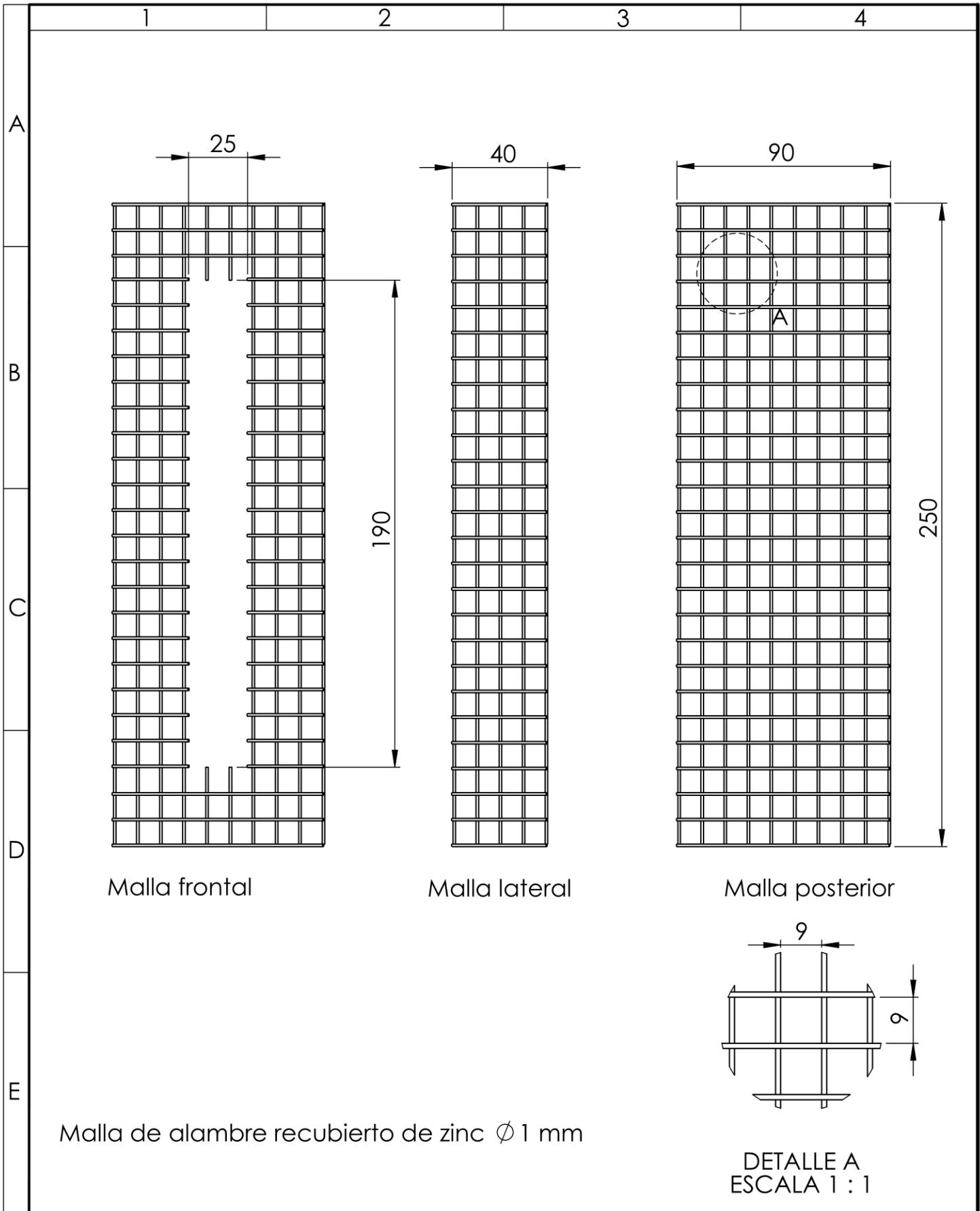


Nº de orden	Nº de pieza	Denominación	Número de norma o dibujo	Observaciones
1	2	Bloque de madera	INEN 11925 - 2 / 34	
2	1	Malla de alambre de zinc	INEN 11925 - 2 / 35	
3	2	Lámina de metal con guías	INEN 11925 - 2 / 36	
4	6	Puntas metálicas de alambre	INEN 11925 - 2	Ø 2 mm

				Tolerancia: ±0,2	Peso: 190.41 g	Material: Varios		
				Fecha	Nombre	Denominación: Porta muestras materiales sueltos	Escala: 1:2	
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas			
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro			
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 33 de 36	Registro: 	
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				(Sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

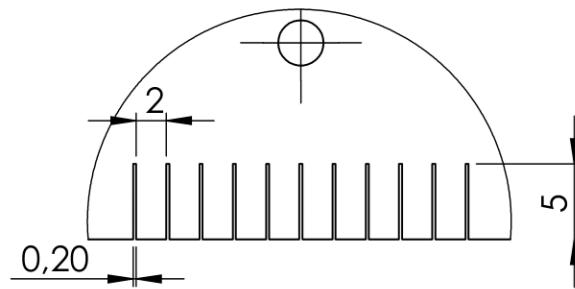
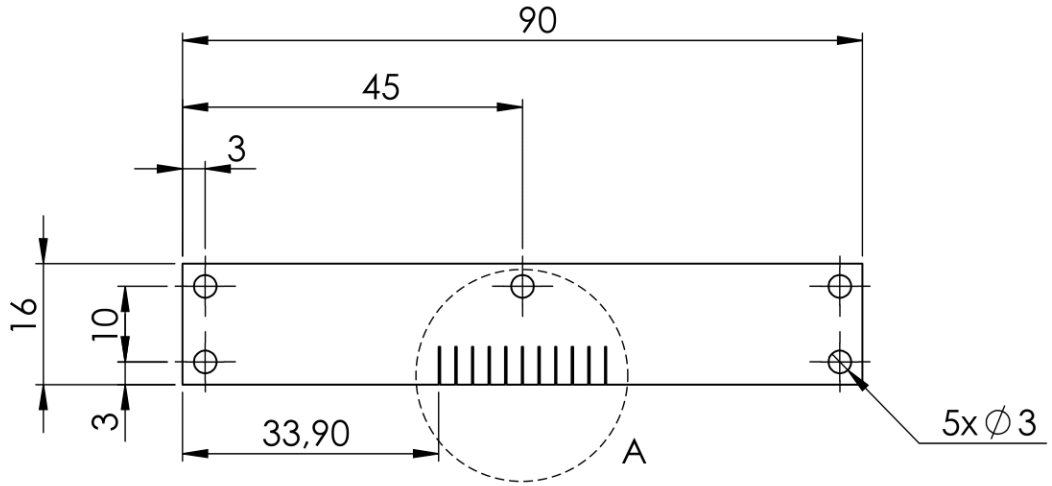


				Tolerancia: ±0,15	Peso: 48.53 g	Material: Roble	
				Fecha	Nombre	Denominación: Bloques de madera	Escala: 1:1
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas		
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 34 de 36	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



				Tolerancia: $\pm 0,2$	Peso: 35,61 g	Material: Alambre recubierto de Zinc	
				Dibujó:	Fecha	Nombre	Denominación:
				Revisó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	Malla de alambre de Zinc
				Aprobó:	20/04/2022	Ing. Christian Castro	Escala: 1:2
				FICM U.T.A.		No. de lámina:	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		35 de 36	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			

Espesor de la lámina de 1,4 mm



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

Elaborar 11 muescas del detalle A

				Tolerancia: ±0,15	Peso: 15.61 g	Material: AISI 304	
				Fecha	Nombre	Denominación: Lámina de metal con guías	Escala: 1:1
				Dibujó: 18/04/2022	Ronnie Vargas		
				Revisó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro		
				Aprobó: 20/04/2022	Ing. Christian Castro	No. de lámina: 36 de 36	Registro:
				FICM U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

ANEXO 11. INTERNATIONAL STANDARD
ISO 3795 Second edition 1989-10-15.

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
3795

Second edition
1989-10-15

Vehículos de carretera y tractores y maquinaria para la agricultura y silvicultura
Determinación de los comportamientos de combustión de los materiales interiores

Vehículos y tractores de carretera y equipos agrícolas y forestales: determinación de las características de la
combustión de materiales interiores



Licensed to  r. Castro
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

Reference number
ISO 3795 : 1989 (E)

ISO 3795: 1989 (E)

Prefacio

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de estándares internacionales normalmente se lleva a cabo a través de comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en un tema para el cual se ha establecido un comité técnico tiene derecho a estar representado en ese comité. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, en colaboración con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todos los asuntos de normalización electrotécnica.

Los proyectos de normas internacionales adoptados por los comités técnicos se distribuyen a los organismos miembros para su aprobación antes de ser aceptados como normas internacionales por el Consejo ISO. Se aprueban de acuerdo con los procedimientos de la ISO que requieren al menos el 75% de aprobación por parte de los organismos miembros que votan.

La Norma Internacional ISO 3795 fue preparada conjuntamente por los Comités Técnicos ISO / TC 22, Vehículos de carretera e ISO / TC 23, Tractores y maquinaria para la agricultura y silvicultura.

Esta segunda edición cancela y reemplaza la primera edición (ISO 3795: 19761, cuyo alcance se ha ampliado para incluir tractores y maquinaria para la agricultura y silvicultura.

© ISO 1989

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Organization for Standardization

Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland

Printed in Switzerland

Licensed to University / Mr. Castro

ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-2

Printed with permission of the publisher and the author's permission.

Introducción

La evaluación del comportamiento de combustión de los materiales interiores se basa en la suposición de que es poco probable que ocurra un incendio en el compartimento de pasajeros cuando la velocidad de combustión del material interior bajo la acción de una llama pequeña es cero o muy pequeña.

En el marco de las reglamentaciones internacionales para la seguridad de los vehículos de motor preparadas por los grupos competentes de la Comisión Económica para Europa (ECEDJNO), se solicitó a ISO que desarrollara un método para determinar el comportamiento de combustión de los materiales interiores de los vehículos de motor. Se recopiló y evaluó amplia información sobre los métodos de prueba existentes. En vista de los estándares de seguridad que ya son obligatorios, las consideraciones se basaron principalmente en el procedimiento de prueba definido en US-FMVSS 302.

Se prestó considerable atención al problema de la ventilación de la cámara de combustión. Se llevaron a cabo dos series de pruebas comparativas para investigar diferentes variaciones de diseño.

Luego de extensas discusiones, se decidió describirlo en esta Norma Internacional, para incorporar la cámara de combustión, además, se decidió requerir la presencia de cables de soporte como parte del equipamiento estándar para evitar interpretaciones subjetivas del comportamiento de la muestra por parte del personal de prueba.

Vehículos de carretera y tractores y maquinaria para agricultura y silvicultura - Determinación del comportamiento de combustión de materiales interiores

1 Alcance

Esta norma internacional especifica un método para determinar la velocidad de combustión horizontal de los materiales utilizados en el compartimiento de los ocupantes de los vehículos de carretera (por ejemplo, automóviles, camiones, vagones, autocares) y de tractores y maquinaria para la agricultura y la silvicultura, después de exposición a una llama pequeña.

Este método permite probar materiales y partes del equipamiento interior del vehículo individualmente o en combinación hasta un grosor de 13 mm. Se usa para juzgar la uniformidad de los lotes de producción de tales materiales con respecto a su comportamiento de combustión.

Debido a las muchas diferencias entre la situación del mundo real (aplicación y orientación dentro del interior del vehículo, condiciones de uso, fuente de ignición, etc.) y las condiciones exactas de prueba especificadas en esta Norma Internacional, este método no puede considerarse adecuado para la evaluación

de todas las verdaderas características de combustión en el vehículo.

2 Referencia normativa

La siguiente norma contiene disposiciones que, mediante la referencia en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Internacional. En el momento de la publicación, la edición indicada era válida. Todas las normas están sujetas a revisión y se alienta a las partes de los acuerdos basados en esta norma internacional a investigar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de la norma que se indica a continuación. Los miembros de IEC e ISO mantienen registros de las Normas Internacionales actualmente vigentes.

ISO 2763-1: 1989, *Tolerancias generales - Parte I: Tolerancias para dimensiones lineales y angulares sin indicaciones de tolerancia individual.*

3 Definiciones

A los fines de esta Norma Internacional, se aplican las siguientes definiciones.

3.1 tasa de combustión: cociente de la distancia quemada medida de acuerdo con esta Norma

Internacional y el tiempo necesario para quemar esta distancia. Se expresa en milímetros por minuto.

3.2 material compuesto: El material está compuesto por varias capas de materiales similares o diferentes íntimamente unidos en sus superficies mediante cementación, unión, revestimiento, soldadura, etc.

Cuando diferentes materiales se conectan de forma intermitente (por ejemplo, cosido, soldadura de alta frecuencia, remachado), entonces para permitir la preparación de muestras individuales de acuerdo con la cláusula 6, dichos materiales no se considerarán materiales compuestos.

3.3 lado expuesto: lado que mira hacia el compartimiento del ocupante cuando el material está montado en el vehículo.

4 Principio

Una muestra se sostiene horizontalmente en un soporte en forma de U y se expone a la acción de una llama definida de baja energía durante 15 s en una cámara de combustión, actuando la llama en el extremo libre de la muestra. La

prueba determina si y cuando la llama se extingue o el tiempo en que la llama pasa una distancia medida.

5 Equipos

5.1 Cámara de combustión (ver figura 11, preferiblemente de acero inoxidable y con las dimensiones indicadas en la figura 2. La parte frontal de la cámara contiene una ventana de observación resistente a las llamas, que puede cubrir el frente y que puede construirse como un panel de acceso.

La parte inferior de la cámara tiene orificios de ventilación, y la parte superior tiene una ranura de ventilación alrededor. La cámara de combustión se coloca en cuatro pies, 10 mm de alto.

La cámara puede tener un orificio en un extremo para la introducción de la porta muestras que contiene la muestra; en el extremo opuesto, se proporciona un orificio para la línea de gas. El material fundido se recoge en una bandeja (ver figura 3) que, en el fondo de la cámara, se coloca entre los orificios de ventilación sin cubrir ningún área de orificio de ventilación.

ISO 3795 : 1989 (E)

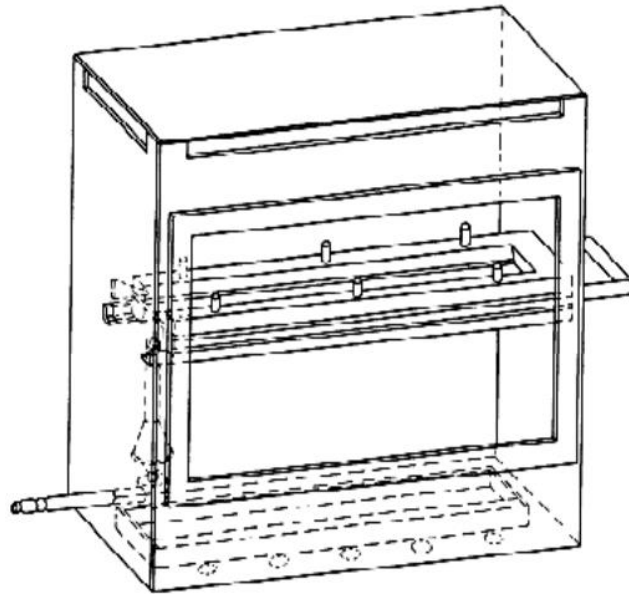


Figura 1. Ejemplo de cámara de combustión con soporte de muestra y bandeja de goteo

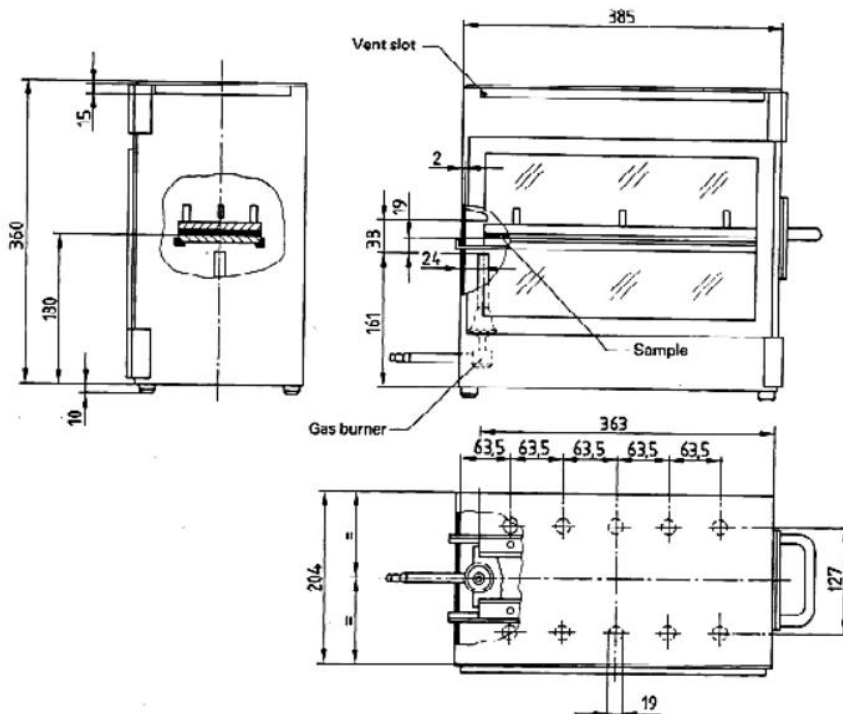


Figura 2. Ejemplo de cámara de combustión

ISO 3795 : 1989 (E)

Dimensiones en milímetros

Tolerancias según ISO 2768-1

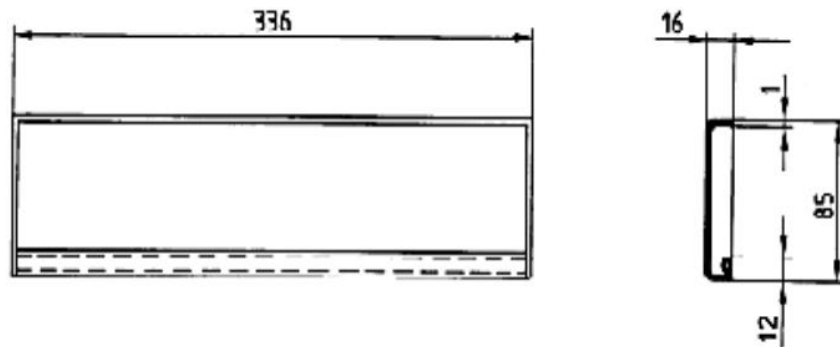


Figura 3. Bandeja de goteo típica

5.2 Soporte de muestra, que consta de dos placas de metal en forma de U o marcos de material resistente a la corrosión. Las dimensiones se dan en la figura 4.

La placa inferior está equipada con pasadores, el superior con los orificios correspondientes para garantizar la consistente sujeción de la muestra. Los pasadores también sirven como puntos de medición al comienzo y al final de la distancia del borde frontal del porta muestras desde el extremo de la cámara debe ser de 22 mm; la distancia de los lados longitudinales del soporte de muestras desde los lados de la cámara debe

ser de 50 mm (todas las dimensiones internas). (Ver figuras 1 y 2.)

5.3 Quemador de gas. La pequeña fuente de ignición es provista por un mechero Bunsen que tiene un diámetro interno de 9.5 mm. Está ubicado en el gabinete de prueba de modo que el centro de su boquilla esté a 19 mm por debajo del centro del borde inferior del extremo abierto de la muestra (consulte la figura 2).

5.4 Gas de prueba. El gas suministrado al quemador tendrá un poder calorífico de aproximadamente 38 MJ / m³ (por ejemplo, gas natural).

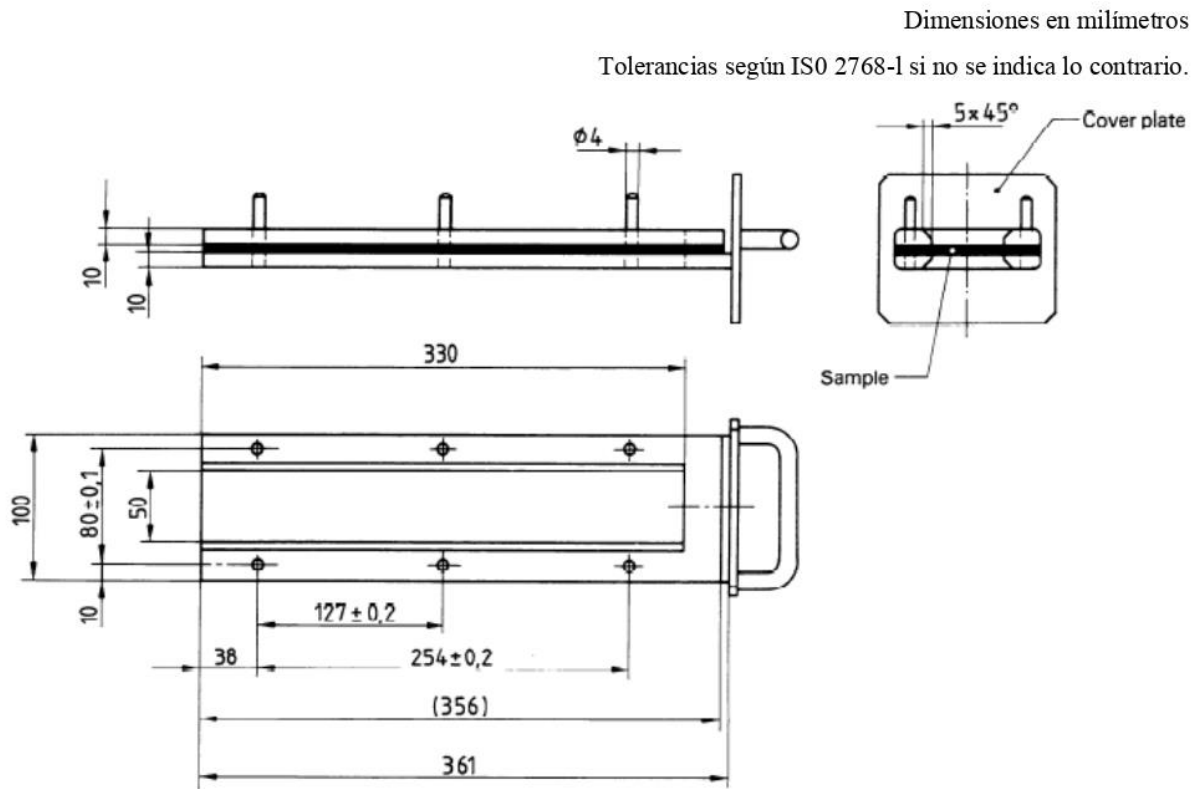


Figura 4. Ejemplo de portamuestras

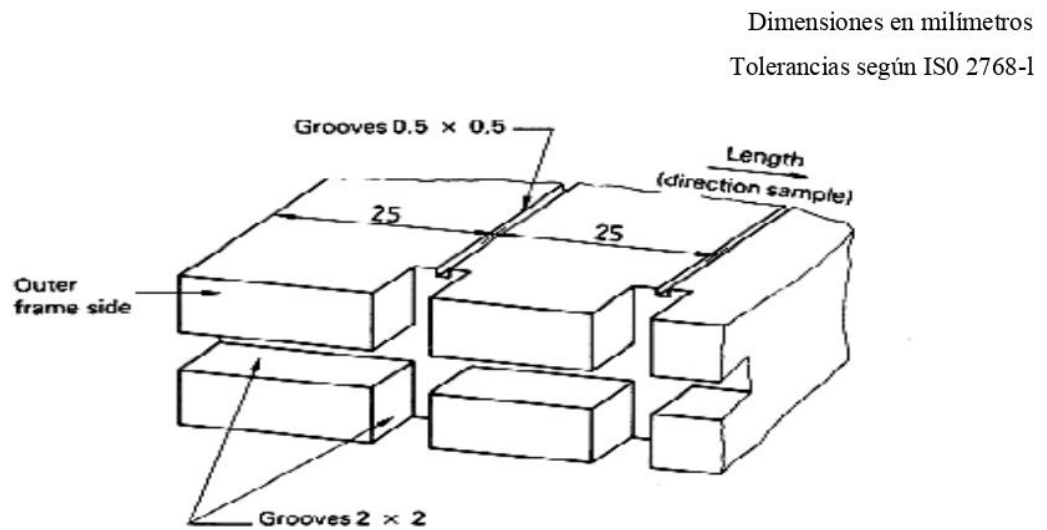


Figura 5. Ejemplo de sección de diseño de bastidor en U inferior para instalación de soporte de cables

5.5 Peine metálico, de al menos 110 mm de longitud, con siete a ocho dientes redondeados lisos por 25 mm.

5.6 Cronógrafo, con precisión de 0,5 s.

5.7 Armario de humos. La cámara de combustión puede colocarse en un conjunto de armario de humos siempre que el volumen interno sea al menos 20 veces, pero no más de 110 veces, mayor que el volumen de la cámara de combustión y siempre que no haya dimensiones de altura, ancho o longitud únicas. El armario de los humos es mayor de 2.5 veces cualesquiera de las otras dos dimensiones.

Antes de la prueba, la velocidad vertical del aire a través de la campana extractora se medirá 100 mm delante y detrás de la posición final donde se ubicará la cámara de combustión. Deberá estar entre 0.1 m / s y 0.3 m / s para evitar posibles molestias, por productos de combustión, al operador.

Es posible utilizar una campana extractora de humos con ventilación natural y una velocidad de aire adecuada.

6 Muestras

6.1 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de las muestras se muestran en la figura 6. El espesor de la muestra corresponde al espesor del producto a analizar. No debe ser más de 13 mm. Al tomar los permisos de muestra, la muestra debe tener una sección constante en toda su longitud.

Dimensiones en milímetros

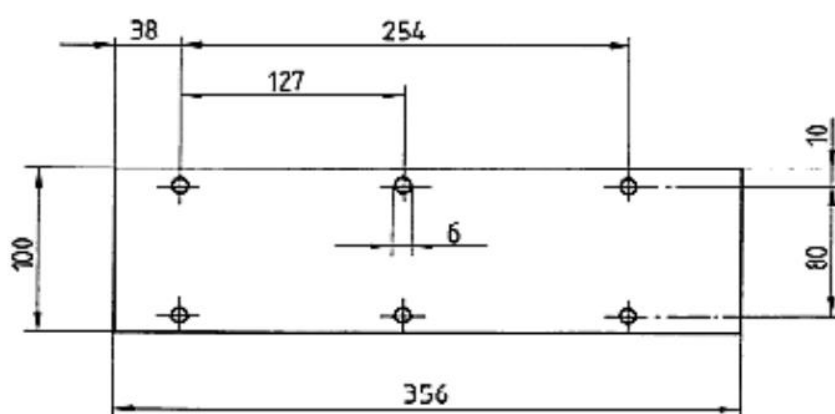


Figure 6 - Muestra

Cuando la forma y dimensiones de un producto no permitan tomar una muestra del tamaño dado, se mantendrán las siguientes dimensiones mínimas:

a) Para muestras que tengan un ancho de 3 mm a 60 mm, la longitud será de 356 mm. En este caso, el material se prueba en el ancho del producto.

b) Para muestras que tengan un ancho de 60 mm a 100 mm, la longitud deberá ser de al menos 138 mm. En este caso, la distancia de combustión potencial corresponde a la longitud de la muestra, comenzando la medición en el primer punto de medición.

c) Las muestras que tienen un ancho de menos de 60 mm y más cortas de 356 mm, y muestras que tienen un ancho de 60 mm a 100 mm y más cortas de 138 mm, no se pueden analizar de acuerdo con este método; tampoco pueden las muestras tener un ancho inferior a 3 mm.

6.2 Muestreo

Se tomarán al menos cinco muestras del material bajo prueba. En materiales que tienen diferentes tasas de combustión en diferentes direcciones del material (las pruebas preliminares lo mostrarán), las cinco (o más) muestras deben tomarse y colocarse en el aparato de prueba de modo que se mida la tasa de combustión más alta.

Cuando el material se suministre en anchuras, se cortará una longitud de al menos 500 mm cubriendo todo el ancho. A partir de esto, las muestras se tomarán de modo que estén al

menos a 100 mm del borde del material y equidistantes entre sí.

Las muestras se tomarán de la misma manera de los productos terminados, cuando la forma del producto lo permita. Cuando el espesor del producto es de 13 mm o más, se reducirá a 13 mm mediante un proceso mecánico aplicado al lado que no mira al compartimento del ocupante.

Los materiales compuestos (véase la construcción uniforme.3.2) deben probarse como si estuvieran en el interior. En el caso de materiales hechos de capas superpuestas de diferente composición que no son materiales compuestos, todas las capas de material incluidas a una profundidad de 13 mm de la superficie mirando hacia el compartimento de los ocupantes se probarán individualmente.

6.3 Condicionamiento

Las muestras deben acondicionarse durante al menos 24 h pero no más de 7 días a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del $50\% \pm 5\%$ y deben mantenerse bajo estas condiciones hasta inmediatamente antes de la prueba.

7 Procedimiento

7.1 Coloque las muestras con las superficies cubiertas por la siesta o con mechones sobre una superficie plana y peine dos veces contra la siesta usando el peine (5.5).

7.2 Coloque la muestra en el porta muestras (5.2) de modo que el lado expuesto quede hacia abajo de la llama.

7.3 Ajuste la llama del gas a una altura de 38 mm utilizando la marca en la cámara, cerrándose la entrada de aire del quemador (5.3). Antes de comenzar la primera prueba, la llama debe arder al menos durante 1 minuto para estabilización.

7.4 Empuje el porta muestras (5.2) en la cámara de combustión (5.1) para que el extremo de la muestra quede expuesto a la llama, y después de 15 s corte el flujo de gas.

7.5 La medición del tiempo de combustión comienza en el momento en que el pie de la llama pasa el primer punto de medición. Observe la propagación de la llama en el lado que se quema más rápido que el otro (lado superior o inferior).

7.6 La medición del tiempo de combustión se completa cuando la llama llega al último punto de medición o cuando la llama se extingue antes de llegar al último punto de medición. Si la llama no llega al último punto de medición, mida la distancia quemada hasta el punto donde la llama se extinguió. La distancia quemada es la parte descompuesta de la muestra, que se destruye en su superficie o en el interior por combustión.

7.7 En la medida en que la muestra no se encienda o no continúe ardiendo después de que el quemador se haya extinguido, o cuando la llama se extinga antes de alcanzar el primer punto de medición, para que no se mida el tiempo de combustión, tenga en cuenta en el informe de prueba que la velocidad de combustión es de 0 mm / min.

7.8 Al ejecutar una serie de pruebas o repetir las pruebas, asegúrese de que la cámara de combustión y el porta muestras tengan una temperatura máxima de 30 °C antes de comenzar la siguiente prueba.

8 Cálculo

La tasa de combustión, B, en milímetros por minuto, viene dada por la fórmula

$$B = \frac{s}{t} \times 60$$

Donde

s la distancia quemada, en milímetros;

t el tiempo, en segundos, para quemar la distancia s.

9 Informe de prueba

El informe de prueba incluirá los siguientes datos:

- a) tipo, marcado y color de la muestra de prueba;
- b) si la muestra era un material compuesto o un material único
- c) dimensiones de la muestra que incluyen el valor máximo y mínimo de espesor
- d) La preparación de la muestra, incluido el método para reducir el espesor (si el espesor es mayor de 13 mm) de acuerdo con 6.2;
- e) posición de la muestra en el producto (longitudinal, transversal)
- f) número de muestras analizadas;
- g) resultados de la prueba:
 - distancia quemada, en milímetros, y tiempo de quemado, en segundos;
 - otras observaciones (auto extingible, etc.);

h) todos los valores individuales calculados de velocidad de combustión, en milímetros por minuto;

i) condiciones especiales de prueba (uso de humos, uso de ventilador, etc.);

j) cualquier condición diferente a las especificadas en esta norma internacional;

k) fecha de la prueba

ANEXO 12. NORMA TÉCNICA
ECUATORIANA NTE INEN-ISO/IEC 17025
Tercera edición 2018-04



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN-ISO/IEC 17025

Tercera edición
2018-04

**REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS
LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN (ISO/IEC
17025:2017, IDT)**

GENERAL REQUIREMENTS FOR THE COMPETENCE OF TESTING AND CALIBRATION
LABORATORIES (ISO/IEC 17025:2017, IDT)

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una adopción idéntica de la traducción oficial de la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2017.

ICS: 03.120.20

33 Páginas

© ISO/IEC 2017 – Todos los derechos reservados
© INEN 2018 para la adopción nacional

CON LICENCIA DE USO PARA CENTRO DE FOMENTO PRODUCTIVO, H. GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA
NÚMERO DE ORDEN: 001-005-000086986 / DESCARGADO: 2018-07-05
AUTORIZACIÓN A USUARIO ÚNICO, PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

Prólogo nacional

Esta Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO/IEC 17025 *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración* es una adopción idéntica de la traducción oficial al español de la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. El comité nacional responsable de la adopción idéntica de esta Norma Internacional es el Comité Técnico de Normalización, *Evaluación de la conformidad*.

Esta NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018 (Tercera edición) reemplaza a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006 (Segunda edición)

A continuación, se enlista los documentos normativos internacionales que se referencian en la Norma Técnica ISO/IEC 17025:2017 y los documentos normativos nacionales correspondientes:

Documento Normativo Internacional	Documento Normativo Nacional
Guía ISO/IEC 99, <i>International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)</i>	GPE INEN-ISO/IEC 99:2014, <i>Vocabulario internacional de metrología — Conceptos fundamentales y generales y términos asociados (VIM)</i> (ISO/IEC 99:2007, IDT)
ISO/IEC 17000, <i>Evaluación de la conformidad — Vocabulario y principios generales</i>	NTE INEN-ISO/IEC 17000:2006, <i>Evaluación de la conformidad — Vocabulario y principios generales</i> (ISO/IEC 17000:2012, IDT)



DOCUMENTO PROTEGIDO POR COPYRIGHT

© ISO/IEC 2017. Publicado en Suiza

Reservados los derechos de reproducción. Salvo prescripción diferente, o requerido en el contexto de su implementación, no podrá reproducirse ni utilizarse ninguna parte de esta publicación bajo ninguna forma y por ningún medio, electrónico o mecánico, incluidos el fotocopiado, o la publicación en Internet o una Intranet, sin la autorización previa por escrito. La autorización puede solicitarse a ISO en la siguiente dirección o al organismo miembro de ISO en el país solicitante.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Ginebra, Suiza
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Versión española publicada en 2017

Índice

Página

Prólogo	v
Prólogo de la versión en español	vii
Introducción	viii
1 Objeto y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	1
4 Requisitos generales	3
4.1 Imparcialidad.....	3
4.2 Confidencialidad.....	4
5 Requisitos relativos a la estructura	4
6 Requisitos relativos a los recursos	5
6.1 Generalidades.....	5
6.2 Personal	6
6.3 Instalaciones y condiciones ambientales	6
6.4 Equipamiento	7
6.5 Trazabilidad metrológica.....	9
6.6 Productos y servicios suministrados externamente	10
7 Requisitos del proceso	10
7.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos.....	10
7.2 Selección, verificación y validación de métodos	12
7.2.1 Selección y verificación de métodos.....	12
7.2.2 Validación de los métodos	12
7.3 Muestreo.....	13
7.4 Manipulación de los ítems de ensayo o calibración.....	14
7.5 Registros técnicos	15
7.6 Evaluación de la incertidumbre de medición.....	15
7.7 Aseguramiento de la validez de los resultados.....	16
7.8 Informe de resultados.....	16
7.8.1 Generalidades	16
7.8.2 Requisitos comunes para los Informes (ensayo, calibración o muestreo)	17
7.8.3 Requisitos específicos para los informes de ensayo.....	18
7.8.4 Requisitos específicos para los certificados de calibración	18
7.8.5 Información de muestreo – requisitos específicos.....	19
7.8.6 Información sobre declaraciones de conformidad.....	19
7.8.7 Información sobre opiniones e interpretaciones.....	20
7.8.8 Modificaciones a los informes.....	20
7.9 Quejas	20
7.10 Trabajo no conforme	21
7.11 Control de los datos y gestión de la información.....	21
8 Requisitos del sistema de gestión	22
8.1 Opciones	22
8.1.1 Generalidades	22
8.1.2 Opción A	23
8.1.3 Opción B	23
8.2 Documentación del sistema de gestión (Opción A)	23

ISO/IEC 17025:2017 (traducción oficial)

8.3	Control de documentos del sistema de gestión (Opción A)	23
8.4	Control de registros (Opción A).....	24
8.5	Acciones para abordar riesgos y oportunidades (Opción A).....	24
8.6	Mejora (Opción A)	25
8.7	Acciones correctivas (Opción A).....	25
8.8	Auditorías internas (Opción A)	26
8.9	Revisiones por la dirección (Opción A)	26
Anexo A (informativo) Trazabilidad metrológica		28
Anexo B (informativo) Opciones de sistemas de gestión		30
Bibliografía		32

Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (miembros ISO). El trabajo de elaboración de las Normas Internacionales es normalmente llevado a cabo a través de comités técnicos de ISO. Cada miembro interesado en un asunto para el cual se ha establecido un comité técnico tiene el derecho a ser representado en ese comité. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, en alianza con ISO, también participan en el trabajo. En el campo de la evaluación de la conformidad, ISO y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrollan documentos conjuntos ISO/IEC bajo la gestión del Comité de ISO para la Evaluación de Conformidad (ISO/CASCO).

En la Parte 1 de las Directivas ISO/IEC se describen los procedimientos utilizados para desarrollar este documento y para su mantenimiento posterior. En particular debería tomarse nota de los diferentes criterios de aprobación necesarios para los distintos tipos de documentos ISO. Este documento se redactó de acuerdo a las reglas editoriales de la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC (véase www.iso.org/directives).

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente. Los detalles sobre cualquier derecho de patente identificado durante el desarrollo de esta norma se indican en la introducción y/o en la lista ISO de declaraciones de patente recibidas (véase www.iso.org/patents).

Cualquier nombre comercial utilizado en esta norma es información que se proporciona para comodidad del usuario y no constituye una recomendación.

Para obtener una explicación sobre la naturaleza voluntaria de las normas, el significado de los términos específicos de ISO y expresiones relacionadas con la evaluación de la conformidad, así como información de la adhesión de ISO a los principios de la Organización Mundial del Comercio (OMC) respecto a los Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC), véase la siguiente dirección: www.iso.org/iso/foreword.html.

Este documento ha sido elaborado por el Comité de ISO para la evaluación de la conformidad (CASCO) y sometido a votación de los organismos nacionales de ISO y de IEC y fue aprobado por las dos organizaciones.

Esta tercera edición anula y sustituye a la segunda edición (ISO/IEC 17025:2005), que ha sido revisada técnicamente.

Los principales cambios en comparación con la edición anterior son los siguientes:

- el pensamiento basado en el riesgo, aplicado en esta edición, ha permitido cierta reducción de los requisitos prescriptivos y su sustitución por requisitos basados en el desempeño;
- existe una mayor flexibilidad respecto a la edición anterior en los requisitos de procesos, procedimientos, información documentada y responsabilidades organizacionales;
- se ha incluido una definición de "laboratorio" (véase 3.6).

ISO/IEC 17025:2017 (traducción oficial)

Esta versión corregida de la versión en español de la Norma ISO/IEC 17025:2017 incorpora las siguientes correcciones:

- Apartado 3.2 en FUENTE modificar la frase “un organismo de evaluación de la conformidad a un organismo de acreditación” por “un organismo de evaluación de la conformidad o a un organismo de acreditación”
- Apartado 6.4.9: se ha incluido una última frase en el apartado que se había omitido respecto a la versión original “El laboratorio debe examinar el efecto del defecto o de la desviación respecto a los requisitos especificados, y debe iniciar la gestión del procedimiento de trabajo no conforme (véase 7.10)”.
- Apartado 6.4.13: se ha modificado la última frase del primer párrafo, quedando la redacción “Los registros deben incluir lo siguiente, cuando sea aplicable:
- Apartado 7.11.4: se ha modificado la redacción de “...el proveedor u administrador.....” por “...el proveedor o administrador...”
- Apartado 8.9.2 h): se ha modificado la redacción de “cambios en el volumen y tipo de trabajo en el alcance de actividades del laboratorio” por “cambios en el volumen y tipo de trabajo o en el alcance de actividades del laboratorio”.

Prólogo de la versión en español

Este documento ha sido traducido por el Grupo de Trabajo *Spanish Translation Task Force* (STTF) del Comité Técnico ISO/CASCO, *Comité para la evaluación de la conformidad*, en el que participan representantes de los organismos nacionales de normalización y representantes del sector empresarial de los siguientes países:

Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Estados Unidos de América, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Perú, República Dominicana y Uruguay.

Igualmente, en el citado Grupo de Trabajo participan representantes de COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) e INLAC (Instituto Latinoamericano de la Calidad).

Esta traducción es parte del resultado del trabajo que el Grupo ISO/CASCO/STTF viene desarrollando desde su creación en el año 2002 para lograr la unificación de la terminología en lengua española en el ámbito de la evaluación de la conformidad.

Introducción

Este documento se ha desarrollado con el objetivo de promover la confianza en la operación de los laboratorios. Este documento contiene requisitos que permiten a los laboratorios demostrar que operan de forma competente y que tienen la capacidad de generar resultados válidos. Los laboratorios que cumplen con este documento también operarán en general de acuerdo con los principios de la Norma ISO 9001.

Este documento requiere que el laboratorio planifique e implemente acciones para abordar los riesgos y las oportunidades. Al abordar los riesgos y las oportunidades se establece una base para incrementar la eficacia del sistema de gestión, lograr mejores resultados y prevenir efectos negativos. El laboratorio es responsable de decidir qué riesgos y oportunidades es necesario abordar.

El uso de este documento facilitará la cooperación entre los laboratorios y otros organismos, y ayudará al intercambio de información y experiencia, así como también a la armonización de normas y procedimientos. La aceptación de resultados entre países se facilita si los laboratorios cumplen con el presente documento.

En este documento se usan las siguientes formas verbales:

- "debe" indica un requisito;
- "debería" indica una recomendación;
- "puede" indica un permiso; una posibilidad o una capacidad;

En las Directivas ISO/IEC, Parte 2, se pueden encontrar más detalles.

A efectos de investigación, se anima a los usuarios a compartir sus puntos de vista en relación con este documento y sus prioridades para cambios en las futuras ediciones. Hacer clic en el enlace inferior para participar en la encuesta en línea:

[17025 ed3 usersurvey](#)

Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración

1 Objeto y campo de aplicación

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

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

Los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias, las organizaciones y los esquemas utilizados en evaluación de pares, los organismos de acreditación y otros utilizan este documento para confirmar o reconocer la competencia de los laboratorios.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos se referencian en el texto de tal forma que parte o la totalidad de su contenido constituyen requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, sólo aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier modificación).

Guía ISO/IEC 99, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*¹⁾

ISO/IEC 17000, *Evaluación de la conformidad — Vocabulario y principios generales*

3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones incluidos en la Guía ISO/IEC 99 y la Norma ISO/IEC 17000 además de los siguientes.

ISO e IEC mantienen bases de datos terminológicas para su utilización en normalización en las siguientes direcciones:

- Plataforma de búsqueda en línea de ISO: disponible en <http://www.iso.org/obp>
- Electropedia de IEC: disponible en <http://www.electropedia.org/>

3.1

imparcialidad

presencia de objetividad

1) También conocida como JCGM 200.

ISO/IEC 17025:2017 (traducción oficial)

Nota 1 a la entrada: Objetividad significa que no existen conflictos de intereses o que éstos se resuelven sin afectar de forma adversa a las actividades de *laboratorio* (3.6).

Nota 2 a la entrada: Otros términos que sirven para transmitir el elemento de imparcialidad son: "ausencia de conflictos de intereses", "ausencia de sesgos", "carencia de prejuicios", "neutralidad", "justicia", "actitud abierta", "ecuanimidad", "actitud desinteresada" y "equilibrio".

[FUENTE: ISO/IEC 17021-1:2015, 3.2, modificada — Las palabras "el organismo de certificación" han sido reemplazadas por "el laboratorio" en la Nota 1 a la entrada, y la palabra "independencia" ha sido eliminada de la lista en la Nota 2 a la entrada.]

3.2 queja

expresión de insatisfacción presentada por una persona u organización a un *laboratorio* (3.6), relacionada con las actividades o resultados de ese laboratorio, para la que se espera una respuesta

[FUENTE: ISO/IEC 17000:2004, 6.5, modificada — Las palabras "diferentes de la apelación" han sido eliminadas, y las palabras "un organismo de evaluación de la conformidad o a un organismo de acreditación" han sido reemplazadas por "un laboratorio, relacionada con las actividades o resultados de ese laboratorio".]

3.3 comparación interlaboratorios

organización, realización y evaluación de mediciones o ensayos sobre el mismo ítem o ítems similares por dos o más laboratorios de acuerdo con condiciones predeterminadas

[FUENTE: ISO/IEC 17043:2010, 3.4]

3.4 comparación intralaboratorio

organización, realización y evaluación de mediciones o ensayos sobre el mismo ítem o ítems similares, dentro del mismo *laboratorio* (3.6), de acuerdo con condiciones predeterminadas

3.5 ensayo de aptitud

evaluación del desempeño de los participantes con respecto a criterios previamente establecidos mediante *comparaciones interlaboratorios* (3.3)

[FUENTE: ISO/IEC 17043:2010, 3.7, modificada — Se han eliminado las Notas a la entrada.]

3.6 laboratorio

organismo que realiza una o más de las siguientes actividades:

- ensayos,
- calibración,
- muestreo, asociado con el subsiguiente ensayo o calibración.

Nota 1 a la entrada: En el contexto de este documento, "actividades de laboratorio" se refiere a las tres actividades mencionadas anteriormente.

3.7**regla de decisión**

regla que describe cómo se toma en cuenta la incertidumbre de medición cuando se declara la conformidad con un requisito especificado

3.8**verificación**

aportación de evidencia objetiva de que un ítem dado satisface los requisitos especificados.

EJEMPLO 1 La confirmación de que un material de referencia declarado es homogéneo para el valor y el procedimiento de medición correspondientes, para muestras de masa de valor hasta 10 mg.

EJEMPLO 2 La confirmación de que se satisfacen las propiedades de funcionamiento declaradas o los requisitos legales de un sistema de medición.

EJEMPLO 3 La confirmación de que puede alcanzarse una incertidumbre de medición objetivo.

Nota 1 a la entrada: Cuando sea necesario, se debería tener en cuenta la incertidumbre de medición.

Nota 2 a la entrada: El ítem puede ser, por ejemplo, un proceso, un procedimiento de medición, un material, un compuesto o un sistema de medición.

Nota 3 a la entrada: Los requisitos especificados pueden ser, por ejemplo, que se cumplan las especificaciones del fabricante.

Nota 4 a la entrada: En metrología legal, la verificación, tal como la define el VIML, y en general en la evaluación de la conformidad, puede conllevar el examen y el marcado y/o emisión de un certificado de verificación para un sistema de medición.

Nota 5 a la entrada: No debería confundirse la verificación con la calibración. No toda verificación es una *validación* (3.9).

Nota 6 a la entrada: En química, la verificación de la identidad de la entidad involucrada, o de la actividad, requiere una descripción de la estructura o las propiedades de dicha entidad o actividad.

[FUENTE: Guía ISO/IEC 99:2007, 2.44]

3.9**validación**

verificación (3.8), cuando los requisitos especificados son adecuados para un uso previsto

EJEMPLO Un procedimiento de medición, habitualmente utilizado para la medición de la concentración en masa de nitrógeno en agua, puede también validarse para la medición de la concentración en masa de nitrógeno en suero humano.

[FUENTE: Guía ISO/IEC 99:2007, 2.45]

4 Requisitos generales**4.1 Imparcialidad**

4.1.1 Las actividades del laboratorio se deben llevar a cabo de una manera imparcial y estructurada, y se deben gestionar para salvaguardar la imparcialidad.

4.1.2 La dirección del laboratorio debe estar comprometida con la imparcialidad.

4.1.3 El laboratorio debe ser responsable de la imparcialidad de sus actividades de laboratorio y no debe permitir presiones comerciales, financieras u otras que comprometan la imparcialidad.

4.1.4 El laboratorio debe identificar los riesgos a su imparcialidad de forma continua. Esto debe incluir aquellos riesgos que surgen de sus actividades o de sus relaciones, o de las relaciones de su personal. Sin embargo, estas relaciones no necesariamente presentan un riesgo para la imparcialidad del laboratorio.

NOTA Una relación que pone en peligro la imparcialidad del laboratorio puede estar basada en la propiedad, gobernanza, gestión, personal, recursos compartidos, finanzas, contratos, marketing (incluido el desarrollo de marca) y el pago de comisiones sobre ventas u otro incentivo por captar nuevos clientes, etc.

4.1.5 Si se identifica un riesgo para la imparcialidad, el laboratorio debe tener capacidad para demostrar cómo se elimina o minimiza tal riesgo.

4.2 Confidencialidad

4.2.1 El laboratorio debe ser responsable, por medio de acuerdos legalmente ejecutables, de la gestión de toda la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio. El laboratorio debe informar al cliente, con antelación, acerca de la información que pretende poner al alcance del público. Excepto por la información que el cliente pone a disposición del público, o cuando lo acuerdan el laboratorio y el cliente (por ejemplo, con el propósito de responder a las quejas), cualquier otra información se considera información del propietario y se debe considerar confidencial.

4.2.2 Cuando el laboratorio sea requerido por ley o autorizado por las disposiciones contractuales, para revelar información confidencial, se debe notificar al cliente o a la persona interesada la información proporcionada, salvo que esté prohibido por ley.

4.2.3 La información acerca del cliente, obtenida de fuentes diferentes del cliente (por ejemplo, una persona que presenta una queja, los organismos reglamentarios) debe ser confidencial entre el cliente y el laboratorio. El proveedor (fuente) de esta información debe mantenerse como confidencial por parte del laboratorio y no debe compartirse con el cliente, a menos que se haya acordado con la fuente.

4.2.4 El personal, incluido cualquier miembro de comité, contratista, personal de organismos externos o individuos que actúen en nombre del laboratorio debe mantener la confidencialidad de toda información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio, excepto lo requerido por ley.

5 Requisitos relativos a la estructura

5.1 El laboratorio debe ser una entidad legal o una parte definida de una entidad legal, que es responsable legalmente de sus actividades de laboratorio.

NOTA Para el propósito de este documento, se considera que un laboratorio gubernamental es una entidad legal con base en su estatus gubernamental.

5.2 El laboratorio debe identificar el personal de la dirección que tiene la responsabilidad general del laboratorio.

5.3 El laboratorio debe definir y documentar el alcance de las actividades de laboratorio que cumplen con este documento. El laboratorio solo debe declarar conformidad con este documento para este alcance de las actividades de laboratorio, lo cual excluye las actividades de laboratorio que son suministradas externamente en forma continua.

5.4 Las actividades de laboratorio se deben llevar a cabo de manera que cumplan los requisitos de este documento, de los clientes del laboratorio, de las autoridades reglamentarias y de las organizaciones que otorgan reconocimiento. Lo anterior debe incluir las actividades de laboratorio realizadas en todas sus instalaciones permanentes, en sitios fuera de sus instalaciones permanentes, en instalaciones temporales o móviles asociadas, o en las instalaciones del cliente.

5.5 El laboratorio debe:

- a) definir la organización y la estructura de gestión del laboratorio, su ubicación dentro de una organización matriz, y las relaciones entre la gestión, las operaciones técnicas y los servicios de apoyo;
- b) especificar la responsabilidad, autoridad e interrelación de todo el personal que dirige, realiza o verifica el trabajo que afecta a los resultados de las actividades de laboratorio;
- c) documentar sus procedimientos en la extensión necesaria para asegurar la aplicación coherente de sus actividades de laboratorio y la validez de los resultados.

5.6 El laboratorio debe contar con personal que, independientemente de otras responsabilidades, tenga la autoridad y los recursos necesarios para llevar a cabo sus tareas, que incluyen:

- a) la implementación, el mantenimiento y la mejora del sistema de gestión;
- b) la identificación de las desviaciones del sistema de gestión, o de los procedimientos para la realización de las actividades de laboratorio;
- c) el inicio de acciones para prevenir o minimizar tales desviaciones;
- d) informar a la dirección del laboratorio acerca del desempeño del sistema de gestión y de cualquier necesidad de mejora;
- e) asegurar la eficacia de las actividades de laboratorio.

5.7 La dirección del laboratorio debe asegurarse de que:

- a) se efectúa la comunicación relativa a la eficacia del sistema de gestión y a la importancia de cumplir los requisitos del cliente y otros requisitos;
- b) se mantiene la integridad del sistema de gestión cuando se planifican e implementan cambios en éste.

6 Requisitos relativos a los recursos

6.1 Generalidades

El laboratorio debe tener disponibles el personal, las instalaciones, el equipamiento, los sistemas y los servicios de apoyo necesarios para gestionar y realizar sus actividades de laboratorio.

6.2 Personal

6.2.1 Todo el personal del laboratorio, ya sea interno o externo, que puede influir en las actividades de laboratorio debe actuar imparcialmente, ser competente y trabajar de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio.

6.2.2 El laboratorio debe documentar los requisitos de competencia para cada función que influye en los resultados de las actividades del laboratorio, incluidos los requisitos de educación, calificación, formación, conocimiento técnico, habilidades y experiencia.

6.2.3 El laboratorio debe asegurarse de que el personal tiene la competencia para realizar las actividades de laboratorio de las cuales es responsable y para evaluar la importancia de las desviaciones.

6.2.4 La dirección del laboratorio debe comunicar al personal sus tareas, responsabilidades y autoridad.

6.2.5 El laboratorio debe tener procedimientos y conservar registros para:

- a) determinar los requisitos de competencia;
- b) seleccionar al personal;
- c) formar al personal;
- d) supervisar al personal;
- e) autorizar al personal;
- f) realizar el seguimiento de la competencia del personal.

6.2.6 El laboratorio debe autorizar al personal para llevar a cabo actividades de laboratorio específicas, incluidas pero no limitadas a las siguientes:

- a) desarrollar, modificar, verificar y validar métodos;
- b) analizar los resultados, incluidas las declaraciones de conformidad o las opiniones e interpretaciones;
- c) informar, revisar y autorizar los resultados.

6.3 Instalaciones y condiciones ambientales

6.3.1 Las instalaciones y las condiciones ambientales deben ser adecuadas para las actividades del laboratorio y no deben afectar adversamente a la validez de los resultados.

NOTA Las Influencias que pueden afectar adversamente a la validez de los resultados, pueden incluir pero no limitarse a, contaminación microbiana, polvo, perturbaciones electromagnéticas, radiación, humedad, suministro eléctrico, temperatura, sonido y vibración.

6.3.2 Se deben documentar los requisitos para las instalaciones y las condiciones ambientales necesarias para realizar las actividades de laboratorio.

6.3.3 El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales de acuerdo con las especificaciones, los métodos o procedimientos pertinentes, o cuando influyen en la validez de los resultados.

6.3.4 Se deben implementar, realizar el seguimiento de y revisar periódicamente las medidas para controlar las instalaciones y deben incluir, pero no limitarse a, lo siguiente:

- a) acceso y uso de áreas que afecten a las actividades de laboratorio;
- b) prevención de contaminación, interferencia o influencias adversas en las actividades de laboratorio;
- c) separación eficaz entre áreas en las cuales hay actividades de laboratorio incompatibles.

6.3.5 Cuando el laboratorio realiza actividades de laboratorio en sitios o instalaciones que están fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos relacionados con las instalaciones y condiciones ambientales de este documento.

6.4 Equipamiento

6.4.1 El laboratorio debe tener acceso al equipamiento (incluidos pero sin limitarse a, instrumentos de medición, software, patrones de medición, materiales de referencia, datos de referencia, reactivos, consumibles o aparatos auxiliares) que se requiere para el correcto desempeño de las actividades de laboratorio y que pueden influir en los resultados.

NOTA 1 Existen muchos nombres para designar los materiales de referencia y los materiales de referencia certificados, incluyendo patrones de referencia, patrones de calibración, materiales de referencia patrón y materiales de control de calidad. La Norma ISO 17034 contiene información adicional sobre productores de materiales de referencia (PMR). Los PMR que cumplan los requisitos de la Norma ISO 17034 se consideran competentes. Los materiales de referencia de PMR que cumplan con los requisitos de la Norma ISO 17034 se proporcionan con una hoja de información o certificado de producto que especifica, entre otras características, la homogeneidad y la estabilidad para las propiedades especificadas y, para los materiales de referencia certificados, las propiedades especificadas con valores certificados, su incertidumbre de medición y la trazabilidad metrológica asociadas.

NOTA 2 La Guía ISO 33 proporciona orientación para la selección y uso de los materiales de referencia. La Guía ISO 80 proporciona orientación para la preparación interna de los materiales de referencia utilizados para el control de la calidad.

6.4.2 Cuando el laboratorio utiliza equipamiento que está fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos de este documento para el equipamiento.

6.4.3 El laboratorio debe contar con un procedimiento para la manipulación, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado del equipamiento para asegurar el funcionamiento apropiado y con el fin de prevenir contaminación o deterioro.

6.4.4 El laboratorio debe verificar que el equipamiento cumple los requisitos especificados, antes de ser instalado o reinstalado para su servicio.

6.4.5 El equipo utilizado para medición debe ser capaz de lograr la exactitud de la medición y/o la incertidumbre de medición requeridas para proporcionar un resultado válido.

6.4.6 El equipo de medición debe ser calibrado cuando:

- la exactitud o la incertidumbre de medición afectan a la validez de los resultados informados, y/o

- se requiere la calibración del equipo para establecer la trazabilidad metrológica de los resultados informados.

NOTA Los tipos de equipos que tienen efecto sobre la validez de los resultados informados pueden incluir aquellos utilizados para:

- la medición directa del mensurando, por ejemplo, el uso de una balanza para llevar a cabo una medición de masa;
- la realización de correcciones al valor medido, por ejemplo, las mediciones de temperatura;
- la obtención de un resultado de medición calculado a partir de magnitudes múltiples.

6.4.7 El laboratorio debe establecer un programa de calibración, el cual se debe revisar y ajustar según sea necesario, para mantener la confianza en el estado de la calibración.

6.4.8 Todos los equipos que requieran calibración o que tengan un periodo de validez definido se deben etiquetar, codificar o identificar de otra manera para permitir que el usuario de los equipos identifique fácilmente el estado de la calibración o el periodo de validez.

6.4.9 El equipo que haya sido sometido a una sobrecarga o a uso inadecuado, que dé resultados cuestionables, o se haya demostrado que está defectuoso o que está fuera de los requisitos especificados, debe ser puesto fuera de servicio. Éste se debe aislar para evitar su uso o se debe rotular o marcar claramente que está fuera de servicio hasta que se haya verificado que funciona correctamente. El laboratorio debe examinar el efecto del defecto o de la desviación respecto a los requisitos especificados, y debe iniciar la gestión del procedimiento de trabajo no conforme (véase 7.10).

6.4.10 Cuando sean necesarias comprobaciones intermedias para mantener confianza en el desempeño del equipo, estas comprobaciones se deben llevar a cabo de acuerdo con un procedimiento.

6.4.11 Cuando los datos de calibración y de los materiales de referencia incluyen valores de referencia o factores de corrección, el laboratorio debe asegurar que los valores de referencia y los factores de corrección se actualizan e implementan, según sea apropiado, para cumplir con los requisitos especificados.

6.4.12 El laboratorio debe tomar acciones viables para evitar ajustes no previstos del equipo que invalidarían los resultados.

6.4.13 Se deben conservar registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio. Los registros deben incluir lo siguiente, cuando sea aplicable:

- a) la identificación del equipo, incluida la versión del software y del firmware;
- b) el nombre del fabricante, la identificación del tipo y el número de serie u otra identificación única;
- c) la evidencia de la verificación de que el equipo cumple los requisitos especificados;
- d) la ubicación actual;
- e) las fechas de la calibración, los resultados de las calibraciones, los ajustes, los criterios de aceptación y la fecha de la próxima calibración o el intervalo de calibración;

- f) la documentación de los materiales de referencia, los resultados, los criterios de aceptación, las fechas pertinentes y el período de validez;
- g) el plan de mantenimiento y el mantenimiento llevado a cabo hasta la fecha, cuando sea pertinente para el desempeño del equipo;
- h) los detalles de cualquier daño, mal funcionamiento, modificación o reparación realizada al equipo.

6.5 Trazabilidad metrológica

6.5.1 El laboratorio debe establecer y mantener la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición, vinculándolos con la referencia apropiada.

NOTA 1 En la Guía ISO/IEC 99, se define trazabilidad metrológica como la "propiedad de un resultado de medición por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición".

NOTA 2 Para información adicional sobre trazabilidad metrológica, véase el Anexo A.

6.5.2 El laboratorio debe asegurarse de que los resultados de la medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) mediante:

- a) la calibración proporcionada por un laboratorio competente; o

NOTA 1 Los laboratorios que cumplen con los requisitos de este documento se consideran competentes.

- b) los valores certificados de materiales de referencia certificados proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI; o

NOTA 2 Los productores de materiales de referencia que cumplen con los requisitos de la Norma ISO 17034 se consideran competentes.

- c) la realización directa de unidades del SI aseguradas por comparación, directa o indirecta, con patrones nacionales o internacionales.

NOTA 3 En el folleto de SI se proporcionan detalles de la realización práctica de las definiciones de algunas unidades importantes.

6.5.3 Cuando la trazabilidad metrológica a unidades del SI no sea técnicamente posible, el laboratorio debe demostrar trazabilidad metrológica a una referencia apropiada, como por ejemplo:

- a) valores certificados de materiales de referencia certificados suministrados por un productor competente;
- b) resultados de los procedimientos de medición de referencia, métodos especificados o normas de consenso que están descritos claramente y son aceptados, en el sentido de que proporcionan resultados de medición adecuados para su uso previsto y asegurados mediante comparación adecuada.

6.6 Productos y servicios suministrados externamente

6.6.1 El laboratorio debe asegurarse de que los productos y servicios suministrados externamente, que afectan a las actividades del laboratorio, sean adecuados y utilizados únicamente cuando estos productos y servicios:

- a) están previstos para la incorporación a las actividades propias de laboratorio;
- b) se suministran, parcial o totalmente, directamente al cliente por el laboratorio, como se reciben del proveedor externo;
- c) se utilizan para apoyar la operación del laboratorio.

NOTA Los productos pueden incluir, por ejemplo, patrones y equipos de medición, equipos auxiliares, materiales consumibles y materiales de referencia. Los servicios pueden incluir, por ejemplo, servicios de calibración, servicios de muestreo, servicios de ensayo, servicios de mantenimiento de instalaciones y equipos, servicios de ensayos de aptitud, y servicios de evaluación y de auditoría.

6.6.2 El laboratorio debe contar con un procedimiento y conservar registros para:

- a) definir, revisar y aprobar los requisitos del laboratorio para productos y servicios suministrados externamente;
- b) definir los criterios para la evaluación, selección, seguimiento del desempeño y reevaluación de los proveedores externos;
- c) asegurar que los productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos establecidos por el laboratorio, o cuando sean aplicables, los requisitos pertinentes de este documento, antes de que dichos productos o servicios se usen o se suministren al cliente;
- d) emprender cualquier acción que surja de las evaluaciones, del seguimiento del desempeño y de las reevaluaciones de los proveedores externos.

6.6.3 El laboratorio debe comunicar a los proveedores externos sus requisitos para:

- a) los productos y servicios que se van a suministrar;
- b) los criterios de aceptación;
- c) la competencia, incluyendo cualquier calificación requerida del personal;
- d) las actividades que el laboratorio o sus clientes pretendan llevar a cabo en las instalaciones del proveedor externo.

7 Requisitos del proceso

7.1 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos

7.1.1 El laboratorio debe contar con un procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos. El procedimiento debe asegurar que:

- a) los requisitos se definan, documenten y comprendan adecuadamente;

- b) el laboratorio cuenta con la capacidad y los recursos para cumplir los requisitos;
- c) cuando se utilizan proveedores externos, se aplican los requisitos del apartado 6.6 y el laboratorio informe al cliente sobre las actividades de laboratorio específicas que serán realizadas por proveedores externos y obtenga la aprobación del cliente;

NOTA 1 Se reconoce que las actividades de laboratorio suministradas externamente pueden suceder cuando:

- el laboratorio tiene los recursos y las competencias para llevar a cabo las actividades, sin embargo, por razones imprevistas no tiene la capacidad de llevarlas a cabo en parte o totalmente;
- el laboratorio no tiene los recursos o la competencia para llevar a cabo las actividades.

- d) se seleccionan los métodos o procedimientos adecuados y que sean capaces de cumplir los requisitos del cliente.

NOTA 2 Para clientes internos o habituales, las revisiones de las solicitudes, ofertas y contratos se pueden llevar a cabo de una manera simplificada.

7.1.2 El laboratorio debe informar al cliente cuando el método solicitado por éste se considere inapropiado o desactualizado.

7.1.3 Cuando el cliente solicite una declaración de conformidad con una especificación o norma para el ensayo o calibración (por ejemplo, pasa/no pasa, dentro de tolerancia/fuera de tolerancia), se deben definir claramente la especificación o la norma y la regla de decisión. La regla de decisión seleccionada se debe comunicar y acordar con el cliente, a menos que sea inherente a la especificación o a la norma solicitada.

NOTA Para mayor orientación sobre declaraciones de conformidad, véase la Guía ISO/IEC 98-4.

7.1.4 Cualquier diferencia entre la solicitud o la oferta y el contrato se debe resolver antes de que comiencen las actividades de laboratorio. Cada contrato debe ser aceptable tanto para el laboratorio como para el cliente. Las desviaciones solicitadas por el cliente no deben tener impacto sobre la integridad del laboratorio o sobre la validez de los resultados.

7.1.5 Se debe informar al cliente de cualquier desviación del contrato.

7.1.6 Si un contrato es modificado después de que el trabajo ha comenzado, se debe repetir la revisión del contrato y cualquier modificación se debe comunicar a todo el personal afectado.

7.1.7 El laboratorio debe cooperar con los clientes o con sus representantes para aclarar las solicitudes de los clientes y realizar seguimiento del desempeño del laboratorio en relación con el trabajo realizado.

NOTA Esta cooperación puede incluir:

- a) proporcionar acceso razonable a las áreas pertinentes del laboratorio para presenciar actividades de laboratorio específicas del cliente;
- b) preparar, embalar y enviar ítems que necesita el cliente para propósitos de verificación.

7.1.8 Se deben conservar registros de las revisiones, incluido cualquier cambio significativo. También se deben conservar registros de las discusiones pertinentes con los clientes acerca de los requisitos de estos, o de los resultados de las actividades de laboratorio.

7.2 Selección, verificación y validación de métodos

7.2.1 Selección y verificación de métodos

7.2.1.1 El laboratorio debe usar métodos y procedimientos apropiados para todas las actividades de laboratorio y, cuando sea apropiado, para la evaluación de la incertidumbre de medición, así como también las técnicas estadísticas para el análisis de datos.

NOTA El término "método", como se usa en este documento, se puede considerar como sinónimo del término "procedimiento de medición", tal como se define en la Guía ISO/IEC 99.

7.2.1.2 Todos los métodos, procedimientos y documentación de soporte, tales como instrucciones, normas, manuales y datos de referencia pertinentes a las actividades de laboratorio se deben mantener actualizadas y fácilmente disponibles para el personal (véase 8.3).

7.2.1.3 El laboratorio debe asegurarse de que utiliza la última versión vigente de un método, a menos que no sea apropiado o posible. Cuando sea necesario, la aplicación del método se debe complementar con detalles adicionales para asegurar su aplicación de forma coherente.

NOTA Las normas nacionales, regionales o internacionales u otras especificaciones reconocidas que contengan información suficiente y concisa acerca de cómo realizar las actividades de laboratorio no necesitan ser complementadas o reescritas como procedimientos internos si están redactadas de manera que puedan utilizarse por el personal operativo del laboratorio. Puede ser necesario proporcionar documentación adicional para los pasos opcionales en el método, o detalles adicionales.

7.2.1.4 Cuando el cliente no especifica el método a utilizar, el laboratorio debe seleccionar un método apropiado e informar al cliente acerca del método elegido. Se recomiendan los métodos publicados en normas internacionales, regionales o nacionales o por organizaciones técnicas reconocidas, o en textos o revistas científicas pertinentes, o como lo especifique el fabricante del equipo. También se pueden utilizar métodos desarrollados por el laboratorio o modificados.

7.2.1.5 El laboratorio debe verificar que puede llevar a cabo apropiadamente los métodos antes de utilizarlos, asegurando que se pueda lograr el desempeño requerido. Se deben conservar registros de la verificación. Si el método es modificado por el organismo que lo publicó, la verificación se debe repetir, en la extensión necesaria.

7.2.1.6 Cuando se requiere desarrollar un método, debe ser una actividad planificada y se debe asignar a personal competente provisto con recursos adecuados. A medida que se desarrolla el método, se deben llevar a cabo revisiones periódicas para confirmar que se siguen satisfaciendo las necesidades del cliente. Cualquier modificación al plan de desarrollo debe estar aprobada y autorizada.

7.2.1.7 Las desviaciones a los métodos para todas las actividades de laboratorio solamente deben suceder si la desviación ha sido documentada, justificada técnicamente, autorizada y aceptada por el cliente.

NOTA La aceptación de las desviaciones por parte del cliente se puede acordar previamente en el contrato.

7.2.2 Validación de los métodos

7.2.2.1 El laboratorio debe validar los métodos no normalizados, los métodos desarrollados por el laboratorio y los métodos normalizados utilizados fuera de su alcance previsto o modificados de otra forma. La validación debe ser tan amplia como sea necesaria para satisfacer las necesidades de la aplicación o del campo de aplicación dados.

NOTA 1 La validación puede incluir procedimientos para muestreo, manipulación y transporte de los ítems de ensayo o calibración.

NOTA 2 Las técnicas utilizadas para la validación del método pueden ser una de las siguientes o una combinación de ellas:

- a) la calibración o evaluación del sesgo y precisión utilizando patrones de referencia o materiales de referencia;
- b) una evaluación sistemática de los factores que influyen en el resultado;
- c) la robustez del método de ensayo a través de la variación de parámetros controlados, tales como la temperatura de la incubadora, el volumen suministrado;
- d) la comparación de los resultados obtenidos con otros métodos validados;
- e) las comparaciones interlaboratorio;
- f) la evaluación de la incertidumbre de medición de los resultados basada en la comprensión de los principios teóricos de los métodos y en la experiencia práctica del desempeño del método de muestreo o ensayo.

7.2.2.2 Cuando se hacen cambios a un método validado, se debe determinar la influencia de estos cambios, y cuando se encuentre que éstos afectan la validación inicial, se debe realizar una nueva validación del método.

7.2.2.3 Las características de desempeño de los métodos validados tal como fueron evaluadas para su uso previsto, deben ser pertinentes para las necesidades del cliente y deben ser coherentes con los requisitos especificados.

NOTA Las características de desempeño pueden incluir, pero no se limitan a, el rango de medición, la exactitud, la incertidumbre de medición de los resultados, el límite de detección, el límite de cuantificación, la selectividad del método, la linealidad, la repetibilidad o la reproducibilidad, la robustez ante influencias externas o la sensibilidad cruzada frente a las interferencias provenientes de la matriz de la muestra o del objeto de ensayo y el sesgo.

7.2.2.4 El laboratorio debe conservar los siguientes registros de validación:

- a) el procedimiento de validación utilizado;
- b) la especificación de los requisitos;
- c) la determinación de las características de desempeño del método;
- d) los resultados obtenidos;
- e) una declaración de la validez del método, detallando su aptitud para el uso previsto.

7.3 Muestreo

7.3.1 El laboratorio debe tener un plan y un método de muestreo cuando realiza el muestreo de sustancias, materiales o productos para el subsiguiente ensayo o calibración. El método de muestreo debe considerar los factores a controlar, para asegurar la validez de los resultados del subsiguiente ensayo o calibración. El plan y el método de muestreo deben estar disponibles en el sitio donde se lleva a cabo el muestreo. Siempre que sea razonable, los planes de muestreo deben basarse en métodos estadísticos apropiados.

ISO/IEC 17025:2017 (traducción oficial)

7.3.2 El método de muestreo debe describir:

- a) la selección de muestras o sitios;
- b) el plan de muestreo;
- c) la preparación y tratamiento de muestras de una sustancia, material o producto para obtener el ítem requerido para el subsiguiente ensayo o calibración.

NOTA Cuando se reciben en el laboratorio, se puede requerir manipulación adicional como se especifica en el apartado 7.4.

7.3.3 El laboratorio debe conservar los registros de los datos de muestreo que forman parte del ensayo o calibración que se realiza. Estos registros deben incluir, cuando sea pertinente:

- a) la referencia al método de muestreo utilizado;
- b) la fecha y hora del muestreo;
- c) los datos para identificar y describir la muestra (por ejemplo, número, cantidad, nombre);
- d) la identificación del personal que realiza el muestreo;
- e) la identificación del equipamiento utilizado;
- f) las condiciones ambientales o de transporte;
- g) los diagramas u otros medios equivalentes para identificar la ubicación del muestreo, cuando sea apropiado;
- h) las desviaciones, adiciones al, o las exclusiones del método y del plan de muestreo.

7.4 Manipulación de los ítems de ensayo o calibración

7.4.1 El laboratorio debe contar con un procedimiento para el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación y disposición o devolución de los ítems de ensayo o calibración, incluidas todas las disposiciones necesarias para proteger la integridad del ítem de ensayo o calibración, y para proteger los intereses del laboratorio y del cliente. Se deben tomar precauciones para evitar el deterioro, la contaminación, la pérdida o el daño del ítem durante la manipulación, el transporte, el almacenamiento/espera, y la preparación para el ensayo o calibración. Se deben seguir las instrucciones de manipulación suministradas con el ítem.

7.4.2 El laboratorio debe contar con un sistema para identificar sin ambigüedades los ítems de ensayo o de calibración. La identificación se debe conservar mientras el ítem esté bajo la responsabilidad del laboratorio. El sistema debe asegurar que los ítems no se confundan físicamente o cuando se haga referencia a ellos en registros o en otros documentos. El sistema debe, si es apropiado, permitir la subdivisión de un ítem o grupos de ítems y la transferencia de ítems.

7.4.3 Al recibir el ítem de calibración o ensayo, se deben registrar las desviaciones de las condiciones especificadas. Cuando exista duda acerca de la adecuación de un ítem para ensayo o calibración, o cuando un ítem no cumpla con la descripción suministrada, el laboratorio debe consultar al cliente para obtener instrucciones adicionales antes de proceder, y debe registrar los resultados de esta consulta. Cuando el cliente requiere que el ítem se ensaye o calibre admitiendo una desviación de las condiciones especificadas, el laboratorio debe incluir en el informe un descargo de responsabilidad en el que se indique qué resultados pueden ser afectados por la desviación.

7.4.4 Cuando los ítems necesiten ser almacenados o acondicionados bajo condiciones ambientales especificadas, se deben mantener, realizar el seguimiento y registrar estas condiciones.

7.5 Registros técnicos

7.5.1 El laboratorio debe asegurar que los registros técnicos para cada actividad de laboratorio contengan los resultados, el informe y la información suficiente para facilitar, si es posible, la identificación de los factores que afectan al resultado de la medición y su incertidumbre de medición asociada y posibiliten la repetición de la actividad del laboratorio en condiciones lo más cercanas posibles a las originales. Los registros técnicos deben incluir la fecha y la identidad del personal responsable de cada actividad del laboratorio y de comprobar los datos y los resultados. Las observaciones, los datos y los cálculos originales se deben registrar en el momento en que se hacen y deben identificarse con la tarea específica.

7.5.2 El laboratorio debe asegurar que las modificaciones a los registros técnicos pueden ser trazables a las versiones anteriores o a las observaciones originales. Se deben conservar tanto los datos y archivos originales como los modificados, incluida la fecha de corrección, una indicación de los aspectos corregidos y el personal responsable de las correcciones.

7.6 Evaluación de la incertidumbre de medición

7.6.1 Los laboratorios deben identificar las contribuciones a la incertidumbre de medición. Cuando se evalúa la incertidumbre de medición, se deben tener en cuenta todas las contribuciones que son significativas, incluidas aquellas que surgen del muestreo, utilizando los métodos apropiados de análisis.

7.6.2 Un laboratorio que realiza calibraciones, incluidas las de sus propios equipos, debe evaluar la incertidumbre de medición para todas las calibraciones.

7.6.3 Un laboratorio que realiza ensayos debe evaluar la incertidumbre de medición. Cuando el método de ensayo no permite una evaluación rigurosa de la incertidumbre de medición, se debe realizar una estimación basada en la comprensión de los principios teóricos o la experiencia práctica de la realización del método.

NOTA 1 En los casos en que un método de ensayo reconocido especifica límites para los valores de las principales fuentes de incertidumbre de medición, y especifica la forma de presentación de los resultados calculados, se considera que el laboratorio ha cumplido con el apartado 7.6.3 siguiendo el método de ensayo y las instrucciones relativas a los informes.

NOTA 2 Para un método en particular en el que la incertidumbre de medición de los resultados se haya establecido y verificado, no se necesita evaluar la incertidumbre de medición para cada resultado, si el laboratorio puede demostrar que los factores críticos de influencia identificados están bajo control.

NOTA 3 Para información adicional, véase la Guía ISO/IEC 98-3, la Norma ISO 21748 y la serie de Normas ISO 5725.

7.7 Aseguramiento de la validez de los resultados

7.7.1 El laboratorio debe contar con un procedimiento para hacer el seguimiento de la validez de los resultados. Los datos resultantes se deben registrar de manera que las tendencias sean detectables y cuando sea posible, se deben aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados. Este seguimiento se debe planificar y revisar y debe incluir, cuando sea apropiado, pero sin limitarse a:

- a) uso de materiales de referencia o materiales de control de calidad;
- b) uso de instrumentos alternativos que han sido calibrados para obtener resultados trazables;
- c) comprobaciones funcionales del equipamiento de ensayo y de medición;
- d) uso de patrones de verificación o patrones de trabajo con gráficos de control, cuando sea aplicable;
- e) comprobaciones intermedias en los equipos de medición;
- f) repetición del ensayo o calibración utilizando los mismos métodos o métodos diferentes;
- g) reensayo o recalibración de los ítems conservados;
- h) correlación de resultados para diferentes características de un ítem;
- i) revisión de los resultados informados;
- j) comparaciones intralaboratorio;
- k) ensayos de muestras ciegas.

7.7.2 El laboratorio debe hacer seguimiento de su desempeño mediante comparación con los resultados de otros laboratorios, cuando estén disponibles y sean apropiados. Este seguimiento se debe planificar y revisar y debe incluir, pero no limitarse a, una o ambas de las siguientes:

- a) participación en ensayos de aptitud;

NOTA La Norma ISO/IEC 17043 contiene información adicional sobre los ensayos de aptitud y los proveedores de ensayos de aptitud. Se consideran competentes los proveedores de ensayos de aptitud que cumplen los requisitos de la Norma ISO/IEC 17043.

- b) participación en comparaciones interlaboratorio diferentes de ensayos de aptitud.

7.7.3 Los datos de las actividades de seguimiento se deben analizar, utilizar para controlar y, cuando sea aplicable, mejorar las actividades del laboratorio. Si se detecta que los resultados de los análisis de datos de las actividades de seguimiento están fuera de los criterios predefinidos, se deben tomar las acciones apropiadas para evitar que se informen resultados incorrectos.

7.8 Informe de resultados

7.8.1 Generalidades

7.8.1.1 Los resultados se deben revisar y autorizar antes de su liberación.

7.8.1.2 Los resultados se deben suministrar de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva, usualmente en un informe (por ejemplo, un informe de ensayo o un certificado de calibración o informe de muestreo), y deben incluir toda la información acordada con el cliente y la necesaria para la interpretación de los resultados y toda la información exigida en el método utilizado. Todos los informes emitidos se deben conservar como registros técnicos.

NOTA 1 Para el propósito de este documento, los informes de ensayo y los certificados de calibración se denominan algunas veces certificados de ensayo e informes de calibración respectivamente.

NOTA 2 Se pueden emitir informes impresos o en medio electrónico, siempre y cuando se cumplan los requisitos de este documento.

7.8.1.3 En el caso de un acuerdo con el cliente, los resultados se pueden informar de una manera simplificada. Cualquier información enumerada de los apartados 7.8.2 a 7.8.7 que no se informe al cliente debe estar disponible fácilmente.

7.8.2 Requisitos comunes para los Informes (ensayo, calibración o muestreo)

7.8.2.1 Cada informe debe incluir, al menos, la siguiente información, a menos que el laboratorio tenga razones válidas para no hacerlo, minimizando así cualquier posibilidad de interpretaciones equivocadas o de uso incorrecto:

- a) un título (por ejemplo, "Informe de ensayo", "Certificado de calibración" o "Informe de muestreo");
- b) el nombre y la dirección del laboratorio;
- c) el lugar en que se realizan las actividades de laboratorio, incluso cuando se realizan en las instalaciones del cliente o en sitios alejados de las instalaciones permanentes del laboratorio, o en instalaciones temporales o móviles asociadas;
- d) una identificación única de que todos sus componentes se reconocen como una parte de un informe completo y una clara identificación del final;
- e) el nombre y la información de contacto del cliente;
- f) la identificación del método utilizado;
- g) una descripción, una identificación inequívoca y, cuando sea necesario, la condición del ítem;
- h) la fecha de recepción de los ítems de calibración o ensayo, y la fecha del muestreo, cuando esto sea crítico para la validez y aplicación de los resultados;
- i) las fechas de ejecución de la actividad del laboratorio;
- j) la fecha de emisión del informe;
- k) la referencia al plan y método de muestreo usados por el laboratorio u otros organismos, cuando sean pertinentes para la validez o aplicación de los resultados;
- l) una declaración acerca de que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo;
- m) los resultados con las unidades de medición, cuando sea apropiado;

- n) las adiciones, desviaciones o exclusiones del método;
- o) la identificación de las personas que autorizan el informe;
- p) una identificación clara cuando los resultados provengan de proveedores externos.

NOTA La inclusión de una declaración que especifique que sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, puede proporcionar seguridad de que partes de un informe no se sacan de contexto.

7.8.2.2 El laboratorio debe ser responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. Los datos suministrados por el cliente deben ser claramente identificados. Además, en el informe se debe incluir un descargo de responsabilidad cuando la información sea proporcionada por el cliente y pueda afectar a la validez de los resultados. Cuando el laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (por ejemplo, la muestra ha sido suministrada por el cliente), en el informe se debe indicar que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

7.8.3 Requisitos específicos para los informes de ensayo

7.8.3.1 Además de los requisitos del apartado 7.8.2, los informes de ensayo deben incluir lo siguiente, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados del ensayo:

- a) información sobre las condiciones específicas del ensayo, tales como condiciones ambientales;
- b) cuando sea pertinente, una declaración de conformidad con los requisitos o especificaciones (véase 7.8.6);
- c) cuando sea aplicable, la incertidumbre de medición presentada en la misma unidad que el mensurando o en un término relativo al mensurando (por ejemplo, porcentaje) cuando:
 - sea pertinente a la validez o aplicación de los resultados de ensayo;
 - una instrucción del cliente que lo requiera; o
 - la incertidumbre de medición afecte la conformidad con un límite de especificación;
- d) cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones (véase 7.8.7);
- e) información adicional que pueda ser requerida por métodos específicos, autoridades, clientes o grupos de clientes.

7.8.3.2 Cuando el laboratorio es responsable de la actividad de muestreo, los informes de ensayo deben cumplir con los requisitos enumerados en el apartado 7.8.5, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados del ensayo.

7.8.4 Requisitos específicos para los certificados de calibración

7.8.4.1 Además de los requisitos del apartado 7.8.2, los certificados de calibración deben incluir lo siguiente:

- a) la incertidumbre de medición del resultado de medición presentado en la misma unidad que la de la unidad del mensurando o en un término relativo a dicha unidad (por ejemplo, porcentaje);

NOTA De acuerdo con la Guía ISO/IEC 99, un resultado de medición se expresa generalmente como un valor de una magnitud única medida, incluyendo la unidad de medición y una incertidumbre de medición.

- b) las condiciones (por ejemplo, ambientales) en las que se hicieron las calibraciones, que influyen en los resultados de medición;
- c) una declaración que identifique cómo las mediciones son trazables metrológicamente (véase el Anexo A);
- d) los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación, si están disponibles;
- e) cuando sea pertinente, una declaración de conformidad con los requisitos o especificaciones (véase 7.8.6);
- f) cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones (véase 7.8.7).

7.8.4.2 Cuando el laboratorio es responsable de la actividad de muestreo, los certificados de calibración deben cumplir con los requisitos enumerados en el apartado 7.8.5, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados de calibración.

7.8.4.3 Un certificado o etiqueta de calibración no debe contener recomendaciones sobre el intervalo de calibración, excepto cuando así se haya acordado con el cliente.

7.8.5 Información de muestreo – requisitos específicos

Cuando el laboratorio es responsable de la actividad de muestreo, además de los requisitos enumerados en el apartado 7.8.2, los informes deben incluir lo siguiente, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados:

- a) la fecha del muestreo;
- b) la identificación única del ítem o material sometido a muestreo (incluido el nombre del fabricante, el modelo o tipo de designación y los números de serie, según sea apropiado);
- c) la ubicación del muestreo, incluido cualquier diagrama, croquis o fotografía;
- d) una referencia al plan y método de muestreo;
- e) los detalles de cualquier condición ambiental durante el muestreo, que afecte a la interpretación de los resultados;
- f) la información requerida para evaluar la incertidumbre de medición para ensayos o calibraciones subsiguientes.

7.8.6 Información sobre declaraciones de conformidad

7.8.6.1 Cuando se proporciona una declaración de conformidad con una especificación o norma, el laboratorio debe documentar la regla de decisión aplicada, teniendo en cuenta el nivel de riesgo (tales como una aceptación o rechazo incorrectos y los supuestos estadísticos) asociado con la regla de decisión empleada y aplicar dicha regla.

NOTA Cuando el cliente es quien prescribe la regla de decisión, o se prescribe en reglamentos o documentos normativos, no es necesario considerar adicionalmente el nivel de riesgo.

7.8.6.2 El laboratorio debe informar sobre la declaración de conformidad, de manera que identifique claramente:

- a) a qué resultados se aplica la declaración de conformidad;
- b) qué especificaciones, normas o partes de ésta se cumplen o no;
- c) la regla de decisión aplicada (a menos que sea inherente a la especificación o norma solicitada).

NOTA Para información adicional, véase la Guía ISO/IEC 98-4.

7.8.7 Información sobre opiniones e interpretaciones

7.8.7.1 Cuando se expresan opiniones e interpretaciones, el laboratorio debe asegurarse de que solo el personal autorizado para expresar opiniones e interpretaciones libere la declaración respectiva. El laboratorio debe documentar la base sobre la cual se han emitido opiniones e interpretaciones.

NOTA Es importante distinguir las opiniones e interpretaciones de las declaraciones de inspecciones y certificaciones de producto, como está previsto en las Normas ISO/IEC 17020 e ISO/IEC 17065, y de las declaraciones de conformidad como se referencian en el apartado 7.8.6.

7.8.7.2 Las opiniones e interpretaciones expresadas en los informes se deben basar en los resultados obtenidos del ítem ensayado o calibrado y se deben identificar claramente como tales.

7.8.7.3 Cuando las opiniones e interpretaciones se comunican directamente mediante diálogo con el cliente, se deben conservar los registros de tales diálogos.

7.8.8 Modificaciones a los informes

7.8.8.1 Cuando se necesite cambiar, corregir o emitir nuevamente un informe ya emitido cualquier cambio en la información debe estar identificado claramente, y cuando sea apropiado, se debe incluir en el informe la razón del cambio.

7.8.8.2 Las modificaciones a un informe después de su emisión se deben realizar solamente en la forma de otro documento, o de una transferencia de datos, que incluya la declaración: "Modificación al informe, número de serie... [o identificado de cualquier otra manera]" o una forma equivalente de redacción.

Estas modificaciones deben cumplir todos los requisitos de este documento.

7.8.8.3 Cuando sea necesario emitir un nuevo informe completo, se debe identificar de forma única y debe contener una referencia al original al que reemplaza.

7.9 Quejas

7.9.1 El laboratorio debe contar con un proceso documentado para recibir, evaluar y tomar decisiones acerca de las quejas.

7.9.2 Debe estar disponible una descripción del proceso de tratamiento de quejas para cuando lo solicite cualquier parte interesada. Al recibir la queja, el laboratorio debe confirmar si dicha queja se relaciona con las actividades de laboratorio de las que es responsable, y en caso afirmativo, tratarlas. El laboratorio debe ser responsable de todas las decisiones a todos los niveles del proceso de tratamiento de quejas.

7.9.3 El proceso de tratamiento de quejas debe incluir, al menos, los elementos y métodos siguientes:

- a) una descripción del proceso de recepción, validación, investigación de la queja y decisión sobre las acciones a tomar para darles respuesta;
- b) el seguimiento y registro de las quejas, incluyendo las acciones tomadas para resolverlas;
- c) asegurarse de que se toman las acciones apropiadas.

7.9.4 El laboratorio que recibe la queja debe ser responsable de recopilar y verificar toda la información necesaria para validar la queja.

7.9.5 Siempre que sea posible, el laboratorio debe acusar recibo de la queja y debe facilitar a quien presenta la queja, los informes de progreso y del resultado del tratamiento de la queja.

7.9.6 Los resultados que se comuniquen a quien presenta la queja deben realizarse por, o revisarse y aprobarse por, personas no involucradas en las actividades de laboratorio que originaron la queja.

NOTA Esto lo puede realizar personal externo.

7.9.7 Siempre que sea posible, el laboratorio debe notificar formalmente a quien presenta la queja, el cierre del tratamiento de la queja.

7.10 Trabajo no conforme

7.10.1 El laboratorio debe contar con un procedimiento que se debe implementar cuando cualquier aspecto de sus actividades de laboratorio o los resultados de este trabajo no cumplan con sus propios procedimientos o con los requisitos acordados con el cliente (por ejemplo, el equipamiento o las condiciones ambientales que están fuera de los límites especificados; los resultados del seguimiento no cumplen los criterios especificados). El procedimiento debe asegurar que:

- a) estén definidos las responsabilidades y autoridades para la gestión del trabajo no conforme;
- b) las acciones (incluyendo la detención o repetición del trabajo, y la retención de los informes, según sea necesario) se basen en los niveles de riesgo establecidos por el laboratorio;
- c) se haga una evaluación de la importancia del trabajo no conforme, incluyendo un análisis de impacto sobre los resultados previos;
- d) se tome una decisión sobre la aceptabilidad del trabajo no conforme;
- e) cuando sea necesario, se notifique al cliente y se anule el trabajo;
- f) se defina la responsabilidad para autorizar la reanudación del trabajo.

7.10.2 El laboratorio debe conservar registros del trabajo no conforme y las acciones según lo especificado en el apartado 7.10.1 viñetas b) a f).

7.10.3 Cuando la evaluación indique que el trabajo no conforme podría volver a ocurrir o exista duda acerca del cumplimiento de las operaciones del laboratorio con su propio sistema de gestión, el laboratorio debe implementar acciones correctivas.

7.11 Control de los datos y gestión de la información

7.11.1 El laboratorio debe tener acceso a los datos y a la información necesaria para llevar a cabo las actividades de laboratorio.

7.11.2 Los sistemas de gestión de la información del laboratorio utilizados para recopilar, procesar, registrar, informar, almacenar o recuperar datos se deben validar en cuanto a su funcionalidad, incluido el funcionamiento apropiado de las interfaces dentro de los sistemas de gestión de la información del laboratorio, por parte del laboratorio antes de su introducción. Siempre que haya cualquier cambio, incluida la configuración del software del laboratorio o modificaciones al software comercial listo para su uso, se debe autorizar, documentar y validar antes de su implementación.

NOTA 1 En este documento "sistemas de gestión de la información del laboratorio" incluye la gestión de datos e información contenida tanto en los sistemas informáticos como en los no informáticos. Algunos de los requisitos pueden ser mas aplicables a los sistemas informáticos que a los sistemas no informáticos.

NOTA 2 El software comercial de uso general en el campo de aplicación para el cual fue diseñado se puede considerar que está suficientemente validado.

7.11.3 El sistema de gestión de la información del laboratorio debe:

- a) estar protegido contra acceso no autorizado;
- b) estar salvaguardado contra manipulación indebida y pérdida;
- c) ser operado en un ambiente que cumpla con las especificaciones del proveedor o del laboratorio o, en caso de sistemas no informáticos, que proporcione condiciones que salvaguarden la exactitud del registro y transcripción manuales;
- d) ser mantenido de manera que se asegure la integridad de los datos y de la información;
- e) incluir el registro de los fallos del sistema y el registro de las acciones inmediatas y correctivas apropiadas.

7.11.4 Cuando los sistemas de gestión de la información del laboratorio se gestionan y mantienen fuera del sitio o por medio de un proveedor externo, el laboratorio debe asegurar que el proveedor o administrador del sistema cumple todos los requisitos aplicables de este documento.

7.11.5 El laboratorio debe asegurarse de que las instrucciones, manuales y datos de referencia pertinentes al sistema de gestión de la información del laboratorio estén fácilmente disponibles para el personal.

7.11.6 Los cálculos y transferencias de datos se deben comprobar de una manera apropiada y sistemática.

8 Requisitos del sistema de gestión

8.1 Opciones

8.1.1 Generalidades

El laboratorio debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión que sea capaz de apoyar y demostrar el logro coherente de los requisitos de este documento y asegurar la calidad de los resultados del laboratorio. Además de cumplir los requisitos de los Capítulos 4 a 7, el laboratorio debe implementar un sistema de gestión de acuerdo con la Opción A o la Opción B.

NOTA Véase más información en el Anexo B.

8.1.2 Opción A

Como mínimo, un sistema de gestión del laboratorio debe tratar lo siguiente:

- la documentación del sistema de gestión (véase 8.2);
- el control de documentos del sistema de gestión (véase 8.3);
- el control de registros (véase 8.4);
- las acciones para abordar los riesgos y oportunidades (véase 8.5);
- la mejora (véase 8.6);
- las acciones correctivas (véase 8.7);
- las auditorías internas (véase 8.8);
- las revisiones por la dirección (véase 8.9).

8.1.3 Opción B

Un laboratorio que ha establecido y mantiene un sistema de gestión de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 9001, y que sea capaz de apoyar y demostrar el cumplimiento coherente de los requisitos de los Capítulos 4 a 7, cumple también, al menos, con la intención de los requisitos del sistema de gestión especificados en los apartados 8.2 a 8.9.

8.2 Documentación del sistema de gestión (Opción A)

8.2.1 La dirección del laboratorio debe establecer, documentar y mantener políticas y objetivos para el cumplimiento del propósito de este documento y debe asegurarse de que las políticas y objetivos se entienden e implementen en todos los niveles de la organización del laboratorio.

8.2.2 Las políticas y objetivos deben abordar la competencia, la imparcialidad y la operación coherente del laboratorio.

8.2.3 La dirección del laboratorio debe suministrar evidencia del compromiso con el desarrollo y la implementación del sistema de gestión y con mejorar continuamente su eficacia.

8.2.4 Toda la documentación, procesos, sistemas, registros, relacionados con el cumplimiento de los requisitos de este documento se debe incluir, referenciar o vincular al sistema de gestión.

8.2.5 Todo el personal involucrado en actividades de laboratorio debe tener acceso a las partes de la documentación del sistema de gestión y a la información relacionada que sea aplicable a sus responsabilidades.

8.3 Control de documentos del sistema de gestión (Opción A)

8.3.1 El laboratorio debe controlar los documentos (internos y externos) relacionados con el cumplimiento de este documento.

NOTA En este contexto, "documentos" puede hacer referencia a declaraciones de la política, procedimientos, especificaciones, instrucciones del fabricante, tablas de calibración, gráficos, libros de texto, pósters, notificaciones, memorandos, dibujos, planos, etc. Estos pueden estar en varios medios, tales como copia impresa o digital.

NOTA Aunque este documento especifica que el laboratorio planifica acciones para abordar riesgos, no hay un requisito para métodos formales para la gestión del riesgo o un proceso documentado de gestión del riesgo. Los laboratorios pueden decidir si desarrollan o no una metodología más exhaustiva para la gestión del riesgo que la requerida en este documento, por ejemplo, a través de la aplicación de otras guías o normas.

8.5.3 Las acciones tomadas para abordar los riesgos y las oportunidades deben ser proporcionales al impacto potencial sobre la validez de los resultados del laboratorio.

NOTA 1 Las opciones para abordar los riesgos pueden incluir identificar y evitar amenazas, asumir riesgos para buscar una oportunidad, eliminar la fuente de riesgo, cambiar la probabilidad o las consecuencias, compartir el riesgo o mantener riesgos mediante decisiones informadas.

NOTA 2 Las oportunidades pueden conducir a ampliar el alcance de las actividades del laboratorio, a considerar nuevos clientes, a usar nuevas tecnologías y otras posibilidades para abordar las necesidades del cliente.

8.6 Mejora (Opción A)

8.6.1 El laboratorio debe identificar y seleccionar oportunidades de mejora e implementar cualquier acción necesaria.

NOTA Las oportunidades de mejora se pueden identificar mediante la revisión de los procedimientos operacionales, el uso de las políticas, los objetivos generales, los resultados de auditoría, las acciones correctivas, la revisión por la dirección, las sugerencias del personal, la evaluación del riesgo, el análisis de datos, y los resultados de ensayos de aptitud.

8.6.2 El laboratorio debe buscar la retroalimentación, tanto positiva como negativa, de sus clientes. La retroalimentación se debe analizar y usar para mejorar el sistema de gestión, las actividades del laboratorio y el servicio al cliente.

NOTA Ejemplos de tipos de retroalimentación incluyen las encuestas de satisfacción del cliente, registros de comunicación y una revisión de los informes con los clientes.

8.7 Acciones correctivas (Opción A)

8.7.1 Cuando ocurre una no conformidad, el laboratorio debe:

- a) reaccionar ante la no conformidad, según sea aplicable:
 - emprender acciones para controlarlas y corregirlas;
 - hacer frente a las consecuencias;
- b) evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir, ni que ocurra en otra parte, mediante:
 - la revisión y análisis de la no conformidad;
 - la determinación de las causas de la no conformidad;
 - la determinación de si existen no conformidades similares, o que potencialmente pueden ocurrir;
- c) implementar cualquier acción necesaria;

ISO/IEC 17025:2017 (traducción oficial)

- d) revisar la eficacia de cualquier acción correctiva tomada;
- e) si fuera necesario, actualizar los riesgos y las oportunidades determinados durante la planificación;
- f) si fuera necesario realizar cambios al sistema de gestión.

8.7.2 Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

8.7.3 El laboratorio debe conservar registros como evidencia de:

- a) la naturaleza de las no conformidades, las causas y cualquier acción tomada posteriormente;
- b) los resultados de cualquier acción correctiva.

8.8 Auditorías internas (Opción A)

8.8.1 El laboratorio debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para obtener información acerca de si el sistema de gestión:

- a) es conforme con:
 - los requisitos del propio laboratorio para su sistema de gestión, incluidas las actividades del laboratorio;
 - los requisitos de este documento;
- b) se implementa y mantiene eficazmente.

8.8.2 El laboratorio debe:

- a) planificar, establecer, implementar y mantener un programa de auditoría que incluya la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y presentación de informes que debe tener en consideración la importancia de las actividades de laboratorio involucradas, los cambios que afectan al laboratorio y los resultados de las auditorías previas;
- b) definir los criterios de auditoría y el alcance de cada auditoría;
- c) asegurarse de que los resultados de las auditorías se informen a la dirección pertinente;
- d) implementar las correcciones y las acciones correctivas apropiadas, sin demora indebida;
- e) conservar los registros como evidencia de la implementación del programa de auditoría y de los resultados de la auditoría.

NOTA La Norma ISO 19011 proporciona orientación para las auditorías internas.

8.9 Revisiones por la dirección (Opción A)

8.9.1 La dirección del laboratorio debe revisar su sistema de gestión a intervalos planificados, con el fin de asegurar su conveniencia, adecuación y eficacia, incluidas las políticas y objetivos establecidos relacionados con el cumplimiento de este documento.

8.9.2 Las entradas a la revisión por la dirección se deben registrar y deben incluir información relacionada con lo siguiente:

- a) cambios en las cuestiones internas y externas que sean pertinentes al laboratorio;
- b) cumplimiento de objetivos;
- c) adecuación de las políticas y procedimientos;
- d) estado de las acciones de revisiones por la dirección anteriores;
- e) resultado de auditorías internas recientes;
- f) acciones correctivas;
- g) evaluaciones por organismos externos;
- h) cambios en el volumen y tipo de trabajo o en el alcance de actividades del laboratorio;
- i) retroalimentación de los clientes y del personal;
- j) quejas;
- k) eficacia de cualquier mejora implementada;
- l) adecuación de los recursos;
- m) resultados de la identificación de los riesgos;
- n) resultados del aseguramiento de la validez de los resultados; y
- o) otros factores pertinentes, tales como las actividades de seguimiento y la formación.

8.9.3 Las salidas de la revisión por la dirección deben registrar todas las decisiones y acciones relacionadas, al menos con:

- a) la eficacia del sistema de gestión y de sus procesos;
- b) la mejora de las actividades del laboratorio relacionadas con el cumplimiento de los requisitos de este documento;
- c) la provisión de los recursos requeridos;
- d) cualquier necesidad de cambio.

Anexo A (informativo)

Trazabilidad metrológica

A.1 Generalidades

Este anexo suministra información adicional sobre trazabilidad metrológica, que es un concepto importante para asegurar la comparabilidad de los resultados de las mediciones, tanto nacional como internacionalmente.

A.2 Establecimiento de trazabilidad metrológica

A.2.1 La trazabilidad metrológica se establece considerando, y posteriormente asegurando lo siguiente:

- a) la especificación del mensurando (magnitud a medir);
- b) una cadena ininterrumpida documentada de calibraciones que conducen a las referencias establecidas y apropiadas (las referencias apropiadas incluyen patrones nacionales o internacionales y patrones intrínsecos);
- c) la incertidumbre de medición para cada paso en la cadena de trazabilidad se evalúa de acuerdo con los métodos acordados;
- d) cada paso de la cadena se lleva a cabo de acuerdo con los métodos apropiados, con los resultados de mediciones y con las incertidumbres asociadas registradas;
- e) los laboratorios que llevan a cabo una o más etapas en la cadena proporcionan evidencia de sus competencias técnicas.

A.2.2 El error de medición sistemático (algunas veces denominado sesgo) del equipo calibrado se tiene en cuenta cuando se usa para diseminar la trazabilidad metrológica a los resultados de la medición en el laboratorio. Existen varios mecanismos disponibles para tener en cuenta los errores de medición sistemáticos en la diseminación de la trazabilidad metrológica de la medición.

A.2.3 Algunas veces se usan patrones de medición que entregan información de un laboratorio competente, que incluye solamente una declaración de conformidad con una especificación (omitiendo los resultados de la medición y las incertidumbres asociadas) para diseminar la trazabilidad metrológica. Este enfoque, en el cual los límites de la especificación son importados como fuente de incertidumbre, depende de:

- el uso de una regla de decisión apropiada para determinar la conformidad;
- los límites de la especificación que se tratan posteriormente de una manera técnicamente apropiada en el presupuesto de incertidumbre.

Nota a la versión en español: En algunos países el concepto "presupuesto de incertidumbre" se encuentra expresado como "contribuciones a la incertidumbre" o "balances de incertidumbres".

La base técnica de este enfoque consiste en que la conformidad declarada con una especificación define un intervalo de valores de medición dentro del cual se espera que esté el valor verdadero, a un nivel de confianza especificado, que considera tanto un sesgo del valor verdadero como la incertidumbre de medición.

EJEMPLO El uso de masas de clase OIML R 111 para calibrar una balanza.

A.3 Demostración de la trazabilidad metrológica

A.3.1 Los laboratorios son responsables de establecer la trazabilidad metrológica de acuerdo con este documento. Los resultados de calibración de los laboratorios que cumplen con este documento proveen trazabilidad metrológica. Los valores certificados de los materiales de referencia certificados de los productores de materiales de referencia que cumplen con la Norma ISO 17034 proveen trazabilidad metrológica. Existen varias formas de demostrar conformidad con este documento: el reconocimiento de tercera parte (tales como, un organismo de acreditación), la evaluación externa hecha por los clientes o la autoevaluación. Las vías aceptadas internacionalmente incluyen, pero no se limitan a lo siguiente.

- a) Las capacidades de calibración y de medición suministradas por institutos nacionales de metrología e instituciones designadas, que han sido sometidos a un proceso adecuado de evaluación de pares. Tales evaluaciones de pares se realizan bajo el CIPM MRA (Acuerdo de Reconocimiento Mutuo del Comité Internacional de Pesas y Medidas). En el Anexo C de la KCBD (Base de datos BIPM de comparaciones clave) de la BIPM (Oficina Internacional de Pesos y Medidas) se pueden consultar los servicios que abarca el CIPM MRA, y se incluyen el rango y la incertidumbre de medición para cada servicio que se encuentra en la lista.
- b) Las capacidades de calibración y de medición que han sido acreditadas por parte de un organismo de acreditación que forma parte del Acuerdo ILAC (*Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios*) o de acuerdos regionales reconocidos por ILAC han demostrado trazabilidad metrológica. Los alcances de los laboratorios de calibración acreditados están disponibles públicamente en sus organismos de acreditación respectivos.

A.3.2 La declaración conjunta BIPM, OIML (*Organización Internacional de Metrología Legal*), ILAC e ISO sobre Trazabilidad Metrológica proporciona orientación específica cuando existe necesidad de demostrar aceptabilidad internacional de la cadena de trazabilidad metrológica.

Anexo B (informativo)

Opciones de sistemas de gestión

B.1 El crecimiento en el uso de los sistemas de gestión ha incrementado la necesidad de asegurar que los laboratorios pueden operar un sistema de gestión que se considera conforme con la Norma ISO 9001 al igual que con este documento. Como resultado, este documento presenta dos opciones para los requisitos relacionados con la implementación de un sistema de gestión.

B.2 La Opción A (véase 8.1.2) presenta los requisitos mínimos para la implementación de un sistema de gestión en un laboratorio. Se ha tenido cuidado en incluir todos aquellos requisitos de la Norma ISO 9001 que son pertinentes al alcance de las actividades del laboratorio cubiertas por el sistema de gestión. Por tanto, los laboratorios que cumplen con los Capítulos 4 a 7 e implementan la Opción A del Capítulo 8 también operarán generalmente de acuerdo con los principios de la Norma ISO 9001.

B.3 La Opción B (véase 8.1.3) permite a los laboratorios establecer y mantener un sistema de gestión de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 9001 de manera que se apoye y se demuestre el cumplimiento coherente de los Capítulos 4 a 7. Por tanto, los laboratorios que implementan la Opción B del Capítulo 8 también operarán de acuerdo con la Norma ISO 9001. La conformidad del sistema de gestión dentro del cual el laboratorio opera con los requisitos de la Norma ISO 9001 en sí misma no demuestra la competencia del laboratorio para producir datos y resultados técnicamente válidos. Esto se logra mediante el cumplimiento con los Capítulos 4 a 7.

B.4 Ambas opciones están previstas para lograr el mismo resultado en el desempeño del sistema de gestión y en el cumplimiento de los Capítulos 4 a 7.

NOTA Los documentos, datos y registros son componentes de la información documentada como se usan en la Norma ISO 9001 y en otras normas de sistemas de gestión. El control de documentos se trata en el apartado 8.3. El control de registros se trata en los apartados 8.4 y 7.5. El control de datos relacionados con las actividades del laboratorio se trata en el apartado 7.11.

B.5 La figura B.1 ilustra un ejemplo de una posible representación esquemática de los procesos operacionales de un laboratorio, como se describe en el Capítulo 7.

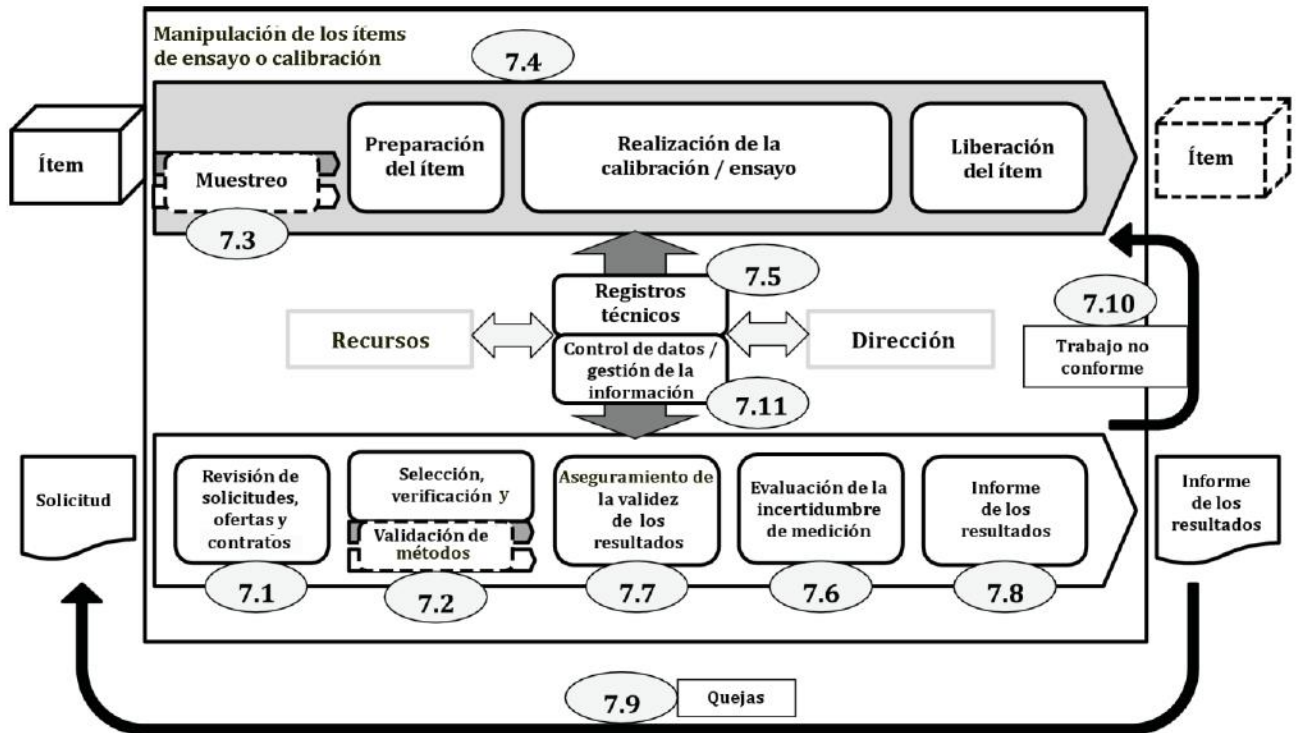


Figura B.1 — Posible representación esquemática de los procesos operacionales de un laboratorio

Bibliografía

- [1] ISO 5725-1, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*
- [2] ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*
- [3] ISO 5725-3, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 3: Intermediate measures of the precision of a standard measurement method*
- [4] ISO 5725-4, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 4: Basic methods for the determination of the trueness of a standard measurement method*
- [5] ISO 5725-6, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 6: Use in practice of accuracy values*
- [6] ISO 9000, *Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*
- [7] ISO 9001, *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*
- [8] ISO 10012, *Sistemas de gestión de las mediciones — Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición*
- [9] ISO/IEC 12207, *Systems and software engineering — Software life cycle processes*
- [10] ISO 15189, *Medical laboratories — Requirements for quality and competence*
- [11] ISO 15194, *In vitro diagnostic medical devices — Measurement of quantities in samples of biological origin — Requirements for certified reference materials and the content of supporting documentation*
- [12] ISO/IEC 17011, *Evaluación de la conformidad — Requisitos generales para los organismos de acreditación que realizan la acreditación de organismos de evaluación de la conformidad*
- [13] ISO/IEC 17020, *Evaluación de la conformidad — Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección*
- [14] ISO/IEC 17021-1, *Evaluación de la conformidad — Requisitos para los organismos que realizan la auditoría y la certificación de sistemas de gestión — Parte 1: Requisitos*
- [15] ISO 17034, *Requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia*
- [16] ISO/IEC 17043, *Evaluación de la conformidad — Requisitos generales para los ensayos de aptitud*
- [17] ISO/IEC 17065, *Evaluación de la conformidad — Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios*
- [18] ISO 17511, *In vitro diagnostic medical devices — Measurement of quantities in biological samples — Metrological traceability of values assigned to calibrators and control materials*

- [19] ISO 19011, *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión*
- [20] ISO 21748, *Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty evaluation*
- [21] ISO 31000, *Risk management — Principles and guidelines*
- [22] ISO Guide 30, *Reference materials — Selected terms and definitions*
- [23] ISO Guide 31, *Reference materials — Contents of certificates, labels and accompanying documentation*
- [24] ISO Guide 33, *Reference materials — Good practice in using reference materials*
- [25] ISO Guide 35, *Reference materials — Guidance for characterization and assessment of homogeneity and stability*
- [26] ISO Guide 80, *Guidance for the in-house preparation of quality control materials (QCMs)*
- [27] ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*
- [28] ISO/IEC Guide 98-4, *Uncertainty of measurement — Part 4: Role of measurement uncertainty in conformity assessment*
- [29] IEC Guide 115, *Application of uncertainty of measurement to conformity assessment activities in the electrotechnical sector*
- [30] *Joint BIPM, OIML, ILAC and ISO declaration on metrological traceability, 2011* ²⁾
- [31] International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) ³⁾
- [32] *International vocabulary of terms in legal metrology (VIML)*, OIML V1:2013
- [33] JCGM 106:2012, *Evaluation of measurement data — The role of measurement uncertainty in conformity assessment*
- [34] *The Selection and Use of Reference Materials*, EEE/RM/062rev3, Eurachem ⁴⁾
- [35] *SI Brochure: The International System of Units (SI)*, BIPM ⁵⁾

2) http://www.bipm.org/utils/common/pdf/BIPM-OIML-ILAC-ISO_joint_declaration_2011.pdf

3) <http://ilac.org/>

4) <https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/EEE-RM-062rev3.pdf>

5) <http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>

ICS 03.120.20

Precio basado en 30 páginas

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento:	TÍTULO: REQUISITOS GENERALES PARA LA	Código ICS:
NTE INEN-ISO/IEC 17025	COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN (ISO/IEC 17025:2017, IDT)	03.120.20

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación por Consejo Directivo 2005-12-14 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Acuerdo Ministerial No. 06 039 de 2006-01-12 publicado en el Registro Oficial No. 196 de 2006-01-26 Fecha de iniciación del estudio: 2017-12-27
--	---

Fechas de consulta pública: 2018-01-15 al 2018-01-29

Comité Técnico de Normalización: **Evaluación de la Conformidad**

Fecha de iniciación: 2018-01-11

Fecha de aprobación: 2017-01-11

Integrantes del Comité:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Mónica Torres (Presidenta) Mónica Gualotuña Pamela Sierra Fernando Pachacama Patricio Navarrete Mauro Rivadeneira Rodrigo Perugachi (Video conferencia) Israel Carrión Giovanni Farinango José Galante Gabriela Flores Gladys Risueño José Francisco Capa Marco Escola Blanca Viera (Video conferencia) Gladys Cabascango Santiago Salcedo Lorena Cuásquer Lucía Navas Jenny Pacheco Erika Chicaiza (Secretaria Técnica)	SISTEMCAL SECALMET QMETS S.A QMETS S.A TECNOESCALA LACQUANALISIS ESPOL SAE CCICEV ASECAL LACONAL LACONAL INDUGLOB SAE INDEPENDIENTE CTG ENGINEERING ACG QMETS S.A ARCSA PETROAMAZONAS INEN – DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN
--	---

Otros trámites: Esta NTE INEN-ISO/IEC 17025:2018 (Tercera edición) reemplaza a la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006 (Segunda edición)

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.

Oficializada como: Voluntaria
 Registro Oficial No. 229 de 2018-04-25

Por Resolución No. 18100 de 2018-03-29

Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 – Telfs: (593 2)3 825960 al 3 825999
Dirección Ejecutiva: direccion@normalizacion.gob.ec
Dirección de Normalización: consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec
Centro de Información: centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec
[URL:www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)