

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO

Tema: “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL INTERIOR DE CARROCERÍAS Y SU INCIDENCIA EN LA HOMOLOGACIÓN DE MODELOS Y COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA CARROCERA INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA”

Trabajo de Investigación

Previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Diseño Mecánico

Autor: Ing. Christian Byron Castro Miniguano

Director: Ing. Mg. Manolo Córdova Suárez

Ambato - Ecuador

2014

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL INTERIOR DE CARROCERÍAS Y SU INCIDENCIA EN LA HOMOLOGACIÓN DE MODELOS Y COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA CARROCERA INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA”**, presentado por: Ing. Christian Byron Castro Miniguano y conformado por: Ing. Mg. Martha Sevilla Abarca, Ing. Mg. Pablo Valle Velasco e Ing. Mg. Juan Correa Jácome, Miembros del Tribunal, Ing. Mg. Manolo Córdova Suarez, Director del trabajo de investigación y presidido por: Ing. Mg. Francisco Pazmiño Gavilanes Presidente del Tribunal; Ing. Mg. Juan Garcés Chávez Director de Posgrado, una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Mg. Edison Viera Alulema
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. Mg. Juan Garcés Chávez
Director De Posgrado

Ing. Mg. Manolo Córdova Suárez
Director de Trabajo de Investigación

Ing. Mg. Martha Sevilla Abarca
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Pablo Valle Velasco
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Juan Correa Jácome
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL INTERIOR DE CARROCERÍAS Y SU INCIDENCIA EN LA HOMOLOGACIÓN DE MODELOS Y COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA CARROCERA INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA”, nos corresponde exclusivamente a Ing. Christian Byron Castro Miniguano y del Ing. Mg. Manolo Córdova Suárez Director del Trabajo de investigación; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Christian Byron Castro Miniguano

AUTOR

Ing. Mg. Manolo Córdova Suárez

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Christian Byron Castro Miniguano

C.I. 1803441128

DEDICATORIA

A mi Dios padre por brindarme toda la sabiduría, la fuerza y la fortaleza para lograr todos mis objetivos en mis estudios y por ser un guía incondicional en todas las etapas de mi vida

A mis padres, Miguel Castro y Marlene Miniguano pilares fundamentales de toda mi vida, por toda su confianza, humildad y perseverancia para brindarme su apoyo incondicional.

A mis hermanas y cuñados por todo su apoyo moral.

A mis profesores, compañeros y amigos de quienes recibí mucha ayuda valiosa.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y vida, a mi familia por brindarme su apoyo, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a sus autoridades y personal administrativo, a mis profesores de la Maestría de Diseño Mecánico y de manera muy especial al Ing. Mg. Manolo Córdova, quien con gran profesionalismo me brindó su ayuda y apoyo para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco también a la empresa Industria Metálica Cepeda, a su Gerencia, personal Administrativo, personal de Planta quienes permitieron realizar la investigación en tan prestigiosa Empresa Carrocera de la ciudad de Ambato.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA	i
PÁGINA DE TRIBUNAL DE DEFENSA	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
ÍNDICE DE TABLAS	xx
RESUMEN EJECUTIVO	xxii
EXECUTIVE SUMMARY	xxiii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO	3
1.2.3 PROGNOSIS	4

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES	4
1.2.6 DELIMITACIÓN	5
1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDO	5
1.2.6.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	5
1.2.6.3 DELIMITACIÓN ESPACIAL	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	6
1.4 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	9
1.4.1 GENERAL	9
1.4.2 ESPECÍFICOS	9
CAPÍTULO II	
MARCO TEORICO	
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	10
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	12
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	12
2.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	13
2.4.1 INGENIERÍA DE FUEGO	13
2.4.1.1 NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS	14
2.4.1.2 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA CIENCIA DEL FUEGO.....	15
2.4.1.3 INGENIERÍA DE MATERIALES	21
2.4.2 RETARDANCIA AL FUEGO DE MATERIALES	22

2.4.2.1 DEFINICIÓN	22
2.4.2.2 COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES RETARDANTES DE FUEGO	24
2.4.2.3 TIPOS DE MATERIALES RETARDANTES	26
2.4.2.4 MÉTODOS DE APLICACIÓN DE RETARDANTES	28
2.4.2.5 MECANISMOS QUÍMICOS DE RETARDANCIA A LA LLAMA	29
2.4.2.6 TOXICIDAD E IMPACTO AMBIENTAL	30
2.4.3 ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD	31
2.4.3.1 TIPOS DE ENSAYOS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES	31
2.4.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN FORRADO INTERIOR DE CARROCERÍAS	45
2.4.4.1 PLAN DE PRODUCCIÓN CARROCERÍAS IMCE	45
2.4.4.2 PROCEDIMIENTO FORRADO INTERIOR	47
2.4.4.3 PROCESO DE FORRADO INTERIOR DE LATERALES Y TECHO	49
2.4.4.5 KIT DE MATERIALES	50
2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	51
2.6 HIPÓTESIS	51
2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	51
2.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	51
2.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE	51

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO	52
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.2.1 BIBLIOGRÁFICA	52
3.2.2 DE CAMPO	53
3.2.3 EXPERIMENTAL	53
3.2.4 APLICADA	53
3.3 NIVEL Ó TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.3.1 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA	53
3.3.2 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA	53
3.3.3 INVESTIGACIÓN CORRELACIONAL	54
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	54
3.4.1 POBLACIÓN	54
3.4.2 MUESTRA	54
3.5 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES	55
3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	55
3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE	56
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	57
3.6.1 OBSERVACIÓN	57
3.6.2 DOCUMENTAL	57
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	57
3.7.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA	57

3.7.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	58
---	----

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	59
--------------------------------------	----

4.1.1 PROCESO PROPUESTO PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS	59
---	----

4.1.1.1 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA POLYLITE 32800-80 (MASTER FIBRA)	60
--	----

4.1.1.2 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836 (CEPOLFI)	66
---	----

4.1.1.3 PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE	70
---	----

4.1.1.4 TEXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO	73
---	----

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS	76
-----------------------------------	----

4.2.1 INFORME TÉCNICO DE PRUEBA DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRAS DE PIEZAS INTERNAS PARA BUSES, SOLICITADO POR LA EMPRESA CARROCERÍAS IMCE	76
---	----

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	82
--	----

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	85
------------------------	----

5.2 RECOMENDACIONES	86
---------------------------	----

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS	87
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	88
6.3 JUSTIFICACIÓN	89
6.4 OBJETIVOS	90
6.4.1 OBJETIVO GENERAL	90
6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	90
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	91
6.6 FUNDAMENTACIÓN	91
6.6.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES	91
6.6.1.1 BANCO DE PRUEBAS	92
6.6.1.2 ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	94
6.6.1.3 PORTAMUESTRAS	101
6.6.1.4 QUEMADOR DE GAS	102
6.6.1.5 GAS DE ENSAYO	102
6.6.1.6 MUESTRAS	102
6.6.1.7 ACONDICIONAMIENTO	103
6.6.2 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	104
6.6.3 MANUAL DE OPERACIÓN	107
6.6.3.1 FLUJOGRAMA DEL MANUAL DE OPERACIÓN	109

6.6.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO.....	110
6.6.5 MUESTREO Y PRINCIPIO	111
6.6.6 CÁLCULO DE VALORES DEL ÍNDICE.....	112
6.6.7 INFORME DEL ENSAYO DE INFLAMABILIDAD	113
6.6.8 EJECUCIÓN DE ENSAYOS	114
6.6.8.1 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA POLYLITE 32800-80	114
6.6.8.2 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836	114
6.6.8.3 PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE	115
6.6.8.4 TEXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO	116
6.6.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS	117
6.6.9.1 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA POLYLITE 32800-80	117
6.6.9.2 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836	123
6.6.9.3 PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE	130
6.6.9.4 TEXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO	136
6.6.10 ANÁLISIS DE DATOS	143
6.6.10.1 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA POLYLITE 32800-80	144
6.6.10.2 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836	145

6.6.10.3 PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE.....	146
6.6.10.4 TEXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO	147
6.6.11 ANÁLISIS DE ERROR DEL BANCO CONSTRUÍDO	148
6.6.12 ANÁLISIS DE COMPETITIBILIDAD Y PRODUCCIÓN	
IMCE 2013	149
6.7 ADMINISTRACIÓN	150
6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	150
BIBLIOGRAFÍA.....	151
ANEXOS	154

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: NORMA ISO 3795	155
ANEXO 2: NORMA FMVSS 302	167
ANEXO 3: FIRE TESTING TECHNOLOGY	196
ANEXO 4: REGLAMENTO GENERAL DE HOMOLOGACIÓN	200
ANEXO 5: HOMOLOGACIÓN VEHICULAR	203
ANEXO 6: INVENTARIO TECNOLÓGICO.....	204
ANEXO 7: ACERO ASTM A36	205
ANEXO 8: ACERO ASTM 240	206
ANEXO 9: MECHERO DE GAS BUNSEN.....	208
ANEXO 10: FAIRIS VIDRIOS DE SEGURIDAD.....	210
ANEXO 11: INFORME TÉCNICO ESPOL	211
ANEXO 12: PROPIEDADES TERMOFÍSICAS DE GASES A PRESIÓN ATMOSFÉRICA	215
ANEXO 13: PLANOS	216

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción Nacional de Carrocerías para Buses en el Ecuador dentro en la Zona 3	8
Figura 2. Tetraedro del fuego.....	15
Figura 3. Proceso de combustión de materiales sólidos	24
Figura 4. Retardantes Inorgánicos	27
Figura 5. Retardantes en Base A Fosforo	27
Figura 6. Cámara de combustión con porta muestras y bandeja colectora.....	32
Figura 7. Quemador	33
Figura 8. Portamuestras	35
Figura 9. Equipo Horizontal	36
Figura 10. Porta Muestras Equipo Horizontal	37
Figura 11. Laboratorios de Ensayo INTI	37
Figura 12. Ensayo de Propagación Superficial de Llama IRAM	38
Figura 13. Ensayo de Propagación Superficial de Llama	38
Figura 14. Ensayo para evaluar materiales Textiles	39
Figura 15. Ensayo Inflamabilidad Vertical	39
Figura 16. Análisis cualitativo de Ensayos	40
Figura 17. Ensayo de tela 100% Algodón	40
Figura 18. Ensayo de tela 100% Poliéster	41
Figura 19. Ensayo De Inflamabilidad 1 (UNE EN ISO 11925-2:2002)	43
Figura 20. Ensayo De Inflamabilidad (UNE EN ISO 11925-2:2002)	44
Figura 21. Ensayo De Elemento Individual Ardiendo SBI (UNE EN 13823:2002)	44
Figura 22. Ensayo de Inflamabilidad (ISO 3795)	45
Figura 23. Acabados Interiores Bus Interprovincial	48
Figura 24. Procedimiento de Forrado Interior de techo	49
Figura 25. Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina PolyLite 32800-80	66

Figura 26. Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836	70
Figura 27. Pranna Poliéster Flexible	71
Figura 28. Textil A Base De Vinilo Para Piso	75
Figura 29. Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Polylyte 32800-80	78
Figura 30. Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836	79
Figura 31. Pranna de Poliéster flexible	80
Figura 32. Textil a base de vinilo para piso	81
Figura 33. Cámara de humos	82
Figura 34. Cámara de combustión con porta muestras y bandeja colectora	92
Figura 35. Ejemplo de cámara de combustión (dimensiones en milímetros).....	93
Figura 36. Ejemplo de cubeta (dimensiones en milímetros)	93
Figura 37. Diagrama de paredes	94
Figura 38. Ejemplo de portamuestras (dimensiones en milímetros)	101
Figura 39. Forma y las dimensiones de las muestras	103
Figura 40. Carcaza del Banco de Pruebas	104
Figura 41. Porta Muestras del Banco de Pruebas	105
Figura 42. Acoplado del Mechero y Porta muestra	106
Figura 43. Banco de Pruebas para ensayos de Inflamabilidad	106
Figura 44. Dimensiones de la probeta	108
Figura 45. Banco de Pruebas para Ensayo De Inflamabilidad de Materiales	114
Figura 46. Ensayo de Inflamabilidad para Pranna Poliéster Flexible	115
Figura 47. Ensayo de Inflamabilidad para Textil a Base de Vinilo para Piso	116

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Procedimiento de Forrado Interior y Acabados	46
Gráfico 2. Actividades de Forrado Interior	47
Gráfico 3. Flujograma manual de operación	109
Gráfico 4. Velocidad de Combustión PROBETA A MASTER	117
Gráfico 5. Velocidad de Combustión PROBETA B MASTER	118
Gráfico 6. Velocidad de Combustión PROBETA C MASTER	119
Gráfico 7. Velocidad de Combustión PROBETA D MASTER	120
Gráfico 8. Velocidad de Combustión PROBETA E MASTER	121
Gráfico 9. Dispersión del Índice de Inflamabilidad de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina PolyLite 32800-80	122
Gráfico 10. Índice de Inflamabilidad de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina PolyLite 32800-80	123
Gráfico 11. Velocidad de Combustión PROBETA A CEPOLFI	124
Gráfico 12. Velocidad de Combustión PROBETA B CEPOLFI	125
Gráfico 13. Velocidad de Combustión PROBETA C CEPOLFI	126
Gráfico 14. Velocidad de Combustión PROBETA D CEPOLFI	127
Gráfico 15. Velocidad de Combustión PROBETA E CEPOLFI	128
Gráfico 16. Dispersión del Índice de Inflamabilidad de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836	129
Gráfico 17. Índice de Inflamabilidad de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836	129
Gráfico 18. Velocidad de Combustión PROBETA A PRANNA	130
Gráfico 19. Velocidad de Combustión PROBETA B PRANNA	131
Gráfico 20. Velocidad de Combustión PROBETA C PRANNA	132
Gráfico 21. Velocidad de Combustión PROBETA D PRANNA	133
Gráfico 22. Velocidad de Combustión PROBETA E PRANNA	134
Gráfico 23. Dispersión del Índice de Inflamabilidad de Pranna Poliéster Flexible	135
Gráfico 24. Índice de Inflamabilidad de Pranna Poliéster Flexible	136

Gráfico 25. Velocidad de Combustión PROBETA A VINILO	137
Gráfico 26. Velocidad de Combustión PROBETA B VINILO	138
Gráfico 27. Velocidad de Combustión PROBETA C VINILO	139
Gráfico 28. Velocidad de Combustión PROBETA D VINILO	140
Gráfico 29. Velocidad de Combustión PROBETA E VINILO	141
Gráfico 30. Dispersión del Índice de Inflamabilidad de Textil A Base De Vinilo Para Piso	142
Gráfico 31. Índice de Inflamabilidad de Textil A Base De Vinilo Para Piso	142
Gráfico 32. Análisis de datos en SPSS 15	143
Gráfico 33. Histograma Inflamabilidad Probeta A MASTER.....	144
Gráfico 34. Histograma Inflamabilidad Probeta A CEPOLFI	145
Gráfico 35. Histograma Inflamabilidad Probeta A PRANNA	146
Gráfico 36. Histograma Inflamabilidad Probeta A VINILO	147
Gráfico 37. Regresión Lineal Inflamabilidad Probeta A Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836	148
Gráfico 38. Indicador de Producción	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de Carrocerías en la zona centro del Ecuador	8
Tabla 2. Kit de Materiales Ensamble forros Laterales Inferiores	50
Tabla 3. Kit de Materiales Ensamble forros Laterales Superiores	50
Tabla 4. Características de la Resina Polyiite® 32800-80	60
Tabla 5. Propiedades de la resina Polyiite® 32800-80	61
Tabla 6. Propiedades Físicas Típicas de la resina Polyiite® 32800-80	61
Tabla 7. Propiedades de la resina Polyiite® 32800-80 reforzada con Fibra	62
Tabla 8. Propiedades del Centergel® GD 001 -00 Bco	63
Tabla 9. Propiedades del Centergel® GD 001 -00 Bco	64
Tabla 10. Propiedades Típicas del Centergel® GD 001 -00 Bco Curado	64
Tabla 11. Parámetros de trabajo de la Resina ANDERPOL 836	67
Tabla 12. Datos Técnicos de la Resina ANDERPOL 836	69
Tabla 13. Resina ANDERPOL 836 reforzada con MEK	69
Tabla 14. Resina ANDERPOL 836 sin reforzar	69
Tabla 15. Resina ANDERPOL 836 reforzada con fibra	70
Tabla 16. Propiedades de la Pranna Poliéster Flexible	72
Tabla 17. Características de Textil A Base De Vinilo Para Piso	74
Tabla 18. Resultados del ensayo de Inflamabilidad	77
Tabla 19. Obtención de Resultados del Ensayo	113
Tabla 20. Obtención de Resultados de la PROBETA A MASTER.....	117
Tabla 21. Obtención de Resultados de la PROBETA B MASTER.....	118
Tabla 22. Obtención de Resultados de la PROBETA C MASTER.....	119
Tabla 23. Obtención de Resultados de la PROBETA D MASTER	120
Tabla 24. Obtención de Resultados de la PROBETA E MASTER.....	121
Tabla 25. Obtención de Resultados de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Polylite 32800-80	122
Tabla 26. Obtención de Resultados de la PROBETA A CEPOLFI.....	123

Tabla 27. Obtención de Resultados de la PROBETA B CEPOLFI.....	124
Tabla 28. Obtención de Resultados de la PROBETA C CEPOLFI.....	125
Tabla 29. Obtención de Resultados de la PROBETA D CEPOLFI	126
Tabla 30. Obtención de Resultados de la PROBETA E CEPOLFI	127
Tabla 31. Obtención de Resultados de Material Compuesto	
Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836	128
Tabla 32. Obtención de Resultados de la PROBETA A PRANNA.....	130
Tabla 33. Obtención de Resultados de la PROBETA B PRANNA	131
Tabla 34. Obtención de Resultados de la PROBETA C PRANNA	132
Tabla 35. Obtención de Resultados de la PROBETA D PRANNA	133
Tabla 36. Obtención de Resultados de la PROBETA E PRANNA	134
Tabla 37. Obtención de Resultados de Pranna Poliéster Flexible	135
Tabla 38. Obtención de Resultados de la PROBETA A VINILO	136
Tabla 39. Obtención de Resultados de la PROBETA B VINILO.....	137
Tabla 40. Obtención de Resultados de la PROBETA C VINILO	138
Tabla 41. Obtención de Resultados de la PROBETA D VINILO	139
Tabla 42. Obtención de Resultados de la PROBETA E VINILO	140
Tabla 43. Obtención de Resultados de Textil A Base De Vinilo Para	
Piso	141
Tabla 44. Análisis estadísticos de los datos PROBETA A MASTER.....	144
Tabla 45. Análisis estadísticos de los datos PROBETA A CEPOLFI.....	145
Tabla 46. Análisis estadísticos de los datos PROBETA A PRANNA	146
Tabla 47. Análisis estadísticos de los datos PROBETA A VINILO	147
Tabla 48. Análisis Económico	150

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO

**“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE LOS
MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL INTERIOR
DE CARROCERÍAS Y SU INCIDENCIA EN LA HOMOLOGACIÓN DE
MODELOS Y COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA CARROCERA
INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA”**

Autor: Ing. Christian Byron Castro Miniguano

Director: Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez

Fecha: Julio 30, del 2013

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se basa en el estudio del comportamiento frente al fuego de los materiales: Material compuesto fibra de vidrio con matriz Resina POLYLITE 32800-80, Material compuesto fibra de vidrio con matriz Resina ANDERPOOL 836, Pranna Poliéster Flexible y Textil a Base de Vinilo para Piso, que se usan en la fabricación del interior de carrocerías, para determinar los parámetros de evaluación de los índices de inflamabilidad de cada uno de estos materiales en función de las especificaciones técnicas de la norma ISO 3795 Determinación de la combustión de los materiales empleados en el interior de vehículos.

De la caracterización y análisis de los ensayos se determinó que los Materiales Compuestos tienen valores de índice de inflamabilidad que cumplen con los valores máximos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323. Mientras que los materiales Pranna Poliéster Flexible y Textil a Base de Vinilo para Piso son materiales auto extingüibles.

Descriptor: Índice de Inflamabilidad, Textil, Vinilo, Fibra de Vidrio, Resina Anderpool, Resina Polylite, Carrocerías, Homologación Vehicular.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING
POSDEGREE STUDIES CENTER
MASTER OF MECHANICAL DESIGN

**“THE STUDY OF BURNING BEHAVIOUR OF MATERIALS USED IN
THE MANUFACTURE OF THE INTERIOR BODY AND ITS IMPACT
ON THE CERTIFICATION OF THE MODELS AND
COMPETITIVENESS OF THE METAL COMPANY CEPEDA”**

Author: Ing. Byron Christian Castro Miniguano

Director: Ing. Mg. Manolo Alexander Córdova Suárez

Date: July 30, 2013

ABSTRACT

The research was based on the study of the burning behavior of materials: a material that was a composite of fiberglass with a matrix of resin POLYLITE 32800-80, material that was a composite of fiberglass with a matrix of resin ANDERPOOL 836, Flexible Pranna Polyester and a Textile based on vinyl flooring, which are used in manufacture of internal body. This was done to determine the parameters of testing assessment of flammability indexes of each of these materials in function of the technical specifications of ISO 3795 Determination of the combustion of materials used inside vehicles.

From the characterization and analysis of the tests, it was determined that the composite materials have flammability index values that met the maximum values established in the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 1323. While Flexible Pranna Polyester and a Textile based on vinyl flooring materials are self- extinguishing.

Key words: Flammability Index, textile, vinyl, glass fiber, ANDERPOOL Resin, POLYLITE Resin, bodywork, vehicle certification.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación: “Estudio del comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de carrocerías y su incidencia en la homologación de modelos y competitividad de la empresa Industria Metálica Cepeda” es de gran importancia para las empresas que diseñan y construyen carrocerías Metalmecánicas, puesto que se enfoca a la seguridad del pasajero que es el fin del diseño en Carrocerías IMCE.

Por ello se realiza un estudio donde se determinan los índices de inflamabilidad de los materiales utilizados en el interior de la carrocería, y según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE 1323, los materiales deben cumplir con un índice de inflamabilidad de máximo 250 mm/min.

En Capítulo I, se encuentra el problema con el respectivo planteamiento, además se realizó la contextualización, análisis crítico, la prognosis, justificación y el planteamiento de los objetivos.

En el Capítulo II, está constituido por el Marco Teórico referente a la investigación, con los antecedentes, la fundamentación filosófica y legal, Hipótesis y el señalamiento de las variables.

En el Capítulo III, está integrado por la metodología con la modalidad de investigación, población, muestra y Operacionalización de las variables.

En el Capítulo IV, está formado por análisis e interpretación de resultados de la investigación y verificación de la Hipótesis.

En el Capítulo V, se encuentra las conclusiones y recomendaciones.

En el Capítulo VI, se encuentra la propuesta detallada, con la introducción, objetivos, Justificación, análisis de factibilidad, fundamentación científico técnica, análisis de resultados y determinación de la aplicación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL INTERIOR DE CARROCERÍAS Y SU INCIDENCIA EN LA HOMOLOGACIÓN DE MODELOS Y COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA CARROCERA INDUSTRIA METÁLICA CEPEDA.”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

En la comunidad Europea con el fin de prevenir la generación de incendios y cumplir con las normas de seguridad establecidas, se realizan pruebas, ensayos, para determinar el comportamiento de los materiales ante el fuego, además se utilizan sustancias químicas que se agregan o reaccionan con materiales combustibles para aumentar la resistencia al fuego.

En una investigación reciente los retardantes de llama (FR, del inglés *flame retardant*) (Grant, 2002) se aplican a materiales tales como plásticos, maderas, papel y textiles. Los incendios son una fuente importante de daños a la propiedad, de pérdida de vidas y de gasto de dineros tanto públicos como privados. Por ello, desde tiempos remotos el ser humano ha buscado la forma de disminuir la inflamabilidad de ciertos materiales, por ejemplo los egipcios (450 AC.) utilizaban una mezcla de alumbre para reducir la inflamabilidad de la madera.

En el proceso de combustión tiene lugar una reacción entre un combustible y el oxígeno. Hay cuatro pasos involucrados en el proceso de combustión: el precalentamiento, la volatilización / descomposición, combustión y propagación.

En el proceso de homologación de Autobuses y Autocares la Comunidad Europea realiza análisis y pruebas basadas en los diferentes reglamentos como son:

Reglamento No 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura.

Reglamento No 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas: Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor. [14]

En la comunidad Americana se realizan los análisis y pruebas en base a los requerimientos técnicos para la certificación de los diferentes tipos de carrocerías garantizando que son diseñadas y construidas para el transporte de pasajeros con las siguientes normas y reglamentos:

Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS) 302 [15]

Reglamento Técnico Mercosur sobre inflamabilidad de los Materiales MERCOSUR/ GMC/RES. N° 36/01

En el Ecuador en las dos últimas décadas la industria carrocera ha tenido un gran adelanto e incremento de la capacidad de producción para cubrir el mercado nacional con proyección internacional, para lo cual se ha visto la necesidad de cumplir con los requerimientos técnicos de los diferentes Reglamentos y normas nacionales e Internacionales para garantizar que los diferentes modelos de carrocerías ofrezcan seguridad y confort.

Sobretudo el diseño y la construcción está destinada al transporte de pasajeros. En Ecuador el sector carrocerero tiene que homologar sus modelos y uno de los requerimientos más importantes es cumplir con la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN NTE 1323.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

El mercado globalizado ha obligado al sector productivo carrocerero del País a cambiar sus estrategias de producción y estrategias comerciales centrando sus esfuerzos en el proceso de homologación de sus modelos según el cumplimiento de los Reglamentos Técnicos Ecuatorianos INEN RTE 038, 041, 043 y las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN NTE 034, 1323, 1155, 1669. Trabajando con el cumplimiento de los requerimientos técnicos de las normas y reglamentos internacionales, para ello la industria mejora su calidad, productividad y así lograr competitividad nacional e internacional.

Por ello es necesario que el país y el sector carrocerero realicen pruebas y ensayos para garantizar que los materiales que se usan en el diseño y construcción de carrocerías metalmecánicas sean seguros y ofrezcan un grado de seguridad óptimo.

Con las políticas gubernamentales mediante la Agencia Nacional de Tránsito ANT se ha iniciado el proceso para la calificación, certificación y homologación de modelos de carrocerías, con los diferentes tipos de chasis homologados para el transporte de pasajeros.

La realización de este estudio es viable tecnológicamente ya que las empresas carroceras deben invertir en las pruebas y ensayos para garantizar sus productos, además de ello contamos con los laboratorios de la FICM – UTA y los laboratorios de la Escuela Politécnica Nacional – Quito, que cuenta con los equipos necesarios.

1.2.3 PROGNOSIS

Al no realizar los estudios del comportamiento ante la llama de los materiales utilizados en el interior de la carrocería, como son textiles y materiales compuestos (fibra de vidrio) la industria carrocera nacional: Industria Metálica Cepeda no podrá certificar y homologar los diferentes tipos de modelos carrocerías, según el tipo de servicio.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se podrá homologar los modelos e incrementar la competitividad de Industria Metálica Cepeda al realizar el estudio del comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de carrocerías?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuál será el proceso y equipo de ensayo para determinar el comportamientos de los materiales frente al fuego utilizados en la fabricación del interior de carrocerías?

¿Cuál será el índice de inflamabilidad de la Pranna Poliéster Flexible, Textil a Base de Vinilo para Piso y materiales compuestos fibra de vidrio con matriz resina Anderpool 836, utilizados en la fabricación del interior de carrocerías?

¿Cuáles serán las medidas de control de los materiales ensayados que no cumplan con la normativa y legislación especificada en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323?

¿Se podrá evaluar los índices de inflamabilidad de acuerdo a la norma ISO 3795 y FMVSS 302, con sus valores permisibles para materiales utilizados en el interior de una carrocería?

¿Se diseñará y construirá un banco de pruebas para realizar los ensayos de inflamabilidad de los materiales utilizados en la fabricación de interiores de carrocerías bajo los lineamientos técnicos establecidos?

1.2.6 DELIMITACIÓN

1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDO

El estudio estará enfocado en el área de Ingeniería de Materiales, Diseño Mecánico, Diagnóstico Industrial, Resistencia de Materiales, Estadística, siendo estas las líneas de investigación.

1.2.6.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El estudio del comportamiento de los materiales utilizados en el interior de carrocerías ante el fuego se efectuará durante el período diciembre del 2012 – julio del 2013, tiempo en el cual se determinarán los índices de inflamabilidad necesarios en el planteamiento del problema.

1.2.6.3 DELIMITACIÓN ESPACIAL

El estudio del comportamiento de los materiales utilizados en el interior de carrocerías ante el fuego se efectuará, en la provincia de Tungurahua, ciudad de Ambato, en la planta de producción de la Industria Metálica Cepeda, en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, dentro de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi y Laboratorios de Servicios del Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales-DCQA de la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL, ubicada en la Ciudad de Guayaquil

1.3 JUSTIFICACIÓN

En Industria Metálica Cepeda se busca la implementación de mecanismos y procedimientos que hagan productos de mejor calidad, que reduzcan sus costos de producción e impongan una tendencia al ahorro de recursos.

Tomando en cuenta que el país entra en un proceso de homologación de productos para mejorar la seguridad y competitividad de su producción, la industria carrocera debe certificar sus modelos de carrocería de acuerdo con el tipo de chasis homologado para el transporte de pasajeros.

Por ello la empresa está constantemente rediseñando ciertas partes de sus carrocerías y una de estas son los materiales utilizados en el interior de la carrocería, y según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE 1323, los materiales deben cumplir con un índice de inflamabilidad de máximo 250 mm/min.

Con el análisis y determinación de estos índices la empresa podrá obtener la certificación y homologación de sus modelos y por ende ser más competitiva a nivel nacional e internacional, mediante la certificación de la Agencia Nacional De Tránsito ANT.

Entre los numerosos avances tecnológicos que se han desarrollado en estos últimos años, es sin duda alguna, uno de los más notables los que se encuentran en la industria Carrocera.

Efectivamente, hoy en día los autobuses son indispensables en la vida diaria de las personas, debido a la gran movilidad y servicio que necesitan en sus diversas ocupaciones. Cada día es mayor el número de ciudades que confían en la carrocería del autobús para resolver sus problemas de transporte. Es por esto que en el Ecuador específicamente en la ciudad de Ambato se forma una empresa dedicada a desarrollar, diseñar e investigar los diferentes componentes que forman una carrocería.

Al transcurrir los años se ha ido implementando con nueva maquinaria, nuevos procesos, nueva tecnología, nuevos diseños que han dado como resultado mejor control de calidad y así mismo mayor productividad.

El proceso técnico que se ha implementado en la fabricación de los diferentes componentes, partes y piezas, sin ser sofisticado se ha desarrollado una tecnología ágil y funcional, dando un resultado satisfactorio.

Trabajan diseñadores, obreros, artesanos, ingenieros que aprovechan al máximo sus conocimientos y experiencia para de esta manera producir carrocerías de mayor calidad y extraordinario rendimiento.

Esta diversificada carrocería ha sido diseñada para la durabilidad, seguridad y comodidad del pasajero.

Sus modelos exclusivos, la innovación tecnológica, la capacitación permanente al personal, el mejoramiento continuo, han convertido a IMCE en una empresa carrocera líder en el país.

El aseguramiento de la calidad no se ha descuidado. Para su garantía, la empresa cuenta con certificación de Calidad según la implementación de las normas ISO 9001: 2008.

En las normas NFPA, se establecen requisitos, especificaciones y parámetros para la seguridad y aplicaciones de la Ingeniería del Fuego.

Para garantizar la seguridad del usuario en el diseño y construcción de carrocerías para el transporte de pasajeros se usan dichas especificaciones que nos ayudan con datos técnicos importantes.

La producción de carrocerías metalmecánicas en la zona centro del Ecuador se ha incrementado debido a la competitividad y la inversión en los procesos productivos adaptando y manteniendo los requisitos de las normativas y reglamentos vigentes.

Tabla 1. Producción de Carrocerías en la zona centro del Ecuador

**Producción de carrocerías aproximadas en la zona 3
(Chimborazo - Cotopaxi – Tungurahua – Pastaza)**

PROVINCIA	COSTO DE CARROCER.	PROD. 2010	%	VALOR	PAGO DE IVA
Chimborazo	45.000,00	300	21,3	13.500.000,00	1.620.000,00
Cotopaxi	45.000,00	24	1,7	1.080.000,00	129.600,00
Pastaza	45.000,00	6	0,4	270.000,0	2.400,00
Tungurahua	45.000,00	1080	76,6	48.600.000,00	5.832.000,00
TOTAL		1.410	100	63.450.000,00	7.614.000,00

Producción 2010

■ Chimborazo ■ Cotopaxi ■ Pastaza ■ Tungurahua

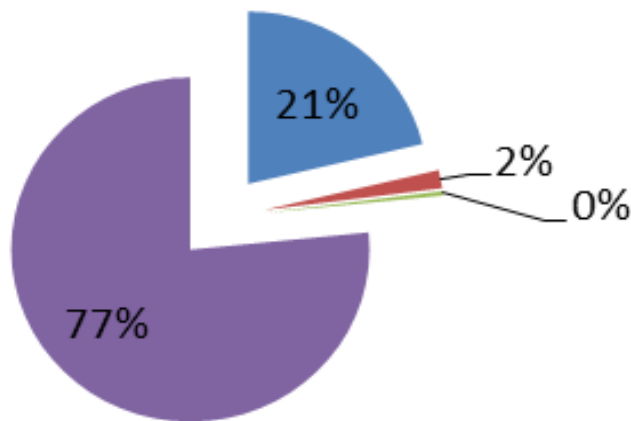


Figura 1. Producción Nacional de Carrocerías para Buses en el Ecuador dentro en la Zona 3.

(Fuente: Tesis maestría Diseño Mecánico, PAREDES Juan,2012 - “Estudio de Polímeros Híbridos Estratificados de Matriz Poliéster Reforzada con Fibra de Vidrio y Cabuya como Material Alternativo y su incidencia en las propiedades mecánicas en Guardachoques para Buses.”) [9]

1.4 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.4.1 GENERAL

- Determinar el comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de carrocerías e incrementar la competitividad de la empresa Industria Metálica Cepeda.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar el proceso y equipo de ensayo para el análisis del comportamiento de resina y material textil frente al fuego, utilizado en la fabricación del interior de carrocerías utilizando bibliografía especializada.
- Determinar el índice de inflamabilidad de la resina Anderpool 836 Poliester Insaturada Pre acelerada y Tixotrópica, Pranna Poliéster Flexible y Textil a base de Vinilo para piso, utilizados en la fabricación del interior de carrocerías usando la norma ISO 3795 y FMVSS 302.
- Evaluar los índices de inflamabilidad de los materiales, con los valores establecidos en la Norma NTE INEN 1323.
- Determinar medidas de control de los materiales ensayados que no cumplan con la normativa y legislación especificada en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323.
- Construir un banco de pruebas para la empresa IMCE para realizar los ensayos de inflamabilidad bajo los lineamientos técnicos establecidos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el proceso de homologación vehicular de Autobuses y Autocares de la Comunidad Europea, cada empresa carrocera debe certificar sus modelos de acuerdo al procedimiento de homologación en el cual se estipula el cumplimiento de los diferentes reglamentos aprobados y vigentes, además es importante recalcar que dicha homologación depende del tipo de servicio destinado el automotor para transporte de pasajeros.

Hace muchos años atrás la Comunidad Europea ha ido certificando sus modelos para garantizar la seguridad de sus diseños y ensambles de acuerdo a:

Reglamento No 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros por lo que respecta a la resistencia de su superestructura.

Reglamento No 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas: Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor. [14]

Normas: NFPA 101 Código de Seguridad Humana Edición 2000, NFPA 260 métodos estándar de pruebas y clasificación para sistema de cigarrillo encendido,

resistencia de los componentes de Tapizado de muebles Edición 1998, NFPA 921
Guía para la Investigación de Incendios y Explosiones Edición 2001

En los requisitos CEPE (2005) se concederá la homologación de tipo a:

Parte I. Homologación de un tipo de vehículo en lo referente al comportamiento frente al fuego de los componentes interiores utilizados en la cabina.

Parte II. Homologación de un componente (materiales, asientos, cortinas, paneles de separación, etc.) en lo referente a su comportamiento frente al fuego.

DEFINICIONES. CEPE (2005)

«Fabricante»: persona física o jurídica responsable, ante el organismo competente en materia de homologación, de todos los aspectos del proceso de homologación de tipo y encargada de garantizar la conformidad de la producción. No es indispensable que dicha persona o entidad participe directamente en todas las fases de fabricación del vehículo o componente objeto del proceso de homologación.

«Cabina»: espacio destinado a alojar a los pasajeros (incluidos bar, cocina, servicios en general, etc.), limitado por:

El techo, el piso, los paneles laterales, las puertas, los cristales exteriores, la pared trasera del compartimento o el plano del asiento trasero, el respaldo, en el lado correspondiente al conductor. [14]

«Materiales de producción»: productos en forma de materiales a granel (por ejemplo, piezas de tapicería) o componentes preformados, suministrados a un fabricante para su incorporación en un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, o un taller para su utilización en la actividad de mantenimiento o reparación de vehículos.

HOMOLOGACIÓN. CEPE (2005)

Si el tipo presentado para su homologación con arreglo al presente Reglamento satisface los requisitos enunciados en las partes pertinentes del mismo, deberá concederse la homologación de dicho tipo.

Se asignará un número de homologación a cada tipo homologado. NCE Sus dos primeras cifras indicarán la serie de enmiendas que han incorporado las últimas modificaciones importantes de carácter técnico introducidas en el Reglamento en el momento en el que se expida la homologación.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación sobre el comportamiento de los materiales ante el fuego está ubicada dentro del paradigma crítico propositivo; crítico porque conseguirá avances dentro del área de materiales e innovación para la industria carrocería en el diseño y la construcción de interiores y propositivo por cuanto busca plantear una alternativa de solución a la escasa disponibilidad de los materiales textiles y materiales compuestos (fibra de vidrio), y desconocimiento de sus posibles comportamientos ante el fuego que puedan ayudar a la certificación y homologación de modelos de carrocerías y lo más importante certificar modelos para el transporte seguro de pasajeros.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La caracterización del comportamiento ante el fuego de los materiales, estará determinado según las normas y reglamentos:

- Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor (FMVSS) N.º 302
- Norma ISO 3795 Determinación de la combustión de los materiales empleados en el interior de vehículos.

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo NTP 39: Resistencia ante el fuego de elementos constructivos.
- Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas: Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor.
- Reglamento Técnico Mercosur sobre Inflamabilidad de los Materiales MERCOSUR/ GMC/RES. N° 36/01
- Normas: NFPA 101 Código de Seguridad Humana Edición 2000, NFPA 260 estándar métodos de pruebas y clasificación sistema para cigarrillo encendido resistencia de los componentes de Tapizado muebles Edición 1998, NFPA 921 Guía para la Investigación de Incendios y Explosiones Edición 2001

2.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.4.1 INGENIERÍA DE FUEGO

La National Fire Protection Association –NFPA 101 (2000) de los EE.UU. comenzó su actividad en materia de Seguridad contra Incendios en 1896. Durante sus más de 100 años de existencia ha realizado una labor pionera y fundamental, especialmente en lo concerniente a publicaciones en diferentes variantes -libros, guías, códigos, estándares.

En el mundo de habla hispana, la Asociación de Investigación para la Seguridad de Vidas y Bienes -CEPREVEN- de España se esfuerza en aprovechar esta experiencia, traducir y divulgar estos documentos en beneficio de los técnicos que en el presente y en el futuro trabajan o pueden trabajar en lengua española.

La cooperación entre NFPA de EE.UU y CEPREVEN de España está orientada a este objetivo de incrementar los niveles de conocimiento en materia de Seguridad contra Incendios de los profesionales hispanoparlantes, al considerar que las técnicas con que los expertos han de tratar de impedir o minimizar los daños que los incendios pueden producir son universales.

De su esfuerzo de cooperación NFPA y CEPREVEN esperan excelentes resultados en beneficio del mejor futuro de la Seguridad contra Incendios y su tratamiento por parte de los profesionales a los que esperamos que esta publicación pueda ser de utilidad. (p. 3)

2.4.1.1 NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS

En la investigación NFPA 921 (2001) un incendio o explosión es una actividad compleja, que involucra conocimientos, tecnología y ciencia.

La recopilación de datos sobre los hechos y el análisis de esos hechos, se deben llevar a cabo de manera objetiva y honrada, la metodología básica de la investigación de un incendio se debe basar en el uso de un enfoque sistemático y en la atención a todos los detalles de importancia. (p. 16)

“El uso del enfoque sistemático descubrirá a menudo nuevos hechos que analizar, que pueden requerir una reconsideración de las conclusiones anteriores.

Con pocas excepciones, la metodología adecuada para la investigación de un fuego o explosión implica primero determinar y establecer el (Los) origen(es), luego investigar la causa: circunstancias, condiciones, o medios que han reunido la Pregunta inicial de energía, el combustible y el oxidante.” [17]

Enfoque sistemático. El enfoque sistemático recomendado es el del método científico, que se aplica en las ciencias físicas. Este método ofrece los procesos organizativos y analíticos que son tan deseables y necesarios en una buena investigación de un incendio. [17]

En la Investigación de NFPA 921 (2001) La relación entre la investigación de un incendio y el método científico.

El método científico es un principio de investigación que integra la base de los auténticos procesos científicos y de ingeniería, entre ellos la investigación de incidentes de incendio. (p. 33)

2.4.1.2 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA CIENCIA DEL FUEGO

En la Investigación de NFPA 921 (2001) Química de la combustión.

El investigador de un incendio debe tener conocimientos básicos de los principios de ignición y combustión y ser capaz de aplicarlos para que le ayuden a interpretar las pruebas en el lugar de los hechos y el establecimiento de conclusiones relativas al origen y causa del incendio.

El conjunto de conocimientos que abarcan la combustión y el fuego, podrían muy bien llenar varios libros de texto. La discusión que se presenta en esta sección se debe considerar como una introducción. (p.18)

El tetraedro del fuego. La reacción de combustión se puede caracterizar por química auto mantenida. Estos cuatro componentes se han simbolizado clásicamente mediante el sólido de cuatro caras Llamado tetraedro.

Los incendios se pueden evitar o suprimir controlando o eliminando una o más de las caras del tetraedro.

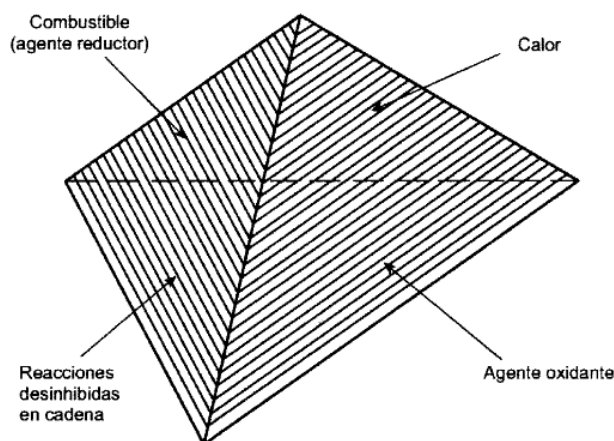


Figura 2. Tetraedro del fuego.

Combustible. Un combustible es cualquier sustancia que puede experimentar combustión. La mayoría de los combustibles son orgánicos y contienen carbono y una combinación de hidrogeno y oxígeno en distintas proporciones.

En algunos casos habrá nitrógeno. Algunos ejemplos son la madera, plásticos, gasolina, alcohol y gas natural. Los combustibles inorgánicos no contienen carbono. Entre ellos están los metales combustibles, como el magnesio o el sodio.

En la Investigación de NFPA 921 (2001) toda la materia puede existir en una de estas tres fases: sólida, líquida o gaseosa. La fase en la que se encuentra un material depende de la presión y la temperatura y puede variar si las condiciones varían. Si hay suficiente frío, por ejemplo el dióxido de carbono puede ser sólido (hielo seco). (p.19)

La fase normal de material es aquella en la que se presenta en condiciones normales de temperatura (21°C o 70°F) y presión 14.7 psi, 101.6, kPa o 1 atmósfera) a nivel del mar.

La combustión de un combustible sólido o líquido tiene lugar sobre su superficie, en una zona en que se forman vapores debido al calentamiento de esa superficie. El calor puede proceder de las condiciones ambientales, de la presencia de una fuente de ignición o de la exposición a un fuego declarado.

La aplicación del calor hace que el combustible libere vapores o productos de la combustión a la atmósfera, donde pueden arder si se mezclan con el aire y si existe una fuente de ignición adecuada, o si se alcanza la temperatura de auto ignición del combustible.

Según la NFPA 921 (2001) algunos materiales sólidos pueden sufrir una reacción de carbonización, cuando el oxígeno reacciona directamente con el material, la carbonización puede ser la fase inicial o final de la combustión. A veces la carbonización acaba en llamas; en otras ocasiones continua así hasta el final del incidente. (p.24)

Los combustibles gaseosos no requieren que se produzca vaporización o pirolisis antes de la combustión. Solo son necesarias la mezcla del combustible con aire y la presencia de una fuente de ignición.

La forma de un combustible sólido o líquido es factor importante en su ignición y su velocidad de combustión. Por ejemplo, un aserrín fino arde mucho más fácil y rápidamente que un bloque de madera.

Algunos líquidos inflamables, como la gasolina, no arden fácilmente en un depósito pero si pueden arder y quemarse rápidamente en forma de pulverizado fino o neblina.

Agente oxidante. En la mayoría de los fuegos, el agente oxidante o comburente es el oxígeno de la atmosfera de la tierra. Se pueden producir incendios en ausencia del oxígeno atmosférico si los combustibles se mezclan con oxidantes químicos. Muchos oxidantes químicos contienen oxígeno que se libera fácilmente. Por ejemplo, el nitrato amoníaco utilizado como abono (NH_4O_3), el nitrato potásico (KNO_3) y el peróxido de hidrogeno (H_2O_2). [17]

El aire normal contiene un 21 por 100 de oxígeno. En las atmósferas ricas en oxígeno, como Las zonas en las que se utiliza oxígeno médico o en las cámaras hiperbáricas médicas o de buceo, la combustión se acelera mucho.

Los materiales ignífugos o que arden lentamente en el aire, pueden hacerlo vivamente cuando existe oxígeno adicional.

La combustión se puede iniciar en atmósferas que contengan muy poca proporción de oxígeno, según sea el combustible implicado. A medida que aumenta la temperatura ambiente, se reducen las necesidades de oxígeno. Mientras que la combustión con llama se puede producir a concentraciones de solo el 14-16 por 100 de oxígeno en el aire a temperatura ambiente de 21°C (70°F), la combustión con llama, a temperaturas superiores a la de combustión súbita generalizada, puede continuar aunque la concentración de oxígeno se aproxime al 0 por 100. [17]

Además, la combustión sin llama, una vez iniciada, puede continuar con poco oxígeno incluso aunque en los alrededores haya una temperatura relativamente baja.

En la Investigación de NFPA 921 (2001) cuanto más alta sea la temperatura ambiente, menos oxígeno se necesita. Por eso es por lo que la madera y otros materiales continúan consumiéndose aunque ardan en una habitación cerrada con oxígeno. Los combustibles que están envueltos en una capa de productos de la combustión calientes y sin oxígeno, en la parte superior de la habitación, se pueden consumir también. (p.45)

“El combustible arde solo cuando la relación aire/combustible cae dentro de ciertos límites conocidos como límites de inflamabilidad (de explosividad). En los casos en que los combustibles forman mezclas inflamables con el aire, existe una concentración mínima de vapor en el aire por debajo de la cual no se propaga la llama. Eso se llama límite inferior de inflamabilidad.” [17]

También hay una concentración máxima por encima de la cual la llama no se propaga, que se llama límite superior de inflamabilidad. Estos límites se expresan generalmente en porcentaje de vapor o gas en el aire, en volumen.

Estos límites de inflamabilidad se corrigen normalmente a una temperatura de 0°C (32°F) y presión de 1 atmósfera. Los aumentos de temperatura y presión reducen los límites inferiores de inflamabilidad posiblemente por debajo de 1 por 100 y aumentan los límites superiores de inflamabilidad.

“Estos límites superiores pueden ser, para algunos combustibles a alta temperatura, próximos al 100 por 100. Un descenso en la temperatura y la presión tendrá el efecto contrario. Cuando se utilizan los valores de los límites de inflamabilidad que encontramos en textos técnicos, hay que hacerlo con cuidado. Los valores aludidos se basan a menudo en un solo aparato de experimentos que no cumple necesariamente las condiciones que se encuentran en la práctica.” [17]

El margen de mezclas entre el límite inferior de inflamabilidad y el superior, se llama margen de inflamabilidad (o explosividad). Por ejemplo, el límite inferior de inflamabilidad de la gasolina a presión y temperatura normales, es del 1.4 por 100 y el superior es del 7.6 por 100.

En la actualidad las concentraciones entre el 1.4 y el 7.6 por 100 en volumen constituyen el margen de inflamabilidad (de explosividad). A igualdad de todos los demás factores, cuanto mayor sea el margen de inflamabilidad, mayor es la probabilidad de que la mezcla entre en contacto con una fuente de ignición y, por tanto, mayor el peligro del combustible.

El acetileno, con un margen de inflamabilidad entre 2.5 y 100 por 100 y el hidrógeno, con tal margen entre el 4 y el 75 por 100, se consideran muy peligrosos y es muy probable que se incendien cuando se liberan.

“Los incendios se producen normalmente o con un exceso de aire o con un exceso de combustible. Si hay exceso de aire, se considera que el incendio depende del combustible. Cuando hay más combustible que aire, un hecho que se produce con frecuencia en incendios ya desarrollados en habitaciones amplias o lugares cerrados, se considera que el incendio depende de la ventilación.” [17]

En un incendio en lugar cerrado que depende del combustible, toda la combustión tendrá lugar dentro del lugar y los productos de la combustión serán en gran medida los mismos que si el material ardiera al aire libre. En un incendio en lugar cerrado dependiente de la ventilación, la combustión dentro del lugar será incompleta.

La velocidad de combustión estará limitada por la cantidad de aire que entre en el lugar o habitación. Esto hará que el combustible sin quemar y otros productos de la combustión incompleta salgan del compartimento y se propaguen por lugares adyacentes. Los fuegos que dependen de la ventilación pueden producir grandes cantidades de monóxido de carbono.

Si los gases salen inmediatamente por una ventana o a una zona donde haya oxígeno suficiente, se quemarán y arderán si se encuentran por encima de su temperatura de ignición. Si salen a una zona en la que el fuego ha hecho que la atmósfera contenga menos oxígeno, como una capa gruesa de humo en una habitación adyacente, es probable que cese la propagación de la llama en esta

dirección, aunque los gases puedan estar suficientemente calientes para causar carbonización y grandes daños por el calor.

Calor. La cara del tetraedro correspondiente al calor representa la energía calorífica por encima del nivel mínimo necesario para liberar vapores combustibles y causar la ignición.

En la Investigación de NFPA 921 (2001) el calor se define normalmente en términos de intensidad o velocidad de calentamiento (Btu/s o kilowatios) o como energía calorífica total producida durante un tiempo (Btu o kilojulios). En un incendio, el calor produce vapores combustibles, causa la ignición y favorece el desarrollo del fuego y la propagación de las llamas al mantener un ciclo continuo de producción e ignición del combustible. (p. 16)

Reacción química auto-mantenida. La combustión es un complejo conjunto de reacciones químicas que producen la oxidación rápida de un combustible, dando lugar a calor, luz y a distintos subproductos químicos. La oxidación lenta, como la de los metales o el amarilleo del papel de periódicos, produce tan poco calor que no da lugar a combustión.

La combustión auto-mantenida se produce cuando el mucho calor procedente de una reacción exotérmica es radiado otra vez hacia el combustible, produce vapores y causa la ignición en ausencia de la fuente original de ignición. Para una explicación más detallada de la ignición.

La combustión de los sólidos se puede producir mediante dos mecanismos: las llamas y las brasas. La combustión con llama tiene lugar en la fase gaseosa o de vapor de un combustible. En los combustibles sólidos y líquidos, esta fase se produce por encima de su superficie. La combustión por brasas o sin llama es un fenómeno de combustión superficial con combustibles sólidos, que produce una menor liberación de calor y no produce llama visible. Los incendios por brasas sufren con frecuencia una transición a combustión con llama, una vez producida la

energía total suficiente o si aparece una corriente de aire que acelera la combustión.

Transmisión de calor. La transmisión de calor es un factor importante en los incendios que afecta a la ignición, desarrollo, propagación, disminución (reducción de la energía liberada) v extinción. La transmisión de calor es además responsable de gran parte de las pruebas físicas que utilizan los investigadores cuando tratan de establecer el origen y causa de tal incendio.” [17]

Es importante distinguir entre calor y temperatura. La temperatura es una medida que expresa el grado de actividad molecular de un material en comparación con un punto de referencia, como el de congelación del agua.

En la Investigación de NFPA 921 (2001) el calor es la energía necesaria para mantener o variar la temperatura de un objeto. Cuando se transmite energía calorífica a un objeto, su temperatura aumenta. Cuando ese objeto transmite calor, su temperatura disminuye. (p.22)

El calor se transmite siempre desde una masa a alta temperatura a otra a baja temperatura, la transmisión de calor se mide en términos de cantidad de energía por unidad de tiempo (Btu o kilowatio). Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre los objetos, mayor energía se transmite por unidad de tiempo y mayor es la velocidad de transmisión de calor.

2.4.1.3 INGENIERÍA DE MATERIALES

La Ingeniería de Materiales es una rama de la ingeniería que se fundamenta en las relaciones propiedades-estructura y diseña o proyecta la estructura de un material para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades. Esta ingeniería está muy relacionada con la mecánica y la fabricación. [3]

Los objetivos del Ingeniero de Materiales son dominar al máximo nivel las técnicas avanzadas de producción y transformación de los materiales y ser capaz de contribuir al desarrollo de materiales nuevos y de nuevos procesos de

producción. En el mundo cambiante de las nuevas tecnologías del siglo XXI, el Ingeniero de Materiales va a ser un agente imprescindible en la selección de materiales para todas las áreas de la ingeniería y en particular en el mundo del diseño. [4]

La Ingeniería de Materiales es un título reconocido en todo el mundo y que está dedicado al diseño, fabricación y comportamiento de todo tipo de componentes y estructuras, utilizando tanto materiales tradicionales como de nuevo diseño. Los coches, la ropa y el calzado, el equipo deportivo, los ordenadores o las prótesis y dispositivos biomédicos se fabrican con materiales cada vez más modernos, incluso basados en la nanotecnología.

En estos campos, como en muchos otros, un nuevo material ha sido la clave que ha permitido desarrollar nuevos productos y aplicaciones. Así ha sucedido con los materiales compuestos en aeronáutica y en el deporte de alta competición. [2]

2.4.2 RETARDANCIA AL FUEGO DE MATERIALES

2.4.2.1 DEFINICIÓN

“El concepto Retardante de Fuego (Fire Retardant) alude a químicos, tratamientos y pinturas (barnices) empleados para reducir la combustibilidad de los materiales de construcción y otros. La American Society for Testing and Material (ASTM) sugiere que Retardante de Fuego se emplee sólo en el marco de términos compuestos como “barrera retardante”, “químico retardante”, “pintura retardante” o “tratamiento retardante”. En Ecuador no se establecen ni se exigen este tipo de clasificaciones. “[7]

En su investigación Troitzsch (1990) Los Términos como Resistente al Fuego (Fire Resistant), Retardante de Fuego (Fire Retardant), Resistente a las Llamas (Flame Resistant), Retardante de Llamas (Flame Retardant) y A Prueba de Llamas o Fuego (Flameproof), se usan a menudo en forma indiscriminada e incorrecta. En primer lugar, la ASTM define Resistencia al Fuego como “la propiedad del

material o configuración de soportar un incendio o dar protección de él”. Así, se entiende que este término alude sólo a la capacidad de la estructura, material o configuración para resistir los efectos de un incendio a gran escala.

Por ello, este concepto no debe emplearse para los tratamientos de retardo de fuego de materiales combustibles. (p. 56)

En su estudio Hidalgo (1998) los conceptos de Retardante de Llama y Resistente a las Llamas se aplican indistintamente en materiales decorativos que, debido a tratamientos químicos o sus propiedades inherentes, no se encienden o propagan llamas fácilmente, bajo condiciones de baja o moderada exposición al fuego.

Retardante de Llamas representa el concepto más apropiado para denominar químicos, procesos o pinturas usadas para el tratamiento de materiales decorativos, incluyendo telas, árboles de navidad y materiales similares usados en decoraciones o muebles. (p.88)

Por otra parte, los conceptos relacionados a tratamientos Retardantes de Fuego y Retardantes de Llamas frecuentemente se emplean mal. Por ejemplo, es falso que todos los tratamientos Retardantes de Fuego entreguen resistencia al fuego.

En su estudio Hidalgo (1998) mientras algunos recubrimientos proporcionan mejoras en resistencia al fuego, otros tratamientos son sólo efectivos en el retardo del encendido, disminución de la velocidad de quemado y la tasa de liberación de material combustible desde los elementos tratados.

Esta acción, sin embargo, reduce la intensidad del fuego de algunos materiales que de otra manera tendrían una alta velocidad de encendido. La tasa de quemado es medida y denominada como Tasa de Liberación de Calor. (p.76)

2.4.2.2 COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES RETARDANTES DE FUEGO

Para entender el funcionamiento de los materiales retardantes, es importante conocer los procesos de combustión de materiales sólidos. Éstos no arden directamente, primero deben ser descompuestos por el calor (pirólisis) para liberar gases inflamables, que al quemarse con el oxígeno (O₂) del aire provocan las llamas. Si los materiales sólidos no generan esos gases, ellos pueden quemarse sin llama (smouldering) pero a menudo se auto extinguirán, particularmente si se forma una barrera carbonosa estable que previene el acceso de calor a las capas inferiores del material. Sin embargo, en algunos casos como la madera puede arder vigorosamente si una parte importante del calor generado retorna al material y lo piro liza, generando gases. [19]

En su investigación Mercado (2005) las llamas se mantienen en forma auto sostenida por la acción de radicales de alta energía (H⁺ y OH⁻ en fase gaseosa), que descomponen el material y oxidan el carbono, formando Dióxido de Carbono (CO₂), con la correspondiente generación de calor. (p.64)

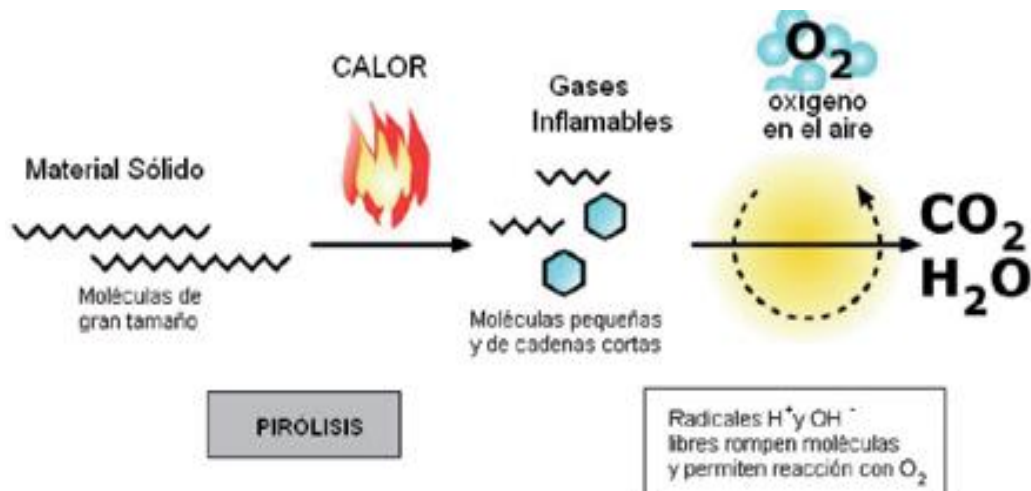


Figura 3. Proceso de combustión de materiales sólidos

(Fuente: MERCADO, Adolfo, (2005), Resinas Epoxi Sililadas Retardantes a la Llama. Síntesis, Caracterización y Propiedades, Universidad Rovira, Tarragona)

En su estudio Shaw (2002) en base a estos antecedentes, existen cuatro teorías para explicar el comportamiento de los retardantes:

Efecto Térmico: Los retardantes reducen la acumulación de calor por: (i); aumento de la conductividad térmica para disipar el calor de combustión; (ii) aumento de la absorción térmica o bien reducción de la cantidad de calor disponible; (iii) provisión de aislamiento térmico para disminuir el flujo de calor hacia el sustrato. (p.102)

Efecto de recubrimiento (coatings): Formación de una capa aislante sobre las fibras del material protegido, la que actúa excluyendo oxígeno e inhibiendo el escape de gases combustibles.

Efecto de dilución de gases: Liberación de gases no inflamables, como vapor de agua, amoníaco y CO₂, que diluyen a los gases combustibles.

Efecto químico: Asociado a productos celulósicos, como la madera. Durante la etapa de ignición, la combustión de las mezclas gaseosas inflamables formadas durante el proceso de pirólisis se hace visible a través de llamas. (p.104)

Los químicos retardantes intervienen las reacciones de pirólisis, disminuyendo la temperatura de descomposición térmica, seguida directamente por la formación de una capa carbonizada y de agua, en vez de la formación de gases inflamables.

La evaluación de la Resistencia al Fuego se basa en el tiempo (minutos u horas) que el material o configuración soporta la exposición al incendio. [11]

2.4.2.3 TIPOS DE MATERIALES RETARDANTES

En su investigación Grant (2002) existen diversos materiales retardantes (inorgánicos en base a compuestos halogenados, fósforo, trióxido de antimonio, y nitrógeno; e intumescentes, entre otros) que actúan de distintas formas. Su acción es directa o como catalizador, incrementado el efecto de otros materiales retardantes. (p.54)

RETARDANTES HALOGENADOS

Los Retardantes Halogenados (contienen átomos de cloro o bromo): actúan removiendo los radicales H^+ y OH^- en la fase gaseosa de la llama.

Esto disminuye la velocidad e incluso previene el proceso de quemado. Así, se reduce la generación de calor y la producción de gases inflamables. [12]

TRIÓXIDO DE ANTIMONIO

El Trióxido de Antimonio (Sb_2O_3) carece de propiedades retardantes propias, pero es un efectivo catalizador para retardantes halogenados facilitando su descomposición química a moléculas activas.

RETARDANTES INORGÁNICOS

Los Retardantes Inorgánicos (trihidrato de aluminio, hidróxido de magnesio y compuestos con boro, borato de zinc, zinc y estaño) interfieren con el quemado a través de procesos físicos como liberación de agua o gases no inflamables que diluyen a los que alimentan el fuego, absorción de calor desde las reacciones que liberan gas (enfriamiento) y producción de una capa no inflamable y resistente en la superficie del material. [12]

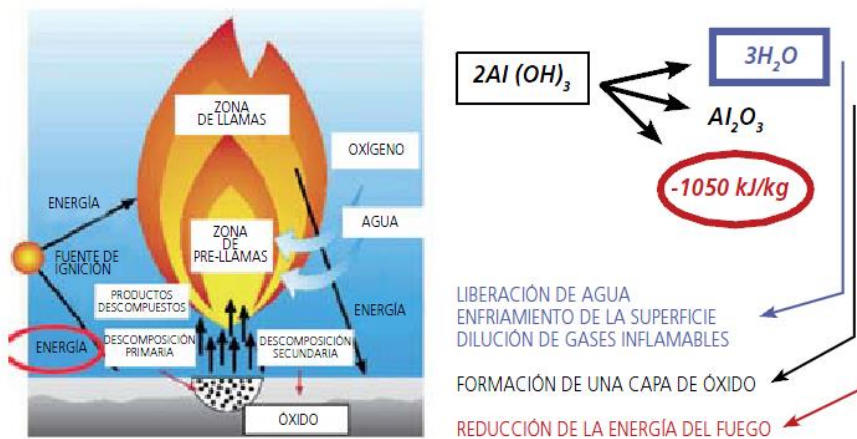


Figura 4. Retardantes Inorgánicos

(Fuente: GRANT, Casey C., (2002), "Halon Design Calculations", The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Tercera Edición, Sección 4, Capítulo 6.)

RETARDANTES EN BASE A FÓSFORO

Los Retardantes en Base a Fósforo funcionan eficientemente en la fase sólida de los materiales que se queman. Al ser calentado, el fósforo reacciona dando lugar a una forma polimérica al ácido fosfórico, formando una capa cristalina que inhibe el proceso de pirólisis y liberación de gases inflamables, necesario para mantener las llamas. Por este mecanismo se reduce significativamente la cantidad de combustible porque se forma más zona carbonizada que gas combustible.

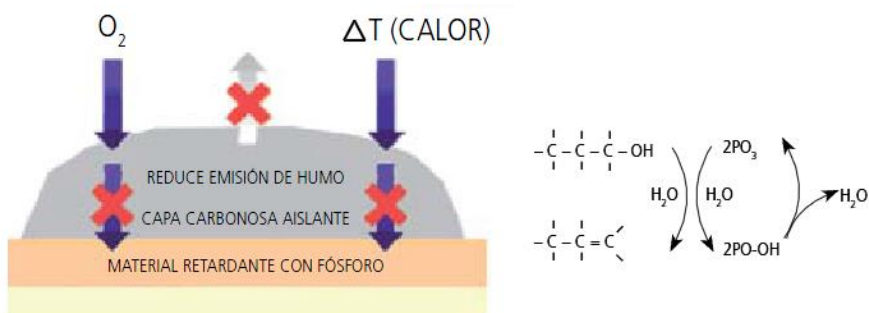


Figura 5. Retardantes en Base a Fósforo

(Fuente: GRANT, Casey C., (2002), "Halon Design Calculations", The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Tercera Edición, Sección 4, Capítulo 6.)

En su investigación Grant (2002) RECUBRIMIENTOS INTUMESCENTES:

Los Recubrimientos Intumescentes se emplean para proteger del fuego a materiales como madera y plásticos previniendo el quemado. También se usan para proteger el acero y otros materiales, previniendo o retardando el daño estructural durante el incendio. (p.122)

Los recubrimientos se fabrican de una combinación de productos que se aplican en la superficie como una pintura. Se diseñan para expandirse hasta formar una capa aislante y resistente al fuego que cubre el material expuesto al calor. Estos productos contienen algunos componentes esenciales:

Espumantes: Ante altas temperaturas liberan grandes cantidades de gases no inflamables (como Nitrógeno, Amoníaco, CO₂).

Adhesivo: Se funde con el calor, resultando un líquido espeso que atrapa el gas liberado en burbujas y produce una capa gruesa de espuma.

Fuente de ácido o compuestos de carbono: Durante el calentamiento, libera ácido fosfórico, bórico o sulfúrico, que queman los compuestos de carbono (mecanismo descrito para el caso de los retardantes con fósforo), causando que la capa de burbujas se endurezca produciendo una barrera resistente al fuego. [12]

2.4.2.4 MÉTODOS DE APLICACIÓN DE RETARDANTES

En su investigación Troitzsch (1990):

Cambio Químico: Se emplea en plásticos y otras fibras sintéticas (espumas PIR/PUR y poliestirenos) cuya estructura se modifica en los procesos de fabricación para obtener beneficios en sus características de quemado. (p.48)

Impregnación: Se refiere a la técnica de tratamiento para materiales absorbentes. Los químicos retardantes se disuelven, habitualmente en agua, y el material a tratar es sumergido en esta solución.

Impregnación bajo presión: Usado para el tratamiento de materiales relativamente densos y no absorbentes, como la madera. Este proceso, realizado en cámaras de vacío, reemplaza el aire al interior de las células de madera por la solución retardante.

Comparado con la impregnación estándar, este método otorga una penetración más profunda y una mayor retención de los químicos. [8]

Pinturas (y barnices): Inhiben la propagación de llamas, generando una superficie “no combustible”. Son aplicadas en materiales de construcción no absorbentes, que no pueden ser tratados por otros métodos.

2.4.2.5 MECANISMOS QUÍMICOS DE RETARDANCIA A LA LLAMA

En su investigación Hidalgo (1998), Los mecanismos son:

Reacciones en fase sólida. Existen cuatro tipos de reacciones en fase sólida. En el primer tipo, la descomposición del polímero puede ser acelerada de tal manera que produce un material que fluye lejos de la fuente de calor, eliminando así combustible de sus alrededores.

En el segundo tipo, el retardante produce o acelera la formación de restos carbonados en la reacción de descomposición; estos restos carbonados protegen el combustible como se describió antes.

En el tercer tipo, el retardante altera las reacciones de descomposición favoreciendo la formación de volátiles menos inflamables. [7]

Por último, estudios recientes indican que los radicales libres pueden ser eliminados en fase sólida de manera similar a las reacciones en fase gaseosa que se describen en el apartado siguiente.

(a) **Reacciones en fase gaseosa.** Los retardantes interfieren en las reacciones que se dan en la fase gaseosa. Comúnmente reaccionan con los radicales libres, produciendo la terminación.

Estos retardantes son a menudo llamados “veneno de llama” o “eliminadores de radicales libres”. Como resultado, las reacciones exotérmicas disminuyen, el sistema se enfría y se dispone de menos calor para continuar el proceso de combustión. Compuestos orgánicos que contienen halógenos son buenos ejemplos de este tipo. [7]

2.4.2.6 TOXICIDAD E IMPACTO AMBIENTAL

Si bien se espera la liberación de leves cantidades de vapores tóxicos, como HCN y óxidos nitrosos durante la degradación de elementos tratados, en varias pruebas se ha llegado a la conclusión que su humo no es más tóxico que el de las maderas no tratadas. Los retardantes que contienen compuestos halogenados han estado en la mira en los últimos años. [6]

En su investigación Grant (2002) a temperaturas cercanas a 480°C, los compuestos halogenados generalmente se descomponen en Bromuro y Fluoruro de Hidrógeno (HBr y HF).

El efecto primario de la descomposición de estos productos es la irritación. Incluso en muy pequeñas concentraciones se obtienen olores agudos y astringentes, lo cual opera como un mecanismo de aviso frente a concentraciones mayores de este y otros compuestos tóxicos.

Con respecto al impacto ambiental, en muchos países los productos que contienen compuestos halogenados han sido regulados, por el conocido efecto destructivo de la capa de ozono. [12]

2.4.3 ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD

Para determinar los valores de los índices de inflamabilidad de los materiales se basan en las normativas y ensayos de acuerdo a la norma FMVSS 302 e ISO 3795, la cual determina la evaluación de la Resistencia al Fuego se basa en el tiempo (minutos u horas) que el material o configuración soporta la exposición al incendio.

2.4.3.1 TIPOS DE ENSAYOS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES

ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE COMBUSTIÓN HORIZONTAL DE LOS MATERIALES

Según el Reglamento No 118 (2005) El ensayo permite determinar si la llama se extingue, y en qué momento, o bien el tiempo que esta tarda en recorrer una distancia dada. Se someterán a ensayo cinco muestras en caso de un material isotrópico, o diez muestras en el caso de un material no isotrópico (cinco para cada dirección).

Las muestras se tomarán del material que deba ensayarse. En los materiales que tengan índices de combustión distintos por las direcciones del material, deberá someterse a ensayo cada dirección.

Las muestras deberán tomarse y situarse en el aparato de ensayo de forma que pueda medirse el índice de combustión más elevado. [14]

Se colocará una muestra en posición horizontal en un soporte en forma de U y se expondrá a la acción de una llama definida durante 15 segundos en el interior de una cámara de combustión, de forma que la llama actúe sobre el borde libre de la muestra. [14]

Cuando se lleven a cabo una serie de ensayos o se repitan estos, deberá garantizarse que la temperatura de la cámara de combustión y del porta muestras es inferior a 30°C antes de comenzar el próximo ensayo.

Cálculo:

La velocidad de combustión, B (1), en milímetros por minuto, viene dada por la fórmula:

$$B = 60 s/t \quad \text{Ecuación (2.1)}$$

Dónde:

s = es la longitud, en milímetros, de la distancia quemada;

t = es el tiempo, en segundos, que tarda en arder la distancia quemada. [14]

Cámara de combustión (figura 6), preferentemente de acero inoxidable. La parte delantera de la cámara contiene una ventanilla panorámica resistente al fuego que puede cubrir todo el frente y servir de panel de acceso.

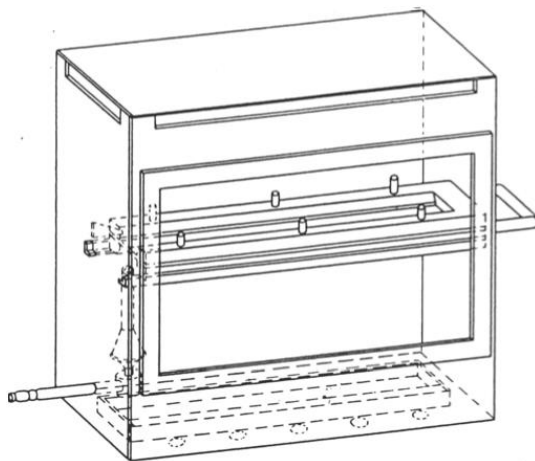


Figura 6. Cámara de combustión con porta muestras y bandeja colectora

(Fuente: Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, (2005), Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor)

ENSAYO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE COMBUSTIÓN VERTICAL DE LOS MATERIALES

Según el Reglamento No 118 (2005) El ensayo consiste en exponer muestras, sostenidas en posición vertical, a una llama y determinar la velocidad de propagación de la llama en el material que se prueba. [15]

EQUIPO El aparato para el ensayo consistirá en:

- un portamuestras;
- un quemador;
- un sistema de ventilación para extraer gas y productos de la combustión,
- una plantilla;
- hilos marcadores de algodón blanco mercerizado con una densidad lineal máxima de 50 tex.

El quemador se describe en la figura 7. El gas suministrado al quemador podrá ser gas propano comercial o gas butano comercial.

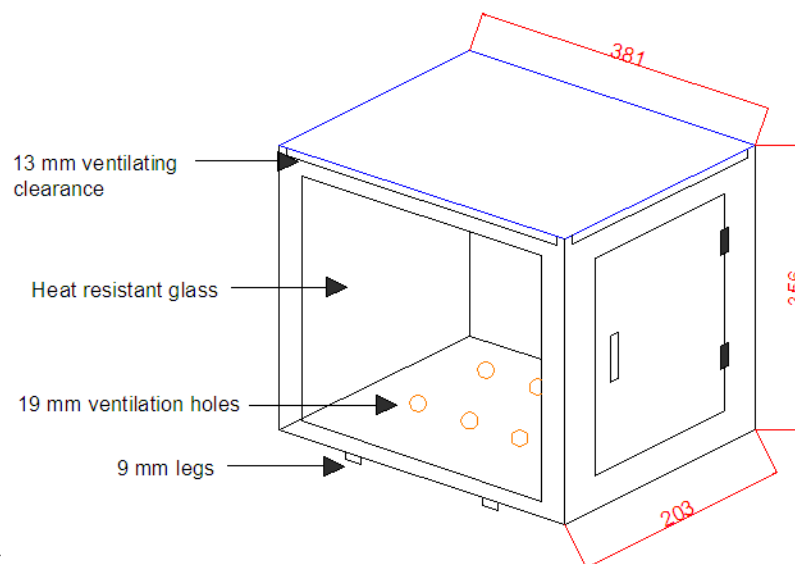


Figura 7. Quemador

(Fuente: Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor (FMVSS) N.º 302 (1991). ISO 3795, U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION)

PROCEDIMIENTO

El ensayo deberá llevarse a cabo en una atmósfera que tenga una temperatura entre 10°C y 30°C y una humedad relativa entre el 15 % y el 80%. [15]

El quemador se precalentará durante 2 minutos. La altura de la llama se ajustará a 40 ± 2 mm, entendiéndose por altura de la llama la distancia entre el extremo superior del tubo del quemador y la punta de la parte amarilla de la llama cuando el quemador esté en posición vertical y la llama se observe en penumbra.

La muestra se colocará sobre los pernos del bastidor, de forma tal que pasen a través de los puntos marcados en la plantilla y que la muestra quede al menos a 20 mm de distancia del bastidor. El bastidor se colocará sobre el soporte de forma que la muestra quede vertical.

Los hilos marcadores se fijarán perpendicularmente a la muestra en los puntos señalados. En cada punto, se hará un lazo con el hilo de manera que los dos segmentos de este queden situados a 1 mm y 5 mm del plano de la superficie de la muestra.

Se medirán los siguientes tiempos en segundos:

- a) desde el inicio de la aplicación de la llama de encendido a la ruptura del primer hilo marcador (t_1);
- b) desde el inicio de la aplicación de la llama de encendido a la ruptura del segundo hilo marcador (t_2);
- c) desde el inicio de la aplicación de la llama de encendido a la ruptura del tercer hilo marcador (t_3). [15]

RESULTADOS Los fenómenos observados se registrarán en el acta de ensayo de manera que se incluyan:

- i) los tiempos de combustión t_1 , t_2 y t_3 en segundos, y
- ii) las longitudes quemadas correspondientes a dichos tiempos: d_1 , d_2 y d_3 en mm.

El índice de combustión V_1 , y los índices V_2 y V_3 , si procede, se calcularán (para cada muestra si la llama alcanza al menos el primer punto marcado) de la siguiente manera:

$$V_i = 60 d_i/t_i \text{ (mm/min)} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

De los índices de combustión V_1 , V_2 y V_3 , se tendrá en cuenta el más alto.

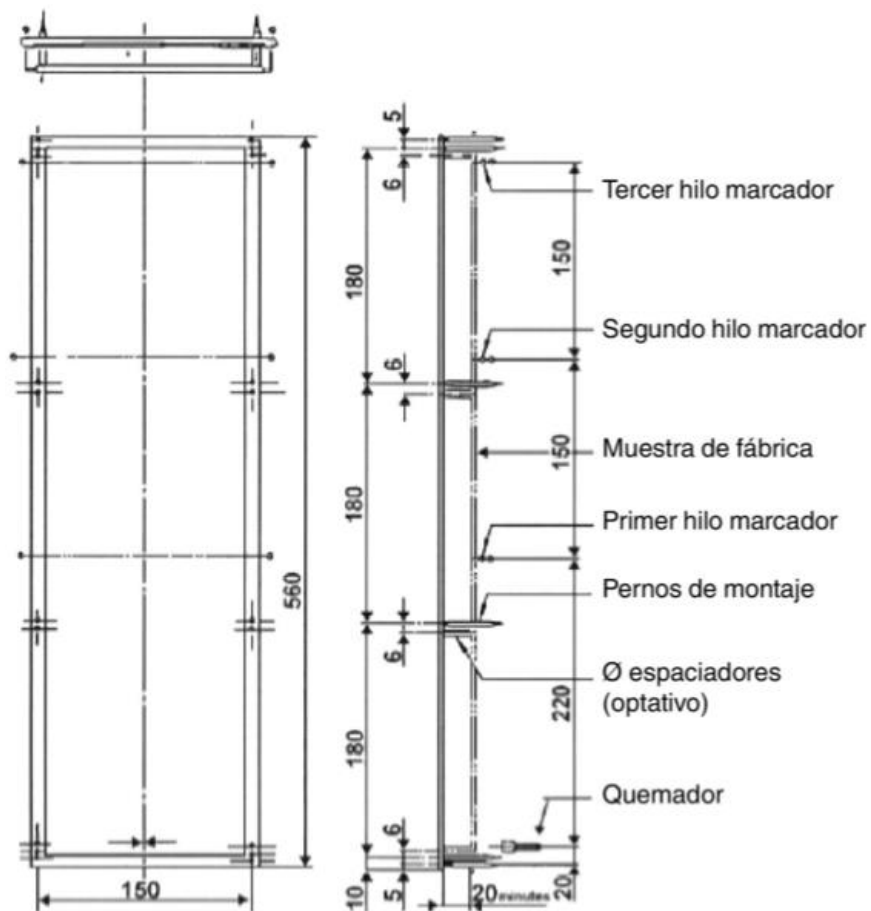


Figura 8. Portamuestras

(Fuente: Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor (FMVSS) N. ° 302 (1991). ISO 3795, U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION)

SEGÚN EL FIRE TESTING TECHNOLOGY (FTT) FMVSS 302, ISO 3795

El FMVSS 302 de FTT se fabrica de acuerdo con la Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor (FMVSS) N. ° 302. ISO 3795 es una norma equivalente desde el punto de vista técnico que se aplica en Europa, Canadá y Japón.

La FMVSS 302 especifica los requisitos de resistencia a la combustión para materiales empleados en los compartimientos para ocupantes de vehículos a motor (es decir, automóviles de pasajeros, vehículos de pasajeros multipropósito, camiones y autobuses).

Su finalidad es reducir la cantidad de muertes y lesiones sufridas por los ocupantes a causa de incendios en los vehículos, en especial, los originados en el interior del vehículo por fuentes tales como cerillas o cigarrillos.



Figura 9. Equipo Horizontal

(Fuente: <http://www.fire-testing.com/main/spanish/fmvss-302>)



Figura 10. Porta Muestras Equipo Horizontal

(Fuente: <http://www.fire-testing.com/main/spanish/fmvss-302>)

SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (INTI)

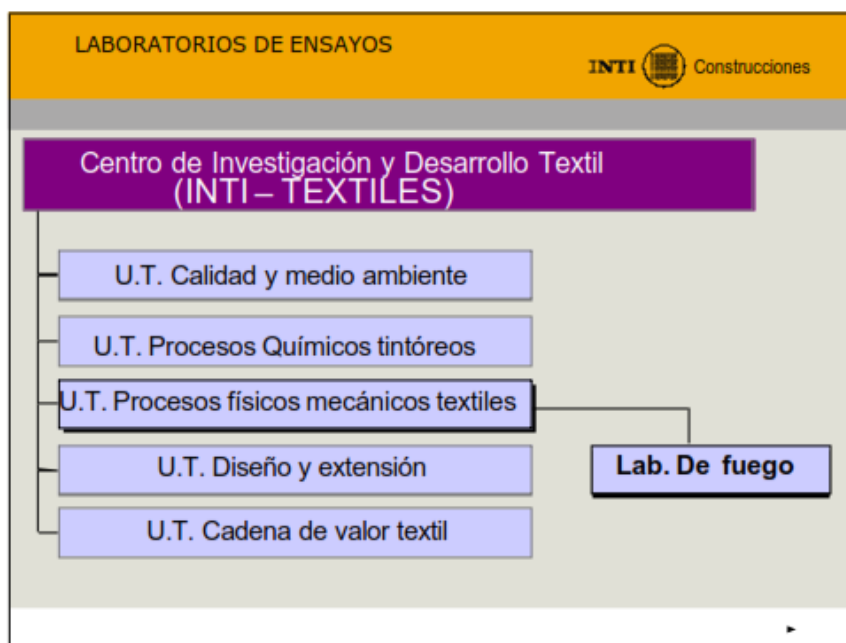


Figura 11. Laboratorios de Ensayo INTI

(Fuente: <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>)

REACCIÓN AL FUEGO

INTI  Construcciones

Ensayo de Propagación Superficial de Llama:
IRAM 11910-3
ASTM E 162

- Aplicación general: Materiales de la construcción (pisos y paredes): Clasificación Argentina
- Ensayo comparativo para productos retardantes aplicados sobre madera



Figura 12. Ensayo de Propagación Superficial de Llama IRAM
(Fuente: <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>)

REACCIÓN AL FUEGO

INTI  Construcciones

Ensayo de Propagación Superficial de Llama

Determinación del Índice de Propagación Superficial de Llama :

- F: Factor de propagación de llama, derivado de la rapidez de propagación del frente (velocidad)
- Q: Factor de evolución de calor, relativo a la temperatura máxima de los gases emitidos en la combustión (temperatura)
- I: Índice de propagación superficial de llama: $F \times Q$

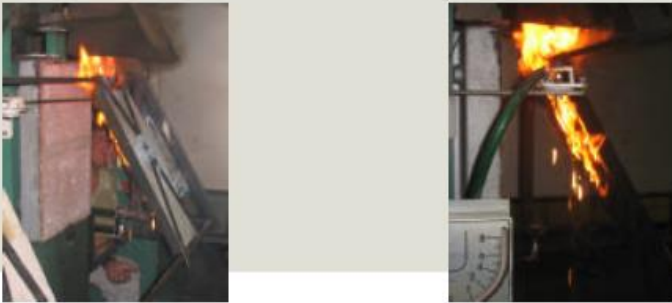


Figura 13. Ensayo de Propagación Superficial de Llama
(Fuente: <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>)

REACCIÓN AL FUEGO

INTI  Construcciones

• **ENSAYO PARA EVALUAR MATERIALES TEXTILES:**

Método de ensayo de comportamiento a la llama con la probeta vertical IRAM – INTI – CIT 7577


• De gran aplicación: Ensayo normalizado, tiene en cuenta varios factores relacionados a la inflamabilidad de textiles.

• Permite comparar y analizar la eficacia productos retardantes.



Figura 14. Ensayo para evaluar materiales Textiles
(Fuente: <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>)

REACCIÓN AL FUEGO

INTI  Construcciones

Ensayo de Inflamabilidad Vertical:


Se clasifica en 3 niveles, siendo 1 el mejor y 3 el peor. La clasificación se hace teniendo en cuenta las referencias consignadas a continuación:

Análisis cualitativo:

- Entra en ignición y la llama se propaga.
- Entra en ignición, pero es autoextinguible.
- No entra en ignición.
- Funde
- Se contrae y se aleja de la llama.
- Gotea y caen trozos encendidos.

Figura 15. Ensayo Inflamabilidad Vertical
(Fuente: <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>)

REACCIÓN AL FUEGO

INTI  Construcciones

Análisis cuantitativo:

- **TIEMPO DE LLAMA:**
 - NIVEL 1: Menor o igual a 1 segundo.
 - NIVEL 2: Mayor a 1 segundo, pero menor o igual a 5 segundos.
 - NIVEL 3: Mayor a 5 segundos.
- **TIEMPO DE INCANDESCENCIA:**
 - NIVEL 1: Menor o igual a 3 segundos.
 - NIVEL 2: Mayor a 3 segundos, pero menor o igual a 15 segundos.
 - NIVEL 3: Mayor que 15 segundos.
- **LONGITUD DAÑADA:**
 - NIVEL 1: Menor o igual a 100 milímetros.
 - NIVEL 2: Mayor a 100 milímetros, pero menor o igual a 150 milímetros.
 - NIVEL 3: Mayor a 150 milímetros.
- **GOTEO:**
 - NIVEL 1: Ausencia de goteo.
 - NIVEL 2: Gotas y/o partes desprendidas que se apagan en el momento de contacto con el piso de la cabina.
 - NIVEL 3: Gotas y/o partes desprendidas que siguen encendidas en el piso de la cabina menos de 3 segundos.

Figura 16. Análisis cualitativo de Ensayos
(Fuente: <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>)

REACCIÓN AL FUEGO

INTI  Construcciones

• ENSAYOS PARA EVALUAR PROTECCIÓN DE MATERIALES TEXTILES:

Ensayo de tela 100% algodón

Sin tratamiento		Con tratamiento
	Antes	
	Después	

Figura 17. Ensayo de tela 100% Algodón
(Fuente: <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>)



Figura 18. Ensayo de tela 100% Poliéster
(Fuente: <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>)

SEGÚN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO TEXTIL AITEX

AITEX – es Instituto Tecnológico de carácter privado sin ánimo de lucro creado en 1985, cuyo objetivo principal es mejorar la competitividad de las empresas, promoviendo acciones de modernización, de introducción de nuevas tecnologías y de mejora de la calidad de las empresas y de sus productos.

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO

AITEX dispone, entre otros, de un Laboratorio de Comportamiento al Fuego. Este Laboratorio ofrece ensayos de diversos tipos de materiales con la finalidad de satisfacer las necesidades de la industria en el área de protección al fuego.

AITEX es Organismo Notificado N° 0161 para el cumplimiento de la Directiva Europea 89/106/CEE relativa a Productos de Construcción para la Euro clasificación de Reacción al Fuego de materiales de construcción.

ENSAYOS SEGÚN LA EUROCLASIFICACIÓN

TEJIDOS DE TAPICERÍA Y COJINES, según normas:

No tapizados: material M2 conforme a UNE 23727:1990 “Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción”.

Tapizados: han de pasar el ensayo según las normas:

UNE-EN 1021-1:1994 “Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión”.

ENSAYO DE INFLAMABILIDAD (UNE EN ISO 11925-2:2002)

Este ensayo evalúa la inflamabilidad de un producto expuesto a una llama pequeña y caída de gotas inflamadas.

Los factores a tener en cuenta son:

- Uso final
- Envejecimiento
- Soporte
- Aplicación de la llama: borde o superficie
- Tiempo de aplicación de la llama: 15 segundos
- Duración del ensayo: 30 segundos
- Caída de gotas inflamadas



Figura 19. Ensayo De Inflamabilidad (UNE EN ISO 11925-2:2002)

(Fuente: <http://www.aitex.es/en/>)

ENSAYO DE INFLAMABILIDAD 1 (UNE EN ISO 11925-2:2002)

Este ensayo evalúa la inflamabilidad de un producto expuesto a una llama pequeña y caída de gotas inflamadas.

Los factores a tener en cuenta son:

- Uso final
- Envejecimiento
- Soporte
- Aplicación de la llama: borde o superficie
- Tiempo de aplicación de la llama: 30 segundos
- Duración del ensayo: 60 segundos
- Caída de gotas inflamadas



Figura 20. Ensayo De Inflamabilidad (UNE EN ISO 11925-2:2002)
(Fuente: <http://www.aitex.es/en/>)

ENSAYO DE ELEMENTO INDIVIDUAL ARDIENDO - SBI (UNE EN 13823:2002)

Este ensayo evalúa la contribución potencial de un producto al desarrollo de un fuego, bajo una situación de fuego que simula un solo elemento ardiendo en una esquina de una habitación cerca de ese producto.



Figura 21. Ensayo De Elemento Individual Ardiendo - SBI (UNE EN 13823:2002)
(Fuente: <http://www.aitex.es/en/>)

Materiales de INTERIOR DE VEHÍCULOS, según norma ISO 3795, DIN 75200, FMVSS 302, HES D 60003-99, VCS 5031-1, STD 5031-1, GMI 60261, TL 1010, D451333 y DBL 5307 .



Figura 22. Ensayo de Inflamabilidad (ISO 3795)
(Fuente: <http://www.aitex.es/en/>)

2.4.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN FORRADO INTERIOR DE CARROCERÍAS

2.4.4.1 PLAN DE PRODUCCIÓN CARROCERÍAS IMCE

En Industria Metálica Cepeda “IMCE”, el proceso productivo de construcción de carrocerías para buses de transporte de pasajeros se realiza mediante tres Macro Procesos:

Preparación de Materiales

Estructura y Forrado Exterior

Forrado Interior y Acabados

Dentro de Forrado Interior y Acabados se encuentra el Sub proceso de forrado Interior y Accesorios, el cual contiene las siguientes actividades:

PASOS	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Condiciones de operación	Resp.
	Planificar semanalmente las actividades y las unidades a ser entregadas.		CP3
	Incluir las actividades planificadas de cada OP para la semana en el archivo actas y plan de producción		CP3
	Actualizar en el archivo de red Red/Iso9001/Uso General/Actas/Plan de Producción		CP3
	Verificar diariamente el cumplimiento de las actividades mediante el plan de producción	El no cumplimiento de las actividades se debe registrar en el informe de cumplimiento con su respectivo análisis de causa.	CP3
	Realizar diariamente el control de calidad a cada subproceso, utilizando manuales e instructivos correspondientes a los mismos	El no cumplimiento de calidad, identificar mediante el adhesivo rojo, realizar la acción para eliminar la NC y registrar en el formato R1-PMC-3	
	¿Se cumplieron las actividades y la calidad?	SI. Continúa flujo NO. Registrar no cumplimiento y no conformidades	CP3
	Realizar la entrega de la OP a JP con el formato R1-PEN-1, verificando la funcionalidad de los sistemas y la calidad correspondiente a todos los	En el caso de NC por parte de JP, realizar la acción para cumplir con los requisitos registrar en el formato de Acción	CP3

Gráfico 1. Procedimiento de Forrado Interior y Acabados

(Fuente: Carrocerías IMCE)

2.4.4.2 PROCEDIMIENTO FORRADO INTERIOR

Establecer y cumplir la metodología del Control de la Producción en el proceso de Forros Interiores y acabados

PASOS	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Condiciones de operación
INICIO	Emitir especificaciones de ensamble y materiales	
↓ Ensamble de forros laterales inferiores	Adaptar forros laterales iniciar desde parte posterior con las dimensiones 1410 mm, 2440 mm, frontal izquierdo 1120 mm, delantero derecho 1060 mm	Dimensiones
↓ Ensamble de forros laterales superiores	Adaptar forros laterales iniciar desde parte posterior con las dimensiones 1410 mm, 2440 mm, frontal izquierdo 1120 mm, delantero derecho 1060 mm	Dimensiones
↓ Ensamble de forros centrales superiores	Verificar medidas y dimensiones, instalar de a tras hacia adelante, los tres primeros de cuatro lunas y el final de dos.	Estado de fibras
↓ Ensamble de modular interior delantero	Adaptar el modular en sus laterales amoldando a la estructura; adaptar tapas de modular verificando la alineación y la eliminación de salientes vistos como visagras.	Estado de fibras
↓ Preparación de tapas	Ensamblar perfil para filo de tapa, las uniones para las esquinas a 45°, se ensamblan agarraderas en el punto central inferior de la tapa.	
↓ Adaptación y ensamble de cercos	Colocar perfiles de aluminio, formando la forma rectangular de las ventanas	Dimensiones
↓ Ensamble marcos de	Verificar medidas y dimensiones, colocar los marcos y sujetarlos con remaches y sellar.	Dimensiones
↓ Pegado de moqueta en grada interior y piso	Se corta la una seccion de 260 x 144 y otra de 2,50 x 35 para estrivos y cortes logitudinales para el piso	Dimensiones
↓ Ensamble de forro para pasillo	Aluminio antideslizante, vinil para piso, acero antideslizante	Solicitud cliente
FIN		

Gráfico 2. Actividades de Forrado Interior

(Fuente: Carrocéricas IMCE)

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

JP: Jefe de Producción

CP3: Coordinador de Producción 3 (Forrado Interior)

AL: Almacenamiento

OP: Orden de Producción

NC: No Conformidad



Figura 23. Acabados Interiores Bus Interprovincial
(Fuente: Carrocerías IMCE)

2.4.4.3 PROCESO DE FORRADO INTERIOR DE LATERALES Y TECHO

En la empresa carrocera Industria Metálica Cepeda “IMCE”, existen tres Macro procesos en su proceso productivo que son: Preparación de materiales; Estructura y Forrado Exterior; y Forrado Interior y Acabados, cada macro proceso requiere de un control de calidad para garantizar la seguridad para el transporte de pasajeros.

En el Proceso Forrado Interior y Acabados, se usan materias primas (materiales) tales como: Materiales compuestos (fibra de vidrio), materiales textiles (telas, corosiles), moquetas, tapizones, etc.

De estos la empresa debe garantizar un índice de Inflamabilidad de acuerdo a la norma ISO 3795 de máximo de 250 mm/min.



Figura 24. Procedimiento de Forrado Interior de techo
(Fuente: Planta de producción IMCE, 2013, Modelo Interprovincial)

2.4.4.5 KIT DE MATERIALES

Tabla 2. Kit de Materiales Ensamble forros Laterales Inferiores

		<i>SOLICITUD DE MATERIALES Y/O SUMINISTROS 5 - PAL-1</i>	
Ref. SAFI:		OP #	
FECHA:		PROCESO:	FORRADO INTERIOR Y ACCESORIOS
CLIENTE:		SUBPROCESO :	Forrado Interior
COOPERATIVA:		ACTIVIDAD:	Ensamble de forros laterales inferiores
<i>CÓDIGO</i>	<i>NOMBRE DEL MATERIAL</i>	<i>UNID</i>	<i>CANT</i>
216400103	FORRO LATERAL BAJO 2440 mm	Und	6
216400103	FORRO LATERAL BAJO 1390 mm	Und	2
216400103	FORRO LATERAL BAJO 1110 mm	Und	1
216400103	FORRO LATERAL BAJO 1090 mm	Und	1
106010320	REMACHE POP 5/32" X3/8"	Und	150
203230401	CAUCHO AUTOMOTRIZ PARA RIEL	m	4
110250101	PEGA PLOMA	Gl	0,25
110050312	BRUJITA	Und	2
106170101	BROCA 5/32"	Und	1
OBSERVACIONES			

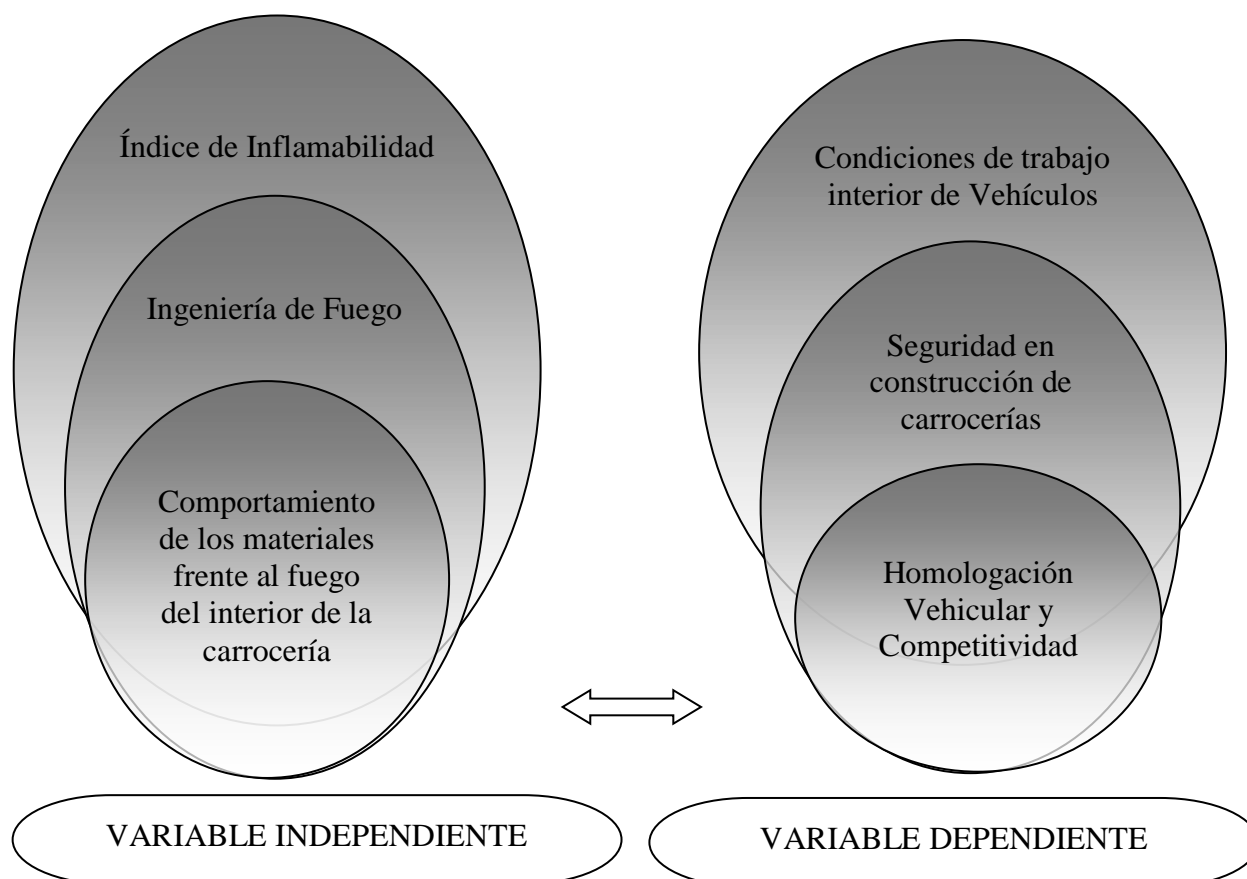
(Fuente: Planta de producción IMCE, 2013, Modelo Interprovincial)

Tabla 3. Kit de Materiales Ensamble forros Laterales Superiores

		<i>SOLICITUD DE MATERIALES Y/O SUMINISTROS 5 - PAL-1</i>	
Ref. SAFI:		OP #	
FECHA:		PROCESO:	FORRADO INTERIOR Y ACCESORIOS
CLIENTE:		SUBPROCESO :	Forrado Interior
COOPERATIVA:		ACTIVIDAD:	Ensamble de forros laterales superiores
<i>CÓDIGO</i>	<i>NOMBRE DEL MATERIAL</i>	<i>UNID</i>	<i>CANT</i>
216400104	FORROS RIEL SUPERIOR 244	Und	6
216400104	FORROS RIEL SUPERIO 152	Und	2
216400104	FORROS RIEL SUPERIOR 130	Und	2
106010320	REMACHE POP 5/32 X 5/8	Und	150
203230401	VINIL PLASTICO CUBIERTA	m	4,20
110250101	PEGA PLOMA KAULKING	Gl	0,25
110050312	PEGA BRUJITA (CONSUMIBLE)	Und	2
106170101	BROCA 5/32"	Und	1
OBSERVACIONES			

(Fuente: Planta de producción IMCE, 2013, Modelo Interprovincial)

2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.6 HIPÓTESIS

El estudio del comportamiento de los materiales frente al fuego del interior de la carrocería aportará a la homologación de modelos de carrocerías y mejorará la competitividad de la Industria Metálica Cepeda

2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Comportamiento de los materiales frente al fuego del interior de la carrocería.

2.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Homologación de modelos de carrocerías y competitividad de IMCE

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO

Se efectuará un análisis y estudio cuantitativo, de acuerdo de los estudios realizados anteriormente dispuestos en la bibliografía investigada. Puesto que nos regiremos a normas de Requerimientos Técnicos para el proceso de Homologación de modelos de carrocerías, seguridad industrial y ecología industrial.

En lo que se refiere al carácter cualitativo, lo realizaremos a través del análisis de cada uno de los datos obtenidos mediante la observación del método de los diferentes ensayos propuestos.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 BIBLIOGRÁFICA

El estudio del comportamiento de los materiales ante el fuego necesita la aplicación de la modalidad de investigación bibliográfica por requerir utilizar fuentes como normas técnicas vigentes, libros, tesis, ensayos técnicos, artículos técnicos.

3.2.2 DE CAMPO

Se realizará en las instalaciones de la Planta de Producción De Industria Metálica Cepeda “IMCE”, debido a la determinación de los materiales utilizados en el interior de la carrocería.

3.2.3 EXPERIMENTAL

La investigación será de modalidad experimental, debido a que los resultados de los ensayos obtenidos luego de las pruebas realizadas permitirán generar datos estadísticos para determinar los índices de inflamabilidad.

3.2.4 APLICADA

Puesto que la determinación de los valores de los índices de inflamabilidad permitirán el uso seguro de los materiales utilizados en el interior de una carrocería.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

El estudio se efectuará de forma exploratoria debido a que se investiga los materiales usados en el interior de la carrocería y su comportamiento ante un incendio.

3.3.2 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Se desarrolla una investigación Descriptiva puesto que se describe el análisis del comportamiento de los materiales usados en el interior de la carrocería ante el fuego para determinar índices de inflamabilidad.

3.3.3 INVESTIGACIÓN CORRELACIONAL

El objetivo de esta investigación es poder relacionar las variables de tal forma que se obtengan valores óptimos y seguros de los índices de inflamabilidad.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

En el Proceso Forrado Interior y Acabados, se usan materias primas (materiales) tales como: Materiales compuestos (fibra de vidrio), materiales textiles (telas, corosiles), moquetas, tapizones, etc. Todos estos materiales están en dependencia de seguridad y estética.

3.4.2 MUESTRA

Para el estudio se tomarán las siguientes muestras:

MATERIAL	NÚMERO DE PROBETAS
Resina Poliéster (Forro techo)	5
Resina Poliéster (Forro laterales)	5
Pranna Poliéster Flexible	5
Textil a base de Vinilo para piso	5

3.5 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES FRENTE AL FUEGO DEL INTERIOR DE LA CARROCERÍA

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La evaluación de la Resistencia al Fuego se basa en el tiempo (minutos u horas) que el material o configuración soporta la exposición al incendio.	-Materiales Retardantes -Materiales Compuestos	-Índice de Inflamabilidad - Configuración de Retardantes al fuego - Configuración de materiales compuestos	Retardante al fuego con un índice de llama no menor de 150 bajo La norma ASTM E 162 o un máximo de 250 mm/min según la norma ISO 3795.	-Observación -Reglamentos - Bibliográfica. - Normas ISO. - Normas FMVSS.

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

HOMOLOGACIÓN DE MODELOS DE CARROCERÍAS Y COMPETITIVIDAD DE IMCE

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La homologación Vehicular se refiere al proceso mediante el cual se certifica que un determinado modelo de carrocería diseñado y construido cumple con todos los requerimientos técnicos establecidos en los diferentes reglamentos y Normas técnicas, para garantizar seguridad para el transporte de pasajeros.	Homologación Vehicular Análisis y cumplimiento de Normas	Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV, La Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. Normas INEN Vigentes	Artículo 86 de la Ley de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial NTE INEN 1323 Materiales: máximo 250 mm/min según la norma ISO 3795.	Observación directa: Formatos o fichas para toma de datos de Ensayos. Observación directa: Formatos o fichas para toma de datos de Ensayos.

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se recolectó la información por medio de la siguiente técnica con sus respectivos instrumentos de acuerdo al desarrollo de la operacionalización de variables:

3.6.1 OBSERVACIÓN

Para poder obtener la información necesaria se realizó la observación tomando en cuenta todos los materiales usados en el interior de la carrocería (Forrado Interior).

3.6.2 DOCUMENTAL

Para la recolección de información del comportamiento de los materiales ante el fuego se usaron: libros, publicaciones, informes técnicos, normas y reglamentos Técnicos.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.7.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA

Para el análisis de la información recolectada mediante los ensayos realizados se usarán métodos gráficos (gráficos de barras o pasteles utilizando Microsoft Excel) puesto que un gráfico muestra de una forma más técnica la información y por ende facilita nuestro estudio. Además de un análisis estadístico para determinar índices de inflamabilidad.

Tablas, Fichas de recolección de información, fotografías y planos que permitirán la tabulación de los datos de acuerdo a los parámetros y a la relación que tengan con las variables de la hipótesis. Datos estadísticos de los diferentes resultados de los ensayos de Inflamabilidad.

3.7.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se analizarán los resultados de los ensayos preliminares concernientes a la selección del tipo de material estudiado. El comportamiento del material ante el fuego, la evaluación de la Resistencia al Fuego se basa en el tiempo (minutos u horas) que el material o configuración soporta la exposición al incendio.

Finalmente se tabularán todos los resultados y se sacará las conclusiones y recomendaciones pertinentes para el análisis e interpretación de los resultados, con el objetivo de comprobación de la hipótesis.

En base al estudio y análisis de resultados se planteará una propuesta para la solución del problema.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1 PROCESO PROPUESTO PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente estudio se ha considerado el siguiente proceso para el desarrollo y análisis de resultados del estudio del comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de carrocerías y su incidencia en la homologación de modelos y competitividad de la empresa IMCE.”

Según el plan de Producción e Instructivos para el proceso de Forrado Interior y Acabados utilizados en Industria Metálica Cepeda “IMCE”, se analiza los siguientes materiales utilizados en el interior de la carrocería:

- Material compuesto fibra de vidrio con matriz Resina POLYLITE 32800-80
- Material compuesto fibra de vidrio con matriz Resina ANDERPOOL 836
- Pranna Poliéster Flexible
- Textil a Base de Vinilo para Piso

Dichos materiales se analizarán mediante un ensayo para combustión según la norma ISO 3795, la cual se aplica en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, previa solicitud por parte de carrocerías IMCE.

Además se establece que por cada material analizado se requieren 5 sub muestras, como, lo especifica la Norma ISO 3795.

4.1.1.1 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA POLYLITE 32800-80 (MASTER FIBRA)

RESINA

Descripción

Polyiite® 32800-80 es una resina poliéster no saturada, con un sistema polimérico especial, rígida, de reactividad media, sin preacelerar y no tixotrópica para usos generales. Se puede promover con cobalto para obtener un sistema de curado a temperatura ambiente mediante la adición de peróxido de metil etil cetona. Esta resina posee una alta aceptación de estireno.

Aplicaciones

- Fabricación de partes reforzadas con fibra de vidrio en general, por el método de moldeo manual.
- Fabricación de láminas translúcidas reforzadas con fibra de vidrio, donde el color no es crítico.
- También se puede utilizar para vaciados con cargas minerales.

Características y Beneficios

Tabla 4. Características de la Resina Polyiite® 32800-80

CARACTERÍSTICAS	BENEFICIOS
Viscosidad alta y altos sólidos	Puede ser ajustada con monómero de estireno en diferentes proporciones, según la aplicación deseada. Buena aceptación de todo tipo de cargas inertes.
Libre de pegajosidad (tack-free).	Buena lijabilidad.
Excelente humectación de la fibra de vidrio	Fácil eliminación de burbuja, mayor rapidez de rolado.
Sistema polimérico especial	Excelente resistencia mecánica.
Se obtienen laminados con muy buen acabado superficial.	Excelente acabado de las piezas.
Rápido desarrollo de dureza.	Rápidos ciclos de curado.

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Propiedades

Tabla 5. Propiedades de la resina Polyiite® 32800-80

PROPIEDADES TÍPICAS DE RESINA LÍQUIDA @ 25 °C			
Propiedades	Unidades	Especificaciones	Métodos de Análisis
No volátiles	%	78-82	RQMPEA-0041
Viscosidad Brookfield, LVF, 4/30	cPs	7000-11000	RQMPEA-0002
Número ácido base solución (máximo)	mg KOH /g resina	35	RQMPEA-0026.
Tiempo de gel *	minutos	5-8	RQMPEA-0066
Temperatura de exotermia (máxima) *	°C	Registro	RQMPEA4X366
Tiempo de curado *	minutos	Registro	RQMPEA-0066
Estabilidad @ 105 °C (mínimo)	horas	2	RQMPEA-01T8 ;
Tiempo de vida mínimo en almacenamiento	meses	3	

* 80 g de resina + 20 g de estireno + 0.5 g de Naftenaío de Cobalto a 6% + 1 g de MEKP (Butanox M-50) @ 25 °C

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS

Vaciado sin carga ni refuerzo (clear casting)

Tabla 6. Propiedades Físicas Típicas de la resina Polyiite® 32800-80

Propiedades	Unidades	Valor Típico	Métodos
Dureza Barcol	s/u	38-42	ASTM D-2583-01
HDT	°C	86.3	ASTM D-648-06
Absorción de agua @ 100°C (2 hr) Absorción de agua @ temp. ambiente (24 hrs)	% %	0.4123 0.1541	ASTM D-570-98
Resistencia a la flexión	Psi	13 104.2	ASTM D-790-03
Módulo de flexión	Psix 10 ³	536.1	ASTM D-790-03
Resistencia a la tensión	Psi	5 694.2	ASTM D-638-08
Módulo de tensión	Psi x 10 ³	531.3	ASTM D-638-08
Elongación hasta ruptura	%	1.2	ASTM D-638-08
Resistencia al impacto (Izod) Tipo "A", Tipo de falla: Completa (C)	Ft-lb/in	2.108	ASTM D-256-06
Resistencia al impacto (Izod) Tipo "E", Tipo de falla: Completa (C)	Ft-lb/in	3.622	ASTM D-256-06

Clear casting: Relación resina/estireno: 2/1 (Partes en peso)

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Condiciones De Curado

Esta resina puede ser curada a temperatura ambiente, usando Naftenato de Cobalto al 6% como promotor y Peróxido de Metil Etil Cetona al 50% como agente de curado.

Laminado reforzado con fibra de vidrio

Tabla 7. Propiedades de la resina Polyiite® 32800-80 reforzada con Fibra

Propiedades	Unidades	Valor Típico (1)	Valor típico (2)	Métodos
Dureza Barcol	s/u	45-52	45-52	ASTM D-2583-01
Absorción de agua @ 10Q °C (2 hr)	%	0.3360	0.3100	ASTM D-570-98
Absorción de agua @ temp. ambiente (24 hr)	%	0.1417	0.0897	
Resistencia a flexión	Psi	22 823.3	25 620.2	ASTMD-790-03
Módulo deflexión	Psi x 10 ³	1 128.5	1 021.6.	ASTM D-790-03
Resistencia a la tensión	Psi	11 638.4	12 271.3	ASTM D-638-08.
Módulo de tensión	Psix 10 ³	1 132.4	1 1.08.7	ASTM D-638-08
Elongación hasta	%	1.6	1.3	ASTM: D-638-08
Resistencia a la	Psi	21 205.8	27184,2	ASTMD-695-02
Módulo de compresión	Psix 10 ³	1 112.8	1 325.4	ASTM D-695-02
Resistencia al impacto (Izod) Tipo "A", Tipo de falla: Hinged (H)	Ft-lb/in	14.224	13.786	ASTM D-256-06

a) Construcción del laminado: relación mezcla (resina y estireno)/fibra de vidrio: 70/30 (% peso)

(1) Mezcla: relación resina/estireno: 2/1 {partes en peso)

(2) Mezcla: relación resina/estireno: 1/1 (partes en peso)

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Almacenamiento

Para asegurar una máxima estabilidad y mantener las propiedades óptimas de la resina, ésta deberá ser almacenada en contenedores cerrados a temperaturas inferiores de 24 °C (75 °F) y lejos de fuentes de fuego, calor y luz solar.

La resina debe ser calentada al menos a 18 °C (65 °F) antes de usarse, a fin de asegurar su apropiado manejo y curado. Todas las áreas de almacenaje y contenedores deberán cumplir los códigos locales de incendios y construcciones.

Se debe evitar el uso de contenedores de cobre o aleaciones de cobre para contener la resina.

Almacene la resina separada de materiales oxidantes, peróxidos y sales metálicas.

Mantenga los contenedores cerrados cuando no estén en uso.

Presentación: Tambor metálico no retornable de 230 Kg de peso neto.

CENTERGEL GD 001 Bco: Gelcoat Ortoftálico Semi-mate

Centergel® GD 001 -00 Bco es un gelcoat blanco ortoftálico modificado con resina isoftálica, para aplicaciones de usos generales donde se requiera un buen desempeño. Tiene muy buen poder cubriente y un acabado semi-mate.

Aplicaciones

Diseñado para aplicarse con equipo de aspersión, para fabricación de piezas en las que se requiera un desempeño estándar, e inclusive mejor que de los gelcoats ortoftálicos convencionales.

Características y Beneficios

Tabla 8. Propiedades del Centergel® GD 001 -00 Bco

CARACTERÍSTICAS	BENEFICIOS
Fabricado con sistemas poliméricos de alta tecnología. Resina modificada con Isoftálico	Excelente desempeño, mucho mejor que gelcoats ortoftálicos convencionales
Adecuado balance de Viscosidad / Tixotropía	Ideal para aplicarse con equipo de aspersión
Fórmula especialmente diseñada	Adecuado balance entre costo/desempeño
Fabricado bajo Sistema de Calidad ISO 9001:2008	Consistencia lote a lote

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Propiedades

Tabla 9. Propiedades del Centergel® GD 001 -00 Bco

PROPIEDADES TÍPICAS DE RESINA LÍQUIDA @ 25 °C			
Propiedades	Unidades	Especificaciones	Métodos de Análisis
Tiempo de gel	Minutos	8 a 13	RQMPEA-0066
Intervalo gel-curado	Minutos	40 máx.	RQMPEA-0066
Temperatura de Exotermia	°C	70 - 140	RQMPEA-0066
Viscosidad Brookfield, LVF 4/30	cPs	3500 - 4000	RQMPEA-0002
índice de Tixotropía, LVF SP 4, 6/60		>4	RQMPEA-0006
Estabilidad @ 105°C (mínimo)	Horas	2	RQMPEA-0017
Finura	Hegman	5 a 6	RQMPEA-0008
Porosidad	-	Pasa	RQMPEA-0011
Tiempo de vida mínimo en almacenamiento	meses	2	

*-100 g de gelcoat + 1.50 g de MEK? (Butanox M-50) @ 25 °C

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Propiedades Típicas En El Gelcoat Curado

Tabla 10. Propiedades Típicas del Centergel® GD 001 -00 Bco Curado

Propiedades	Unidades	Especificaciones	Métodos de Análisis
Diferencia en color (dL> (pelíc. sólida)	-	(-0.5) -(+0.5)	RQMPEA-0012
Diferencia en color (dA) (pelíc. sólida)	-	(-0.5)-(+0.5)	RQMPEA - 0012
Diferencia en color (dB) (pelíc. sólida)	-	(-0.5) -(+0.5)	RQMPEA-0012

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Almacenamiento

Para asegurar una máxima estabilidad y mantener las propiedades óptimas del gelcoat, éste deberá ser almacenado en contenedores cerrados a temperaturas inferiores de 24 °C (75 °F) y lejos de fuentes de fuego, calor y luz solar.

El gelcoat debe ser calentado al menos a 18 °C (65 °F) antes de usarse, a fin de asegurar su apropiado manejo y curado. Todas las áreas de almacenaje y contenedores deberán cumplir los códigos locales de incendios y construcciones.

Se debe evitar el uso de contenedores de cobre o aleaciones de cobre para contener el gelcoat. Almacene el gelcoat separado de materiales oxidantes, peróxidos y sales metálicas. Mantenga los contenedores cerrados cuando no estén en uso.

Presentación: Tambor metálico no retornable de 240 Kg de peso neto.

FIBRA DE VIDRIO

Descripción general

El VFG-MAT ATV es un manto de fibras de vidrio cortadas, diseñado para uso en refuerzo plástico de resinas de poliéster ortoftálicos, isoftálicos, vinyl ester o epóxicas, destinado para procesos de aplicación manual en la producción de lanchas, gabinetes, cavas, tanques resistentes a la corrosión, piscinas, componentes para camiones, paneles para la construcción, duelos, tuberías y muchas otras partes.

El VFG-MAT ATV es producido cortando mechas de fibra de vidrio tipo E, que luego son dispersas al azar en forma de manto y unidas por medio de un aglomerante de alta solubilidad. El proceso es controlado a especificaciones preestablecidas para garantizar uniformidad.

Ventajas

- El VFG MAT ATV posee una uniformidad sobresaliente.
- El VFG MAT ATV conforma excelentemente a configuraciones Complejas.
- El VFG MAT ATV es de rápida humectación facilitando el trabajo de rodillada y de escape de aire.
- La calidad de los laminados fabricados con VFG MAT ATV es asegurada con las excelentes propiedades mecánicas, retención de propiedades y apariencia de los laminados.

- Con VFG MAT ATV el inventario de materiales es simplificado y los desperdicios minimizados. Un solo material reúne todos los requerimientos ya que el material, cuando es usado dentro de las condiciones de moldeo y curado es compatible con resinas isoftálicas y bisfenol A, epóxica, vinyl ester, furánicas y otras resinas resistentes a la llama.

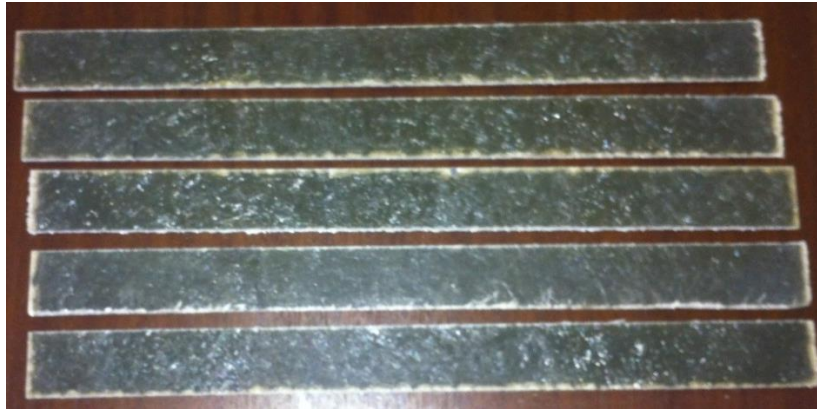


Figura 25. Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina PolyLite 32800-80
(Master Fibra)

(Fuente: Planta de producción IMCE, 2013, Modelo Interprovincial)

4.1.1.2 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836 (CEPOLFI)

Generalidades

La resina ANDERPOL 836 es una resina poliéster insaturado pre acelerada y tixotrópica.

Presenta rápido curado y desarrollo de la dureza que, junto con una excelente impregnación en procesos de moldeo por contacto y aspersion minimizan los requerimientos de mano de obra y permiten obtener laminados de mejor desempeño mecánico, generando beneficios en reducción de costos y tiempos de proceso.

Campos de aplicación

Los laminados fabricados con ANDERPOL 836 tienen muy buena resistencia al agua y excelentes propiedades mecánicas, haciéndola apropiada para fabricaciones artículos de construcción como tanques de bajo volumen, bañeras y autopartes entre otros tipos de laminaciones generales.

Formulación

Para curado a temperatura ambiente (Temperatura recomendada entre 20 - 25°C. No se recomienda trabajar por debajo de 15°C) se sugiere la siguiente formulación:

Tabla 11. Parámetros de trabajo de la Resina ANDERPOL 836

ANDERPOL 836	Partes en peso
MEK peróxido	100
(9 % oxígeno, activo)	1.0 - 2.5

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Debido a que la resina es pre acelerada, sólo se requiere la adición de catalizador (MEK peróxido) para realizar el curado.

Curado

La temperatura ambiente y la cantidad de catalizador controlan el tiempo de gel de la resina ANDERPOL 836. El curado debe realizarse a temperaturas superiores a 15 °C, que es la temperatura mínima de activación de la reacción de reticulación.

La catalización por debajo de ésta temperatura afecta notablemente las propiedades mecánicas de los laminados evitando el proceso de curado del producto. Con el curado a temperatura ambiente (Temperatura recomendada entre 20 - 25 °C) se obtienen laminados satisfactorios para muchas aplicaciones.

Sin embargo, cuando se requieren óptimas propiedades y buen desempeño a largo plazo, el laminado se debe postcurar mínimo durante un período de tres horas a 80 °C o por más tiempo a menor temperatura.

Aditivos

La resina ANDERPOL 836 se puede pigmentar hasta con 5 % (en peso) de pastas pigmento Cristacolor. Si se requieren laminados con retardancia al fuego se puede adicionar entre 10 % a 20 % (phr) de nuestra pasta retardante al fuego Cristafuego 190. También puede cargarse hasta con 20 % (phr) de carbonato de calcio u otra carga mineral.

Debe tenerse en cuenta el efecto que cualquier aditivo tiene sobre las características de manejo de las resinas y sobre las propiedades finales del producto terminado antes de implementar la producción a nivel industrial. Si requiere de alguna formulación especial debe consultar al personal de Marketing Técnico en andercol s.a.

Manipulación y almacenamiento

La información detallada para el manejo seguro de este material se encuentra en la respectiva Hoja de Seguridad de Materiales. La resina ANDERPOL 836 está clasificada como "líquido inflamable" según código NFPA 30 (división 3.3.25.2), por tener un punto de inflamación de 31 °C en crisol cerrado. Debe mantenerse alejado de llamas abiertas. Se suministra en tambores metálicos de 230 Kg.

La resina ANDERPOL 836 tiene un tiempo de vida equivalente a seis meses desde el momento de su fabricación, siempre y cuando el producto esté almacenado a condiciones de temperatura (25°C) y humedad (menor a 80%) adecuadas para obtener una mejor estabilidad.

Dada la naturaleza química de este producto, se presentará la separación y precipitación de partículas durante el almacenamiento. Se recomienda agitar el producto antes de su utilización, tener una buena limpieza de equipos y boquillas de aspersión para evitar problemas en la aplicación.

Datos Técnicos

Tabla 12. Datos Técnicos de la Resina ANDERPOL 836

Propiedades físicas y químicas de ANDERPOL 836 líquida			
Propiedad	Norma	Unidad	Valores
Apariencia	ASTM D2090		Azul Turbia
Viscosidad 1	ASTM D2196	cps @ 25 °C	1400-1700
Viscosidad 2	ASTM D2196	cps @ 25 °C	400-600
índice tixotrópico	ASTM D2196		2.2-3.8
Sólidos	ASTM D1259	% nvm	54-56
Peso específico	ASTM D1963	@ 25 °C	1.109-1.111

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Reactividad con 100 g de ANDERPOL 836 y 1.0 ml del MEK peróxido BUTANOX M-50 o NOROX 9 (9 % de oxígeno activo)

Tabla 13. Resina ANDERPOL 836 reforzada con MEK

Propiedad	Norma	Unidad	Valores
Tiempo de gel	ASTM D2471	min @ > 25 °C	9 a 12
Tiempo de máxima exotermia		min @ 25 °C	20-50
Temperatura de máxima exotermia		°C	130-160

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Propiedades mecánicas de **ANDERPOL 836** sin reforzar y postcurada a 24 horas a 20°C, 3 horas @ 80°C

Tabla 14. Resina ANDERPOL 836 sin reforzar

Propiedad	Norma	Unidad	Valores
Dureza	ASTM D2583	Barcol	38-42
Contracción volumétrica	ASTM D955	%	3
Resistencia a tracción	ASTM D638	MPa	53
Módulo a la tracción	ASTM D638	GPa	2.9
Elongación a tracción	ASTM D638	% @ 25 °C	5
Resistencia a flexión	ASTM D790	MPa	94

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Propiedades mecánicas de **ANDERPOL 836** reforzada y postcurada a 24 horas a 20°C, 3 horas @ 80°C

Tabla 15. Resina ANDERPOL 836 reforzada con fibra

Propiedad	Norma	Unidad	Valores
Resistencia a tracción	ASTM D638	MPa	108
Módulo a la tracción	ASTM D638	GPa	
Elongación a tracción	ASTM D638	% @ 25 °C	1.9
Resistencia a flexión	ASTM D790	MPa	244

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)



Figura 26. Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836 (Cepolfi)

(Fuente: Planta de producción IMCE, 2013, Modelo Interprovincial)

4.1.1.3 PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE

El poliéster está catalogado como una de las fibras textiles artificiales más versátiles gracias a su resistencia, durabilidad y repelencia.

Características

- Alta resistencia a la abrasión y el alargamiento.
- No se encoge.
- No se deteriora ante la presencia de ácidos ni oxidantes.

- No se arruga fácilmente.
- Posee un secado rápido.
- Conserva su aspecto original con el paso del tiempo



Figura 27. Pranna Poliéster Flexible

(Fuente: Planta de producción IMCE, 2013, Modelo Interprovincial)

Procesos especializados

Estirado de la fibra poliéster

El estirado de las fibras produce telas ideales para forros de buses y automóviles con acabados uniformes, suavidad y fácil confección, garantizando el ajuste perfecto al esqueleto del asiento para bus.

Tejido Tricot

El tejido tricot forma una malla especial de alto desempeño que no se desteje ni deshilacha. Los procesos especializados dan a la tela cualidades de estabilidad dimensional que evitan deformaciones con el uso.

Características y propiedades

Tabla 16. Propiedades de la Pranna Poliéster Flexible

PRODUCT LINES / Línea de productos	
CATEGORY / <i>categoría</i>	Contract & Home / <i>Institucional y Residencial</i>
SEGMENT / <i>SEGMENTO</i>	General Purpose / <i>Propósito General</i>
SUBSEGMENT / <i>Subsegmento</i>	Upholstery / <i>Tapicería</i>
GENERAL / GENERAL	
TOTAL WEIGHT / <i>peso TOTAL g/m2 - ASTM D-751</i>	620 ± 65
WIDTH / <i>ancho - m - ASTM D-751</i>	Min. 140
GAUGE / <i>calibre - mm - DIN 53353</i>	1,15± 0,16
EMBOSSING/ <i>grabado</i>	Delfin
SUBSTRATE/BASE	
TYPE / <i>TIPO</i>	Polyester / <i>poliéster</i>
DESCRIPTION / <i>descripción</i>	Hi-Lolf'
WEIGHT / <i>peso glm2</i>	130
MISCELLANEOUS / varios	
ANTI-FUNGAL / <i>ANTIBACTERIAL</i>	Passes / <i>Pasa</i>
ANTI-STATIC / <i>antiestático (ASTM D-257)</i>	Passes / <i>Pasa</i>
TOPCOAT/ <i>laca</i>	Passes / <i>Pasa</i>
FLAME RETARDANC Y / RETARDANCIA AL FUEGO	
FMVSS 302	Passes / <i>Pasa</i>
IMO A.652(16)3.2and8.3	Passes / <i>Pasa</i>
CALIFORNIA TECH. BULLETIN 117 - Section E	Passes / <i>Pasa</i>
BIFMA X5.7 - Fabric Class - Class A	Passes / <i>Pasa</i>
BIFMA X5.7 - Fabric Screening - Class I	Passes / <i>Pasa</i>
UFAC Fabric - Class I	Passes / <i>Pasa</i>
MFPA 260 - Cover Fabric - Class I	Passes / <i>Pasa</i>
ABRASIÓN / abrasión - ASTM D-4157	
WYZENBEEK - #8 COTTON DUCK	75.000 Cycles / <i>Ciclos No Appreciable wear / no apreciable desgaste</i>
ACCELERATED LIGHT AGING / solidez A LA LUZ	
AATCC TM 16E / NTC 1479	Cal≥7 1.000 hours = <i>Passes / Pasa</i>
CROCKING / solidez AL ROCE - CFFA 7 / FED ST. 191A M 5651	
WET/DRY <i>humedo / seco</i>	Excellent / <i>excelente</i>
COLD CRACK / RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS	
ROLLER METHOD	Passes / <i>Pasa -23 °C</i>

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

4.1.1.4 TEXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO

Es un producto resistente, especial para ser utilizado en áreas de tráfico pesado, como buses. Desarrollado bajo los últimos estándares de tecnología y diseño, pensando en la mejor apariencia de su vehículo y bajo altas normas de calidad que lo consolidan como el mejor en su categoría.

Descripción de producto:

Material vinílico espumado con soporte textil en poliéster. Las siguientes son las características más importantes:

- Retardancia al fuego.
- Durabilidad del color a los rayos ultravioleta.
- Excelente resistencia al desgaste por uso.
- Con propiedades antideslizantes.
- Buenas resistencias físicas.
- Colores firmes y durables que no se decoloran ni se transfieren a otros materiales.
- Impermeable, durable y con excelente facilidad de limpieza.

Usos y Procesos De Transformación

Este material está diseñado para ser utilizado en: PISOS - LÍNEA AUTOMOTRIZ Material apto para los procesos de: Corte y pegado.

Información Del Rollo

Tamaño estándar del rollo: Hasta 30 metros

Número de piezas por rollo: Máximo 1

Tamaño mínimo de pieza: 30 metros

Empaque: Papel

Almacenamiento: Colmena

Características Físicas

Tabla 17. Características de Textil A Base De Vinilo Para Piso

PRUEBAS	MÉTODOS	RESULTADOS	
Peso - g/m ²	ASTM D-751	1360 ± 100	
Ancho - m	DIN 53353	2.00 ± 0.16	
Calibre -mm	ASTM D-751	Min. 1.40	
Soporte		Textil de poliéster	
Color		Según estándar	
Resistencia a la tensión - kgf	ASTM D-751	Urdimbre: 79	Trama: 79
Elongación - %	ASTM D-751	Urdimbre: 77	Trama: 79
Resistencia al rasgado - kgf	Fed. St. 191 A M 5136	Urdimbre: 15	Trama: 16
Resistencia al despegue - kgf/pulg	ASTM D-751	Urdimbre: 4.0	Trama: 4.5
Solidez al roce - Escala grises	Fed. St. 191 A M 5651	Seco: Buena(5)	Húmedo: Buena (5)
Retardancia al fuego	FMVSS 302	Pasa	
Solidez a la luz UV	NTC 1479	A 1000 horas: Pasa	
Resistencia Abrasión Taber Piedra H-22,1000 g, 5000 ciclos	ASTM D-3389	Visual: desgaste ligero Pérdida de peso: <0.1g	

(Fuente: Fichas Técnicas Carrocerías IMCE)

Precauciones y Recomendaciones

No hacer trazos con esferos. Utilizar lápiz o tiza.

En el momento del corte para señalar en el material, no hacer "incisiones" éstas propicia el rasgado en la pieza.

Para proceso de pegado, se recomienda:

- Preparar y limpiar muy bien la pieza o sitio donde será pegado el material. Comprobar que el suelo donde será pegado el vinilo, esté uniforme, limpio y seco.
- Usar pegante en ambos lados del sustrato. Se sugiere usar pegante base polycloropreno.

- Las uniones deben ser soldadas mediante un cordón de soldadura en PVC. Este debe hacerse 24 horas después de instalado el piso.
- Usar cantidades moderadas de pegante, esparcirlos en forma uniforme y dejar evaporar los solventes antes de pegar la pieza.
- Para garantizar que el suelo (del vehículo) esté al 100% en contacto con el adhesivo utilice rodillos pesados y elimine las acumulaciones de aire, empujando las burbujas hacia los extremos.

Inspección del vehículo:

- Compruebe que el suelo esté bien sujeto (fijo), uniforme y seco.
- Rellene todos los agujeros, huecos y fijadores con un material de relleno flexible y de calidad.
- Lije todo el suelo para eliminar pintura, productos selladores, escombros y nivele todas las juntas.

Manejo y Almacenamiento

- Almacenar los rollos en forma Vertical.
- Evitar aporrear, perforar o dañar de alguna manera los rollos de material.
- Conservarlos bien protegidos en bolsas plásticas o de papel.
- Almacenarlos en sitios secos, libres de humedad y protegidos de la lluvia.
- No almacenar los rollos en áreas donde puedan ser contaminados por olor.



Figura 28. Textil A Base De Vinilo Para Piso

(Fuente: Planta de producción IMCE, 2013, Modelo Interprovincial)

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

ENSAYO PARA DETERMINAR LOS ÍNDICES DE INFLAMABILIDAD

Del análisis de las Normas y Reglamentos vigentes para el diseño y construcción de carrocerías se determina que se realizarán los ensayos mediante una cámara de combustión horizontal para determinar los índices de Inflamabilidad de los materiales utilizados en la construcción del interior de carrocerías según la Norma ISO 3795.

Se envían las muestras de los materiales con las dimensiones establecidas en la Norma ISO 3795 al Laboratorios de Servicios del Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales-DCQA de la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL. Según el ANEXO 11: INFORME TÉCNICO ESPOL.

4.2.1 INFORME TÉCNICO DE PRUEBA DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRAS DE PIEZAS INTERNAS PARA BUSES, SOLICITADO POR LA EMPRESA CARROCERÍAS IMCE

ANTECEDENTES

La empresa CARROCERÍAS IMCE, mediante contrato de análisis 011-2013 solicita al DCQA-ESPOL realizar Pruebas de Inflamabilidad según Norma ISO 3795 en cuatro muestras remitidas de piezas interiores para buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe seguir para la “Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura”.

Las muestras entregadas se indican a continuación, de acuerdo a la información proporcionada por el solicitante:

Muestra # 1: “Fibra de vidrio Gris”.

Muestra # 2: “Fibra de vidrio Blanco”.

Muestra # 3: “Pranna Poliéster Flexible”.

Muestra # 4: “Textil a base de Vinilo para piso”.

PROCEDIMIENTO GENERAL

Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó en cinco sub muestras de cada pieza, cortadas en pedazos de 30 mm de ancho por 356 mm de largo y con un espesor no mayor a 13 mm.

Las sub muestras se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ISO 3795. Las pruebas se desarrollaron dentro de una cámara extractora de humos, dentro de la cual las muestras se colocaron de manera longitudinal en un soporte adecuado. Además se utilizó la llama de un mechero bunsen y la llama de gas LPG.

RESULTADOS: Se resume a continuación los datos promedio de la tasa de combustión para las cinco muestras:

Tabla 18. Resultados del ensayo de Inflamabilidad

Muestra	Tasa de combustión (mm/min)	Observaciones
1	27.29	La llama no es auto extingible
2	28.00	La llama no es auto extingible
3	0.00	La llama no avanza y no alcanza el primer punto de medición. La llama se extingue al retirar el gas.
4	0.00	La llama no es auto extingible y se produce goteo. La llama no avanza y no alcanza el primer punto.

(Fuente: Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL)

En el Anexo 11 se detalla por separado los datos para cada muestra, así como el soporte de las imágenes de cada grupo de sub muestras antes y después de la prueba. Es todo cuanto podemos informar sobre las pruebas realizadas en las muestras remitidas sujeto de análisis.

Muestra # 1: Fibra de vidrio color gris.

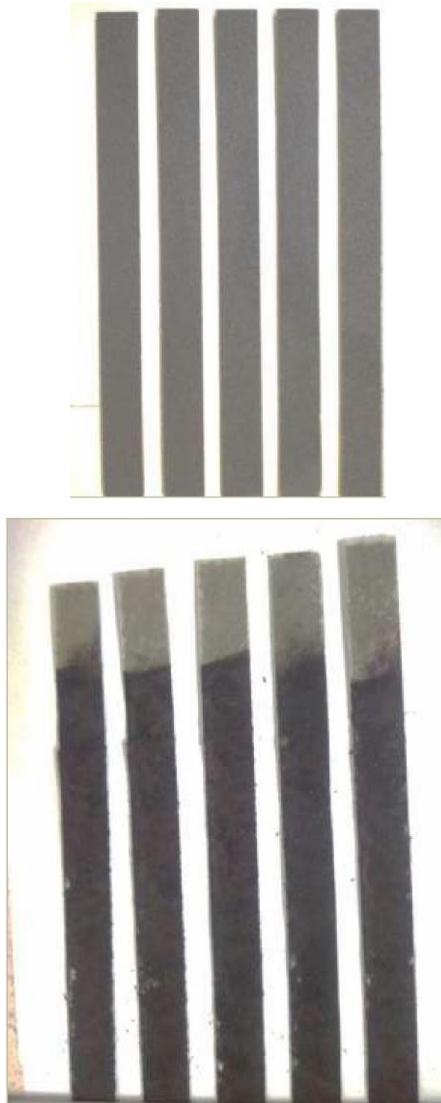


Figura 29. Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Polylite 32800-80
(Master Fibra)

(Fuente: Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL)

Tasa de combustión (mm/min): 27.29

Observaciones: La llama no es auto extingible.

Muestra # 2: Fibra de vidrio color blanco.

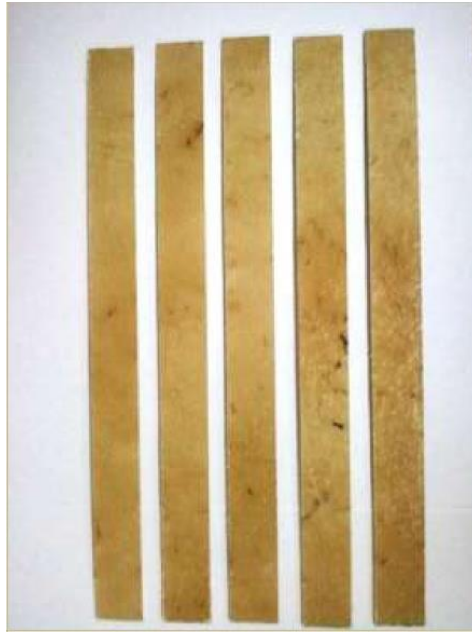


Figura 30. Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool
836 (Cepolfi)

(Fuente: Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL)

Tasa de combustión (mm/min): 28.00

Observaciones: La llama no es auto extingible.

Muestra # 3: Pranna de Poliéster flexible.

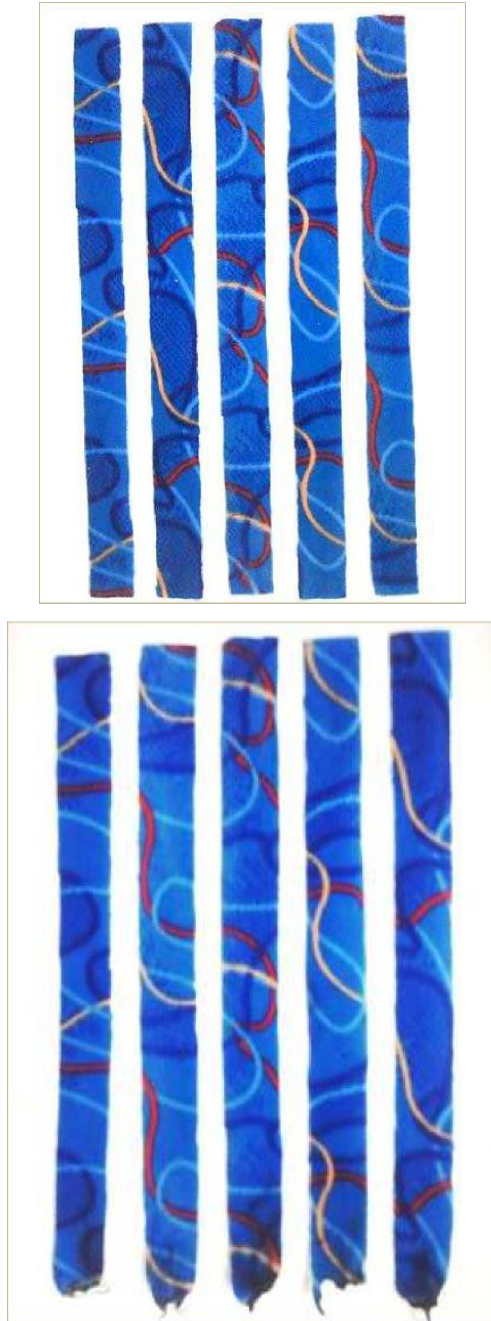


Figura 31. Pranna de Poliéster flexible
(Fuente: Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL)

Tasa de combustión (mm/min): 0.00

Observaciones: La llama no avanza y no alcanza el primer punto de medición. La llama se extingue al retirar el mechero.

Muestra # 4: Textil a base de vinilo para piso.

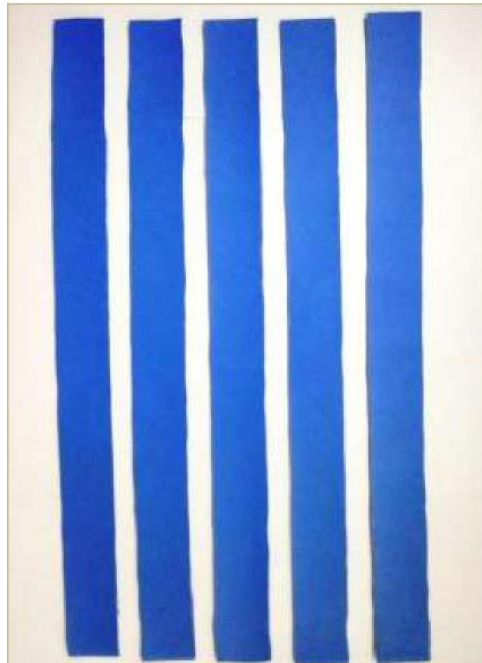


Figura 32. Textil a base de vinilo para piso
(Fuente: Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL)

Tasa de combustión (mm/min): 0.00

Observaciones: La llama no es auto extingible y se produce goteo. La llama no avanza y no alcanza el primer punto de medición.

Cámara de humos utilizada para las pruebas

Esta cámara fue adquirida para el análisis de inflamabilidad de materiales textiles para la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL, dicha cámara consta de mandos eléctricos para el paso de gas y encendido del mechero, el porta muestras es portátil, puesto que se realizan análisis fuera de la cámara.



Figura 33. Cámara de humos

(Fuente: Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL)

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

PROCESO DE HOMOLOGACIÓN

Después de analizar y obtener los índices de Inflamabilidad se procede al proceso de homologación Vehicular de los diferentes modelos de carrocerías diseñadas y fabricadas en Industria Metálica Cepeda IMCE.

Al introducir toda la documentación exigida por la Agencia Nacional de Tránsito ANT, se determina el procedimiento para la homologación.

La homologación vehicular es el proceso mediante el cual la Agencia Nacional de Tránsito certifica que un modelo de vehículo que pretende comercializarse en el país, cumple con todas las normas técnicas de emisión y seguridad que le son aplicables.

Este proceso tiene como fin garantizar al consumidor que los vehículos que se encuentran en el mercado son seguros y que permite a la ciudadanía disponer de sistemas de transporte eficiente y sustentable ambientalmente.

En un trabajo interinstitucional con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Ministerio de Industrias y Productividad, Organismo de Acreditación Ecuatoriana y el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, la ANT ejecuta el control sobre el ingreso al parque automotor del transporte público o comercial, y los que la autoridad considere sean necesarios, con la emisión del certificado de homologación que es extendido a los importadores, fabricantes, carroceros o comercializadores que cumplan con los requisitos y condiciones que establece la norma.

Según el organismo certificador designado CCICEV, se determinan más documentos necesarios para la homologación de modelos de carrocerías:

Mediante Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV, La Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial emite el Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial, en el que establece los requisitos generales y disposiciones administrativas para la homologación de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos, con el fin de facilitar su matriculación, venta y puesta en servicio; además de garantizar la calidad de los productos y servicios y que estos cumplan con los requisitos establecidos dentro del marco regulatorio de normas de seguridad y protección al medio ambiente.

REQUISITOS GENERALES DE CERTIFICACIÓN

Para solicitar la Certificación de Conformidad (Homologación Vehicular) conforme a los Reglamentos vigentes:

- RTE INEN 034: Elementos de seguridad en vehículos automotores
- RTE INEN 043: Bus interprovincial e Intraprovincial

Para vehículos automotores, Buses importados y carrocerías importadas ancladas en chasis homologados. El solicitante debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Ser una entidad legal
2. Conocer y cumplir los requisitos establecidos por el reglamento bajo el cual solicita la certificación.
3. Conocer y cumplir los procedimientos y requisitos específicos para cada tipo de certificación, establecidos por el CCICEV, publicados en este sitio web (Ver Área Técnica de Certificación).
4. Una vez obtenida la certificación el cliente debe cumplir las obligaciones que se deriven de la condición de producto certificado (homologado), derechos y responsabilidades; uso de la certificación CCICE/CC/PUC.

(Fuente: <http://ccicev.epn.edu.ec>)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al realizar la investigación se ha determinado el comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de carrocerías asegurando que dichos materiales ofrecen el grado de seguridad al cumplir el valor del índice de Inflamabilidad dispuesto en la NTE INEN 1323.
- El índice de Inflamabilidad del Material compuesto fibra de vidrio con matriz Resina POLYLITE 32800-80 es de 27,29 mm/min, el cual aprueba debido que el valor máximo en la norma NTE INEN 1323 es de 250 mm/min.
- El índice de Inflamabilidad del Material compuesto fibra de vidrio con matriz Resina ANDERPOOL 836 es de 28,00 mm/min, el cual aprueba debido que el valor máximo en la norma NTE INEN 1323 es de 250 mm/min.
- El índice de Inflamabilidad de la Pranna Poliéster Flexible es de 00 mm/min, debido a que la llama no avanza y no alcanza el primer punto de medición. La llama se extingue al retirar el mechero, por ende el material se considera auto extingible.
- El índice de Inflamabilidad del Textil a Base de Vinilo para Piso es de 00 mm/min, debido a que la llama no es auto extingible y se produce goteo. La llama no avanza y no alcanza el primer punto de medición, por ende el material se considera auto extingible.

- No se determinan medidas de control de los materiales ensayados puesto que los mismos cumplen con la especificación técnica del valor máximo de índice de inflamabilidad de 250 mm/min de la Norma NTE INEN 1323.
- Se ha incrementado la competitividad de la empresa Industria Metálica Cepeda “IMCE” debido que se han realizado los procedimientos de homologación vehicular de los modelos diseñados y construidos en la Empresa, esto se demuestra en el banco de datos e información de la Agencia Nacional de Tránsito ANT, según la DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL, dentro de la Homologación Vehicular, según la Resolución No 011_DIR_2011_CNTTTSV.
- La empresa consta en el Listado de Empresas Fabricantes de Carrocerías Autorizadas por la Agencia Nacional de Tránsito como Empresa Calificada con Modelos Homologados. Lo que permite que las unidades carrozadas en la Empresa garanticen seguridad, confort y óptimo proceso de matriculación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el análisis del índice de inflamabilidad de todos los materiales utilizados en la construcción de carrocerías para buses de transporte para personas, para garantizar seguridad al momento de un siniestro relacionado con el fuego o incendios dentro de las unidades.
- Aplicar todas las normas y reglamentos exigidos para el diseño y construcción de carrocerías para buses destinados para el transporte de pasajeros, para garantizar que las unidades ofrezcan seguridad.
- Construir un banco de pruebas para la empresa IMCE para realizar los ensayos de inflamabilidad bajo los lineamientos técnicos establecidos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

El presente estudio del comportamiento de los materiales utilizados en la construcción del interior de carrocerías ante el fuego se la realizó en la Empresa Industria Metálica Cepeda “IMCE”, donde se busca la implementación de mecanismos y procedimientos que hagan productos de mejor calidad, que reduzcan sus costos de producción e impongan una tendencia al ahorro de recursos y lo más importante brindar seguridad para el transporte de pasajeros.

La Agencia Nacional de Tránsito ANT especifica que todo el país entra en un proceso de homologación de productos para mejorar la seguridad y competitividad de su producción, por ende la industria carrocera nacional debe certificar todos sus modelos de carrocería de acuerdo con el tipo de chasis homologado para el transporte de pasajeros y de acuerdo a la documentación exigida por los Entes de Control y Certificación.

En el mercado Carrocero la competitividad está marcada por ofrecer productos con seguridad y confort. Por ello la empresa está constantemente rediseñando ciertas partes de sus carrocerías y una de estas son los materiales utilizados en el interior de la carrocería, y según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE 1323, los materiales deben cumplir con un índice de inflamabilidad de máximo 250 mm/min.

Un banco de pruebas para determinar el Índice de Inflamabilidad se puede realizar análisis críticos de los diferentes materiales que se usan en el interior de la carrocería, la Empresa IMCE puede analizar y determinar cuáles materiales están aptos para garantizar seguridad y confort, de acuerdo a los requisitos exigidos por las normativas y reglamentos vigentes.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En la industria carrocera se ha implementado nuevos procesos, nueva maquinaria, nueva tecnología, nuevos diseños que han dado como resultado mejor control de calidad y mayor productividad. En los Estados Unidos de Norteamérica, para el proceso de homologación de carrocerías se usa la Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor (FMVSS) N.º 302, donde se especifica un análisis de índices de inflamabilidad de los materiales utilizados en el interior de carrocerías, utilizando un banco de pruebas Horizontal y/o Vertical

La caracterización del comportamiento ante el fuego de los materiales, está determinada según la Norma ISO 3795, determinación de la combustión de los materiales empleados en el interior de vehículos. El Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas: Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor, usa bancos de pruebas destinados al piso, al techo, a la madera y a materiales polímeros.

En la Comunidad Andina se usa el Reglamento Técnico Mercosur sobre inflamabilidad de los Materiales MERCOSUR/ GMC/RES. N° 36/01, para realizar sus procesos de homologación de modelos de carrocerías, el cual determina un banco de pruebas que es directamente proporcional a la norma ISO 3795.

Las empresas carroceras aplican las normativas y reglamentos vigentes INEN de acuerdo al tipo de transporte además para garantizar seguridad se usa las Normas:

- NFPA 101 Código de Seguridad Humana Edición 2000.
- NFPA 260 estándar métodos de pruebas y clasificación sistema para cigarrillo encendido resistencia de los componentes de Tapizado muebles Edición 1998.
- NFPA 921 Guía para la Investigación de Incendios y Explosiones Edición 2001.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La Agencia Nacional de Tránsito ANT, según la DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL, dentro de la Homologación Vehicular, según la Resolución No 011_DIR_2011_ CNTTTSV exige la homologación vehicular de los diferentes modelos de carrocerías a las empresas Carroceras para brindar seguridad y confort al pasajero.

Para incrementar la competitividad de la Empresa Industria Metálica Cepeda “IMCE”, se brinda seguridad en el diseño y en la construcción de la carrocería que de acuerdo al tipo de servicio cambia su configuración, por ende se usan diferentes materiales para el interior, lo que exige cumplir los requisitos y especificaciones establecidas en las normas y reglamentos vigentes.

Carrocerías IMCE ha realizado la gestión necesaria para constar en el Listado de Empresas Fabricantes de Carrocerías Autorizadas por la Agencia Nacional de Tránsito como Empresa Calificada con Modelos Homologados. Lo que permite que las unidades carrozadas en la Empresa garanticen seguridad, confort y óptimo proceso de matriculación.

Un banco de pruebas para determinar el comportamiento de los materiales ante el fuego, permitirá analizar los materiales adecuados y que brinden seguridad al

momento de la ingeniería del fuego, puesto que se determinará índices de Inflamabilidad que serán comparados con los parámetros máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323.

Además se comprobarán los resultados del banco de pruebas diseñado y construido con los valores establecidos en los ensayos de la ESPOL en su cámara de Humos.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un banco de pruebas para la Empresa “IMCE” para realizar los ensayos inflamabilidad de los materiales utilizados en el interior de carrocerías.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y construir un banco de pruebas para realizar ensayos de inflamabilidad bajo los lineamientos técnicos establecidos en la Norma ISO 3795.
- Realizar los ensayos de inflamabilidad de los siguientes materiales en el banco construido:
 - Material compuesto fibra de vidrio con matriz Resina POLYLITE 32800-80
 - Material compuesto fibra de vidrio con matriz Resina ANDERPOOL 836
 - Pranna Poliéster Flexible
 - Textil a Base de Vinilo para Piso
- Analizar los datos de los ensayos de los materiales realizados.
- Realizar un manual de uso para el banco de pruebas para realizar ensayos de Inflamabilidad.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Se determina que el diseño y la construcción del banco de pruebas para realizar ensayos de Inflamabilidad es factible de realizarse, ya que se cuenta con información necesaria, como son las normas ISO 3795, FMVSS N.º 302 Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor y los Reglamentos 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE), Reglamento Técnico Mercosur sobre inflamabilidad de los Materiales MERCOSUR.

Además del recurso humano, materiales e instrumentos que fueron facilitados por la Empresa Industria Metálica Cepeda “IMCE”, todos los materiales determinados para la construcción de la propuesta son de costo moderado y se encuentran en el mercado por lo que son de fácil adquisición haciendo que este proyecto sea factible de realizarse.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES

Para el diseño y construcción del banco de pruebas para determinar el índice de inflamabilidad de los materiales utilizados en la construcción del interior de carrocerías se usa la Norma ISO 3795 **ROAD VEHICLES, AND TRACTORS AND MACHINERY FOR AGRICULTURE AND FORESTRY. DETERMINATION OF BURNING BEHAVIOUR OF INTERIOR MATERIALES** (Vehículos de carretera, tractores y maquinaria para la agricultura forestal. Determinación del comportamiento ante el fuego de materiales de interiores). El ensayo permite determinar si la llama se extingue, y en qué momento, o bien el tiempo que esta tarda en recorrer una distancia dada. Ensayo para determinar el índice de combustión horizontal de los materiales [14]

6.6.1.1 BANCO DE PRUEBAS

Cámara de combustión: carcasa de acero inoxidable ASTM A 240 y de las medidas dadas en la figura 34. La parte delantera de la cámara contiene una ventanilla panorámica resistente al fuego que puede cubrir todo el frente y servir de panel de acceso.

La cara inferior de la cámara llevará agujeros de ventilación, y la parte superior, una ranura de aireación que bordeee toda la cámara. La cámara descansará sobre cuatro pies de 10 mm de altura.

En uno de los lados podrá llevar un orificio para la introducción del porta muestras revestido; en el otro lado habrá una abertura por la que pasará el tubo del gas. El material fundido se recoge en una bandeja que se sitúa en la parte inferior de la cámara, entre los orificios y sin cubrir la superficie de ninguno de ellos.



Figura 34. Cámara de combustión con porta muestras y bandeja colectora

(Fuente: Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, (2005), Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor)

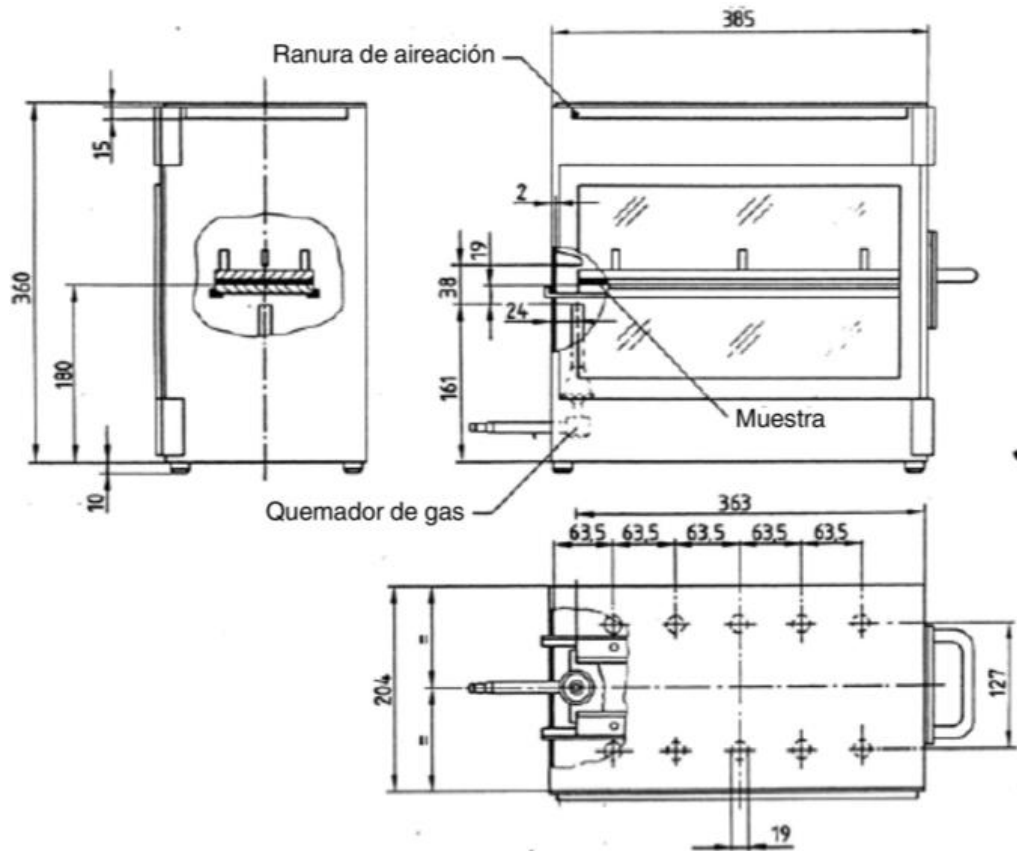


Figura 35. Ejemplo de cámara de combustión (dimensiones en milímetros)

(Fuente: Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, (2005), Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor)

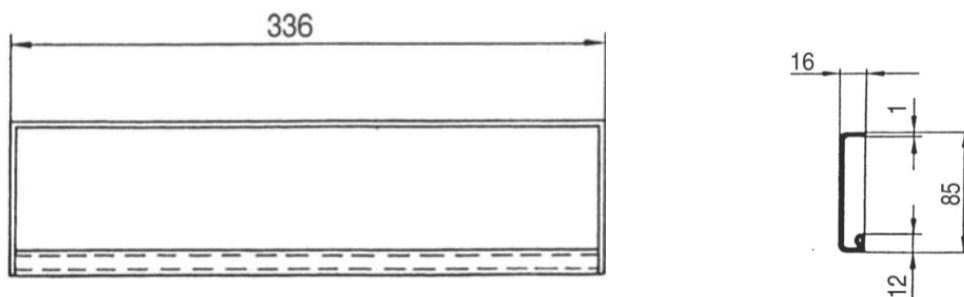


Figura 36. Ejemplo de cubeta (dimensiones en milímetros)

(Fuente: Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, (2005), Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor)

6.6.1.2 ANÁLISIS DE TRANSFERENCIA DE CALOR DEL BANCO

Para el diseño de la cámara de combustión se considera una estructura de plancha de acero inoxidable ASTM A 240 en el cual el flujo de calor es unidimensional, aproximadamente. Se supondrá que el sistema está expuesto por un lado a un medio a alta temperatura constante y conocida y por el otro medio a baja temperatura constante y conocida.

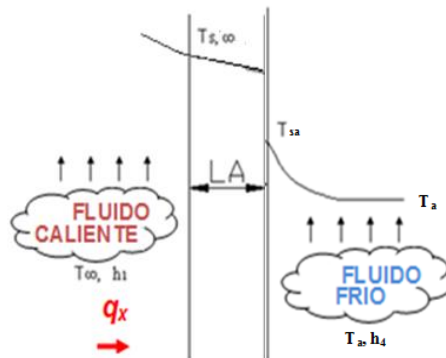


Figura 37. Diagrama de paredes

Fuente: Elaborado por el Autor

Analizando el circuito térmico obtendremos la siguiente ecuación.

$$q_x = \frac{T_{\infty, 1} - T_{\infty, 4}}{\sum R_t} \quad \text{Ecuación (6.1)}$$

Donde:

q_x = Pérdidas de calor; [J]

$T_{\infty, 1}$ = Temperatura del fluido caliente; [°K]

$T_{\infty, 4}$ = Temperatura del fluido frío; [°K]

$\sum R_t$ = Sumatoria de resistencias térmicas; [°K/W].

Cálculo de coeficientes de convección

Cálculo del coeficiente de convección externo para la transferencia de calor por convección libre o natural

Para poder determinar un coeficiente de convección para el equipo se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Condiciones de estado estable.
- Efectos de radiación despreciables.

Datos:

$$T_s = 22^\circ \text{ C}$$

$$T_\infty = 17^\circ \text{ C}$$

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} \quad \text{Ecuación (6.2)}$$

Donde:

T_f = Temperatura de película ; [$^\circ\text{K}$]

T_s = Temperatura de la superficie; [$^\circ\text{C}$]

T_∞ = Temperatura del ambiente; [$^\circ\text{C}$]

$$T_f = \frac{22 + 17}{2}$$

$$T_f = 19.5^\circ \text{ C} \Rightarrow 292.65^\circ \text{ K}$$

Para calcular el coeficiente de convección libre contamos con los siguientes datos obtenidos interpolando valores con ayuda del *Anexo II* para la temperatura de 292.65°K .

Datos:

$$Pr = 0.702$$

$$\alpha = 21.16 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\rho = 1.172 \text{ Kg/m}^3$$

$$C_p = 1.007 \text{ KJ/Kg N}$$

$$\mu = 131.46 \times 10^{-7} \text{ Ns/m}^2$$

$$v = 14.24 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 19.51 \times 10^{-3} \text{ W/m}^\circ\text{K}$$

$$\beta = \frac{1}{T_f} = 3.42 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$$

Número de Grashof

$$\text{Gr} = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)}{v^2} L^3 \quad \text{Ecuación (6.3)}$$

Donde:

Gr = Número de Grashof; [adimensional]

g = aceleración de la gravedad; [m/s²]

β = Coeficiente de expansión térmica; [°K⁻¹]

v = viscosidad cinemática; [m²/s]

L = Longitud característica en superficie vertical ; [m]

$$\text{Gr} = \frac{\left(\frac{9.8\text{m}}{\text{s}^2}\right) (3.42 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K}^{-1})(22 - 17)}{(14.24 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s})^2} (0.35 \text{ m})^3$$

$$\text{Gr} = 504.57$$

Número de Rayleigh

$$\text{Ra}_L = \text{Gr} * \text{Pr} \quad \text{Ecuación (6.4)}$$

Donde:

Ra_L = Número de Rayleigh; [adimensional]

Pr = Número de Prandtl; [adimensional]

$$\text{Ra}_L = 504.57 \times 0.726$$

$$\text{Ra}_L = 354.20 \text{ Aplicando consideraciones de flujo laminar}$$

Número de Nusselt

$$Nu_L = 0.68 + \frac{0.670 Ra_L^{1/4}}{\left[1 + \left(\frac{0.492}{Pr}\right)^{9/16}\right]^{4/9}} \quad \text{Ecuación (6.5)}$$

$$Nu_L = 0.68 + \frac{0.670 (354.20)^{1/4}}{\left[1 + \left(\frac{0.492}{0.702}\right)^{9/16}\right]^{4/9}}$$

$$Nu_L = 1.51$$

Coefficiente de convección interna

$$\bar{h} = \frac{Nu_L \times k}{L} \quad \text{Ecuación (6.6)}$$

Donde:

\bar{h} = Coeficiente de convección externo; [W/ m² °K]

k = Coeficiente de conducción del aire; [W/ m °K]

$$\bar{h} = \frac{1.51 \times 19.51 \times 10^{-3} \text{ W/m } ^\circ K}{0.35 \text{ m}}$$

$$\bar{h} = h_4 = 0.084 \text{ W/ m}^2 \text{ } ^\circ K$$

Cálculo del coeficiente de convección interno

Datos:

Considerando que la temperatura en la parte superior de la cabina es igual a la temperatura ambiente al inicio del proceso del proceso, se tiene las siguientes temperaturas.

$$T_s = 40 \text{ } ^\circ C = 313 \text{ } ^\circ K$$

$$T_{\infty} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} = 293 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

Aplicando ecuación de longitud característica.

$$L = \frac{A_s}{P} \quad \text{Ecuación (6.7)}$$

Donde:

L = Longitud característica; [m]

A_s = Área transversal; [m²]

P = Perímetro; [m]

$$L = \frac{(0.35 \times 0.2)m^2}{(0.35 + 0.2 + 0.35 + 0.2)m}$$

$$L = 0.0636m$$

Ahora aplicando la *ecuación (6.2)*, se obtiene:

$$T_f = \frac{T_s + T_{\infty}}{2}$$

$$T_f = \frac{40 + 20}{2}$$

$$T_f = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow 303 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

Para calcular el coeficiente de convección libre contamos con los siguientes datos obtenidos interpolando valores con ayuda del *Anexo 11*:

DATOS:

$$Pr = 0.699$$

$$\alpha = 23.04 \times 10^{-6} m^2/s$$

$$\rho = 1.1742 \text{ Kg}/m^3$$

$$C_p = 1.007 \text{ KJ/Kg N}$$

$$\mu = 196.61 \times 10^{-7} \text{ Ns/m}^2$$

$$\nu = 16.34 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 27.93 \times 10^{-3} \text{ W/m}^\circ\text{K}$$

$$\beta = \frac{1}{T_f} = 3.3 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$$

Número de Grashof

$$Gr = \frac{\beta(T_s - T_\infty)}{\nu^2} L^3 \quad \text{Aplicando (Ecuación 6.3)}$$

$$Gr = \frac{\left(\frac{9.8\text{m}}{\text{s}^2}\right) (3.3 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K}^{-1})(40 - 20)}{(16.34 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s})^2} (0.0636 \text{ m})^3$$

$$Gr = 10.18$$

Número de Rayleigh

$$R_{aL} = Gr * Pr \quad \text{Aplicando (Ecuación 6.4)}$$

$$R_{aL} = 10.18 \times 0.699$$

$$Ra_L = 7.11$$

$$\bar{N}_{uL} = 0.54 Ra_L^{1/4}$$

$$\bar{N}_{uL} = 0.54 (7.11)^{1/4}$$

$$\bar{N}_{uL} = 0.88$$

Coefficiente de convección externo

$$\bar{h} = \frac{\bar{N}_{uL} \times k}{L} \quad \text{Aplicando (Ecuación 6.6)}$$

$$\bar{h} = \frac{0.88 \times 27.93 \times 10^{-3} \text{ W/m}^\circ\text{K}}{0.0636 \text{ m}}$$

$$\bar{h} = h_1 = 0.38 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

Coefficiente de Radiación

Para este cálculo se consideran los mismos parámetros de diseño utilizados para el coeficiente de convección interno, debido a que la radiación se producirá desde el piso hacia las paredes laterales y el techo de la cabina, para el diseño se usará una emisividad de 0.8.

Datos:

$$T_s = 40 \text{ }^\circ\text{C} = 313 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_{air} = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\varepsilon = 0.8$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$$

$$h_r = \varepsilon \sigma (T_s - T_{air}) (T_s^2 + T_{air}^2)$$

Ecuación (6.8)

Donde:

h_r = Coeficiente de radiación; [$\text{W/m}^\circ\text{K}$]

ε = Emisividad; [adimensional]

σ = Constante de Stefan-Boltzmann; [$5.67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}^4$]

T_s = Temperatura de la superficie; [$^\circ\text{C}$]

T_{air} = Temperatura de alrededores o del ambiente; [$^\circ\text{K}$]

$$h_r = (0.8) \left(5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right) (313 \text{ }^\circ\text{K} - 293 \text{ }^\circ\text{K}) (313 \text{ }^\circ\text{K}^2 + 293 \text{ }^\circ\text{K}^2)$$

$$h_r = 0.011 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

6.6.1.3 PORTAMUESTRAS

Constituido por dos placas de metal en forma de U o bastidores de material resistente a la corrosión Plancha ASTM A 36 de 4 mm de espesor. Las dimensiones se indican en la figura 38.

Se colocarán unos alambres de 0,25 mm de diámetro y resistentes al fuego, a modo de soporte, que se enrollarán alrededor del bastidor guardando una distancia entre ellos de 25 mm sobre el bastidor inferior en forma de U.

El plano de la cara inferior de las muestras deberá estar 178 mm por encima de la placa inferior. La distancia entre el borde del portamuestras y el extremo de la cámara deberá ser de 22 mm; la distancia entre los bordes longitudinales del portamuestras y los lados de la cámara deberá ser de 50 mm. [14]

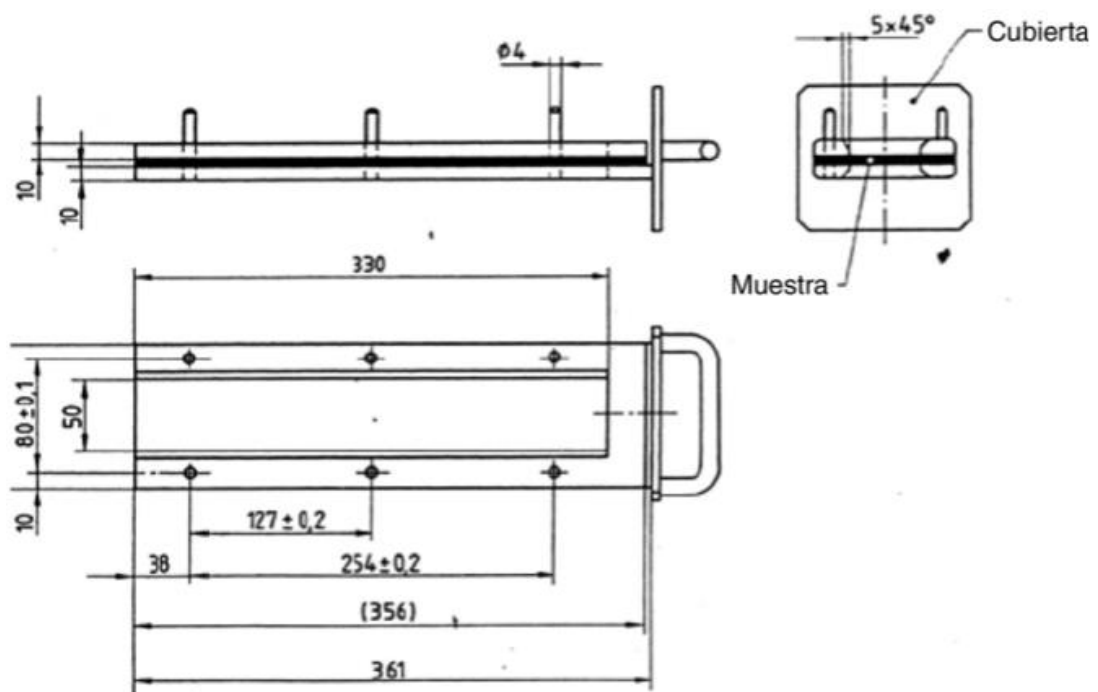


Figura 38. Ejemplo de portamuestras (dimensiones en milímetros)

(Fuente: Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, (2005), Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor)

6.6.1.4 QUEMADOR DE GAS

La pequeña fuente de llamas está representada por un mechero Bunsen de $9,5 \pm 0,5$ mm de diámetro interior. Este se colocará en la cámara de combustión de manera que el centro de la boquilla se encuentre a 19 mm por debajo del centro del borde inferior del extremo abierto de la muestra.

6.6.1.5 GAS DE ENSAYO

El gas suministrado al quemador deberá tener una potencia calorífica aproximada de 38 MJ/m^3 (por ejemplo, gas natural).

La cámara de combustión podrá colocarse en el interior de una campana extractora siempre que el volumen interno sea como mínimo 20 veces y como máximo 110 veces mayor que el volumen de la cámara de combustión y siempre que ninguna de sus dimensiones (altura, longitud o profundidad) sea 2,5 veces superior a cualquiera de las otras dos. Para determinar los diferentes tiempos en cada punto de medición se usa un cronómetro, de 0,5 segundos de precisión.

Antes del ensayo deberá medirse la velocidad vertical del aire a través de la campana extractora 100 mm por delante y por detrás de la posición final en la que se situará la cámara de combustión. Esta velocidad estará comprendida entre los 0,10 y 0,30 m/s a fin de evitar posibles molestias al operador derivadas de los productos de combustión. [14]

6.6.1.6 MUESTRAS

La forma y las dimensiones de las muestras se indican en la figura 39. El grosor de la muestra se corresponde con el grosor del producto que deba ensayarse. No deberá superar los 13 mm. Cuando la toma de la muestra lo permita, su sección deberá ser constante en toda su longitud.

(dimensiones en milímetros)

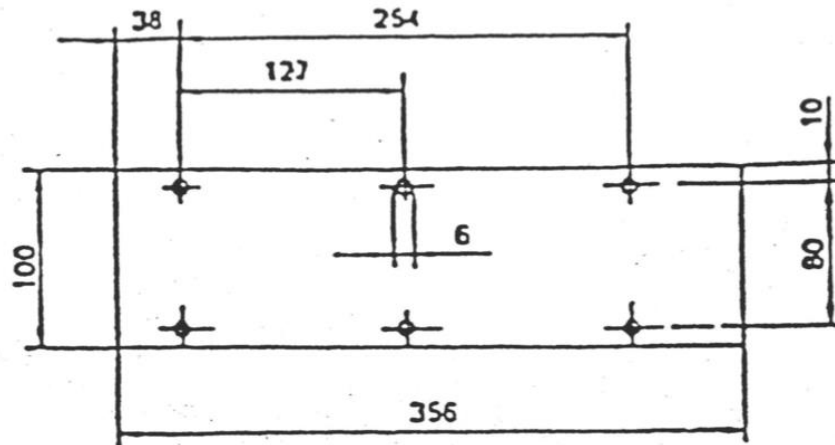


Figura 39. Forma y las dimensiones de las muestras

(Fuente: Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, (2005), Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor)

Si la forma y las dimensiones de un producto no permiten tomar una muestra del tamaño indicado, se mantendrán las dimensiones mínimas siguientes:

- para las muestras de anchura comprendida entre 3 y 60mm, la longitud deberá ser de 356 mm; en este caso, el material se ensayará a lo ancho del producto;
- para las muestras de anchura comprendida entre 60 y 100 mm, la longitud deberá ser como mínimo de 138 mm; en este caso, la distancia de combustión posible corresponderá a la longitud de la muestra, contando desde el primer punto de referencia de medición. [14]

6.6.1.7 ACONDICIONAMIENTO

Las muestras se conservarán durante un mínimo de 24 horas y un máximo de 7 días a una temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $50 \pm 5\%$ y se mantendrán en estas condiciones hasta el momento inmediatamente anterior al ensayo.

6.6.2 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

El proceso de construcción del banco para ensayos de Inflamabilidad se desarrolla en las instalaciones de la planta de producción de Industria Metálica Cepeda “IMCE”, con las especificaciones y requerimientos de la Norma ISO 3795.

Se inicia con la construcción de la carcasa que es de acero Inoxidable ASTM A240

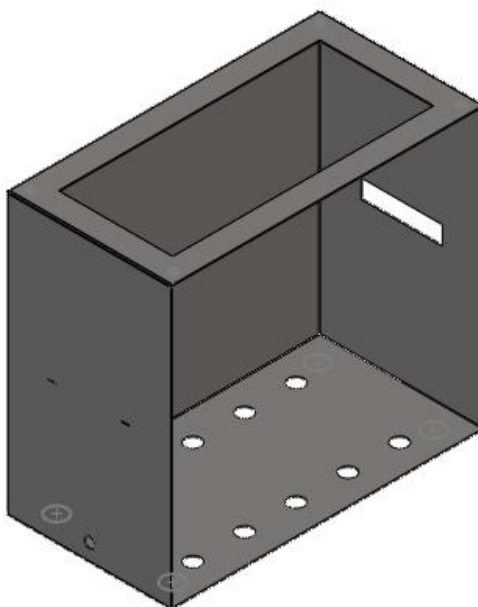


Figura 40. Carcaza del Banco de Pruebas
(Fuente: Realizada por el autor)

Construcción del portamuestras del banco de Pruebas

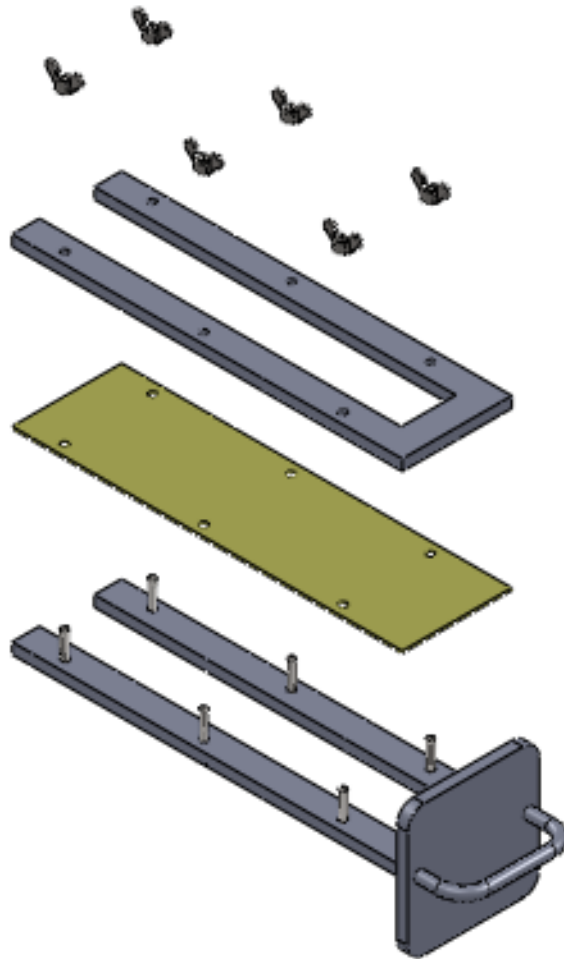


Figura 41. Porta Muestras del Banco de Pruebas
(Fuente: Realizada por el autor)

Ensamblaje total del banco de pruebas

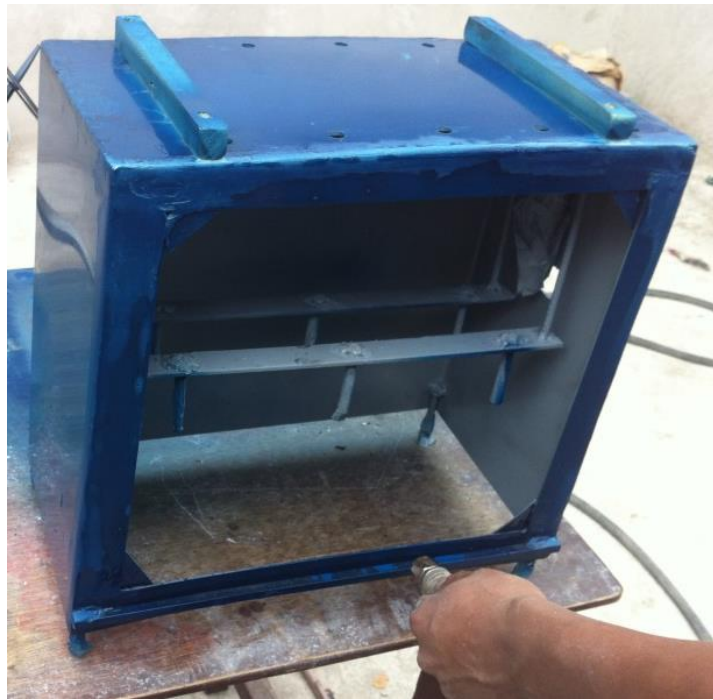


Figura 42. Acoplado del Mechero y Porta muestra
(Fuente: Realizada por el autor)

Pintura y acabados



Figura 43. Banco de Pruebas para ensayos de Inflamabilidad
(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.3 MANUAL DE OPERACIÓN

OBJETIVO

Determinar el procedimiento de uso del banco para realizar el ensayo de Inflamabilidad de los materiales empleados en los vehículos automotores.

CONDICIONES DE ENSAYO

- Atmósfera de ensayo: 22° C (20°C±2°C)
- Tipo de probeta: Material
- Número de probetas: 5
- Velocidad del aire: 0,1 y 0,3 m/s (anemómetro)
- Valor calorífico del gas: 38 MJ/m³ (gas natural)
- Altura de llama piloto: 38 mm
- Tiempo de aplicación de llama: 15 segundos
- Pretratamiento: N/A

DIMENSIONES Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Forma y dimensiones

- a) para las muestras de anchura comprendida entre 3 y 60mm, la longitud deberá ser de 356 mm; en este caso, el material se ensayará a lo ancho del producto;
- b) para las muestras de anchura comprendida entre 60 y 100 mm, la longitud deberá ser como mínimo de 138 mm; en este caso, la distancia de combustión posible corresponderá a la longitud de la muestra, contando desde el primer punto de referencia de medición.

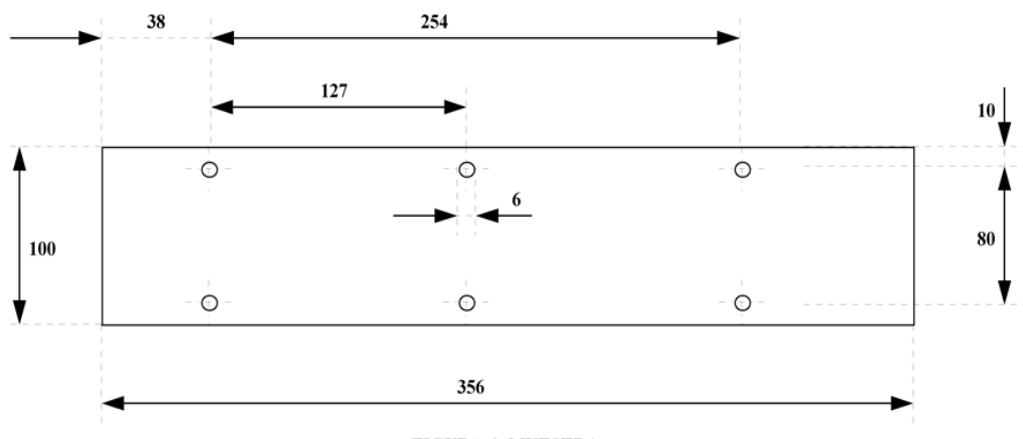


Figura 44. Dimensiones de la probeta
(Fuente: Realizada por el autor)

Las muestras se conservarán durante un mínimo de 24 horas y un máximo de 7 días a una temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $50 \pm 5\%$ y se mantendrán en estas condiciones hasta el momento inmediatamente anterior al ensayo.

QUEMADOR DE GAS

La pequeña fuente de llamas está representada por un mechero Bunsen de $9,5 \pm 0,5$ mm de diámetro interior.

Este se colocará en la cámara de combustión de manera que el centro de la boquilla se encuentre a 19 mm por debajo del centro del borde inferior del extremo abierto de la muestra.

GAS DE ENSAYO

El gas suministrado al quemador deberá tener una potencia calorífica aproximada de 38 MJ/m^3 (por ejemplo, gas natural).

CRONÓMETRO, de 0,5 segundos de precisión.

6.6.3.1 FLUJOGRAMA DEL MANUAL DE OPERACIÓN

MANUAL DE OPERACIÓN DEL BANCO DE PUREBAS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES


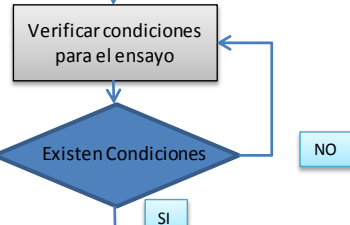
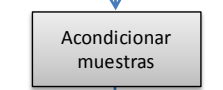
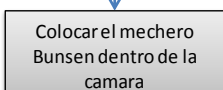
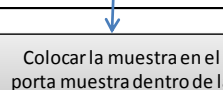
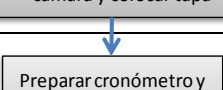
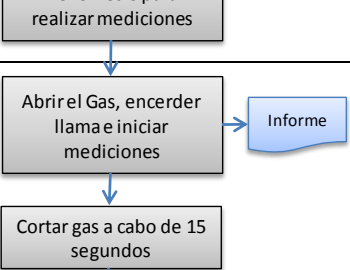
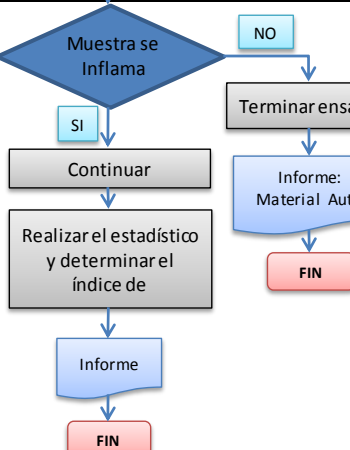
METODOLOGIA	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Condiciones de operación	Resp.
	Revisar las Especificaciones Técnicas		JP
	<p>Atmósfera: 22 ° C Velocidad del viento: 0,1 a 0,3 m/s Valor Calorífico del gas: 38 MJ/m³ Mechero Bunsen: 9,5 mm diámetro</p>	Definido por la Empresa IMCE	JP
	<p>Tamaño de las muestras: 356 x100 mm Número de muestras: 5 Espesor máximo: 5 mm</p>	Conservar muestras un mínimo 0 de 24 horas y máximo 7 días a temperatura de 23 °C.	JP
	El centro de la boquilla se encuentra a 19 mm por debajo del centro del borde inferior del extremo abierto de la muestra.	La llama deberá arder al menos 1 minuto para que se establezca	JP
	La superficie visible de la muestra debe quedar hacia debajo de la cara de la llama	Muestra bien fija en porta muestras y en puntos de medición	JP
	<p>Cronómetro de 0.5 segundos de precisión Flexómetro calibrado y verificado por IMCE</p>	Equipos verificados	JP
	<p>Cortar el gas a cabo de 15 segundos de iniciado el ensayo</p>	Registros de toma de datos	JP
	<p>Realizar las mediciones de los materiales que se inflaman o arden luego de cortar el paso del gas. Realizar el análisis estadístico y determinar el índice de inflamabilidad del material.</p> <p>Si el material no se inflama o arde se finaliza el ensayo y se determina que el material es auto extinguiible, y su índice de inflamabilidad es de 0 mm/min.</p>	Registrar datos y realizar el ensayo con las cinco muestras en total.	JP

Gráfico 3. Flujograma manual de operación

(Fuente: Realizada por el Autor)

6.6.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Se someterán a ensayo cinco muestras en caso de un material isotrópico, o diez muestras en el caso de un material no isotrópico (cinco para cada dirección).

Las muestras se tomarán del material que deba ensayarse. En los materiales que tengan índices de combustión distintos en direcciones del material diferentes, deberá someterse a ensayo cada dirección.

Las muestras deberán tomarse y situarse en el aparato de ensayo de forma que pueda medirse el índice de combustión más elevado.

Deberá colocarse la muestra en el portamuestras de forma que la superficie visible quede hacia abajo, de cara a la llama.

Deberá regularse la llama del gas a 38 mm de altura utilizando la señal existente en la cámara y mantener cerrada la entrada de aire del quemador.

Antes de comenzar el primer ensayo, la llama deberá arder al menos durante 1 minuto para que se estabilice.

Deberá introducirse el portamuestras en la cámara de combustión de forma que el extremo de la muestra quede expuesto a la llama, y se cortará el gas al cabo de 15 segundos.

La medición del tiempo de combustión comienza en el momento en el que la base de la llama pasa por delante del primer punto de medición.

Obsérvese la propagación de la llama por el lado que arde con mayor rapidez.

La medición del tiempo de combustión concluye cuando la llama alcanza el último punto de medición o cuando esta se extingue antes de llegar al último punto de medición.

Si la llama no alcanza el último punto de medición, deberá medirse la distancia recorrida por el fuego hasta el punto de extinción de la llama.

Esta distancia es la parte descompuesta de la muestra, destruida por la combustión en su superficie o en su interior.

Si la muestra no se inflama o no sigue ardiendo después de apagar el quemador, o si la llama se extingue antes de alcanzar el primer punto de medición, de forma que no se pueda llegar a medir el tiempo de combustión, deberá anotarse en el acta de ensayo que el índice de combustión es 0 mm/min.

Cuando se lleven a cabo una serie de ensayos o se repitan estos, deberá garantizarse que la temperatura de la cámara de combustión y del portamuestras es inferior a 30°C antes de comenzar el próximo ensayo.

6.6.5 MUESTREO Y PRINCIPIO

Se someterán a ensayo cinco muestras en caso de un material isotrópico, o diez muestras en el caso de un material no isotrópico (cinco para cada dirección).

Las muestras se tomarán del material que deba ensayarse. En los materiales que tengan índices de combustión distintos en direcciones del material diferentes, deberá someterse a ensayo cada dirección. Las muestras deberán tomarse y situarse en el aparato de ensayo de forma que pueda medirse el índice de combustión más elevado.

Cuando el material se presenta a lo ancho, se cortará una longitud de 500 mm, como mínimo, que cubra toda la anchura.

Las muestras se tomarán a partir de esta pieza, a una distancia mínima de 100 mm del borde del material y equidistantes entre sí. Las muestras se obtendrán del mismo modo a partir del producto acabado, siempre que la forma de este lo permita.

Cuando el grosor del producto sea mayor de 13 mm, se reducirá a 13 mm mediante un proceso mecánico aplicado a la cara opuesta a la cabina.

Si esto resultara imposible, el ensayo se realizará, de conformidad con el servicio técnico, sobre el grosor inicial del material, que se consignará en el acta de ensayo. [14]

Se colocará una muestra en posición horizontal en un soporte en forma de U y se expondrá a la acción de una llama definida durante 15 segundos en el interior de una cámara de combustión, de forma que la llama actúe sobre el borde libre de la muestra. [14]

6.6.6 CÁLCULO DE VALORES DEL ÍNDICE

La velocidad de combustión, B (1), en milímetros por minuto, viene dada por la fórmula: $B = 60 s/t$ Ecuación (6.9)

Dónde:

s = es la longitud, en milímetros, de la distancia quemada;

t = es el tiempo, en segundos, que tarda en arder la distancia quemada. [14]

Se genera una tabla donde se registran los datos:

- Número de mediciones
- Distancia quemada
- Tiempo
- Valor de la velocidad de combustión

Se realizarán toma de datos en las siguientes distancias 10, 20, 30, **38**, 50, 100, **127**, 200, **254**, 300, **330** mm

Si el material es auto extingible, se podrá determinar un valor promedio de inflamabilidad luego de los 15 segundos de cerrado el paso del gas.

6.6.7 INFORME DEL ENSAYO DE INFLAMABILIDAD

ENSAYO DE COMBUSTION

NORMA: ISO 3795

EQUIPO UTILIZADO

- Banco de Pruebas para ensayo de Inflamabilidad
- Cronómetro, de 0,5 segundos de precisión.
- Flexómetro

Acondicionamiento de las probetas: 24horas a $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ y $50\pm 5\%$ hr.

Condiciones de ensayo

Atmósfera de ensayo: 22°C ($20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$)
Tipo de probeta: Material
Número de probetas: 5
Velocidad del aire: 0,1 y 0,3 m/s (anemómetro)
Valor calorífico del gas: 38 MJ/m^3 (gas natural)
Altura de llama piloto: 38 mm
Tiempo de aplicación de llama: 15 segundos
Pretratamiento: N/A

Obtención de Resultados

Tabla 19. Obtención de Resultados del Ensayo

Probetas	Distancia quemada (mm)	Tiempo de combustión (s)	Velocidad de combustión (mm/min) (*)
Nº1			
Nº2			
Nº3			
Nº4			
Nº5			

(*) Estos resultados obtenidos CUMPLEN con las exigencias de la norma FMVSS 302 "COMBUSTIBILIDAD DE MATERIALES DE INTERIOR", apartado S.4.3 (No debe transmitir la llama con una velocidad superior a 100 mm / min).

Responsable Técnico:

6.6.8 EJECUCIÓN DE ENSAYOS

6.6.8.1 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA POLYLITE 32800-80

De acuerdo a la norma ISO 3795 se establecen los parámetros de las muestras y las condiciones del ensayo.



Figura 45. Banco de Pruebas para Ensayo De Inflamabilidad de Materiales

(Fuente: Realizada por el autor)

Del análisis y toma de datos el índice de Inflamabilidad para este material es de 29,85 mm /min.

6.6.8.2 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836

De acuerdo a la norma ISO 3795 se establecen los parámetros de las muestras y las condiciones del ensayo.

Del análisis y toma de datos el índice de Inflamabilidad para este material es de 28,93 mm /min.

6.6.8.3 PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE

De acuerdo a la norma ISO 3795 se establecen los parámetros de las muestras y las condiciones del ensayo.

Del análisis y toma de datos el índice de Inflamabilidad para este material es de 00 mm /min. Por lo que este material es auto extinguido.

Del análisis de la norma se determina que si el material no alcanza el primer punto de medición que es de 38 mm, si es posible se debe realizar mediciones antes de este punto. Por lo que el índice de Inflamabilidad medido es de 121,08 mm/min.



Figura 46. Ensayo de Inflamabilidad para Pranna Poliéster Flexible
(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.8.4 TEXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO

De acuerdo a la norma ISO 3795 se establecen los parámetros de las muestras y las condiciones del ensayo.

Del análisis y toma de datos el índice de Inflamabilidad para este material es de 00 mm /min en la primera muestra analizada. Por lo que este material es auto extinguido.

Del análisis de la norma se determina que si el material no alcanza el primer punto de medición que es de 38 mm, si es posible se debe realizar mediciones antes de este punto. Por lo que el índice de Inflamabilidad medido es de 108,52 mm/min.



Figura 47. Ensayo de Inflamabilidad para Textil a Base de Vinilo para Piso
(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.6.9.1 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA POLYLITE 32800-80

Tabla 20. Obtención de Resultados de la PROBETA A MASTER

PROBETA A			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	19	31,5789474
2	20	38	31,5789474
3	30	65	27,6923077
4	38	78	29,2307692
5	50	109	27,5229358
6	100	211	28,436019
7	127	261	29,1954023
8	200	397	30,2267003
9	254	503	30,2982107
10	300	612	29,4117647
11	330	667	29,6851574

ÍNDICE

324,857162

29,5324693

(Fuente: Realizada por el autor)

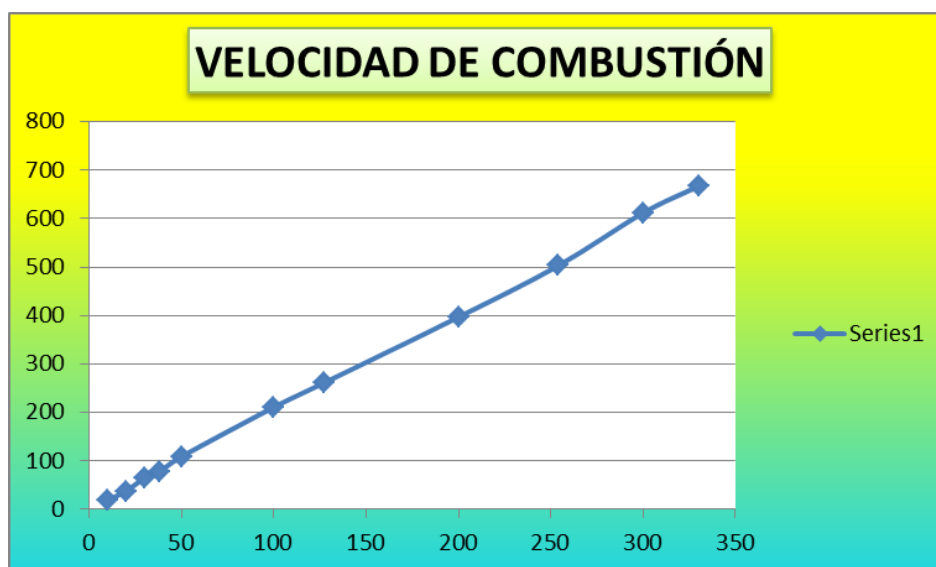


Gráfico 4. Velocidad de Combustión PROBETA A MASTER

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 21. Obtención de Resultados de la PROBETA B MASTER

PROBETA B			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	15	40
2	20	23	52,173913
3	30	72	25
4	38	81	28,1481481
5	50	102	29,4117647
6	100	196	30,6122449
7	127	253	30,1185771
8	200	404	29,7029703
9	254	500	30,48
10	300	589	30,5602716
11	330	675	29,3333333

355,541223

32,3219294

(Fuente: Realizada por el autor)

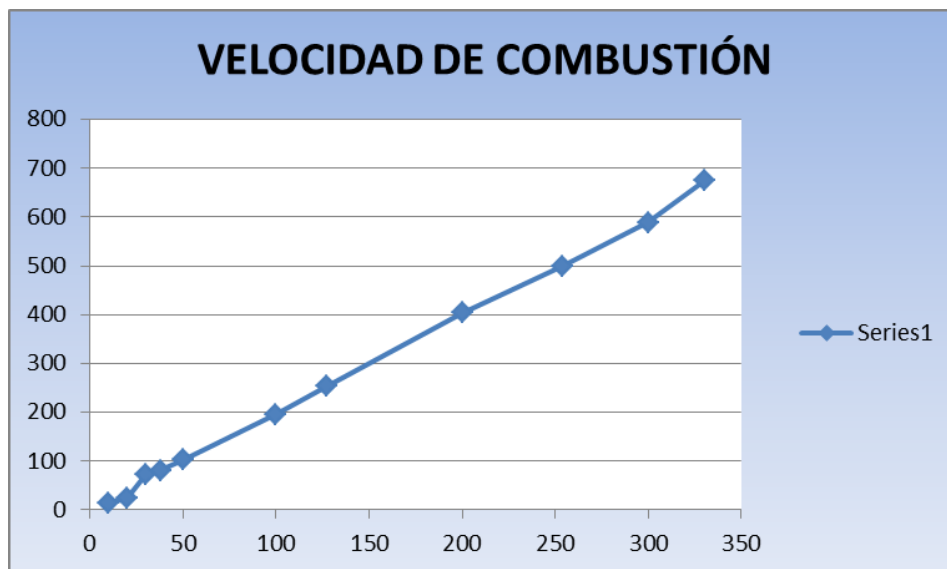


Gráfico 5. Velocidad de Combustión PROBETA B MASTER

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 22. Obtención de Resultados de la PROBETA C MASTER

PROBETA C			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	29	20,6896552
2	20	45	26,6666667
3	30	64	28,125
4	38	71	32,1126761
5	50	96	31,25
6	100	189	31,7460317
7	127	262	29,0839695
8	200	295	40,6779661
9	254	528	28,8636364
10	300	615	29,2682927
11	330	648	30,5555556

329,03945

29,9126773

(Fuente: Realizada por el autor)

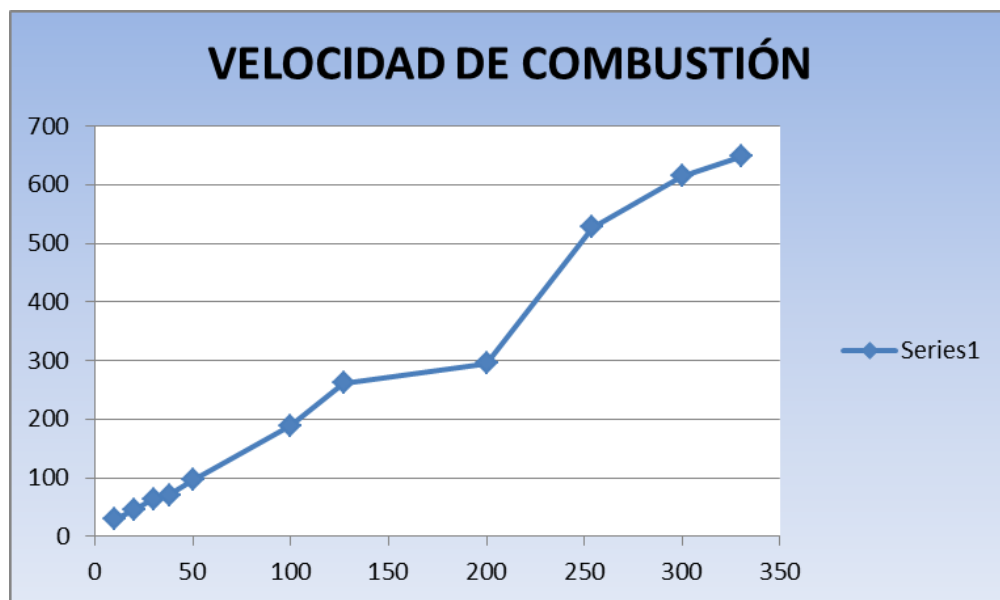


Gráfico 6. Velocidad de Combustión PROBETA C MASTER

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 23. Obtención de Resultados de la PROBETA D MASTER

PROBETA D			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	33	18,1818182
2	20	37	32,4324324
3	30	56	32,1428571
4	38	82	27,804878
5	50	111	27,027027
6	100	205	29,2682927
7	127	269	28,3271375
8	200	394	30,4568528
9	254	468	32,5641026
10	300	624	28,8461538
11	330	675	29,3333333

316,384886

28,7622623

(Fuente: Realizada por el autor)

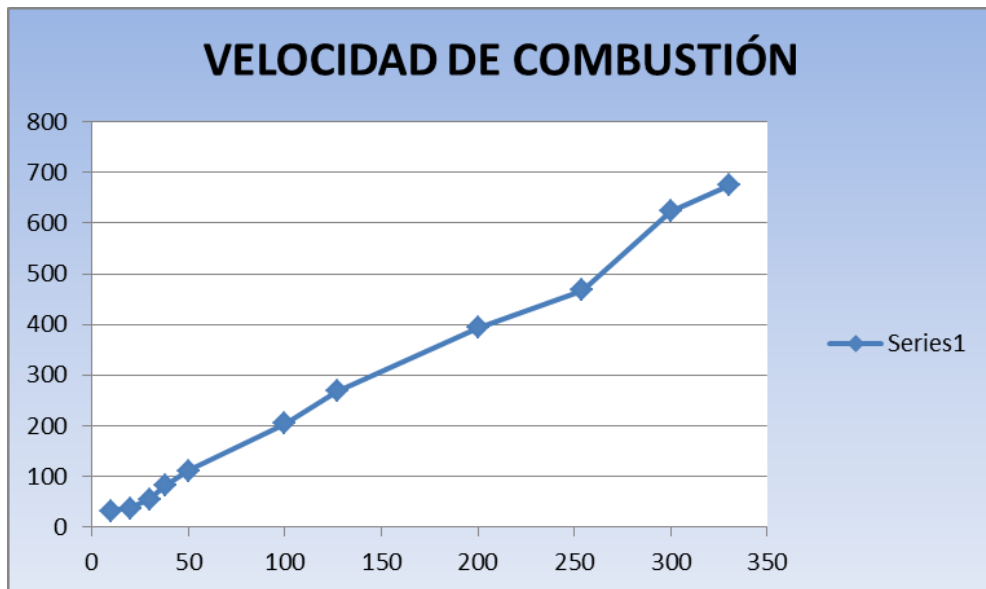


Gráfico 7. Velocidad de Combustión PROBETA D MASTER

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 24. Obtención de Resultados de la PROBETA E MASTER

PROBETA E			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	17	35,2941176
2	20	37	32,4324324
3	30	59	30,5084746
4	38	76	30
5	50	103	29,1262136
6	100	207	28,9855072
7	127	262	29,0839695
8	200	412	29,1262136
9	254	509	29,9410609
10	300	616	29,2207792
11	330	673	29,4205052

333,139274

30,2853885

(Fuente: Realizada por el autor)

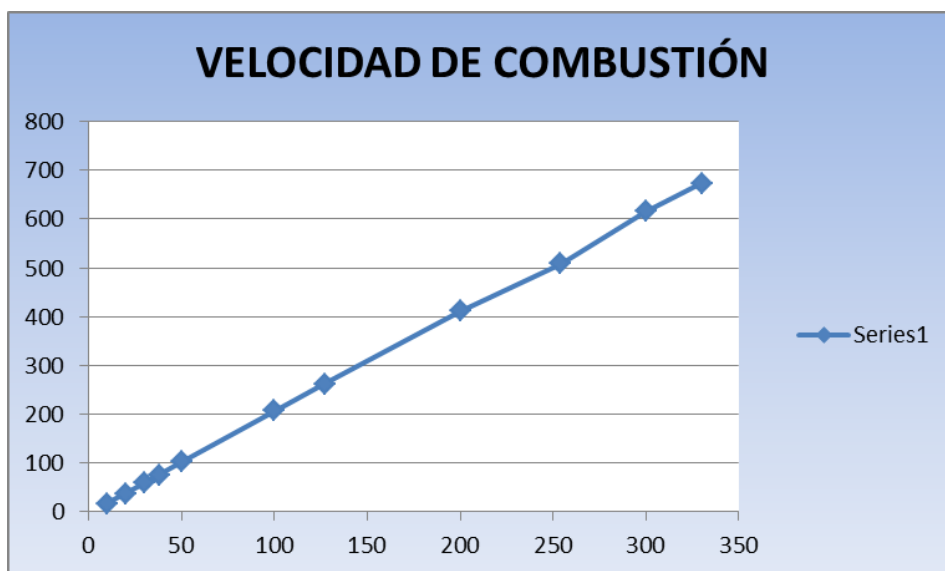


Gráfico 8. Velocidad de Combustión PROBETA E MASTER

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 25. Obtención de Resultados de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina PolyLite 32800-80

ANÁLISIS PROBETAS	
PROBETA A MASTER FIBRA	29,25
PROBETA B MASTER FIBRA	29,79
PROBETA C MASTER FIBRA	31,69
PROBETA D MASTER FIBRA	29,2
PROBETA E MASTER FIBRA	29,36

149,29 29,858

(Fuente: Realizada por el autor)

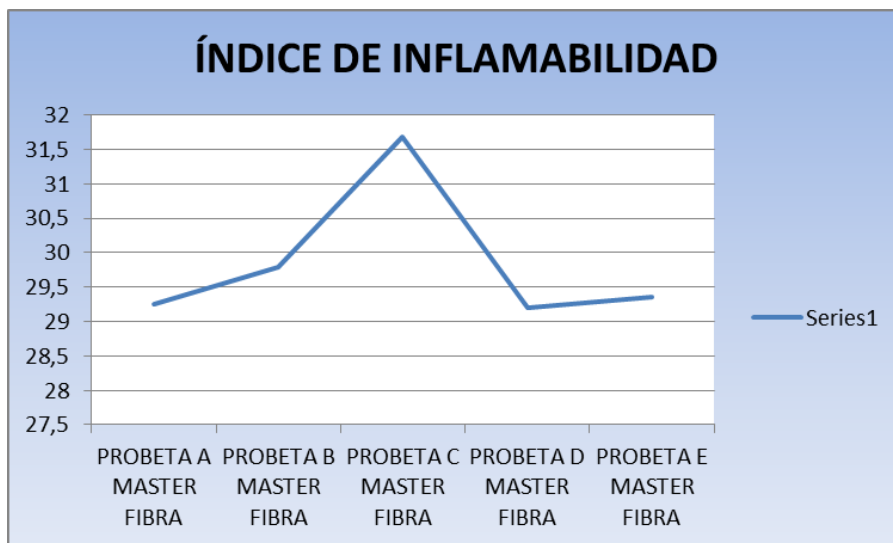


Gráfico 9. Dispersión del Índice de Inflamabilidad de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina PolyLite 32800-80

(Fuente: Realizada por el autor)

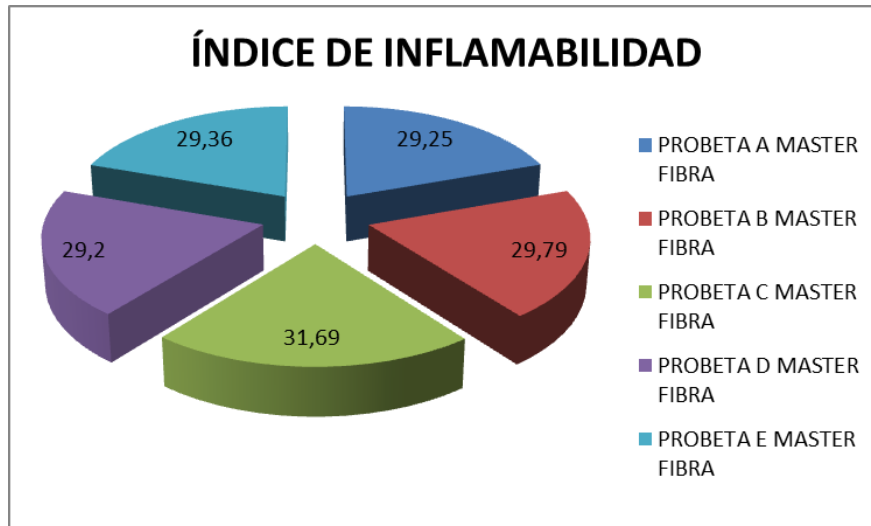


Gráfico 10. Índice de Inflamabilidad de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Polylyte 32800-80
(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.9.2 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836

Tabla 26. Obtención de Resultados de la PROBETA A CEPOLFI

PROBETA A			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	28	21,4285714
2	20	46	26,0869565
3	30	65	27,6923077
4	38	78	29,2307692
5	50	113	26,5486726
6	100	207	28,9855072
7	127	259	29,4208494
8	200	408	29,4117647
9	254	516	29,5348837
10	300	606	29,7029703
11	330	679	29,1605302

307,203783

27,9276166

(Fuente: Realizada por el autor)

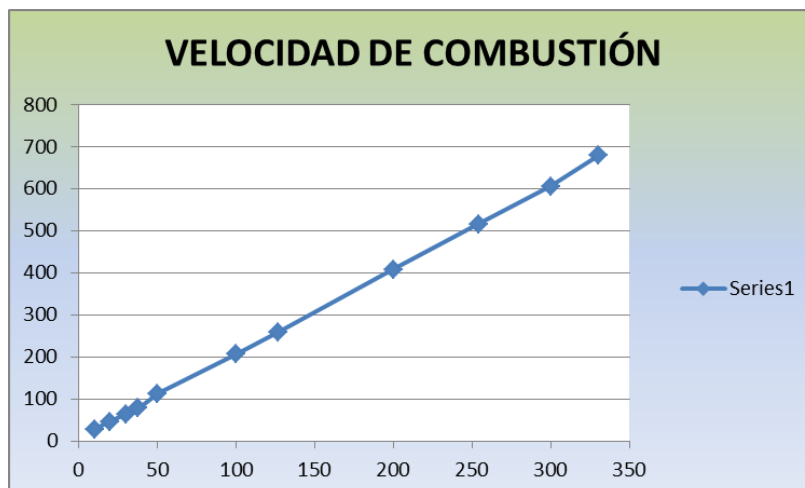


Gráfico 11. Velocidad de Combustión PROBETA A CEPOLFI
(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 27. Obtención de Resultados de la PROBETA B CEPOLFI

PROBETA B			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	25	24
2	20	44	27,2727273
3	30	64	28,125
4	38	77	29,6103896
5	50	112	26,7857143
6	100	201	29,8507463
7	127	238	32,0168067
8	200	403	29,7766749
9	254	516	29,5348837
10	300	598	30,1003344
11	330	694	28,5302594

315,603537 28,6912306

(Fuente: Realizada por el autor)

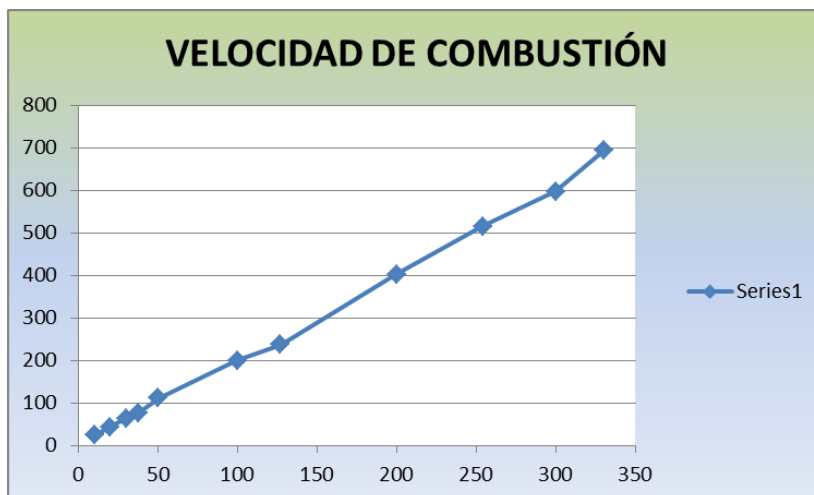


Gráfico 12. Velocidad de Combustión PROBETA B CEPOLFI

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 28. Obtención de Resultados de la PROBETA C CEPOLFI

(Fuente: Realizada por el autor)

ROBETA C			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	39	15,3846154
2	20	49	24,4897959
3	30	66	27,2727273
4	38	81	28,1481481
5	50	103	29,1262136
6	100	207	28,9855072
7	127	272	28,0147059
8	200	413	29,0556901
9	254	509	29,9410609
10	300	614	29,3159609
11	330	666	29,7297297

299,464155

27,2240141

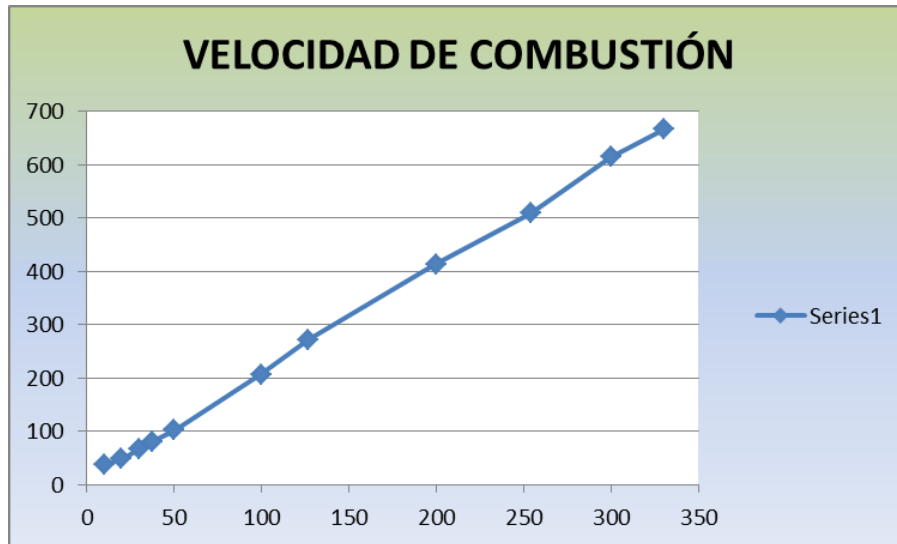


Gráfico 13. Velocidad de Combustión PROBETA C CEPOLFI
(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 29. Obtención de Resultados de la PROBETA D CEPOLFI

PROBETA D			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	19	31,5789474
2	20	37	32,4324324
3	30	64	28,125
4	38	76	30
5	50	115	26,0869565
6	100	206	29,1262136
7	127	259	29,4208494
8	200	421	28,5035629
9	254	522	29,1954023
10	300	592	30,4054054
11	330	674	29,3768546

324,251625

29,4774204

(Fuente: Realizada por el autor)

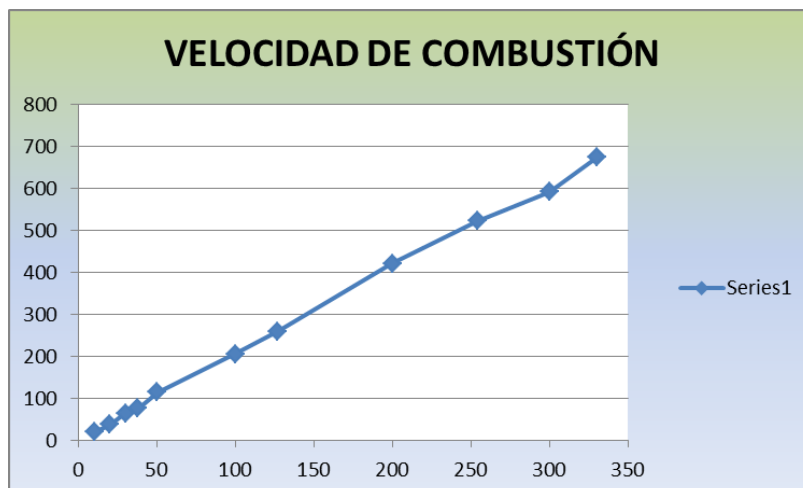


Gráfico 14. Velocidad de Combustión PROBETA D CEPOLFI

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 30. Obtención de Resultados de la PROBETA E CEPOLFI

PROBETA E			
No	Distancia	Tiempo	B
1	10	35	17,1428571
2	20	44	27,2727273
3	30	66	27,2727273
4	38	79	28,8607595
5	50	114	26,3157895
6	100	215	27,9069767
7	127	258	29,5348837
8	200	412	29,1262136
9	254	523	29,1395793
10	300	586	30,7167235
11	330	663	29,8642534

303,153491

27,5594083

(Fuente: Realizada por el autor)

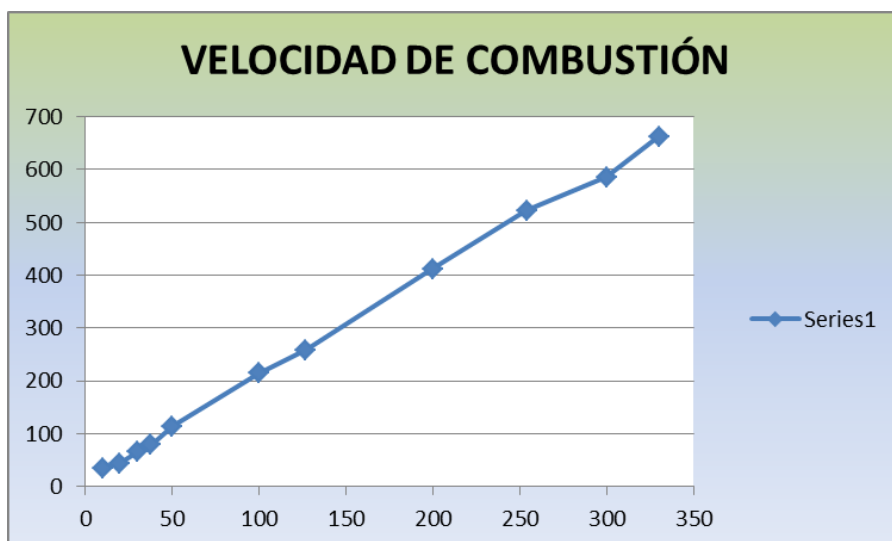


Gráfico 15. Velocidad de Combustión PROBETA E CEPOLFI

(Fuente: Realizada por el autor)

RESULTADOS

Tabla 31. Obtención de Resultados de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836

ANÁLISIS PROBETAS	
PROBETA A CEPOLFI	28,29
PROBETA B CEPOLFI	29,52
PROBETA C CEPOLFI	29,03
PROBETA D CEPOLFI	29,01
PROBETA E CEPOLFI	28,93

144,78

28,956

(Fuente: Realizada por el autor)

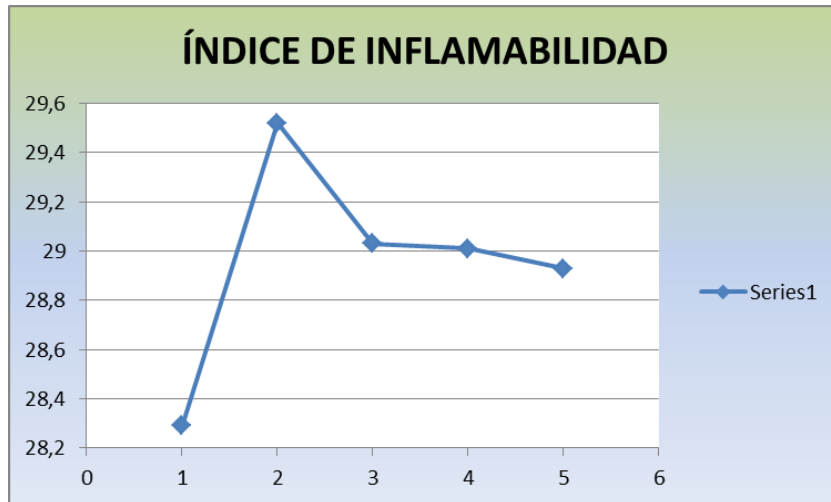


Gráfico 16. Dispersión del Índice de Inflamabilidad de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836

(Fuente: Realizada por el autor)

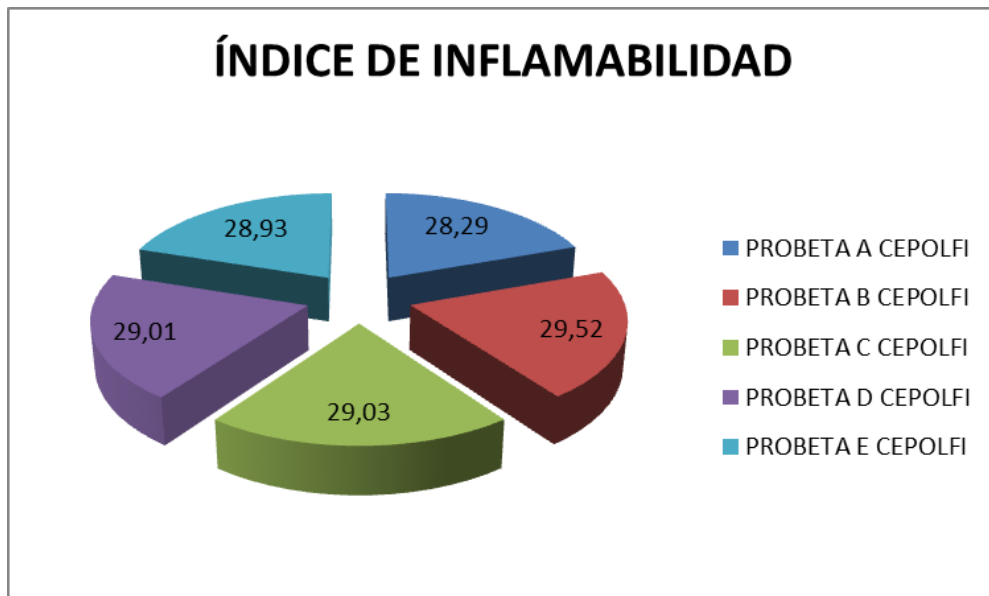


Gráfico 17. Índice de Inflamabilidad de Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836

(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.9.3 PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE

Tabla 32. Obtención de Resultados de la PROBETA A PRANNA

PROBETA A			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	6	100
2	20	9	133,333333
3	30	15	120
4	38	0	0
5	50	0	0
6	100	0	0
7	127	0	0
8	200	0	0
9	254	0	0
10	300	0	0
11	330	0	0

353,333333

117,777778

(Fuente: Realizada por el autor)

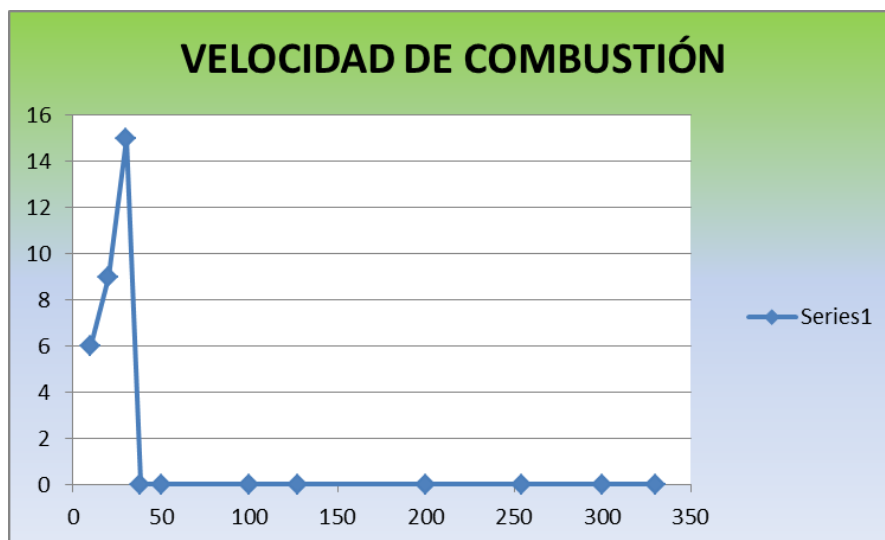


Gráfico 18. Velocidad de Combustión PROBETA A PRANNA

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 33. Obtención de Resultados de la PROBETA B PRANNA

PROBETA B			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	8	75
2	20	15	80
3	30	19	94,7368421
4	38	0	0
5	50	0	0
6	100	0	0
7	127	0	0
8	200	0	0
9	254	0	0
10	300	0	0
11	330	0	0

249,736842

83,245614

(Fuente: Realizada por el autor)

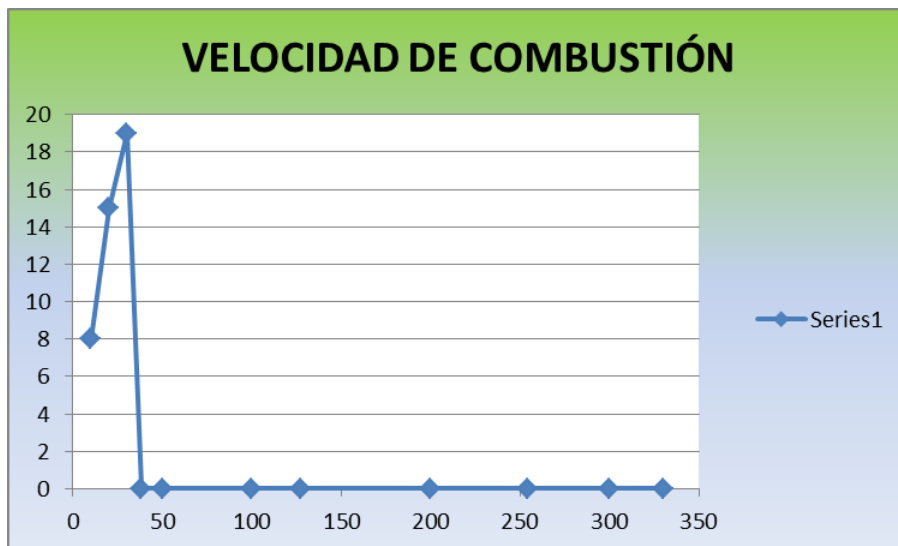


Gráfico 19. Velocidad de Combustión PROBETA B PRANNA

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 34. Obtención de Resultados de la PROBETA C PRANNA

PROBETA C			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	10	60
2	20	22	54,5454545
3	30	24	75
4	38	0	0
5	50	0	0
6	100	0	0
7	127	0	0
8	200	0	0
9	254	0	0
10	300	0	0
11	330	0	0

189,545455

63,1818182

(Fuente: Realizada por el autor)

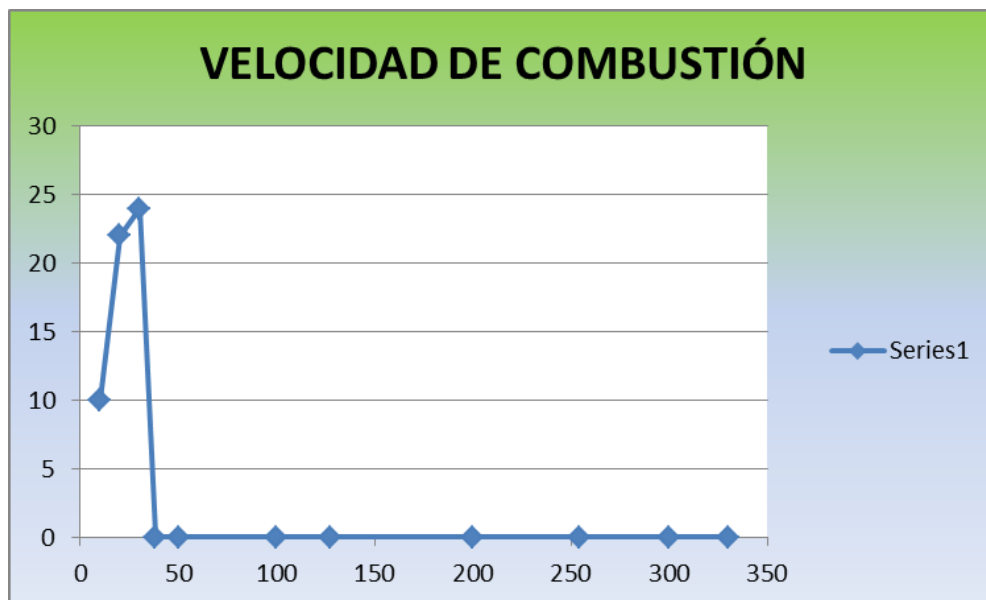


Gráfico 20. Velocidad de Combustión PROBETA C PRANNA

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 35. Obtención de Resultados de la PROBETA D PRANNA

PROBETA D			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	3	200
2	20	8	150
3	30	12	150
4	38	0	0
5	50	0	0
6	100	0	0
7	127	0	0
8	200	0	0
9	254	0	0
10	300	0	0
11	330	0	0

500 166,66667

(Fuente: Realizada por el autor)

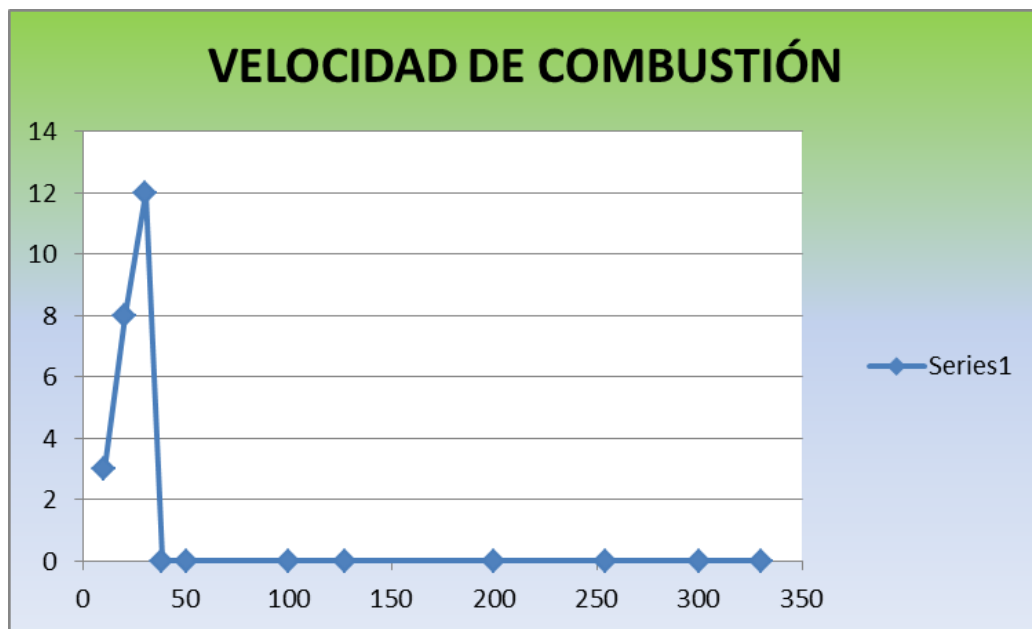


Gráfico 21. Velocidad de Combustión PROBETA D PRANNA

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 36. Obtención de Resultados de la PROBETA E PRANNA

PROBETA E			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	5	120
2	20	11	109,090909
3	30	0	0
4	38	0	0
5	50	0	0
6	100	0	0
7	127	0	0
8	200	0	0
9	254	0	0
10	300	0	0
11	330	0	0

229,090909

114,545455

(Fuente: Realizada por el autor)

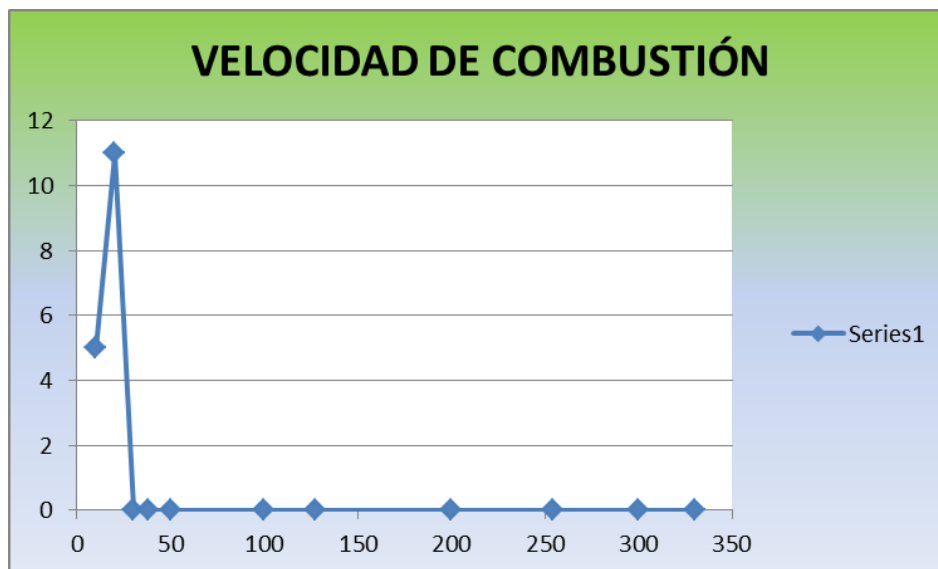


Gráfico 22. Velocidad de Combustión PROBETA E PRANNA

(Fuente: Realizada por el autor)

RESULTADOS

Tabla 37. Obtención de Resultados de Pranna Poliéster Flexible

ANÁLISIS PROBETAS	
PROBETA A PRANNA POLIESTER FLEXIBLE	177,78
PROBETA B PRANNA POLIESTER FLEXIBLE	83,24
PROBETA C PRANNA POLIESTER FLEXIBLE	63,18
PROBETA D PRANNA POLIESTER FLEXIBLE	166,67
PROBETA E PRANNA POLIESTER FLEXIBLE	114,54

605,41 121,082

(Fuente: Realizada por el autor)

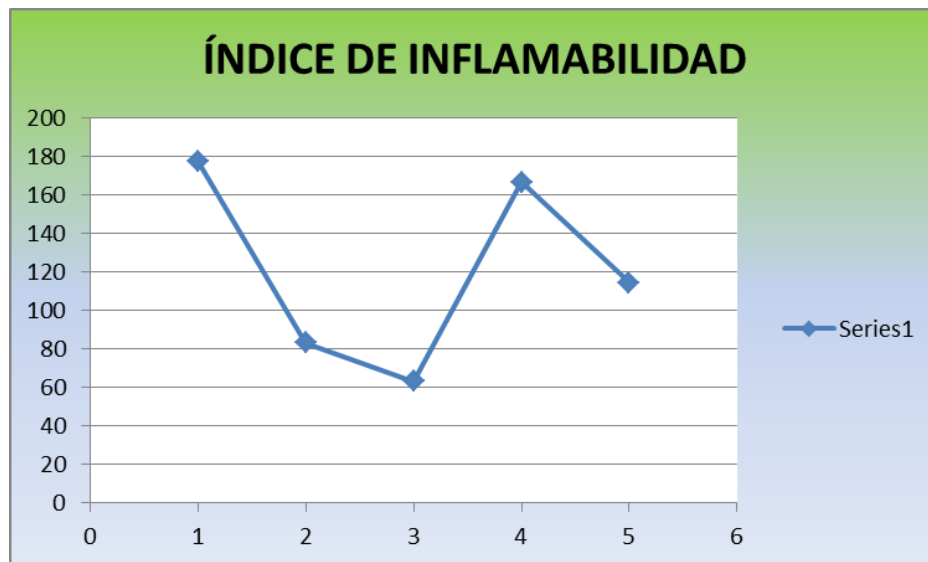


Gráfico 23. Dispersión del Índice de Inflamabilidad de Pranna Poliéster Flexible

(Fuente: Realizada por el autor)

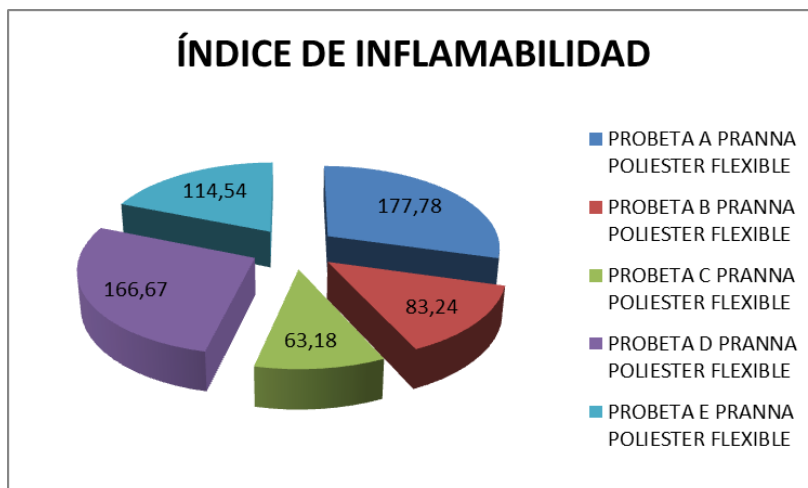


Gráfico 24. Índice de Inflamabilidad de Pranna Poliéster Flexible
(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.9.4 TEXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO

Tabla 38. Obtención de Resultados de la PROBETA A VINILO

PROBETA A			
No	Distancia	Tiempo	B
1	10	7	85,7142857
2	20	12	100
3	30	14	128,571429
4	38	17	134,117647
5	50	31	96,7741935
6	100	65	92,3076923
7	127	74	102,972973
8	200	99	121,212121
9	254	133	114,586466
10	300	169	106,508876
11	330	171	115,789474

1198,55516

108,95956

(Fuente: Realizada por el autor)

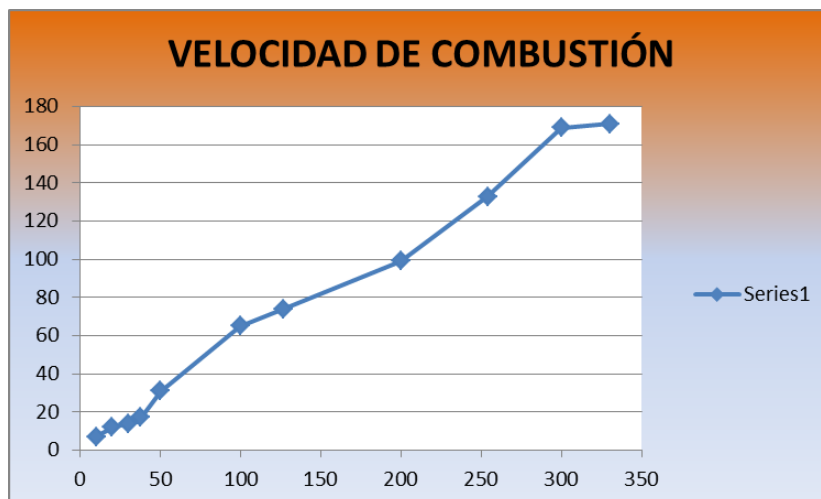


Gráfico 25. Velocidad de Combustión PROBETA A VINILO
(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 39. Obtención de Resultados de la PROBETA B VINILO
(Fuente: Realizada por el autor)

PROBETA B			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	9	66,6666667
2	20	13	92,3076923
3	30	15	120
4	38	23	99,1304348
5	50	31	96,7741935
6	100	53	113,207547
7	127	64	119,0625
8	200	121	99,1735537
9	254	135	112,888889
10	300	168	107,142857
11	330	177	111,864407

1138,21874

103,474431

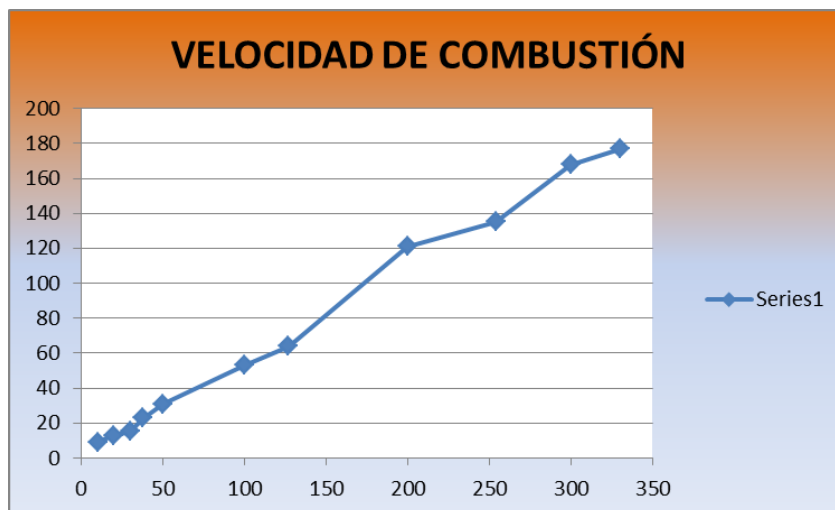


Gráfico 26. Velocidad de Combustión PROBETA B VINILO

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 40. Obtención de Resultados de la PROBETA C VINILO

(Fuente: Realizada por el autor)

PROBETA C			
No	Distancia	Tiempo	B
1	10	6	100
2	20	18	66,6666667
3	30	18	100
4	38	22	103,636364
5	50	31	96,7741935
6	100	53	113,207547
7	127	100	76,2
8	200	108	111,111111
9	254	122	124,918033
10	300	154	116,883117
11	330	178	111,235955

1120,63299

101,875726

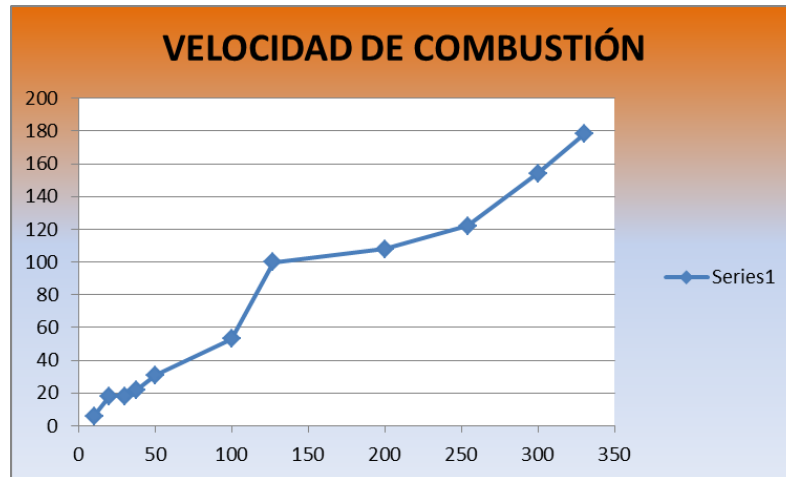


Gráfico 27. Velocidad de Combustión PROBETA C VINILO
(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 41. Obtención de Resultados de la PROBETA D VINILO
(Fuente: Realizada por el autor)

PROBETA D			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	5	120
2	20	15	80
3	30	24	75
4	38	29	78,6206897
5	50	35	85,7142857
6	100	48	125
7	127	61	124,918033
8	200	98	122,44898
9	254	130	117,230769
10	300	156	115,384615
11	330	166	119,277108

1163,59448

105,781316

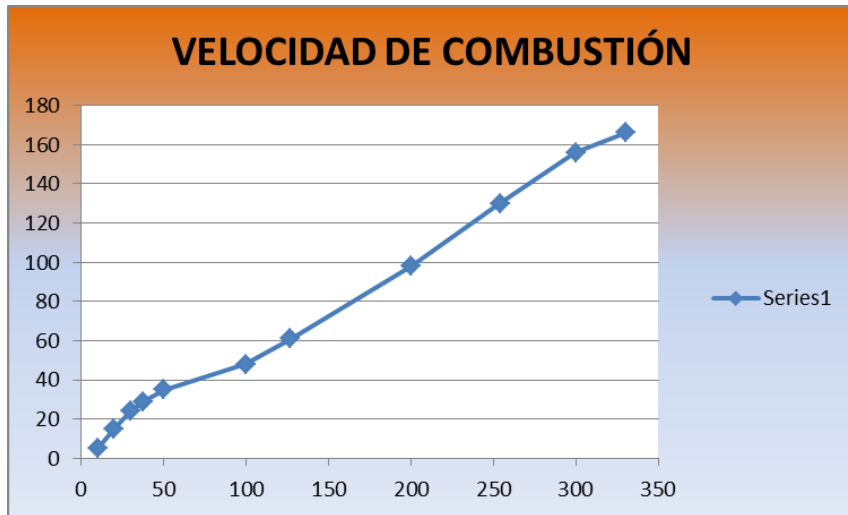


Gráfico 28. Velocidad de Combustión PROBETA D VINILO

(Fuente: Realizada por el autor)

Tabla 42. Obtención de Resultados de la PROBETA E VINILO

(Fuente: Realizada por el autor)

PROBETA E			
Nº	Distancia	Tiempo	B
1	10	4	150
2	20	11	109,090909
3	30	14	128,571429
4	38	19	120
5	50	30	100
6	100	68	88,2352941
7	127	71	107,323944
8	200	112	107,142857
9	254	140	108,857143
10	300	166	108,433735
11	330	172	115,116279

1242,77159

112,979235

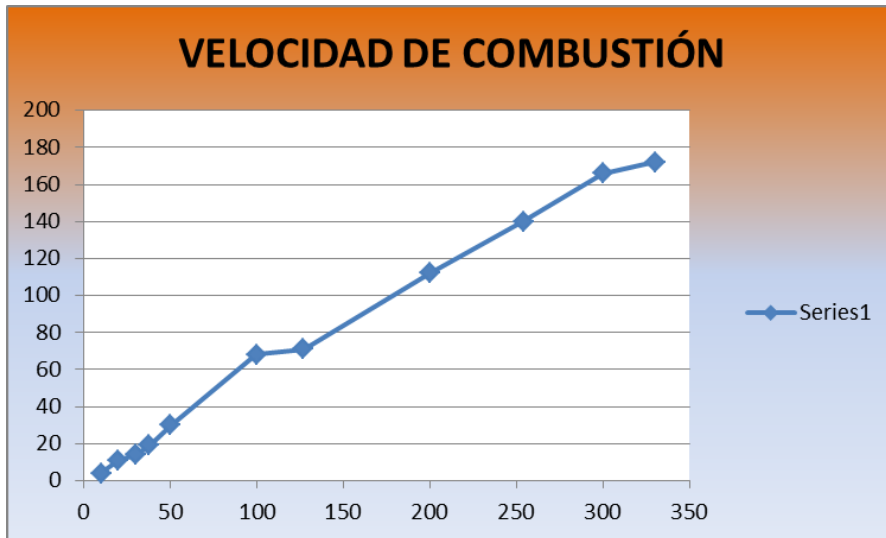


Gráfico 29. Velocidad de Combustión PROBETA E VINOLO

(Fuente: Realizada por el autor)

RESULTADOS

Tabla 43. Obtención de Resultados de Textil A Base De Vinilo Para Piso

(Fuente: Realizada por el autor)

ANÁLISIS PROBETAS	
PROBETA A TEXTIL A BASE DE VINOLO	110,53
PROBETA B TEXTIL A BASE DE VINOLO	107,4
PROBETA C TEXTIL A BASE DE VINOLO	106,74
PROBETA D TEXTIL A BASE DE VINOLO	111,07
PROBETA E TEXTIL A BASE DE VINOLO	106,89

542,63

108,526

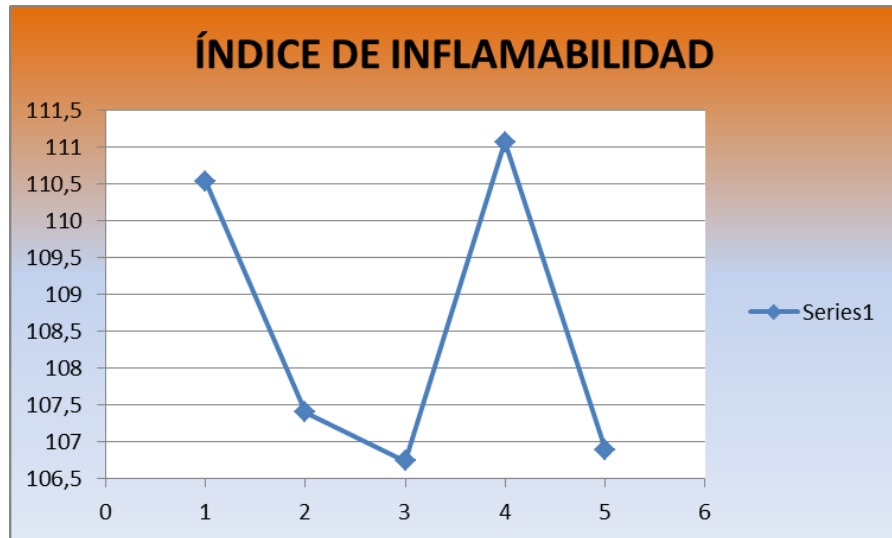


Gráfico 30. Dispersión del Índice de Inflamabilidad de Textil A Base De Vinilo Para Piso
(Fuente: Realizada por el autor)

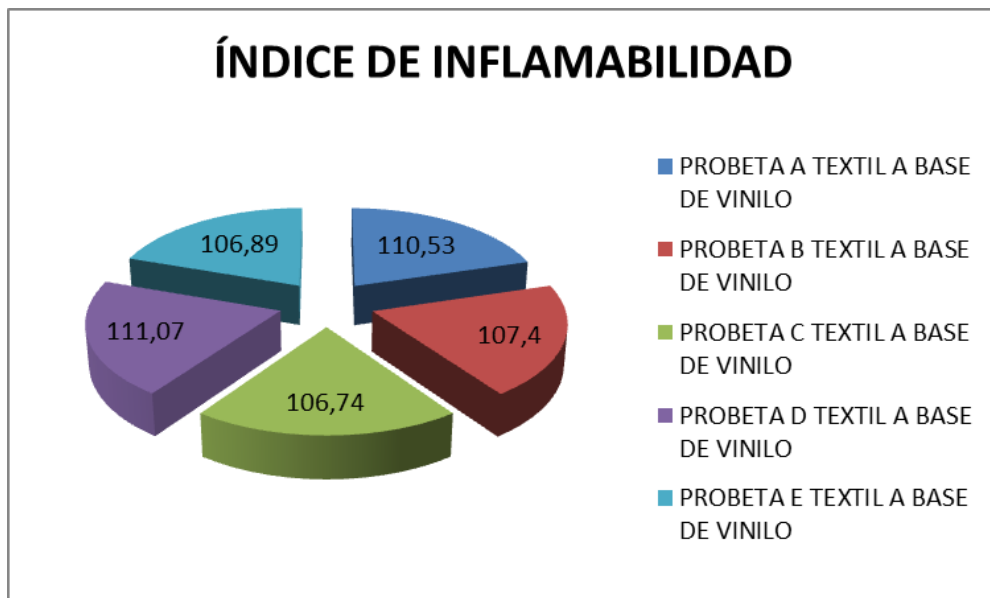
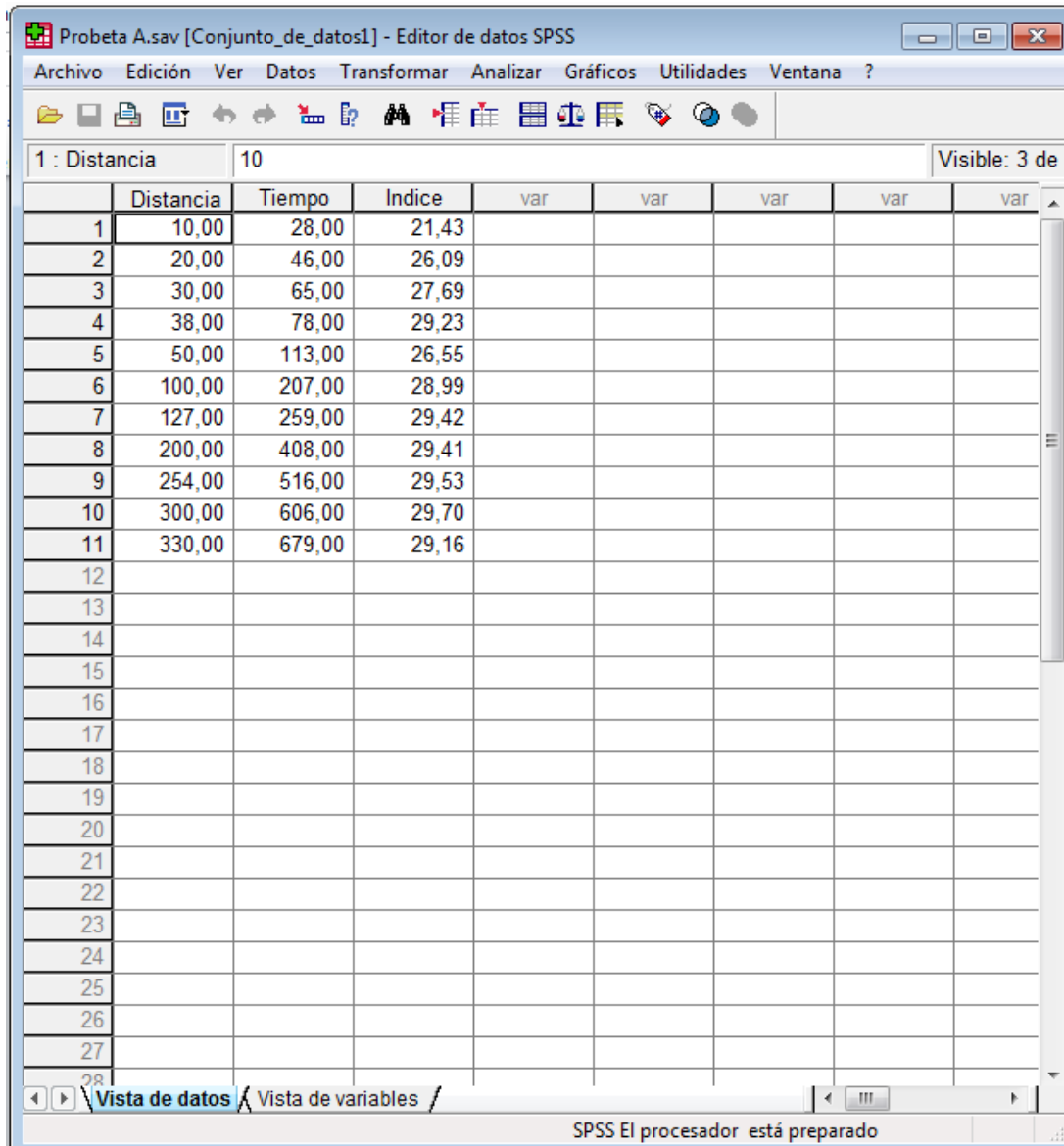


Gráfico 31. Índice de Inflamabilidad de Textil A Base De Vinilo Para Piso
(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.10 ANÁLISIS DE DATOS

Se realiza un análisis de datos mediante el Software SPSS 15, para determinar valores estadísticos descriptivos.



The screenshot shows the SPSS 15 data editor window for a file named 'Probeta A.sav'. The window title is 'Probeta A.sav [Conjunto_de_datos1] - Editor de datos SPSS'. The menu bar includes 'Archivo', 'Edición', 'Ver', 'Datos', 'Transformar', 'Analizar', 'Gráficos', 'Utilidades', and 'Ventana'. The toolbar contains various icons for file operations and data manipulation. The data grid shows 11 rows of data with columns for 'Distancia', 'Tiempo', and 'Indice'. The status bar at the bottom indicates 'SPSS El procesador está preparado'.

	Distancia	Tiempo	Indice	var	var	var	var	var
1	10,00	28,00	21,43					
2	20,00	46,00	26,09					
3	30,00	65,00	27,69					
4	38,00	78,00	29,23					
5	50,00	113,00	26,55					
6	100,00	207,00	28,99					
7	127,00	259,00	29,42					
8	200,00	408,00	29,41					
9	254,00	516,00	29,53					
10	300,00	606,00	29,70					
11	330,00	679,00	29,16					
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								

Gráfico 32. Análisis de datos en SPSS 15

(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.10.1 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA POLYLITE 32800-80

Tabla 44. Análisis estadísticos de los datos PROBETA A MASTER

Estadísticos

		Distancia	Inflamabilidad	Tiempo
N	Válidos	11	11	11
	Perdidos	0	0	0
Media		132,6364	27,9276	273,1818
Mediana		100,0000	29,1605	207,0000
Moda		10,00(a)	21,43(a)	28,00(a)
Desv. típ.		118,90019	2,49174	239,99867
Varianza		14137,255	6,209	57599,364
Asimetría		,630	-2,068	,647
Error típ. de asimetría		,661	,661	,661
Curtosis		-1,263	4,546	-1,211
Error típ. de curtosis		1,279	1,279	1,279
Rango		320,00	8,27	651,00
Mínimo		10,00	21,43	28,00
Máximo		330,00	29,70	679,00

a Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Inflamabilidad

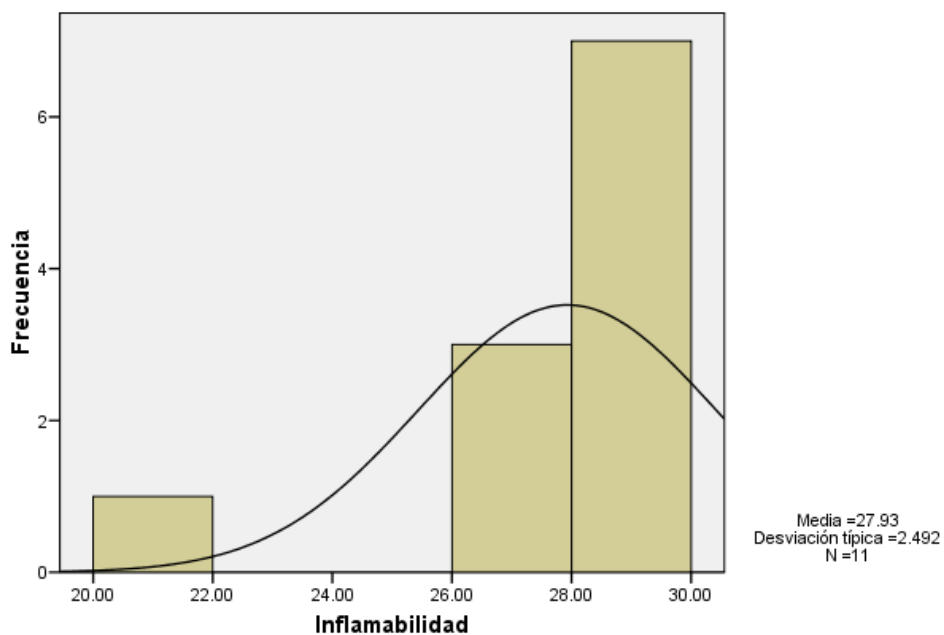


Gráfico 33. Histograma Inflamabilidad Probeta A MASTER

(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.10.2 MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836

Tabla 45. Análisis estadísticos de los datos PROBETA A CEPOLFI

Estadísticos

		Distancia	Inflamabilidad	Tiempo
N	Válidos	11	11	11
	Perdidos	0	0	0
Media		132,6364	29,5325	269,0909
Mediana		100,0000	29,4118	211,0000
Moda		10,00(a)	31,58	19,00(a)
Desv. típ.		118,90019	1,35328	238,78419
Varianza		14137,255	1,831	57017,891
Asimetría		,630	,108	,632
Error típ. de asimetría		,661	,661	,661
Curtosis		-1,263	-,619	-1,197
Error típ. de curtosis		1,279	1,279	1,279
Rango		320,00	4,06	648,00
Mínimo		10,00	27,52	19,00
Máximo		330,00	31,58	667,00
Suma		1459,00	324,86	2960,00

a Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

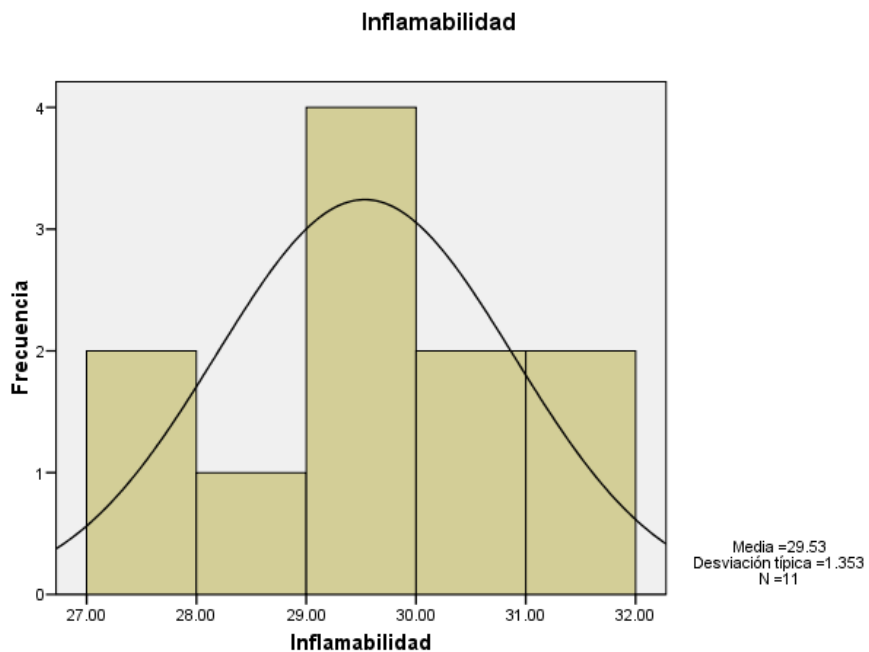


Gráfico 34. Histograma Inflamabilidad Probeta A CEPOLFI

(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.10.3 PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE

Tabla 46. Análisis estadísticos de los datos PROBETA A PRANNA

Estadísticos

		Distancia	Inflamabilidad	Tiempo
N	Válidos	11	11	11
	Perdidos	0	0	0
Media		132,6364	32,1212	2,7273
Mediana		100,0000	,0000	,0000
Moda		10,00(a)	,00	,00
Desv. típ.		118,90019	55,52322	5,10080
Varianza		14137,255	3082,828	26,018
Asimetría		,630	1,259	1,813
Error típ. de asimetría		,661	,661	,661
Curtosis		-1,263	-,418	2,548
Error típ. de curtosis		1,279	1,279	1,279
Rango		320,00	133,33	15,00
Mínimo		10,00	,00	,00
Máximo		330,00	133,33	15,00
Suma		1459,00	353,33	30,00

a Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Inflamabilidad

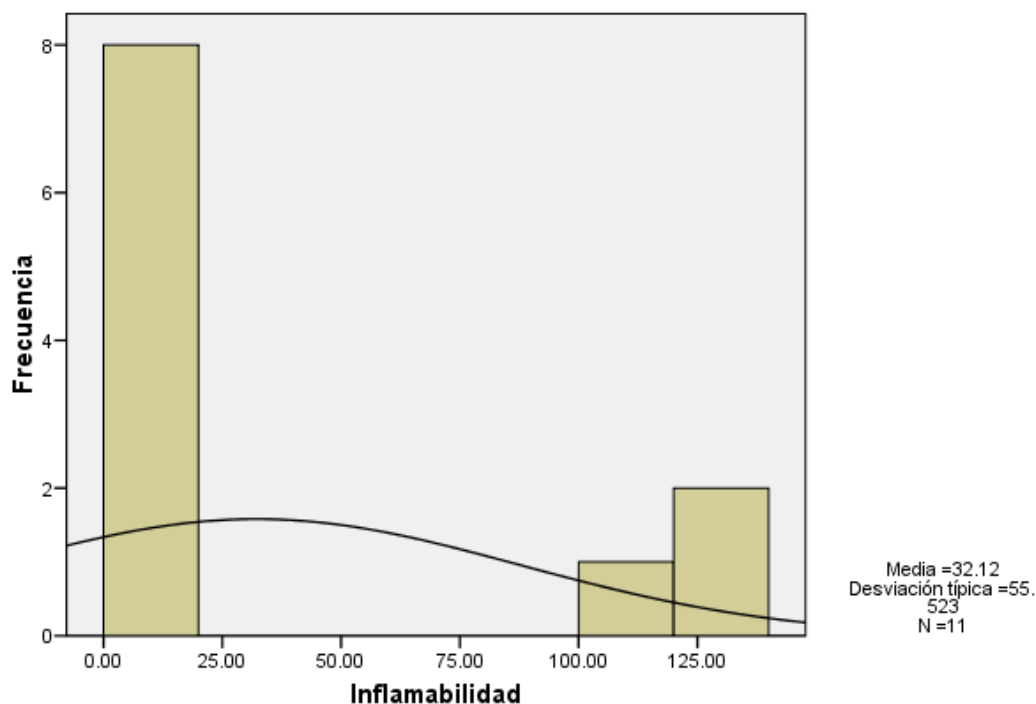


Gráfico 35. Histograma Inflamabilidad Probeta A PRANNA

(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.10.4 TEXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO

Tabla 47. Análisis estadísticos de los datos PROBETA A VINILO

Estadísticos

		Distancia	Inflamabilidad	Tiempo
N	Válidos	11	11	11
	Perdidos	0	0	0
Media		132,6364	108,9596	72,0000
Mediana		100,0000	106,5089	65,0000
Moda		10,00(a)	85,71(a)	7,00(a)
Desv. típ.		118,90019	15,27815	62,93489
Varianza		14137,255	233,422	3960,800
Asimetría		,630	,201	,592
Error típ. de asimetría		,661	,661	,661
Curtosis		-1,263	-,893	-1,209
Error típ. de curtosis		1,279	1,279	1,279
Rango		320,00	48,40	164,00
Mínimo		10,00	85,71	7,00
Máximo		330,00	134,12	171,00
Suma		1459,00	1198,56	792,00

a Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Inflamabilidad

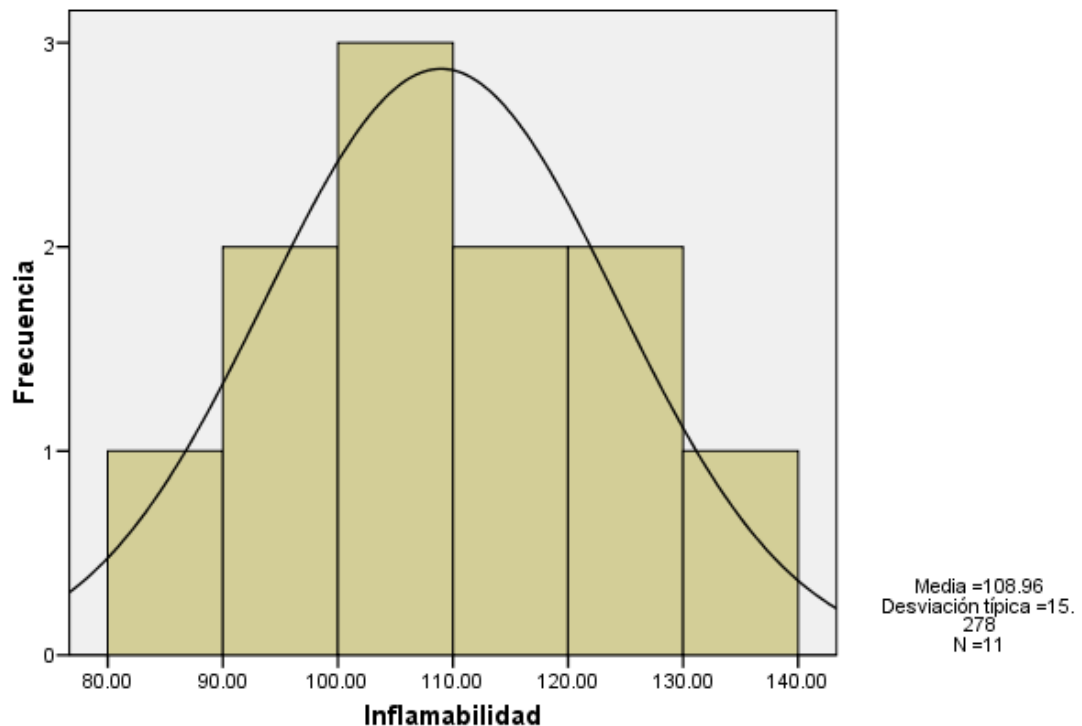


Gráfico 36. Histograma Inflamabilidad Probeta A VINILO

(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.11 ANÁLISIS DE ERROR DEL BANCO CONSTRUÍDO

Se analiza el valor proporcionado por el Laboratorios de Servicios del Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales-DCQA de la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL de **MATERIAL COMPUESTO FIBRA DE VIDRIO CON MATRIZ RESINA ANDERPOOL 836** que es de 28 mm/min con el valor determinado en el banco de pruebas para determinar inflamabilidad de materiales que es de 29,53 mm/min.

Del análisis se determina que existe un error de 5,46 %, lo que determina que el equipo es apto para realizar y determinar ensayos de inflamabilidad para materiales utilizados en la construcción del interior de carrocerías.

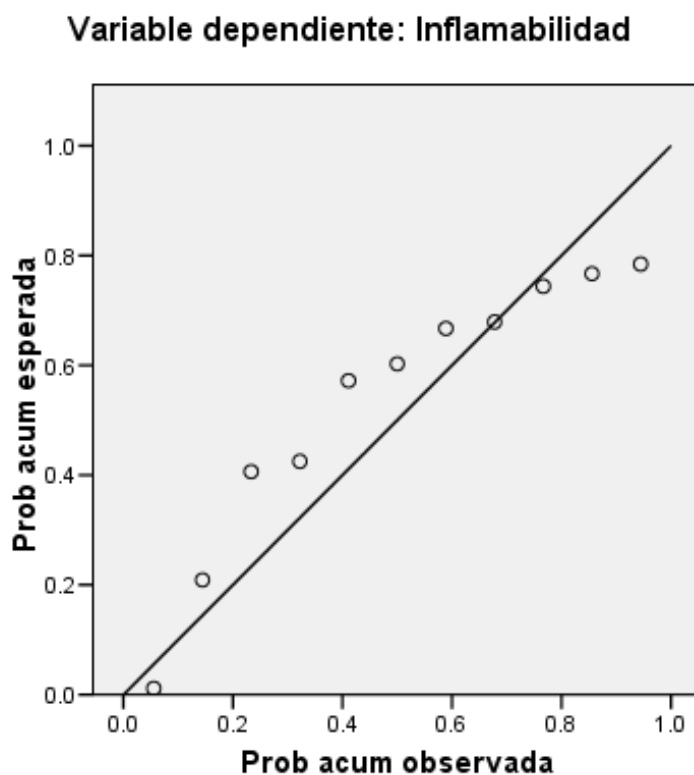


Gráfico 37. Regresión Lineal Inflamabilidad Probeta A Material Compuesto Fibra De Vidrio Con Matriz Resina Anderpool 836

(Fuente: Realizada por el autor)

6.6.12 ANÁLISIS DE COMPETITIBILIDAD Y PRODUCCION IMCE 2013

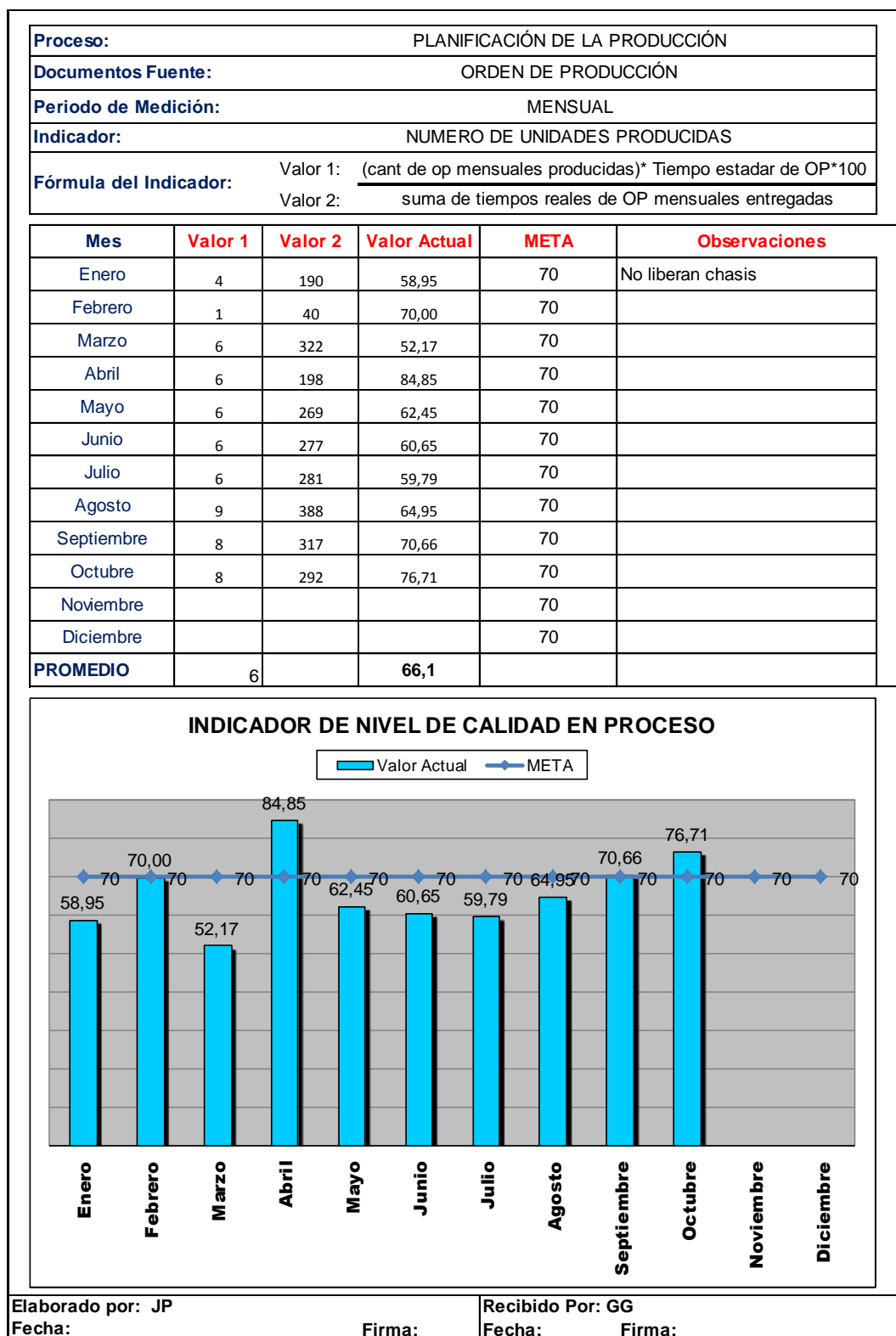


Gráfico 38. Indicador de producción

(Fuente: Carrocerías IMCE)

6.7 ADMINISTRACIÓN

En esta sección se redacta en una tabla los valores económicos, los cuales se presentaron durante el desarrollo de ésta investigación:

Tabla 48. Análisis Económico

(Fuente: Realizada por el autor)

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Personal	4	150	600
Materiales de construcción	3	60	180
Mechero Bunsen	1	25	25
Cronómetro	1	40	40
Banco de ensayo	1	200	200
Probetas de materiales	20	30	600
Material de Escritorio	1	30	30
Bibliografía	4	50	200
Transporte	1	60	60
Transcripción	1	80	80
Sub total	x	x	2015
Imprevistos (10 %)	x	x	201,5
Total			2216,5

6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Una vez culminado el trabajo de investigación, el mismo que fue realizado en la Empresa Industria Metálica Cepeda “IMCE” se sugiere tomar en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones presentes en éste trabajo, a fin de prevenir inconvenientes al momento de realizar los ensayos de Inflamabilidad en el Banco de Pruebas Construido.

Adicionalmente se sugiere una investigación posterior a este trabajo, en la cual se investigue la aplicabilidad del banco de Pruebas para ensayos de Inflamabilidad para otro tipo de materiales compuestos.

BIBLIOGRAFÍA

[1].- CAMINO, Jaqueline. (2005). Manual de Elaboración del Perfil del Proyecto y Estructura del Informe Final de Investigación. Biblioteca FICM. Aprobado por HCU.

[2]. CALLISTER, William, (2007). Materials Science and Engineering, Séptima Edición, Department of Metallurgical Engineering The University of Utah.

[3]. MERCADO, Adolfo, (2005), Resinas Epoxi Sililadas Retardantes a la Llama. Síntesis, Caracterización y Propiedades, Universidad Rovira, Tarragona.

[4]. SHIGLEY, Joseph & Mischke, Charles R. (2006). Mechanical Engineering Design. Eighth Edition. Budynas – Nisbett. Mc. Graw- Hill.

[5] GUERRA GOMEZ, Paula, (2011), Tesis Doctoral Análisis De Retardantes De Llama Halogenados Emergentes Y Su Impacto En El Medio Ambiente, Universidad de Barcelona, España

[6] AVALLONE, Eugene, (1995), “Manual del Ingeniero Mecánico”, Mc Graw Hill, novena edición, México.

[7] HIDALGO, Carlos, (1998), Inflammability Handbook for Plastics, Quinta Edición, CRC Press INC, 326 páginas, Barcelona España.

[8] TROITZSCH, Jurgen, (1990), Plastics Flammability Handbook Principles, Regulations, Testing, and Approval, Tercera Edición, Hancer, Canada.

[9] PAREDES, Juan, (2012), Tesis Magister: “Estudio de Polímeros Híbridos Estratificados de Matriz Poliéster Reforzada con Fibra de Vidrio y Cabuya como Material Alternativo y su incidencia en las propiedades mecánicas en Guardachoques para Buses.”, Universidad Técnica De Ambato, Ecuador

- [10] SPONTON, Mariza, (2008), Tesis Doctoral: Resinas Epoxi Y Benzoxazinas Fosforadas Retardantes A La Llama, Tarragona, Universidad Rovira.
- [11] SHAW, James R., (2002), “Fire-Retardant and Flame- Resistant Treatments of Cellulosic Materials”, NFPA Fire Protection Handbook, 18ª Edición, Cap. 4.
- [12] GRANT, Casey C., (2002), “Halon Design Calculations”, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Tercera Edición, Sección 4, Capítulo 6.
- [13] HINO MOTORS (2000), “Manual para Montaje de Carrocerías”, Hino Motors Ltd, Japón.
- [14] Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, (2005), Prescripciones técnicas uniformes relativas al comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de determinadas categorías de vehículos de motor.
- [15] Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor (FMVSS) N.º 302 (1991). ISO 3795, U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION.
- [16] NFPA 101 Código de Seguridad Humana, National Fire Protection Association, Edición 2000, Instituto Argentino de Normalización IRAM.
- [17] NFPA 921 Guía para la Investigación de Incendios y Explosiones, National Fire Protection Association, Edición 2001, Asociación de Investigación para la Seguridad de Vidas y Bienes, Madrid.
- [18] NFPA 260 Standard Methods of Tests and Classification System for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture, National Fire Protection Association, Edición 1998, Massachusetts

[19] MERCADO, Adolfo, (2005), Resinas Epoxi Sililadas Retardantes a la Llama. Síntesis, Caracterización y Propiedades, Universidad Rovira, Tarragona.

[20] INCROPERA, Frank P. (1999). “Fundamentos de Transferencia de Calor”. Editorial Continental. México.

Páginas Web:

- <http://es.scribd.com/doc/59788296/NORMA-FMVSS-302-2008>
- <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/08121037131692233724fuego1.pdf>
- <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=2132>
- <http://www.fire-testing.com/main/spanish/fmvss-302>
- <http://www.fire-testing.com/Main/spanish/select-testparameter>
- <http://www.fire-testing.com/Main/spanish/select-standard>
- <http://www.fire-testing.com/Main/spanish/select-product>
- <http://www.inti.gob.ar/quimica/trabajos.htm>

ANEXOS

ANEXO 1: NORMA ISO 3795

**INTERNATIONAL
ISO
STANDARD
3795**

Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry - Determination of burning behaviour of interior materials

Whicules routiers et tracteurs et ma t&iels agricoles et forestiers -
des caract&is tiques de combustion des ma tkiaux in tkrieurs
Reference number
ISO 3795 : 1989 (EI Licensed to University / Mr. Castro
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

Second edition
1989-10-15

D6 termination

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees.

Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for approval before their acceptance as International Standards by the ISO Council. They are approved in accordance with ISO procedures requiring at least 75 % approval by the member bodies voting.

International Standard ISO 3795 was prepared jointly by Technical Committees ISO/TC22, Road vehicles, and ISO/TC 23, Tractors and machinery for agriculture and forestry.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 3795 : 19761, the scope of which has been extended to include tractors and machinery for agriculture and forestry.

Introduction

Evaluation of burning behaviour of interior materials is based on the assumption that a fire in the passenger compartment is unlikely to occur when the burning rate of the interior material under the action of a small flame is zero or very small.

In the framework of international regulations for motor vehicle safety prepared by the competent groups of the Economic Commission for Europe (ECE/JNO), ISO had been requested to develop a method for the determination of the burning behaviour of interior materials in motor vehicles. Extensive information on existing test methods was collected and evaluated. In view of safety standards which are already mandatory, considerations were based primarily on the test procedure defined in US-FMVSS 302.

Considerable attention was devoted to the problem of ventilation of the combustion chamber. Two series of comparative tests were conducted to investigate different design variations.

After extended discussions, it was decided described in this International Standard. To incorporate the combustion chamber

Furthermore, it was decided to require the presence of supporting wires as part of the standard equipment in order to avoid subjective interpretations of sample behaviour by the test personnel.

Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry - Determination of burning behaviour of interior materials

1 Scope

This International Standard specifies a method for determining the horizontal burning rate of materials used in the occupant compartment of road vehicles (for example, passenger cars, lorries/trucks, estate cars, coaches), and of tractors and machinery for agriculture and forestry, after exposure to a small flame.

This method permits testing of materials and parts of the vehicle interior equipment individually or in combination up to a thickness of 13 mm. It is used to judge the uniformity of production lots of such materials with respect to their burning behaviour.

Because of the many differences between the real world situation (application and orientation within vehicle interior, conditions of use, ignition source, etc.) and the precise test conditions specified in this International Standard, this method cannot be considered as suitable for evaluation of all true in-vehicle burning characteristics.

2 Normative reference

The following standard contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the edition indicated was valid.

All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the standard indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 2763-1 : 1989, General tolerances - Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications.

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

3.1 burning rate : Quotient of the burnt distance measured according to this International Standard and the time taken to burn this distance.

It is expressed in millimetres per minute.

3.2 composite material: Material composed of several layers of similar or different materials intimately held together at their surfaces by cementing, bonding, cladding, welding, etc.

When different materials are connected together intermittently (for example, by sewing, high-frequency welding, riveting), then in order to permit the preparation of individual samples in accordance with clause 6, such materials will not be considered as composite materials.

3.3 exposed side: Side which faces towards the occupant compartment when the material is mounted in the vehicle.

4 Principle

A sample is held horizontally in a U-shaped holder and is exposed to the action of a defined low-energy flame for 15 s in a combustion chamber, the flame acting on the free end of the sample.

The test determines if and when the flame extinguishes or the time in which the flame passes a measured distance.

5 Apparatus

5.1 Combustion chamber (see figure 11, preferably of stainless steel and having the dimensions given in figure 2.

The front of the chamber contains a flame-resistant observation window, which may cover the front and which can be constructed as an access panel.

The bottom of the chamber has vent holes, and the top has a vent slot all around. The combustion chamber is placed on four feet, 10 mm high.

The chamber may have a hole at one end for the introduction of the sample holder containing the sample; in the opposite end, a hole is provided for the gas line.

Melted material is caught in a pan (see figure 3) which is placed on the bottom of the chamber between vent holes without covering any vent

hole.

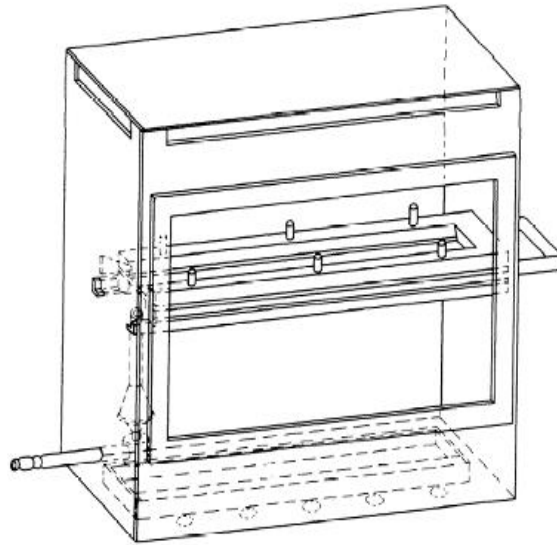


Figure 1 – Example of combustion chamber with sample holder and drip pan

Dimensions in millimetres
Tolerances according to ISO 2768-1

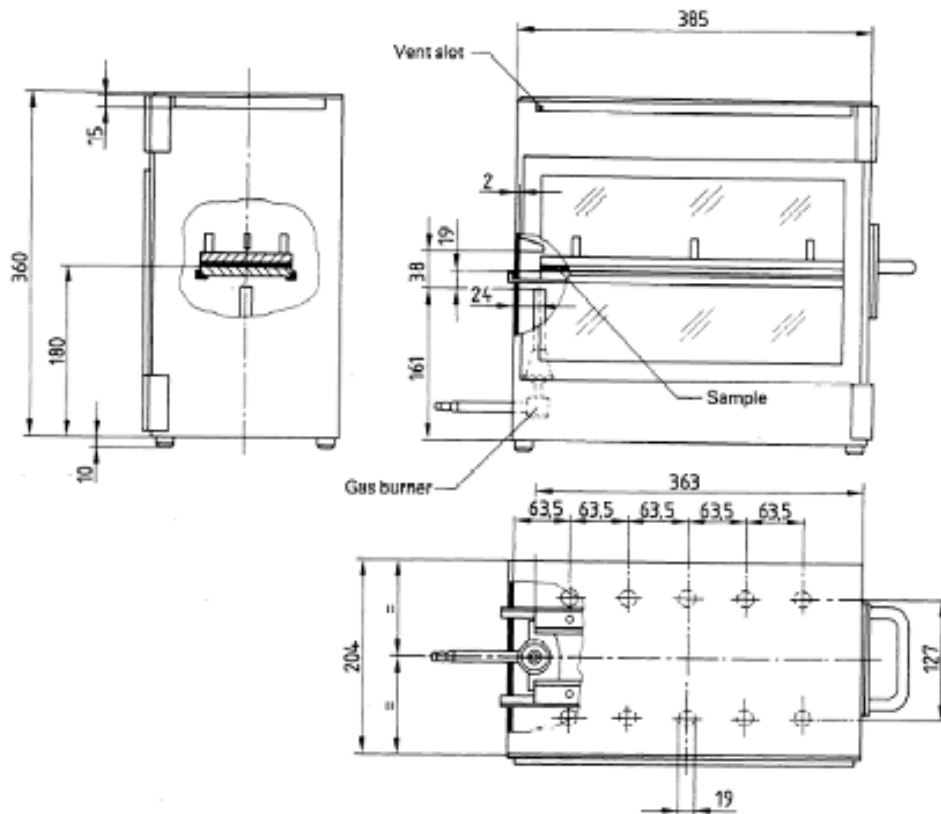


Figure 2 – Example of combustion chamber

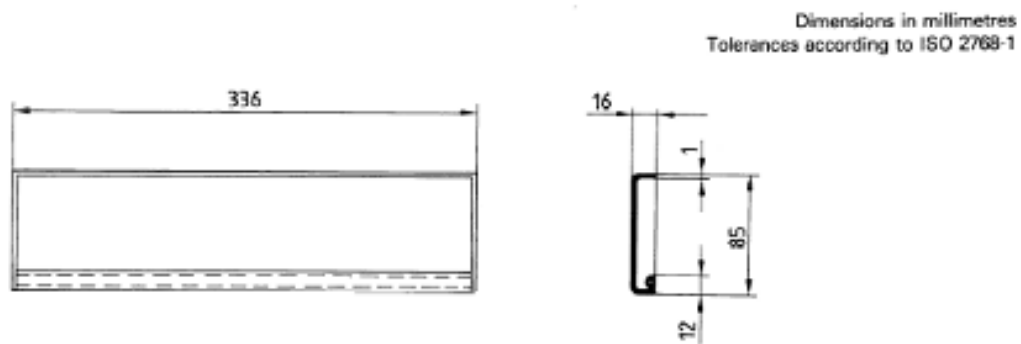


Figure 3 – Typical drip pan

5.2 Sample holder, consisting of two U-shaped metal plates or frames of corrosion-proof material. Dimensions are given in figure 4.

The lower plate is equipped with pins, the upper one with corresponding holes in order to ensure consistent holding of the sample. The pins also serve as the measuring points at the beginning and end of the burning distance.

A support shall be provided in the form of 0,25 mm diameter heat-resistant wires spanning the frame at 25 mm intervals over the bottom U-shaped frame (see figure 5).

The plane of the lower side of samples shall be 178 mm above the floor plate. The distance of the front edge of the sample ISO 3795 : 1989 (EI Dimensions in millimetres

Tolerances according to ISO 2768-1 holder from the end of the chamber shall be 22 mm; the distance of the longitudinal sides of the sample holder from the sides of the chamber shall be 50 mm (all inside dimensions). (See figures 1 and 2.)

5.3 Gas burner. The small ignition source is provided by a Bunsen burner having an inside diameter of 9,5 mm. It is located in the test cabinet so that the center of its nozzle is 19 mm below the center of the bottom edge of the open end of the sample (see figure 2).

5.4 Test gas. The gas supplied to the burner shall have a calorific value of approximately 38 MJ/m³ (for example natural gas).

Dimensions in millimetres
Tolerances according to ISO 2768-1 if not otherwise indicated

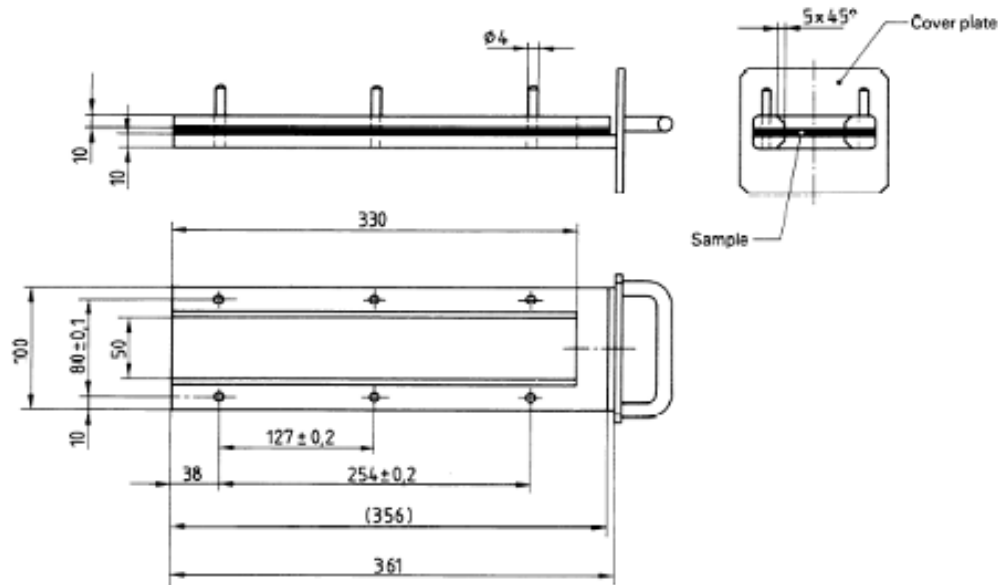


Figure 4 – Example of sample holder

Dimensions in millimetres
Tolerances according to ISO 2768-1

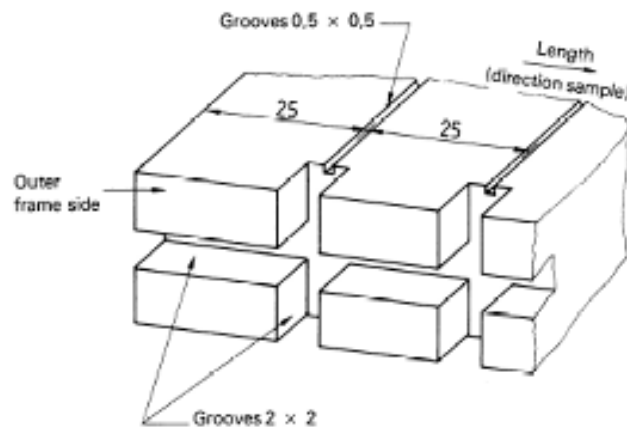


Figure 5 – Example of section of lower U-frame design for wire support facility

5.5 Metal comb, at least 110 mm in length, with seven to eight smooth rounded teeth per 25 mm.

5.6 Stop-watch, accurate to 0,5 s.

5.7 Fume cupboard. The combustion chamber may be placed in a fume cupboard assembly provided that the internal volume is at least 20 times, but not more than 110 times, greater than the volume of the combustion

chamber and provided that no single height, width, or length dimension of the fume cupboard is greater than 2,5 times either of the other two dimensions.

Before the test, the vertical velocity of the air through the fume cupboard shall be measured 100 mm in front of and behind the 356
Dimensions in millimetres

Tolerances according to ISO 2768-I final position where the combustion chamber will be located. It shall be between 0,1 m/s and 0,3 m/s in order to avoid possible discomfort, by combustion products, to the operator. It is possible to use a fume cupboard with natural ventilation and an appropriate air velocity.

6 Samples

6.1 Shape and dimensions

The shape and dimensions of samples are given in figure 6. The thickness of the sample corresponds to the thickness of the product to be tested. It shall not be more than 13 mm. When taking the sample permits, the sample shall have a constant section over its entire length.

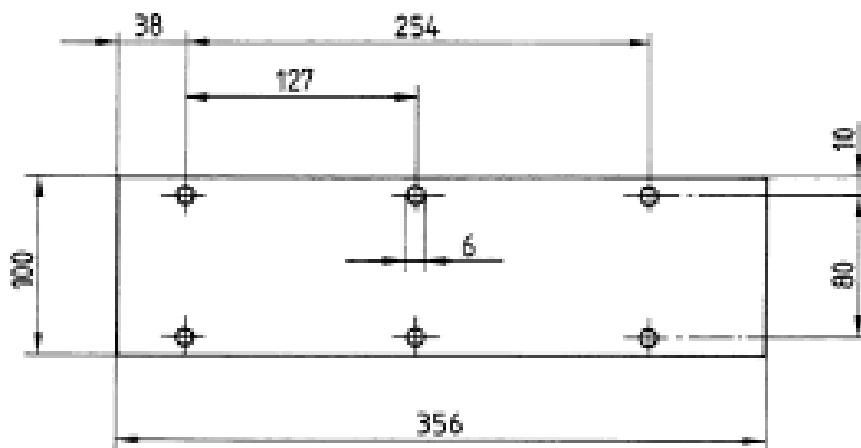


Figure 6 — Sample

When the shape and dimensions of a product do not permit taking a sample of the given size, the following minimum dimensions shall be maintained :

- For samples having a width of 3 mm to 60 mm, the length shall be 356 mm. In this case, the material is tested in the product width.
- For samples having a width of 60 mm to 100 mm, the length shall be at least 138 mm. In this case the potential burning distance corresponds to

the length of the sample, the measurement starting at the first measuring point.

c) Samples having a width of less than 60 mm and shorter than 356 mm, and samples having a width of 60 mm to 100 mm and shorter than 138 mm, cannot be tested according to this method; neither can samples having a width less than 3 mm.

6.2 Sampling

At least five samples shall be taken from the material under test. In materials having different burning rates in different material directions (preliminary tests will show this), the five (or more) samples are to be taken and placed in the test apparatus so that the highest burning rate will be measured.

When the material is supplied in widths, a length of at least 500 mm shall be cut covering the entire width. From this, the samples shall be taken so as to be at least 100 mm from the material edge and equidistant from each other.

Samples shall be taken in the same way from finished products, when the shape of the product permits. When the thickness of the product is 13 mm or more, it shall be reduced to 13 mm by a mechanical process applied to the side which does not face the occupant compartment.

Composite materials (see uniform construction 3.2) shall be tested as if they were of In the case of materials made of superimposed layers of different composition which are not composite materials, all the layers of material included within a depth of 13 mm from the surface facing towards the occupant compartment shall be tested individually.

6.3 Conditioning

The samples shall be conditioned for at least 24 h but not more than 7 days at a temperature of $23 \text{ OC} \pm 2 \text{ OC}$ and a relative humidity of $50 \% \pm 5 \%$ and shall be maintained under these conditions until immediately prior to testing.

7 Procedure

7.1 Place samples with napped or tufted surfaces on a flat surface and comb twice against the nap using the comb (5.5). ISO 3795 : 1989

7.2 Place the sample in the sample holder (5.2) so that the exposed side will be downwards to the flame.

7.3 Adjust the gas flame to a height of 38 mm using the mark in the chamber, the air intake of the burner (5.3) being closed.

Before starting the first test, the flame shall burn at least for 1 min for stabilization.

7.4 Push the sample holder (5.2) into the combustion chamber (5.1) so that the end of the sample is exposed to the flame, and after 15 s cut off the gas flow.

7.5 The measurement of the burning time starts at the moment when the foot of the flame passes the first measuring point. Observe the flame propagation on the side burning faster than the other (upper or lower side).

7.6 Measurement of burning time is completed when the flame has come to the last measuring point or when the flame extinguishes before coming to the last measuring point. If the flame does not reach the last measuring point, measure the burnt distance up to the point where the flame extinguished.

Burnt distance is the decomposed part of the sample, which is destroyed on its surface or in the interior by burning.

7.7 Insofar as the sample does not ignite or does not continue burning after the burner has been extinguished, or when the flame extinguishes before reaching the first measuring point, so that no burning time is measured, note in the test report that the burning rate is 0 mm/min.

7.8 When running a series of tests or repeat tests, ensure that the combustion chamber and sample holder have a maximum temperature of 30 °C before starting the next test.

8 Calculation

The burning rate, B , in millimetres per minute, is given by the formula

$$B = \frac{s}{t} \times 60$$

where

s is the burnt distance, in millimetres;

t is the time, in seconds, to burn distance s .

9 Test report

The test report shall include the following particulars:

- a) type, marking and colour of the test sample;
- b) whether the sample was a composite or a single material;
- c) dimensions of the sample, including maximum and minimum values of thickness;
- d) preparation of the sample, including the method of reducing the thickness (if thickness is greater than 13 mm) according to 6.2;
- e) position of sample in the product (lengthwise, transverse);
- f) number of samples tested;
- g) test results:
 - burnt distance, in millimetres, and burning time, in seconds;
 - other observations (self-extinguishing, etc.);
- h) all calculated single values of burning rate, in millimetres per minute;
- i) special test conditions (use of fume cupboard, use of ventilator, etc.);
- j) any conditions different from those specified in this International Standard;
- k) date of test.

ANEXO 2: NORMA FMVSS 302

TP-302-03
Oct 18, 1991

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION

LABORATORY TEST PROCEDURE

FOR

FMVSS 302

Flammability of Interior Materials



SAFETY ASSURANCE
Office of Vehicle Safety Compliance
Mail Code: NSA-32
400 Seventh Street, SW
Washington, DC 20590

QVSC LABORATORY TEST PROCEDURE NO. 302

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
1. PURPOSE AND APPLICATION.....	1
2. GENERAL REQUIREMENTS.....	2
3. SECURITY	3
4. GOOD HOUSEKEEPING.....	3
5. TEST SCHEDULING AND MONITORING	3
6. TEST DATA DISPOSITION.....	3
7. GOVERNMENT FURNISHED PROPERTY (GFP).....	4
8. CALIBRATION OF TEST INSTRUMENTS.....	5
9. PHOTOGRAPHIC DOCUMENTATION.....	6
10. DEFINITIONS.....	7
11. PRETEST REQUIREMENTS	8
12. COMPLIANCE TEST EXECUTION.....	10
13. POST TEST REQUIREMENTS.....	16
14. REPORTS	17
14.1. MONTHLY STATUS REPORTS.....	17
14.2. APPARENT TEST FAILURE	17
14.3. FINAL TEST REPORTS	17
14.3.1. COPIES.....	17
14.3.2. REQUIREMENTS.....	18
14.3.3. FIRST THREE PAGES.....	18
14.3.4. TABLE OF CONTENTS	24
15. DATA SHEETS.....	25
16. FORMS	26

1. PURPOSE AND APPLICATION

The Office of Vehicle Safety Compliance (OVSC) provides contracted laboratories with Laboratory Test Procedures (TPs) which serve as guidelines for obtaining compliance test data. The data are used to determine if a specific vehicle or item of motor vehicle equipment meets certain minimum requirements of the subject Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS). The purpose of the OVSC Laboratory Test Procedures is to present a uniform testing and data recording format, and provide suggestions for the use of specific equipment and procedures. Any contractor interpreting any part of an OVSC Laboratory Test Procedure to be in conflict with a Federal Motor Vehicle Safety Standard or observing any deficiencies in a Laboratory Test Procedure is required to advise the Contracting Officer's Technical Representative (COTR) and resolve the discrepancy prior to the start of compliance testing.

Contractors are required to submit a detailed test procedure to the COTR before initiating the compliance test program. The procedure must include a step-by-step description of the methodology to be used.

The OVSC Laboratory Test Procedures are not intended to limit or restrain a contractor from developing or utilizing any testing techniques or equipment which will assist in procuring the required compliance test data.

NOTE:

The OVSC Laboratory Test Procedures, prepared for use by independent laboratories under contract to conduct compliance tests for the OVSC, are not intended to limit the requirements of the applicable FMVSS(s). In some cases, the OVSC Laboratory Test Procedures do not include all of the various FMVSS minimum requirements. Sometimes, recognizing applicable test tolerances, the Test Procedures specify test conditions which are less severe than the minimum requirements of the standards themselves. Therefore, compliance of a vehicle or item of motor vehicle equipment is not necessarily guaranteed if the manufacturer limits its certification tests to those described in the OVSC Laboratory Test Procedures.

2. GENERAL REQUIREMENTS

Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS) No. 302, "Flammability of Interior Materials," specifies burn resistance requirements for materials used in the occupant compartments of motor vehicles.

The purpose of this standard is to reduce the deaths and injuries to motor vehicle occupants caused by vehicle fires, especially those originating in the interior of the vehicle from sources such as matches or cigarettes. The standard applies to passenger cars, multipurpose passenger vehicles (MPVs), trucks, and buses.

The following components of vehicle occupant compartments shall meet the requirements of the standard. Any portion of a single or composite material which is within 0.5 inches of the occupant compartment air space shall meet the requirements of the standard.

- Seat cushions
- Seat backs
- Seat belts
- Headlining
- Convertible tops
- Arm rests
- Trim panels
- Compartment shelves
- Head restraints
- Floor coverings
- Sun visors
- Curtains
- Shades
- Wheel housing covers
- Engine compartment covers
- Mattress covers
- Instrument panel padding
- Other material designed to absorb crash energy

Material shall not burn, nor transmit a flame front across its surface, at a rate of more than 4 inches per minute. However, the requirement concerning transmission of a flame front shall not apply to a surface created by the cutting of a test specimen for purposes of testing. If a material stops burning before it has burned for 1 minute from the start of timing, and has not burned more than 2 inches from the point where timing was started, it shall be considered to meet the burn-rate requirement of the standard.

3. SECURITY

The contractor shall provide appropriate security measures to protect the OVSC test specimens from unauthorized personnel during the entire compliance testing program. The contractor is financially responsible for any acts of theft which occur during the storage of test specimens. Any security problems which arise shall be reported by telephone to the Industrial Property Manager (IPM), Office of Contracts and Procurement, within two working days after the incident. A letter containing specific details of the security problem will be sent to the IPM (with copy to the COTR) within 48 hours.

The contractor shall protect and segregate the data that evolves from compliance testing before and after each test. No information concerning the safety compliance testing program shall be released to anyone except the COTR, unless specifically authorized by the COTR or the COTR's Branch Chief or Division Chief.

NO INDIVIDUALS, OTHER THAN CONTRACTOR PERSONNEL, SHALL BE ALLOWED TO WITNESS ANY COMPLIANCE TEST UNLESS SPECIFICALLY AUTHORIZED BY THE COTR.

4. GOOD HOUSEKEEPING

Contractors shall maintain the entire compliance testing area, test fixtures and instrumentation in a neat and clean condition with test instruments arranged in an orderly manner consistent with good test laboratory housekeeping practices.

5. TEST SCHEDULING AND MONITORING

The contractor shall submit a test schedule to the COTR prior to conducting the first compliance test. Tests shall be completed as required in the contract. All compliance testing shall be coordinated with the COTR in order to allow monitoring by the COTR or other OVSC personnel.

6. TEST DATA DISPOSITION

The contractor shall make all preliminary compliance test data available to OVSC within four hours after the test, if requested. Final test data, including digital printouts and computer generated plots (if applicable), shall be furnished to the COTR in accordance with the contract schedule.

All backup data sheets, strip charts, recordings, plots, technician's notes etc., shall be retained by the contractor for a minimum of three years after conclusion of each delivery order, purchase order, etc. The COTR shall direct final disposition at that time.

7. GOVERNMENT FURNISHED PROPERTY (GFP)**TEST SAMPLE IDENTIFICATION AND STORAGE**

Upon receipt at the laboratory, the items to be tested shall be assigned laboratory serial numbers and shall also be tagged with the vehicle model year, make and model, location (in vehicle), and sample name and function.

Example:

199X XYZ SafeRider, left rear door panel

An inventory shall be made of the number, name and condition of samples received.

The test samples shall be stored in a dry, clean, dust free area specifically designated by the Laboratory Project Manager.

8. CALIBRATION OF TEST INSTRUMENTS

Before the contractor initiates the safety compliance test program, a test instrumentation calibration system will be implemented and maintained in accordance with established calibration practices. Guidelines for setting up and maintaining such calibration systems are described in MIL-C-45662A, "Calibration System Requirements". The calibration system shall be set up and maintained as follows:

- A. Standards for calibrating the measuring and test equipment shall be stored and used under appropriate environmental conditions to assure their accuracy and stability.
- B. All measuring instruments and standards shall be calibrated by the contractor, or a commercial facility, against a higher order standard at periodic intervals NOT TO EXCEED TWELVE (12) MONTHS except for static types of measuring devices such as rulers, weights, etc., which shall be calibrated at periodic intervals not to exceed two years. Records, showing the calibration traceability to the National Institute of Standards and Technology (NIST), shall be maintained for all measuring and test equipment.
- C. All measuring and test equipment and measuring standards will be labeled with the following information:
 - (1) Date of calibration
 - (2) Date of next scheduled calibration
- D. A written calibration procedure shall be provided by the contractor which includes as a minimum the following information for all measurement and test equipment unless the calibration is performed by a licensed commercial facility.
 - (1) Type of equipment, manufacturer, model number, etc.
 - (2) Measurement range
 - (3) Accuracy
 - (4) Calibration interval
 - (5) Type of standard used to calibrate the equipment (calibration traceability of the standard must be evident)
- E. Records of calibration for all test instrumentation shall be kept by the contractor in a manner which assures the maintenance of established calibration schedules. All such records shall be readily available for inspection when requested by the COTR. The calibration system will need the acceptance of the COTR before the test program commences.

9. PHOTOGRAPHIC DOCUMENTATION

Each final test report shall include a glossy black and white or color (minimum size of 4 inches by 6 inches) photograph of a typical test setup properly focused for a clear image.

10. DEFINITIONS

OCCUPANT COMPARTMENT AIR SPACE

The space within the occupant compartment that normally contains refreshable air.

11. PRETEST REQUIREMENTS

IN-HOUSE TEST PROCEDURE

Prior to conducting any compliance test, contractors are required to submit a detailed in-house compliance test procedure to the COTR which includes a step-by-step description of the methodology to be used. Written approval must be obtained from the COTR before initiating the compliance test program so that all parties are in agreement.

TEST DATA LOSS

A compliance test is not to be conducted unless all of the various test conditions specified in this OVSC Laboratory Test Procedure have been met. Failure of a contractor to obtain the required test data and to maintain acceptable limits on test parameters in the manner outlined in this OVSC Laboratory Test Procedure shall require a retest at the expense of the contractor.

TEST CONDITIONS

Unless otherwise specified all tests and measurements shall be conducted under the following environmental conditions.

Temperature	70°F ± 10°F
Relative Humidity	50%, + 10%, - 0% R.H.
Atmospheric Pressure	28 to 32 inches of mercury

Continuous recording of environmental temperature and relative humidity of the test area shall be available during all tests.

TEST PERSONNEL PERFORMANCE

Personnel supervising and/or performing the compliance test program shall be thoroughly familiar with the requirements, test conditions, and equipment for the test to be conducted.

RECORDING OF TEST DATA

Environmental data shall be recorded on permanent strip charts, circular recording charts, or other acceptable print-out media.

Test data shall be recorded on standard forms specifically prepared for this purpose such as that shown in Attachment I.

11. PRETEST REQUIREMENTS....Continued

The following are required entries for all samples.

- A. Vehicle Model Year, Make, and Model (such as 1992 XYZ SafeRider)
- B. Sample Name or Function (such as Instrument panel pad, front seat cushion cover, driver's door trim panel, etc.)
- C. Sample Orientation - The direction of flame travel (burn direction described as either longitudinal (i.e. parallel to the vehicle longitudinal centerline when normally installed in the vehicle) or transverse (perpendicular to the vehicle longitudinal centerline when normally installed in the vehicle).
- D. Sample Dimensions - Length, width, height, and shape if other than flat.
- E. Date Tested
- F. Sample Compositions - Descriptive statement to include, color, type of material, and composite distribution (if sample is of composite construction).
- G. Burn Distance - Distance flame traveled in inches measured as follows.

Begin timing when the flame front of the burning specimen reaches a point 1.5 inches from the open end of the specimen.

Measure the time that it takes the flame to progress to a point 1.5 inches from the clamped end of the specimen. If the flame does not reach the specified end point, time its progress to the point where flaming stops or at the end of 5 minutes.

- H. Burn Time - Record flame progress as described above.
- I. Burn Rate - Calculate the burn rate from the formula shown below.

$$B = 60 \times (D/T)$$

Where:

- B = burn rate in inches per minute
- D = length the flame travels in inches from the start to the stopping point
- T = time in seconds for the flame to travel D inches

- J. The outcome of the test shall be indicated on the data sheet as either PASS (P) or FAIL (F)

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION**TEST REQUIREMENTS**

For the purpose of compliance testing, the following interpretations of FMVSS 302 are provided below. The applicable paragraph of FMVSS 302 is referenced in each case.

REQUIREMENTS OF PARAGRAPH S4.1

The following components of vehicle interior material shall meet the requirements of paragraph S4.3:

- A. Seat cushions (upholstery and padding)
- B. Seat backs (upholstery and padding)
- C. Seat belts, including protective boots etc.
- D. Headlining
- E. Convertible top
- F. Arm rests
- G. Trim panels (door, front, rear, side)
- H. Compartment shelves
- I. Head restraints
- J. Floor coverings
- K. Sun visors
- L. Curtains
- M. Shades
- N. Wheel housing covers
- O. Steering wheel covers
- P. Mattress covers and padding
- Q. Instrument panel crash pads
- R. Crash deployed elements
- S. Any other materials found in the vehicle occupant compartment designed to absorb crash energy

REQUIREMENTS OF PARAGRAPH S4.2

The portions of the above components which shall meet the requirements are as described in paragraph S4.2 with the following exception:

Materials which are bonded or mechanically attached to metal structural members may be separated from the metal structures prior to testing.

Example: Instrument panel crash pad material bonded to steel instrument panel board frame.

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION....Continued

REQUIREMENTS OF PARAGRAPH S4.3

The materials described in paragraphs S4.1 and S4.2 shall meet the requirements of paragraph S4.3 with the following exception:

When testing materials with a loose, fibrous texture, a phenomenon, which shall be described as "surface flash", may occur. This is characterized by a rapidly advancing flame front across the surface of the test sample supported by combustion of a relatively small amount of loose, protruding surface fibers.

If encountered, this situation shall be noted on the data sheet, but shall not constitute a noncompliance if the surface exhibiting flash is an artificial surface caused by the cutting of the sample. The Contracting Officer's Technical Representative (COTR) must be contacted under any other conditions.

TEST CONDITIONS

The test shall be conducted in a metal cabinet as shown in Figure 1.

Prior to testing, each specimen is to be maintained, for a minimum of 24 hours, at the environmental conditions detailed previously in this procedure. Each specimen will then be tested under those conditions.

For the purposes of test, the specimen is inserted between 2 matching U-shaped frames of metal stock configured as shown in Figure 2.

Provision shall be made for installations of thin heat resistant wires (at one inch intervals) to support specimens which may tend to soften and bend at the flaming end or which are less than 2 inches in width.

A suitable stand shall be employed to hold the U-shaped frames during testing.

A bunsen burner with a tube of 0.375 inches inside diameter shall be used. The gas adjusting valve is set to provide a flame, with the tube vertical, of 1.5 inches in height. The air inlet to the burner is closed.

The gas supplied to the burner shall have a flame temperature nominally equal to that of natural gas.

Each specimen of material to be tested shall be a rectangle 4 inches wide by 14 inches long, wherever possible. The thickness of the specimen is that of the single or composite material used in the vehicle, except that if the material's thickness exceeds 0.5 inch, the specimen is cut down to that thickness measured from the surface of the specimen closest to the occupant compartment air space. Where it is not possible to obtain a flat specimen

BURN TEST CABINET

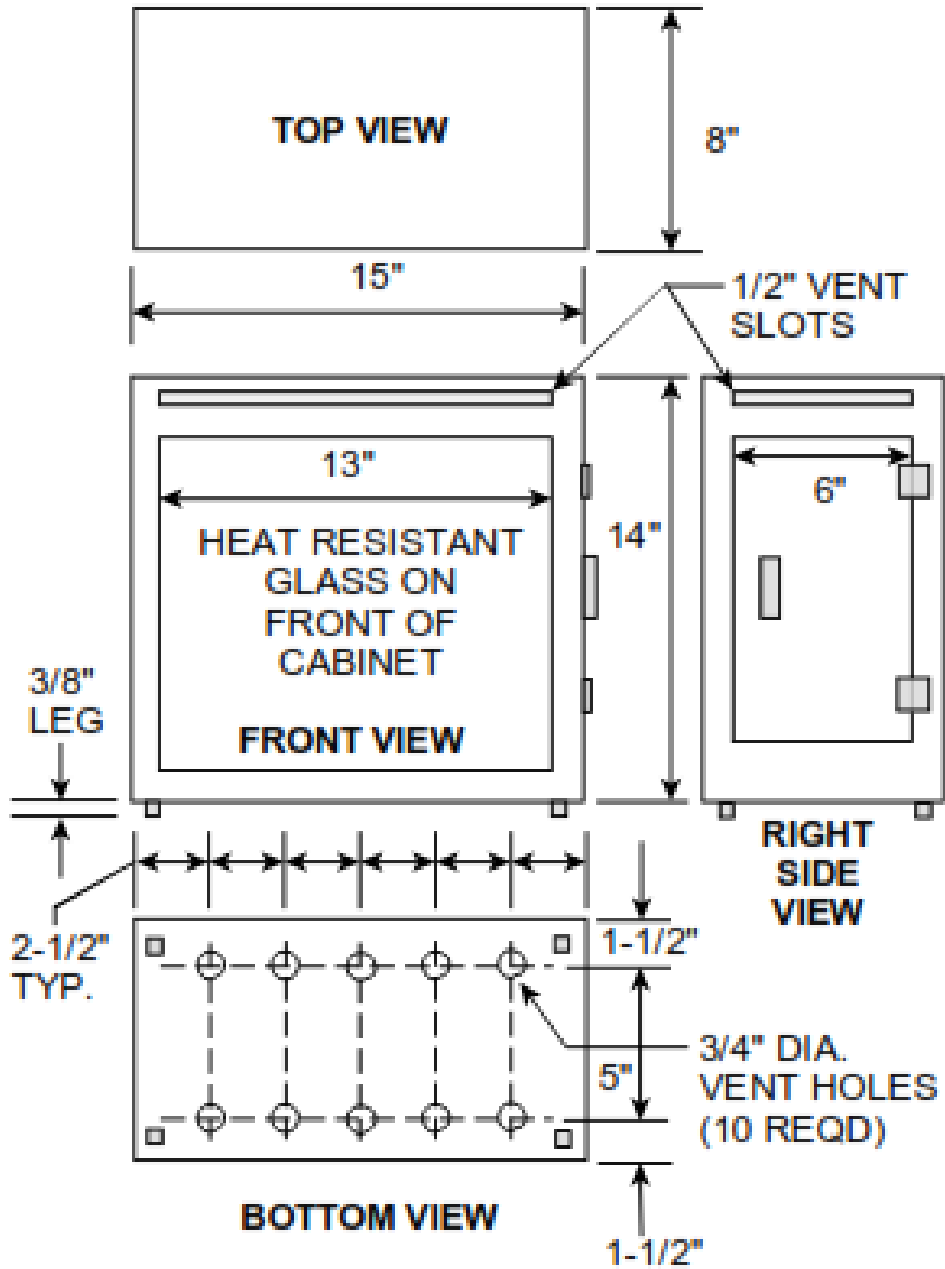
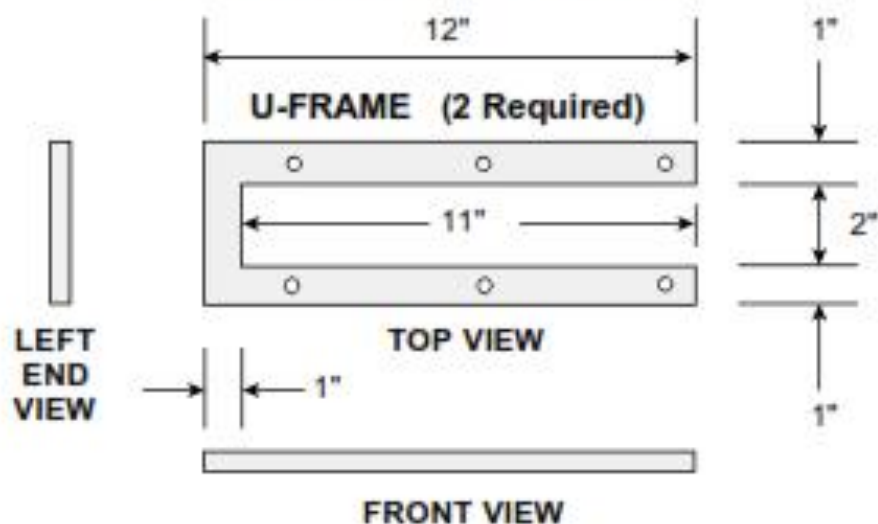


FIGURE 1

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION...Continued

SPECIMEN SUPPORT FRAMES

NOTE: U-FRAME STAND SHALL SUPPORT MATCHING U-FRAMES 6-1/2" ABOVE BOTTOM OF CABINET

FIGURE 2

because of surface curvature, the specimen is cut to not more than 0.5 inch in thickness at any point. The maximum available length or width of a specimen is used where either dimension is less than 14 inches or 4 inches, respectively, unless surrogate testing is allowed by the COTR.

Typical test samples are shown in Figure 3.

PREPARATION OF SPECIMENS

Materials determined to have directional effects shall be oriented so as to produce the most unfavorable results. The sample should be oriented so that surface closest to the occupant compartment air space should face downward in the fixture (toward the flame).

Verify that materials with napped or tufted surfaces have been combed twice against the nap. Materials with a tight fiber loop construction, such as some vehicle carpets need not be combed.

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION....Continued

TYPICAL TEST SAMPLE

COMPOSITE AND NON-COMPOSITE SAMPLES

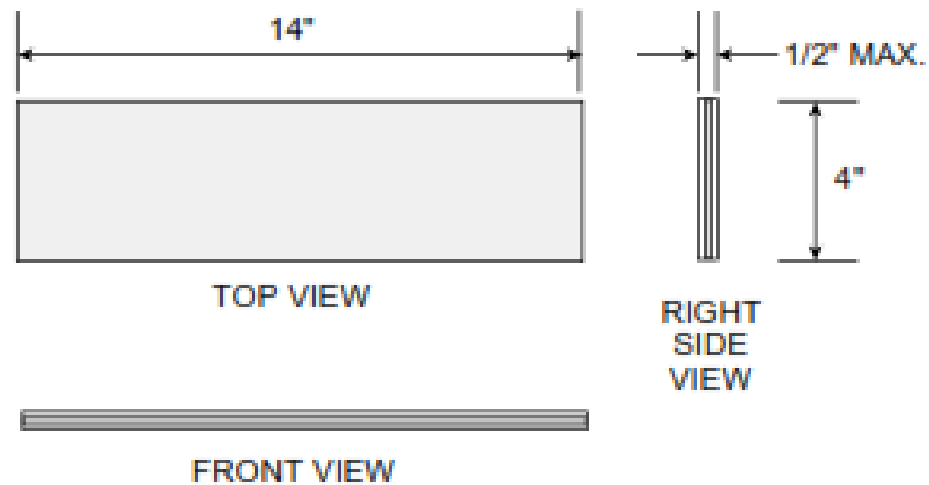


FIGURE 3

TEST PROCEDURE

- A. Install test specimen in "U" shaped frames exterior side down.

Heat resistant wire may be installed in the lower frame for additional support if bending or curling of the specimen during test is anticipated or if the specimen is less than 2 inches wide.

- B. Place specimen and frame assembly in the stand inside the burn box with the specimen free end nearest to the door.
- C. Turn on the gas supply and ignite the bunsen burner. Adjust the burner valve for a flame height of 1.5 inches.
- D. Position the top of the bunsen burner tube so that it is 0.75 inches below the center of the free end of the specimen.
- E. Expose the specimen to the burner flame for 15 seconds, + 0, -1. Turn off gas supply to burner and reset timer to zero.

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION...Continued

- F. Begin timing flame progression when the flame from the burning specimen reaches a point 1.5 inches from the free end of the specimen. (Use the forward most point of visible flame as a reference point).
- G. Record the time it takes the flame to progress to a point 1.5 inches from the clamped end of the specimen. If the flame does not reach the specified end point, time its progress to the point where flaming stops, (if an extremely slow burning specimen is encountered the test may be aborted 5 minutes after the start of timing).
- H. Calculate the burn rate from the following formula.

$$B = 60 \times (D/T)$$

Where: B = Burn rate in inches per minute
 D = length flame traveled in inches
 T = Time in seconds for flame to travel D inches

SAFETY CONSIDERATIONS

A means of extinguishing flaming specimens shall be available during all tests. A standard CO₂ type fire extinguisher may be used for this purpose.

It should be noted that certain samples may produce noxious gases during combustion. For this reason it is strongly suggested that these tests be conducted under a fume hood or similar facility. Air turbulence around the burn cabinet (produced by the exhaust system) must be low level and **MUST NOT, IN ANYWAY, EFFECT THE OUTCOME OF A TEST.**

13. POST TEST REQUIREMENTS

The contractor shall re-verify all instrumentation and check data sheets. Make sure data is recorded in all data blocks.

14. REPORTS

14.1 MONTHLY STATUS REPORTS

The contractor shall submit a monthly Test Status Report and an Inventory Status Report to the COTR. The Status Reports shall be submitted until all final reports are accepted. Samples of the required Test Results Data Sheet and the Monthly Inventory Status Report are contained in the Data Sheets and Forms sections. The reports shall be submitted in accordance with the schedule requirements of the contract or purchase order.

14.2 APPARENT NONCOMPLIANCE

Any indication of a test failure shall be communicated by telephone to the COTR within 24 hours with written notification mailed within 48 hours (Saturdays and Sundays excluded). A Notice of Test Failure (see Forms section) with a copy of the test data sheet shall be included.

In the event of a test failure, a post test calibration check of some critically sensitive test equipment and instrumentation may be required for verification of accuracy. The necessity for the calibration shall be at the COTR's discretion and shall be performed without additional costs to the OVSC.

14.3 FINAL TEST REPORTS

14.3.1 COPIES

In the case of a test failure, **SEVEN** copies of the Final Test Report shall be submitted to the COTR for acceptance within three weeks of test completion. The Final Test Report format to be used by all contractors can be found in the "Report Section".

Where there has been no indication of a test failure, **FOUR** copies of each Final Test Report shall be submitted to the COTR within three weeks of test completion. Payment of contractor's invoices for completed compliance tests may be withheld until the Final Test Report is accepted by the COTR. Contractors are requested to **NOT** submit invoices before submitting copies of the Final Test Report.

Contractors are required to submit the first Final Test Report in draft form within two weeks after the compliance test is conducted. The contractor and the COTR will then be able to discuss the details of both test conduct and report content early in the compliance test program.

Contractors are required to **PROOF READ** all Final Test Reports before submittal to the COTR. The OVSC will not act as a report quality control office for contractors. Reports containing a significant number of errors will be returned to the contractor for correction, and a "hold" will be placed on invoice payment for the particular test.

14. REPORTS....Continued

14.3.2 REQUIREMENTS

The Final Test Report, associated documentation (including photographs) are relied upon as the chronicle of the compliance test. The Final Test Report will be released to the public domain after review and acceptance by the COTR. For these reasons, each final report must be a complete document capable of standing by itself.

The contractor should use **detailed** descriptions of all compliance test events. Any events that are not directly associated with the standard but are of technical interest should also be included. The contractor should include as much **detail** as possible in the report.

Instructions for the preparation of the first three pages of the final test report are provided below for the purpose of standardization.

14.3.3 FIRST THREE PAGES

A. FRONT COVER --

A heavy paperback cover (or transparency) shall be provided for the protection of the final report. The information required on the cover is as follows:

- (1) Final Report Number such as 302-ABC-9X-001

where --

302 is the FMVSS tested
 ABC are the initials for the laboratory
 9X is the Fiscal Year of the test program
 001 is the Group Number (001 for the 1st test,
 002 for the 2nd test, etc.)

- (2) Final Report Title And Subtitle such as

SAFETY COMPLIANCE TESTING FOR FMVSS NO. 302
 Flammability of Interior Materials

 World Motors Corporation
 199X XYZ SafeRider

- (3) Contractor's Name and Address such as

COMPLIANCE TESTING LABORATORIES, INC.
 4335 West Dearborn Street
 Detroit, Michigan 48090-1234

14. REPORTS....Continued

NOTE: DOT SYMBOL WILL BE PLACED BETWEEN ITEMS (3) AND (4)

- (4) Date of Final Report completion
- (5) The words "FINAL REPORT"
- (6) The sponsoring agency's name and address as follows

U. S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
National Highway Traffic Safety Administration
Safety Assurance
Office of Vehicle Safety Compliance
400 Seventh Street, SW
Mail Code: NSA-32
Washington, DC 20590

14. REPORTS...Continued

B. FIRST PAGE AFTER FRONT COVER --

A disclaimer statement and an acceptance signature block for the COTR shall be provided as follows

This publication is distributed by the U. S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, in the interest of information exchange. The opinions, findings and conclusions expressed in this publication are those of the author(s) and not necessarily those of the Department of Transportation or the National Highway Traffic Safety Administration. The United States Government assumes no liability for its contents or use thereof. If trade or manufacturers' names or products are mentioned, it is only because they are considered essential to the object of the publication and should not be construed as an endorsement. The United States Government does not endorse products or manufacturers.

Prepared By: _____

Approved By: _____

Approval Date: _____

FINAL REPORT ACCEPTANCE BY OVSC:

Accepted By: _____

Acceptance Date: _____

14. REPORTS....Continued**C. SECOND PAGE AFTER FRONT COVER --**

A completed Technical Report Documentation Page (Form DOT F1700.7) shall be completed for those items that are applicable with the other spaces left blank. Sample data for the applicable block numbers of the title page follows.

Block 1 -- REPORT NUMBER

302-ABC-9X-001

Block 2 -- GOVERNMENT ACCESSION NUMBER

Leave blank

Block 3 -- RECIPIENT'S CATALOG NUMBER

Leave blank

Block 4 -- TITLE AND SUBTITLE

Final Report of FMVSS 302 Compliance Testing of 199X XYZ SafeRider

Block 5 -- REPORT DATE

March 1, 199X

Block 6 -- PERFORMING ORGANIZATION CODE

ABC

Block 7 -- AUTHOR(S)

John Smith, Project Manager

Bill Doe, Project Engineer

Block 8 -- PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER

ABC-DOT-XXX-001

Block 9 -- PERFORMING ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

Compliance Testing Laboratories, Inc

4335 West Dearborn Street

Detroit, MI 48090-1234

14. REPORTS....Continued**Block 10 -- WORK UNIT NUMBER**

Leave blank

Block 11 -- CONTRACT OR GRANT NUMBER

DTNH22-9X-D-12345

Block 12 -- SPONSORING AGENCY NAME AND ADDRESS

US Department of Transportation
National Highway Traffic Safety Administration
Safety Assurance
Office of Vehicle Safety Compliance
400 Seventh Street, SW, Mail Code: NSA-32
Washington, DC 20590

Block 13 -- TYPE OF REPORT AND PERIOD COVERED

Final Test Report
Feb. 15 to Mar. 15, 199X

Block 14 -- SPONSORING AGENCY CODE

NSA-32

Block 15 -- SUPPLEMENTARY NOTES

As Required

Block 16 -- ABSTRACT

Compliance tests were conducted on interior materials from a 199X XYZ SafeRider passenger car in accordance with the specifications of the Office of Vehicle Safety Compliance Test Procedure No. TP-302-XX for the determination of FMVSS 302 compliance. Test failures identified were as follows:

None

NOTE: Above wording must be shown with appropriate changes made for a particular compliance test. Any questions should be resolved with the COTR.

14. REPORTS...Continued**Block 17 -- KEY WORDS**

Compliance Testing
Safety Engineering
FMVSS 302

Block 18 -- DISTRIBUTION STATEMENT

Copies of this report are available from --

National Highway Traffic Safety Administration
Technical Reference Division
Room 5108 (NAD-52)
400 Seventh St., SW
Washington, DC 20590
Telephone No.: 202-366-4946

Block 19 -- SECURITY CLASSIFICATION OF REPORT

Unclassified

Block 20 -- SECURITY CLASSIFICATION OF PAGE

Unclassified

Block 21 -- NUMBER OF PAGES

Add appropriate number

Block 22 -- PRICE

Leave blank

14. REPORTS....Continued**14.3.4 TABLE OF CONTENTS**

Final test report Table of Contents shall include the following:

- A. Section 1 — Purpose of Compliance Test
- B. Section 2 — Compliance Data Summary
- C. Section 3 — Test Data
- D. Section 4 — Test Equipment List and Calibration Information
- E. Section 5 — Photographs
- F. Section 6 — Notice of Test Failure (if applicable)

15. DATA SHEETS

FLAMMABILITY TEST RESULTS

TEST REPORT NO. _____

VEH. MOD YR/MAKE/MODEL: _____

TEST DATE: _____

TEST LABORATORY: _____

TEST CONDUCTED BY: _____

TEST ITEM*	COMPOSITION	BURN DIRECTIONS	SAMPLE DIMENSIONS (In.)
A-		A1 - Longitudinal	
		A2 - Longitudinal	
		A3 - Transverse	
		A4 - Transverse	
B-		B1 - Longitudinal	
		B2 - Longitudinal	
		B3 - Transverse	
		B4 - Transverse	
C-		C1 - Longitudinal	
		C2 - Longitudinal	
		C3 - Transverse	
		C4 - Transverse	
D-		D1 - Longitudinal	
		D2 - Longitudinal	
		D3 - Transverse	
		D4 - Transverse	

* From Items Listed in Section 2

15. DATA SHEETS....Continued

TEST ITEM*	COMPOSITION	BURN DIRECTIONS	SAMPLE DIMENSIONS (In.)
A-		E1 - Longitudinal	
		E2 - Longitudinal	
		E3 - Transverse	
		E4 - Transverse	
B-		F1 - Longitudinal	
		F2 - Longitudinal	
		F3 - Transverse	
		F4 - Transverse	

REQUIREMENTS: A Burn Rate in excess of 4.0 inches per minute shall constitute a failure unless the specimen burned less than 60 seconds and the flame traveled less than 2 inches from the point where timing was started.

BURN DIRECTION	NOTES*	BURN DISTANCE (Inches)	BURN TIME (Seconds)	BURN RATE (In./min.)	PASS	FAIL
A1						
A2						
A3						
A4						
B1						
B2						
B3						
B4						
C1						
C2						
C3						
C4						
D1						
D2						

13. DATA SHEETS.....Continued

BURN DIRECTION	NOTES*	BURN DISTANCE (Inches)	BURN TIME (Seconds)	BURN RATE (In./min.)	PASS	FAIL
D3						
D4						
E1						
E2						
E3						
E4						
F1						
F2						
F3						
F4						

- * NOTES:
1. Specimen did not ignite.
 2. Specimen ignited but self-extinguished prior to entering time zone.
 3. Test was discontinued after 5.0 minutes.
 4. The (**) denotes that specimens were not provided by the manufacturer or by NHTSA.
 5. Specimen ignited but did not burn to the timing zone in 5.0 minutes.

REMARKS:

16. FORMS...Continued

LABORATORY NOTICE OF TEST FAILURE TO OVSC

FMVSS NO.: 302 TEST DATE: _____

LABORATORY: _____

CONTRACT NO.: _____; DELV. ORDER NO.: _____

LABORATORY PROJECT ENGINEER'S NAME: _____

TEST SPECIMEN DESCRIPTION: _____

VEHICLE MAKE/MODEL: _____

PART NO.: _____ MFR: _____

TEST FAILURE DESCRIPTION: _____

FMVSS REQUIREMENT, PARAGRAPH § _____ :

NOTIFICATION TO NHTSA (COTR) : _____

DATE: _____ BY: _____

REMARKS: _____

ANEXO 3: FIRE TESTING TECNHOLOGY



FMVSS 302

The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302



THE BENCHMARK IN FIRE TESTING



FTT FMVSS 302

The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302

The FTT FMVSS 302 is manufactured according to the Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302. The FMVSS 302 specifies the burn resistance requirements for materials used in the occupant compartments of motor vehicles (i.e. passenger cars, multipurpose passenger vehicles, trucks and buses). This is to reduce the deaths and injuries to motor vehicle occupants caused by vehicle fires, especially those originating in the interior of a vehicle from sources such as matches or cigarettes.

The FTT FMVSS 302 consists of -

- Stainless Steel combustion chamber
- Gas controls and safety flashback device
- Ignition source with fine adjustment valve
- Specimen holder



Combustion Chamber

The combustion chamber is an enclosure constructed from stainless steel, with a heat resistant window at the front for observation.

The test is conducted within the chamber which protects the test specimens from drafts.

The interior of the cabinet is 383mm long, 205mm deep and 256mm high. It has a high temperature resistant glass observation window which can be easily removed for cleaning, a thermal warning indicator to warn of hot surfaces, an opening to permit insertion of the specimen holder from the right hand side of the unit, burner burner needle valve to control the gas flow, safety flashback arrester and specimen support rails. For ventilation, the chamber is elevated 10mm by feet fitted to the base of the chamber. Additionally, the chamber roof is raised by 13mm to allow ventilation.



Gas Controls

Gas flow is controlled by a needle valve outside the chamber to produce flame stability. Connection is made at the top of the flashback arrester which is a standard 5mm hose barb.



Ignition Source

A choice of Bunsen burner tubes is provided. The tube marked with ISO has a 9.5mm inside diameter and is suitable for the ISO 3795 test. The tube marked with FH has a 10mm inside diameter and is suitable for the FHVSS test. The Bunsen burner tube can be interchanged and steered very easily. A needle valve (located externally) is used to adjust the flame height to 35mm. The gas supplied to the burner should have a calorific value of approximately 38MJ/m³. The suggested gas supply is natural gas or a flame temperature equivalent.



Specimen Holders

The test specimen is inserted between two matching U-shaped stainless steel frames 20mm wide and 10mm high. The interior dimension of the ISO 3795 U-shaped frame is 50mm wide by 110mm long. The FHVSS U-shaped frame is 2" wide by 12" long. A specimen that softens and tends to the flaring and so as to cause erratic burning is kept horizontal by supports consisting of thin, heat-resistant wires 0.25mm diameter spanning the width of the U-shaped frame under the specimen at 20mm intervals.



Results

The burn rate is calculated from the following formula:

$$B = 60 \times \left(\frac{D}{T} \right)$$

where:

- B = Burn rate (mm/min)
- D = Length the flame travels (mm)
- T = Time for the flame to travel D millimetres (s)

Key Advantages

- Fully compliant to FHVSS 302 and ISO 3795 requirements depending on which sample holder is used.
- Complete and ready to use system.
- Low maintenance requirement.

Technical Specification

Measuring Principle	Horizontal Flammability Test
Operating Temperature	25 ± 5°C, non-condensing environment
Bunsen Burner Tubes	9.5mm & 10mm supplied
Diameter	
Cabinet Dimensions (rear)	58mm (W) x 203mm (D) x 356mm (H)
System Dimensions	400mm (W) x 203mm (D) x 390mm (H)
Optional sample holders	FHVSS & ISO 3795 (specify at time of order)

Services

Condition	Requirement
Test Room	The FHVSS should be situated in a draught free environment at 22 ± 5°C and a relative humidity of 50 ± 20%.
Gas Supply	A supply of natural gas. In order to obtain flame stability the gas pressure shall be between 10kPa and 50kPa.
Hood	The combustion chamber should be situated under a suitable ventilated hood.

Due to the continuous development policy of FTT technical changes could be made without prior notice.



fire testing technology limited



Cherwood Road

East Omsend

West Sussex BN1 9 2HE


Tel: +44 (0)1342 323600

Fax: +44 (0)1342 323609

email: sales@fire-testing.com

web: www.fire-testing.com

ANEXO 4: REGLAMENTO GENERAL DE HOMOLOGACIÓN

 Agencia Nacional de Tránsito	DIRECCIÓN TÉCNICA
	Reglamento General de Homologación

RESUMEN DEL PROCESO DE CALIFICACIÓN DE EMPRESAS FABRICANTES DE CARROCERÍAS METÁLICAS

1. INTRODUCCIÓN

En marzo de 2011 se aprueba el **Reglamento General de Homologación**, en el cual se establecen los requisitos generales y disposiciones administrativas para la homologación de vehículos nuevos de transporte público y comercial, así como la homologación de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos, con el fin de facilitar su matriculación, venta y puesta en servicio, así también **para garantizar la calidad de los productos o servicios** y que estos cumplan con los requisitos establecidos dentro del marco regulatorio de normas de seguridad y protección del medio ambiente.

Alcance.

En el numeral 2.1 del Reglamento General de Homologación se menciona a la fabricación de carrocerías de producción nacional e importada como campo de aplicación.

Responsable del proceso

La Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, como autoridad y las Entidades Técnicas Educativas designadas o acreditadas por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano OAE.

Responsable del proceso técnico

El Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) de la Escuela Politécnica Nacional, **como Entidad Designada por el Organismo de Acreditación Ecuatoriana OAE.**

2. ASPECTOS GENERALES

Cada empresa debe tener un certificado de calificación único.

El trámite lo debe solicitar el representante legal ante la ANT.

Una vez calificada la empresa estará en la capacidad de fabricar carrocerías según modelos homologados, siempre bajo la fiscalización de la entidad designada a nivel nacional.

3. PROCESO DE HOMOLOGACIÓN – CALIFICACIÓN EMPRESA CARROCERA

En el numeral 4 del Reglamento General de Homologación se establece el procedimiento a seguir, a continuación se presenta un resumen del mismo:

1. Solicitud (dirigida al director ejecutivo del A. N. T)
2. Documentación requerida para aplicar el proceso. (ver anexo)
3. Evaluación de la documentación (la realiza personal técnico del A. N. T.)
 - a. En caso de ser necesario se realizaran las observaciones correspondientes.
4. Visita técnica a la empresa solicitante
5. Resolución Final
 - a. Emisión de informe
6. Entrega certificado
 - a. Emisión de certificado de homologación (A. N. T)
 - b. Publicación en pagina Web del A. N. T

4. ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN

- La documentación que se solicita deberá ser entregada en archivo electrónico o en anillados correctamente ordenados.
- La documentación se entregará en la oficina PLAN RENOVA con la correspondiente solicitud registrada con el numero de ingreso que es proporcionado en atención al cliente.

5. INFORMACION.

Responsables: Ing. Flavio Cotacachi (flavio.cotacachi@ant.gob.ec)
Ing. Elizabeth Guamán (margarita.guaman@ant.gob.ec)

Teléfono: 2525816 Ext. 710

Atentamente.

**DEPARTAMENTO TECNICO – PLAN RENOVA
AGENCIA NACIONAL DE TRANSITO**

Juan León Mera N26-38 y Santa María.
Teléfonos: (593-2) 2525816 / 2525955
Quito – Ecuador
www.ant.gob.ec

ANEXO 5: HOMOLOGACIÓN VEHICULAR



**DIRECCIÓN DE REGULACIÓN
DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL**



HOMOLOGACIÓN VEHICULAR
Resolución No. 011-DIR-2011-CNTTTSV
Reglamento General de Homologación para la Transportación Pública y Comercial



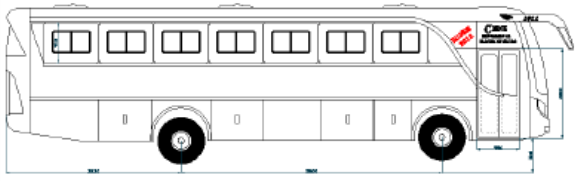
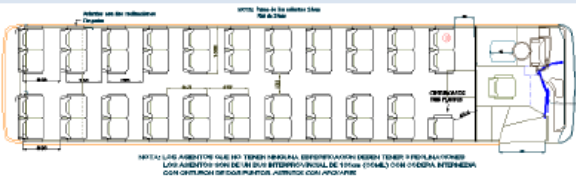
Listado de Empresas Fabricantes de Carrocerías Autorizadas por la Agencia Nacional de Tránsito

Fecha actualización: 25-septiembre-2013

I. Empresas autorizadas por la ANT con modelo homologado

DENOMINACIÓN COMERCIAL	REPRESENTANTE LEGAL	CIUDAD	DETALLES DEL MODELO HOMOLOGADO				
			MODELO	CHASIS	Cap. pas. sentados	Cap. pas. parados	MODALIDAD
MIRAL	Ing. José Miranda	Ambato	URBANPLUS	Hino AK8JRSA	40	35	Bus Urbano
			INFINITI	Hino AK8JRSA	42 con baño	44 sin baño	Bus Interprovincial
BUSCARS	Sr. Mario Remache	Guayaquil	NEO URBAN	Volkswagen 17210	43	47	Bus Urbano (3 puertas)
			NEO URBAN	Volkswagen 17210 OD	44	46	Bus Urbano (2 puertas)
			NEO URBAN	Hino AK8JRSA	38	42	Bus Urbano (2 puertas)
			MINIURBAN	Volkswagen 9150	25	30	Minibús Urbano (2 puertas)
IMCE	Sra. Rocio de Cepeda/ León Cepeda Logroño	Ambato	ORION 3 P	Volkswagen 17210	40	50	Bus Urbano
			SILVER CITY 3P/4P	Hino AK8JRSA	39	41	Bus Urbano
			SILVER LARGO	Hino AK8JRSA	44	-	Bus Interprovincial
			ORION 2	Volkswagen 9150 OD	31	-	Minibús Escolar
			SILVERY	HINO FC	33	-	Minibús Escolar
			SILVER	Hino AK8JRSA	46	-	Bus Escolar
			ESCOLAR				
CARROCERÍAS IMPA	Sr. Edison Paredes	Ambato	AERO DYNE	Hino AK8JRSA	40	38	Bus Urbano
DAVMOTORS (MARIELBUS)	Sr. Carlos Paredes	Ambato	CARFIO	Hino AK8JRSA	45	-	Bus Escolar
PICOSA	Sra. Fanny Barrionuevo	Ambato	ALPHA	Hino AK8JRSA	39	41	Bus Urbano
			ALPHA	Volkswagen 17210	37	43	Bus Urbano 2P/3P
			ALPHA	Hino AK8JRSA	45	-	Bus Interprovincial
METALICAS PAPER'S	Sr. Patricio Pérez	Ambato	CONCEPTO NEW	Volkswagen 17210 OD	38	42	Bus Urbano
PAREGO	Ing. Washington Paredes	Ambato	INNOVATION	Volkswagen 17210	40	45	Bus Urbano

ANEXO 6: INVENTARIO TECNOLÓGICO

 <p style="font-size: small;">Agencia Nacional de Tránsito</p>	<h1 style="margin: 0;">HOMOLOGACIÓN VEHICULAR</h1>	 <p style="font-size: x-small;">Comité de Transito y Homologación de Vehículos y Equipamiento del Consejo de Entidades Titulares</p>	
INVENTARIO TECNOLÓGICO			
CÓDIGO ENTIDAD DESIGNADA (**):	CÓDIGO DE HOMOLOGACIÓN (**):		
DATOS SOLICITANTE			
NOMBRE DE LA EMPRESA	CARROCERIAS IMCE		
NOMBRE COMERCIAL	CARROCERIAS IMCE		
REPRESENTANTE LEGAL	CEPEDA LOGROÑO LEON AMANDO		
RUC:	1801172162001		
DIRECCIÓN:	AV. INDOAMERICA KM 1 ½ Y PASAJE QUERETARO		
TELÉFONO:	032445347 032445234		
CORREO ELECTRÓNICO:	imce@andinanet.net		
CIUDAD	AMBATO		
PROTOTIPO DE CARROCERÍA HOMOLOGADO			
MARCA:	IMCE	MODELO:	SILVER LARGO
SUBCLASE (CATEGORÍA)(*):	M3	ORIGEN O PROCEDENCIA:	ECUADOR
CLASE (TIPO) (*):	CLASE III BUS	MARCA Y MODELO DE CHASIS AL CUAL APLICA:	HINO AK BJRSA
CAPACIDAD DE PASAJEROS:	44	MODALIDAD DE SERVICIO QUE APLICA:	INTERPROVINCIAL
DATOS GENERALES			
Largo total (mm):	11920	No. de asientos:	44
Ancho total (mm):	2550	Capacidad de pasajeros de pie (si aplica):	N/A
Altura total (mm):	3500	Distancia ente asientos (mm):	760
Distancia entre ejes (mm):	5800	Tipo de asiento:	COMIL DE 101, RECLINABLE E INDIVIDUAL
Voladizos delantero/posterior (mm):	2290 3820	No. de puertas de servicio:	UNA
Ángulo de acercamiento/alejamiento	11 12	No. de salidas de emergencia:	OCHO
Altura mínima por eje (mm):	2900	No. de escotillas:	TRES
Altura del estribo (mm):	470	Tipo de tarjetero de información de ruta:	MANUAL /ELECTRONICO
Altura piso calzada eje delantero:	1400	Cantidad de recolectores de basura:	DOS
Altura piso calzada eje posterior:	1440	Mampara de separación:	MEDIA CABINA / CABINA COMPLETA
Altura interna (mm):	1920	Disposición de porta paquetes (si aplica):	PANELES LATERALES SUPERIORES
Capacidad del maletero o bodegas (m ³):	12	Bloqueo de puertas:	SI / NEUMATICO
Peso de la carrocería (kg):	5520	Baño (si aplica):	N/A
			

ANEXO 7: ACERO ASTM A36

ASME/ASTM A36



Acero al carbono estructural de acuerdo al estándar ASME/ASTM A 36/A 36M

Uso:

Este grado se utiliza principalmente pernado, atornillado, o soldados en la construcción de puentes y edificios, y para propósitos estructurales en general.

Composición química acero A36

	Hasta 3/4 in.	Sobre 3/4 in. hasta 1-1/2 in.	Sobre 1-1/2 in. hasta 2-1/2 in.	Sobre 2-1/2 hasta 4 in.	Sobre 4 in.
Carbono	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Manganeso	--	.80/1.20	.85/1.20	.85/1.20	.85/1.20
Fósforo	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Azufre	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio	.40 max	.40 max	.15/.40	.15/.40	.15/.40
Cobre min % cuando se especifica de acero de cobre	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

* Nota: Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo especificado de carbono, un aumento del 0,06% de manganeso por encima de la cantidad máxima prevista será permitido, hasta el máximo de 1,35%.

Propiedades mecánicas acero A36

Resistencia a la tracción:	58,000 - 80,000 psi [400-550 MPa]
Min. Punto de fluencia:	36,000 psi [250 MPa]
Elongación en 8":	20% min
Elongación en 2":	23% min

ANEXO 8: ACERO ASTM 240

ASME/ASTM A240



Placas (Láminas) de acero inoxidable de cromo y cromo-níquel, para recipientes a presión y para aplicaciones generales de acuerdo al estándar ASME/ASTM A 240/A 240M

Suministramos placas/planchas (Láminas) adecuadas para la fabricación de recipientes a presión y aplicaciones de construcción en general en distintos espesores en varios tipos según se detalla a continuación:

Composición química acero inoxidable A240:

Grade	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo
ASTM TP 304	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	8.00~10.5	18.00~20.00	...
ASTM TP 304L	≤0.030	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	8.00~12.00	18.00~20.00	...
ASTM TP 304H	0.04~0.10	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	9.00~10.5	18.00~20.00	...
ASTM TP 316	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00
ASTM TP 316L	≤0.030	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00
ASTM TP 316H	0.04~0.10	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00
ASTM TP 316Ti	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00
ASTM TP 309S	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	12.00~15.00	22.00~24.00	...
ASTM TP 310S	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤1.50	19.00~22.00	24.00~26.00	...
ASTM TP 321	≤0.08	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	9.00~12.00	17.00~19.00	...
ASTM TP 321H	0.04~0.10	≤2.00	≤0.045	≤0.03	≤0.75	9.00~12.00	17.00~19.00	...
ASTM TP 904L	≤0.02	≤2.00	≤0.045	≤0.035	≤1.00	23.00~28.00	19.00~23.00	4.00~5.00

Propiedades mecánicas:

Grade	Punto de tracción (Mpa)	Punto de fluencia (Mpa)	Elongación en 2 pulg min, (%)
ASTM TP 304	515	205	40
ASTM TP 304L	485	170	40
ASTM TP 304H	515	205	40
ASTM TP 316	515	205	40
ASTM TP 316L	485	170	40
ASTM TP 316H	515	205	40
ASTM TP 316Ti	515	205	40
ASTM TP 309S	515	205	40
ASTM TP 310S	515	205	40
ASTM TP 321	515	205	40
ASTM TP 321H	515	205	40
ASTM TP 904L	490	220	35

Otras calidades especiales de acuerdo a ASTM o la designación UNS pueden ser suministrados bajo pedido especial. Por favor, póngase en [contacto](#) con nosotros para más detalles.

ANEXO 9: MECHERO DE GAS BUNSEN

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Servei de Prevenció de Riscos Laborals	MECHERO DE GAS (BUNSEN)						
	CÓDIGO	FNS/031	Fecha:	Septiembre de 2012	Revisión:	00	Página:

DESCRIPCIÓN DEL MECHERO DE GAS

El **mechero de gas Bunsen** es un instrumento que se utiliza en los laboratorios para calentar muestras o reactivos. Se recomienda que este tipo de mechero disponga de un dispositivo de seguridad ("corta-gas") que permita interrumpir el suministro de gas en caso de anomalía o mal funcionamiento (después de 20 segundos aproximadamente) y de regulador de gas y aire. Los modelos que disponen de "corta-gas" disponen de un termopar situado cerca de la llama que actúa cerrando la válvula cuando la temperatura está por debajo de cierto valor (ver foto 1).

Cualquier mechero de gas Bunsen debe disponer de **racor normalizado para conexión de conjunto espirometálico de 1/2"**. (ver foto 2)



foto 1



foto 2

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI's) A UTILIZAR

- **Guantes de protección térmica** en la manipulación de tubos de ensayo, balones, etc. calientes.
- **Guantes de protección química** en la manipulación de productos químicos.
- **Gafas de protección**
- **Mascarilla de protección respiratoria** cuando se trabaje fuera de la vitrina de extracción de gases y en función de los reactivos con los que se trabaje. Consultar previamente la **Ficha de Datos de Seguridad (FDS)** del producto químico a utilizar.
- Además, para la manipulación de productos químicos, utilización de los mecheros, etc. se debe **llevar bata**.



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Servei de Prevenció de Riscos Laborals	MECHERO DE GAS (BUNSEN)						
	CÓDIGO	FNS/031	Fecha:	Septiembre de 2012	Revisión:	00	Página:

ANTES DE UTILIZAR EL MECHERO DE GAS

1. **Abrir la llave de paso general de gas** (tubería color amarillo) del laboratorio.
2. **Abrir la llave de paso de gas** del mechero que se encuentra en la poyata.
3. **Abrir la llave de paso de gas de color negro** (ver foto 3).
4. Si el mechero de gas Bunsen tiene dispositivo de seguridad ("corta-gas"), **presionar el pulsador de la válvula** (ver foto 3).
5. **Encender el mechero con una cerilla o mechero**. Si tiene dispositivo de seguridad ("corta-gas"), mantener presionado el pulsador de la válvula hasta que la llama sea fija.
6. **Regular la llama y la entrada de aire con el regulador** de la parte inferior.
No abrir de repente la entrada de aire porque el mechero se puede apagar.

Llama de color azul = correcta combustión del gas/aire.

Llama de color amarillo = entrada de aire insuficiente. Regular la entrada de aire.

La llama forma un cono, donde:

- **zona superior:** T = 1200 – 1300 °C. Punto más azul: **carácter oxidante**
- **zona baja y media:** T = 500 a 1000 °C. **Carácter reductor.**

Para calentar balones, erlenmeyers o vasos de precipitados se ha de utilizar: soporte, pinzas con nuez, trípode o aro con nuez y/o rejilla (ver foto 4).

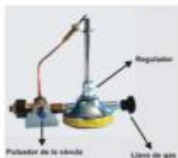


foto 3

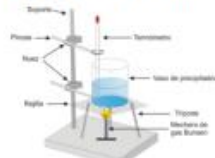


foto 4

DURANTE LA UTILIZACIÓN DEL MECHERO DE GAS

- Utilizar el mechero de gas Bunsen en una zona de trabajo ventilada
- Durante el calentamiento de tubos de ensayo, sujetarlos por la parte superior con unas pinzas de madera. Calentar por la zona inferior del tubo y agitarlo ligeramente, **orientando la salida del tubo en sentido opuesto a la persona que lo manipula**, para evitar una posible salpicadura por la proyección del líquido durante la ebullición del mismo.
- Para apagar el mechero, **cerrar su llave negra y la del gas individual** por poyata. Finalmente cerrar la llave general de gas del laboratorio.

En caso de **derrame de producto químico líquido**:

1. **Cerrar el mechero** y dejarlo enfriar.
2. **Secar/recoger** la zona afectada mediante una **hoja absorbente**.

En caso de **salpicaduras o quemaduras**, consultar los consejos básicos de primeros auxilios a través del web de prevención (<https://www.upc.edu/prevencio/accidents/primers-auxilis>).

Realizar un mantenimiento periódico del mechero, revisando, como mínimo, el orificio del inyector y el tubo de salida de la llama.



Pinzas



Hojas Absorbentes

MECHERO DE GAS (BUNSEN)

CÓDIGO: FNS/031 Fecha: Septiembre de 2012 Revisión: 00 Página: 3 de 4

EXTRACTO DEL MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL MECHERO DE GAS (BUNSEN)

1. DESCRIPCIÓN

Los mecheros **BUNSEN** son ampliamente utilizados como fuente de calor en el laboratorio. Su aplicación va desde la incineración de muestras hasta el modelado de tubos de vidrio. Correctamente utilizados ofrecen una gran seguridad y facilidad de uso.

Existen diferentes tipos de mecheros, de características parecidas, pero que en ocasiones se adaptan mejor a una utilización concreta.

Los mecheros con Válvula termo-eléctrica ofrecen una seguridad adicional que consiste en que se corta la entrada de gas en caso de que la llama se apague accidentalmente.



2. TIPOS

Consultar con el proveedor.

3. INSTALACIÓN

- NO CONECTAR un mechero de gas sin manoreductor.
- NO CONECTAR un mechero de gas directamente a la bombona de butano.
- Antes de conectar el mechero a una instalación de gas asegúrese que esta suministra el gas y la presión adecuada.
- Los elementos de conexión y tubos deben cumplir los requisitos establecidos por la compañía suministradora del gas.
- La instalación de mecheros de gas debe ser realizada por un instalador autorizado. Consultar con la compañía suministradora cualquier duda en la instalación.
- No modificar ninguna pieza (Orificios, pasos, etc.) de los mecheros de gas. En la tabla del apartado 2 se dan las presiones de utilización.

4. OPERACIÓN

Comprobaciones previas, antes de utilizar el mechero de gas:

- Comprobar que todos los mecheros tienen su llave de regulación de gas cerrada, antes de abrir la llave de paso de la instalación.
- Comprobar que el tubo de entrada de gas está correctamente fijado a la boquilla de entrada de gas.
- Comprobar que las llaves de paso de la instalación están abiertas.

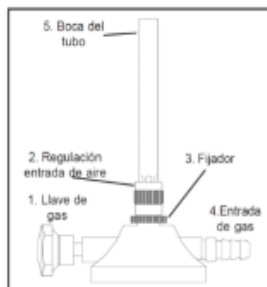
MECHERO DE GAS (BUNSEN)

CÓDIGO: FNS/031 Fecha: Septiembre de 2012 Revisión: 00 Página: 4 de 4

EXTRACTO DEL MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL MECHERO DE GAS (BUNSEN)

4.1 ENCENDIDO DEL MECHERO

- Cerrar totalmente la entrada de aire 2, abrir ligeramente la llave de paso del gas 1 y acercar, lateralmente, una cerilla encendida a la boca del tubo 5.
- Regular la llave de gas 1, hasta obtener una llama con la altura deseada.
- Gradualmente, abrir la entrada de aire 2.
- NO ABRIR REPENTINAMENTE PORQUE PUEDE APAGARSE EL MECHERO
- Para obtener mayor temperatura, abrir más la llave de gas 1 y la entrada de aire 2.
- EL MECHERO SE APAGA AL CERRAR LA LLAVE DE GAS 1



4.2 AJUSTE DE LA LLAMA

Para obtener una llama con gran poder calorífico debe ajustarse la entrada de aire adecuada a la entrada de gas.

Si el mechero arde con la entrada de aire demasiado cerrada, la combustión es incompleta y la llama presenta un color anaranjado.

Al abrir el paso de aire, girando la pieza 2, la combustión es completa y en la llama se aprecian dos zonas claramente separadas por un cono azul pálido.

En el exterior del cono la combustión es completa, y se obtiene un gran poder calorífico.

En el interior del cono la combustión no es completa y la temperatura es inferior. Una vez regulada la entrada de aire puede fijarse mediante la pieza 4 a contratuercas.

Comprobación práctica del ajuste de la llama:

Sostener con unas pinzas una cápsula de porcelana encima de la llama:

- Si la cápsula se ennegrece por el humo producido es señal de la entrada de aire es insuficiente.
- Si se observa el depósito de pequeñas gotitas de agua es señal de la entrada de aire es correcta.

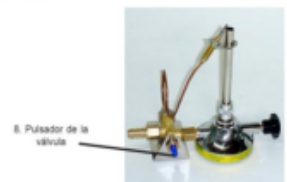
4.3 ENCENDIDO DE LOS MODELOS CON «CORTA-GAS»

Los mecheros con Válvula termo-eléctrica ofrecen una seguridad adicional que consiste en que se corta la entrada de gas en caso de que la llama se apague accidentalmente.

El termopar situado cerca de la llama actúa cerrando la válvula cuando la temperatura está por debajo de un cierto valor.

Para encender el mechero:

- Pulsar el botón azul 8. Mantener apretado.
- Encender el mechero según los explicado en 4.1
- Mantener apretado el botón azul durante unos segundos y soltarlo.



4.4 MANTENIMIENTO

Aproximadamente una vez al año, limpiar el orificio del inyector y el tubo de salida de la llama. Revisar el estado de las juntas tóricas de la llave de paso de gas.

ANEXO 10: FAIRIS VIDRIOS DE SEGURIDAD



VIDRIO DE SEGURIDAD TEMPLADO

Disponemos de una amplia gama de accesorios de acero inoxidable para la instalación de vidrio de seguridad FAITEM®.

ACCESORIOS NACIONALES:



FAI 01
Punto Fijo con Platina



FAI 03
2 Puntos Fijos con Platina



FAI 07
2 Puntos Fijos en Angulo



FAI 09
2 Puntos Fijos sin Soporte



FAI 11
Platina Ciega de 3 Puntos



FAI 15
4 Puntos Fijos



FAI 19
Giro Superior con Pivote



FAI 21
Giro Inferior para Cpe



FAI 23
Soporte Superior con Giro de 4 Puntos

ACCESORIOS IMPORTADOS:

- Cerraduras
- Tiraderas
- Esquineros
- Toalleros
- Bisagras
- Cierrapuertas Speedy



VIDRIO DE SEGURIDAD TEMPLADO

APLICACIONES

ARQUITECTÓNICA

- Fachadas
- Cortinas de Baños
- Pasamanos
- Pisos
- Mamparas / Puertas

DISEÑO INTERIOR

- Divisiones
- Panelerías
- Muebles

DEPORTIVA

- Canchas de Squash
- Tableros de Bóquet

CERTIFICACIÓN

Sello de Calidad INEN

NTE 2067

Certificado de Calidad INEN 2067

Para vidrios de seguridad de edificaciones, tipo templado.

Año de Certificación: 2008
Año de Recertificación: 2011
Válida: 2014

Contactanos

Oficina Corporativa
Ambato:
Tel: 03 252 0901
Fax: 03 252 0898

Regional Quito:
Tel: 02 290 5639
Fax: 02 290 5641

FAIRIS LITORAL
Regional Guayaquil:
Tel: 04 223 4367
Fax: 04 223 7254

Regional Cuenca:
Tel: 07 288 5712
Fax: 07 281 2081

Oficinas Comerciales
Riobamba:
Tel: 099 433 1662

Santo Domingo:
Tel: 098 990 7025

Machala:
Tel: 098 990 7056


Lugar: Joffre Ojeda (GAB)
Producto: VIDRIO Templado / PANTALLA / Mamparas / Pasamanos / Pisos / Cortinas / Muebles / Mamparas / Puertas / Cierrapuertas / Cerraduras / Tiraderas / Esquineros / Toalleros / Bisagras / Cierrapuertas Speedy



FAIRIS
Todo! con vidrio de seguridad





www.fairis.com
1800-FAIRIS
[3 2 4 7 4 7]



VIDRIO DE SEGURIDAD TEMPLADO


FAITEM®, vidrio templado se produce a partir de un vidrio flotado, calentándolo uniformemente a una temperatura superior a los 680 °C y enfriándolo rápidamente soplando aire frío sobre su superficie, en un ambiente controlado.


Este proceso hace que la superficie del vidrio este a compresión y su centro a tensión, volviéndolo **5 VECES + resistente al impacto térmico mecánico** que un vidrio sin templar.



No produce heridas, en caso de rotura sus fragmentos son menores a 7mm.

Es un vidrio de seguridad para protección humana.





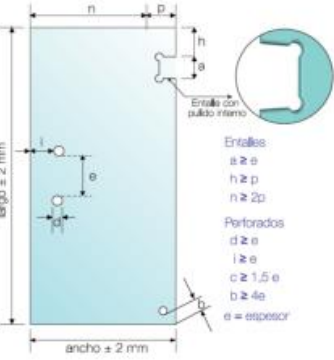
VIDRIO DE SEGURIDAD TEMPLADO

FAITEM® es un vidrio de seguridad que puede tener perforados y entalles para ser instalado con accesorios de acero inoxidable

REQUISITOS DE PROCESO


Tamaños y tolerancias para perforados:

- El diámetro no deberá ser menor al espesor del vidrio
- Los diámetros disponibles abarcan el siguiente rango: 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 25 - 40mm.
* Para otros diámetros previa consulta.
- Tolerancia del diámetro de las perforaciones: ± 1mm.
- Tolerancia de posición de los perforados: ± 1,5mm.



Entalles:
a ≥ e
h ≥ p
n ≥ 2p

Perforados:
d ≥ e
l ≥ e
c ≥ 1,5 e
b ≥ 4e
e = espesor



VIDRIO DE SEGURIDAD TEMPLADO CURVO

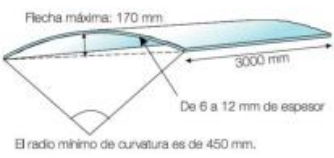
El vidrio templado curvo tiene las mismas características del vidrio templado, la diferencia es la utilización de moldes para su fabricación. Es un vidrio utilizado mucho en la arquitectura, el diseño y la construcción.

REQUISITOS DE PROCESO

MEDIDAS Y ESPESORES MÁXIMOS A TEMPLAR



ESPESOR NOMINAL (mm)	6.0	8.0	10.0	12.0
QUEBRADA MÁXIMA	1400 mm			
FLECHA MÁXIMA	1700 mm			
DESARROLLO MÁXIMO	1500 mm			
ALTURA MÁXIMA	3000 mm			
RADIO MÍNIMO	450 mm			

* Favor consultar su necesidad específica.




Flecha máxima: 170 mm
3000 mm
De 6 a 12 mm de espesor

El radio mínimo de curvatura es de 450 mm.

Lugar: Joffre Ojeda (GAB)
Producto: VIDRIO Templado Curvo / PANTALLA / Mamparas / Pasamanos / Pisos / Cortinas / Muebles / Mamparas / Puertas / Cierrapuertas / Cerraduras / Tiraderas / Esquineros / Toalleros / Bisagras / Cierrapuertas Speedy



CARGA VIDRIO FLOTADO → HORNO CALENTAMIENTO 680°C → ENFRIAMIENTO RÁPIDO Y PRECISO → DESCARGA VIDRIO TEMPLADO

20 m.

ANEXO 11: INFORME TÉCNICO ESPOL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**DEPARTAMENTO DE
CIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES**

INFORME TÉCNICO DE:

**PRUEBA DE INFLAMABILIDAD
SEGÚN NORMA ISO 3795**

PARA LA EMPRESA:

CARROCERÍAS IMCE S.A.

FEBRERO DE 2013

GUAYAQUIL-ECUADOR

INFORME TÉCNICO DE PRUEBA DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRAS DE PIEZAS INTERNAS PARA BUSES, SOLICITADO POR LA EMPRESA CARROCERÍAS IMCE, MEDIANTE CONTRATO DCQA-011-2013

ANTECEDENTES

La empresa CARROCERÍAS IMCE, mediante contrato de análisis 011-2013 solicita al DCQA-ESPOL realizar Pruebas de Inflamabilidad según Norma ISO 3795 en cuatro muestras remitidas de piezas interiores para buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe seguir para la "Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura".

Las muestras entregadas se indican a continuación, de acuerdo a la información proporcionada por el solicitante:

Muestra # 1: "Fibra de vidrio Gris".

Muestra # 2: "Fibra de vidrio Blanco".

Muestra # 3: "Pranna Poliéster Flexible".

Muestra # 4: "Textil a base de Vinilo para piso".

PROCEDIMIENTO GENERAL

Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó en cinco sub muestras de cada pieza, cortadas en pedazos de 30 mm de ancho por 356 mm de largo y con un espesor no mayor a 13 mm.

Las sub muestras se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ISO 3795.

Las pruebas se desarrollaron dentro de una cámara extractora de humos, dentro de la cual las muestras se colocaron de manera longitudinal en un soporte adecuado. Además se utilizó la llama de un mechero bunsen y la llama de gas LPG.

RESULTADOS

Se resume a continuación los datos promedio de la tasa de combustión para las cinco muestras:

Muestra	Tasa de combustión (mm/min)	Observaciones
1	27.29	La llama no es auto extingible
2	28.00	La llama no es auto extingible
3	0.00	La llama no avanza y no alcanza el primer punto de medición. La llama se extingue al retirar el mechero
4	0.00	La llama no es auto extingible y se produce goteo. La llama no avanza y no alcanza el primer punto de medición

En la sección de Anexos se detallan por separado los datos para cada muestra, así como el soporte de las imágenes de cada grupo de sub muestras antes y después de la prueba.

Es todo cuanto podemos informar sobre las pruebas realizadas en las muestras remitidas sujeto de análisis.

Guayaquil, 13 de febrero de 2013



Ph.D., David Matamoros C.
Director Departamento de Ciencias
Químicas y Ambientales

LCC/.

Cámara de humos utilizada para las pruebas

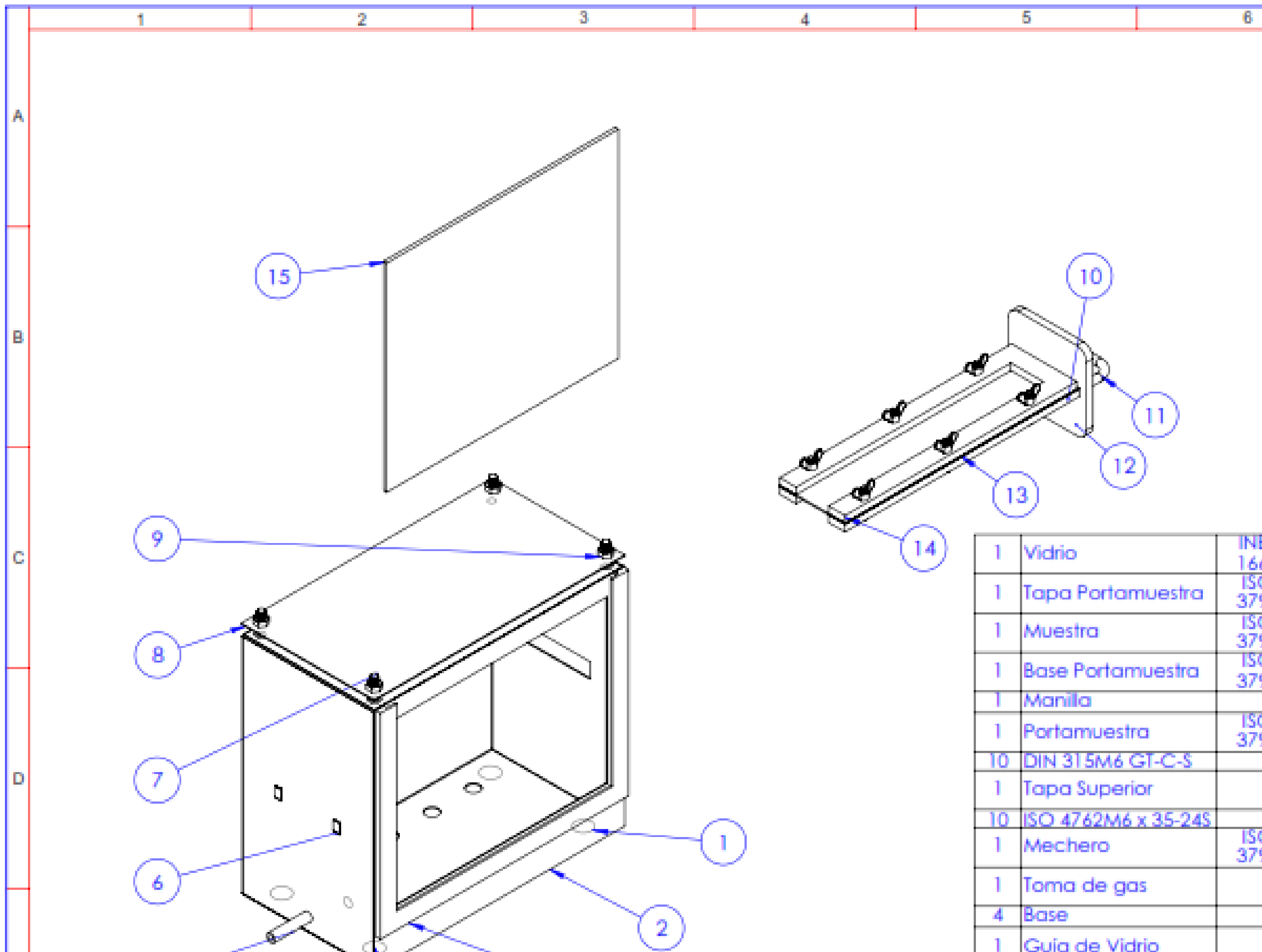


ANEXO 12: PROPIEDADES TERMOFÍSICAS DE GASES A PRESIÓN ATMOSFÉRICA

TABLA A.4 Propiedades termofísicas de gases a presión atmosférica^a

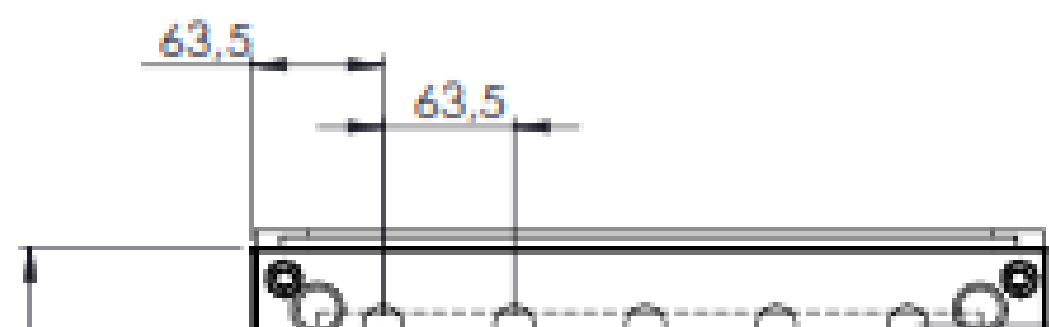
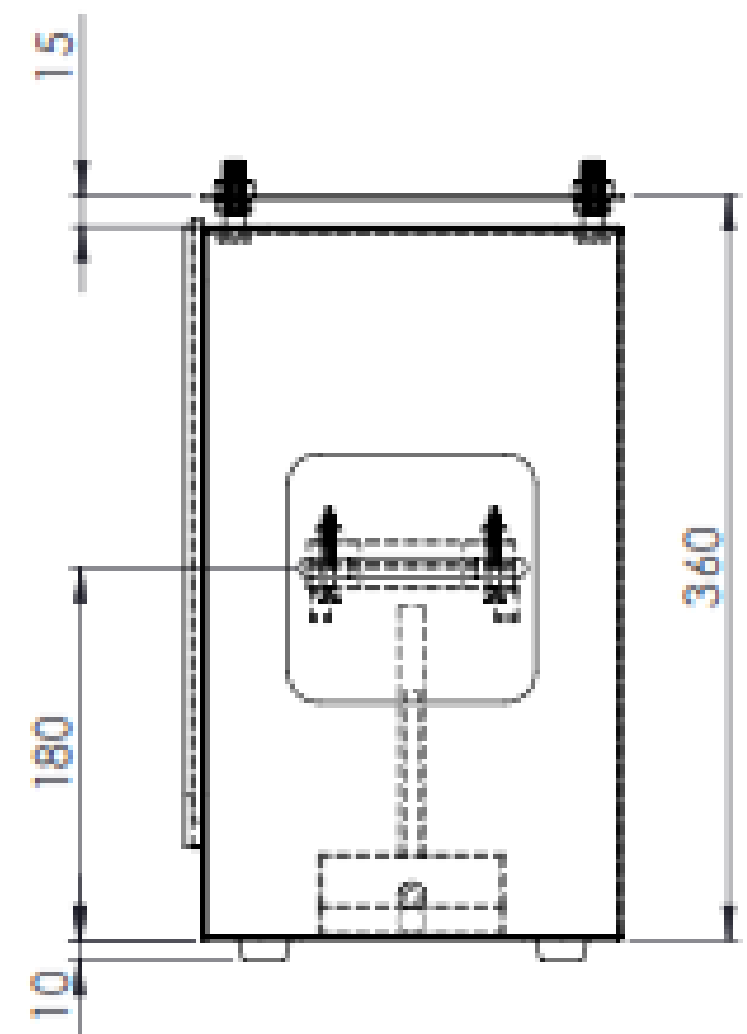
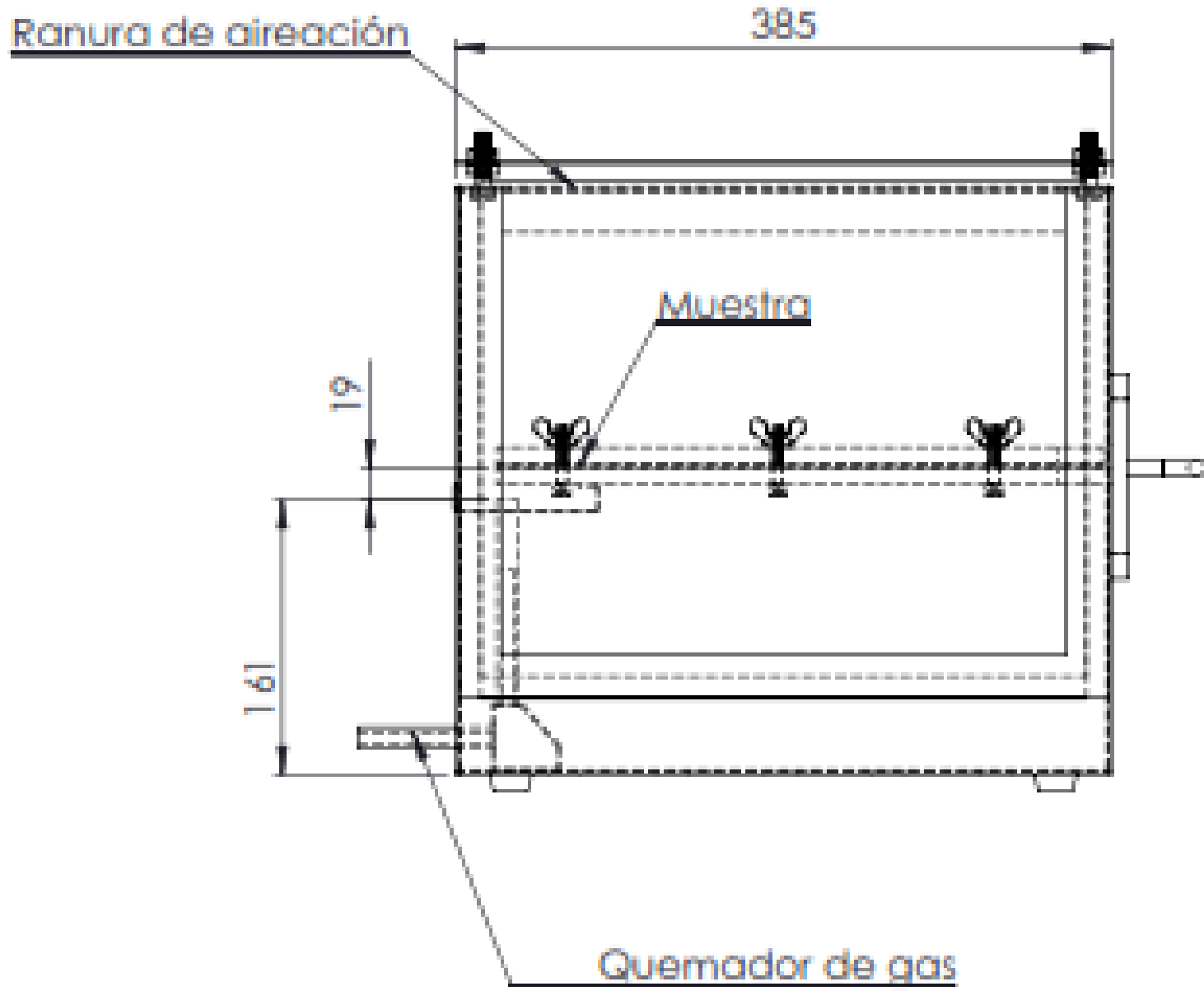
T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg · K)	$\mu \cdot 10^7$ (N · s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Pr
Aire							
100	3.5562	1.032	71.1	2.00	9.34	2.54	0.786
150	2.3364	1.012	103.4	4.426	13.8	5.84	0.758
200	1.7458	1.007	132.5	7.590	18.1	10.3	0.737
250	1.3947	1.006	159.6	11.44	22.3	15.9	0.720
300	1.1614	1.007	184.6	15.89	26.3	22.5	0.707
350	0.9950	1.009	208.2	20.92	30.0	29.9	0.700
400	0.8711	1.014	230.1	26.41	33.8	38.3	0.690
450	0.7740	1.021	250.7	32.39	37.3	47.2	0.686
500	0.6964	1.030	270.1	38.79	40.7	56.7	0.684
550	0.6329	1.040	288.4	45.57	43.9	66.7	0.683
600	0.5804	1.051	305.8	52.69	46.9	76.9	0.685
650	0.5356	1.063	322.5	60.21	49.7	87.3	0.690
700	0.4975	1.075	338.8	68.10	52.4	98.0	0.695
750	0.4643	1.087	354.6	76.37	54.9	109	0.702
800	0.4354	1.099	369.8	84.93	57.3	120	0.709
850	0.4097	1.110	384.3	93.80	59.6	131	0.716
900	0.3868	1.121	398.1	102.9	62.0	143	0.720
950	0.3666	1.131	411.3	112.2	64.3	155	0.723
1000	0.3482	1.141	424.4	121.9	66.7	168	0.726
1100	0.3166	1.159	449.0	141.8	71.5	195	0.728
1200	0.2902	1.175	473.0	162.9	76.3	224	0.728
1300	0.2679	1.189	496.0	185.1	82	238	0.719
1400	0.2488	1.207	530	213	91	303	0.703
1500	0.2322	1.230	557	240	100	350	0.685
1600	0.2177	1.248	584	268	106	390	0.688
1700	0.2049	1.267	611	298	113	435	0.685
1800	0.1935	1.286	637	329	120	482	0.683
1900	0.1853	1.307	663	362	128	534	0.677
2000	0.1741	1.337	689	396	137	589	0.672
2100	0.1658	1.372	715	431	147	646	0.667
2200	0.1582	1.417	740	468	160	714	0.655
2300	0.1513	1.478	766	506	175	783	0.647
2400	0.1448	1.558	792	547	196	869	0.630
2500	0.1389	1.665	818	589	222	960	0.613
3000	0.1135	2.726	955	841	486	1570	0.536

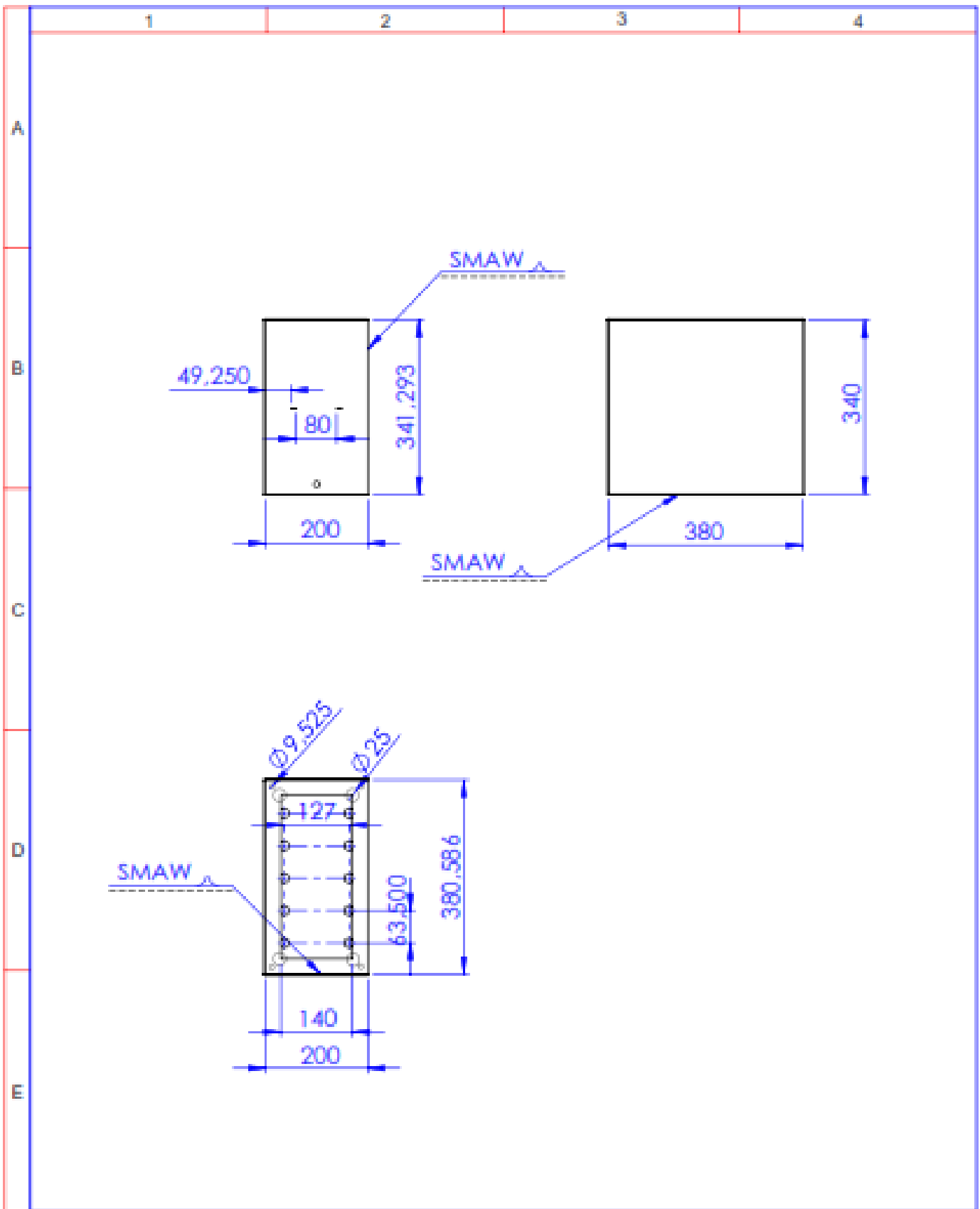
**PLANOS DE LA
CÁMARA DE ENSAYO
PARA DETERMINAR
EL ÍNDICE DE
INFLAMABILIDAD
DE MATERIALES**



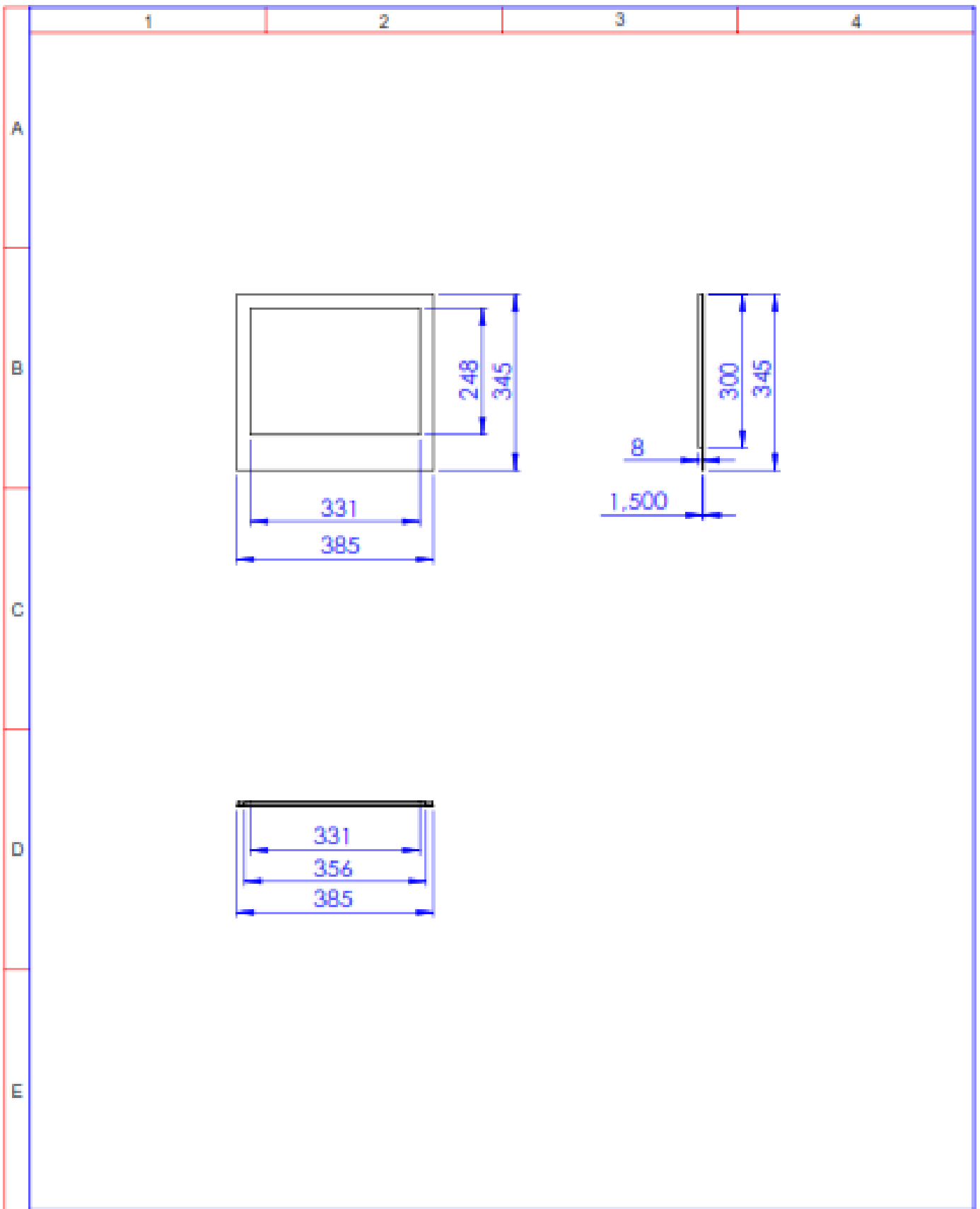
1	Vidrio	INE
1	Tapa Portamuestra	ISC 379
1	Muestra	ISC 379
1	Base Portamuestra	ISC 379
1	Manilla	
1	Portamuestra	ISC 379
10	DIN 315M6 GT-C-S	
1	Tapa Superior	
10	ISO 4762M6 x 35-24S	
1	Mechero	ISC 379
1	Toma de gas	
4	Base	
1	Guía de Vidrio	

A
B
C
D

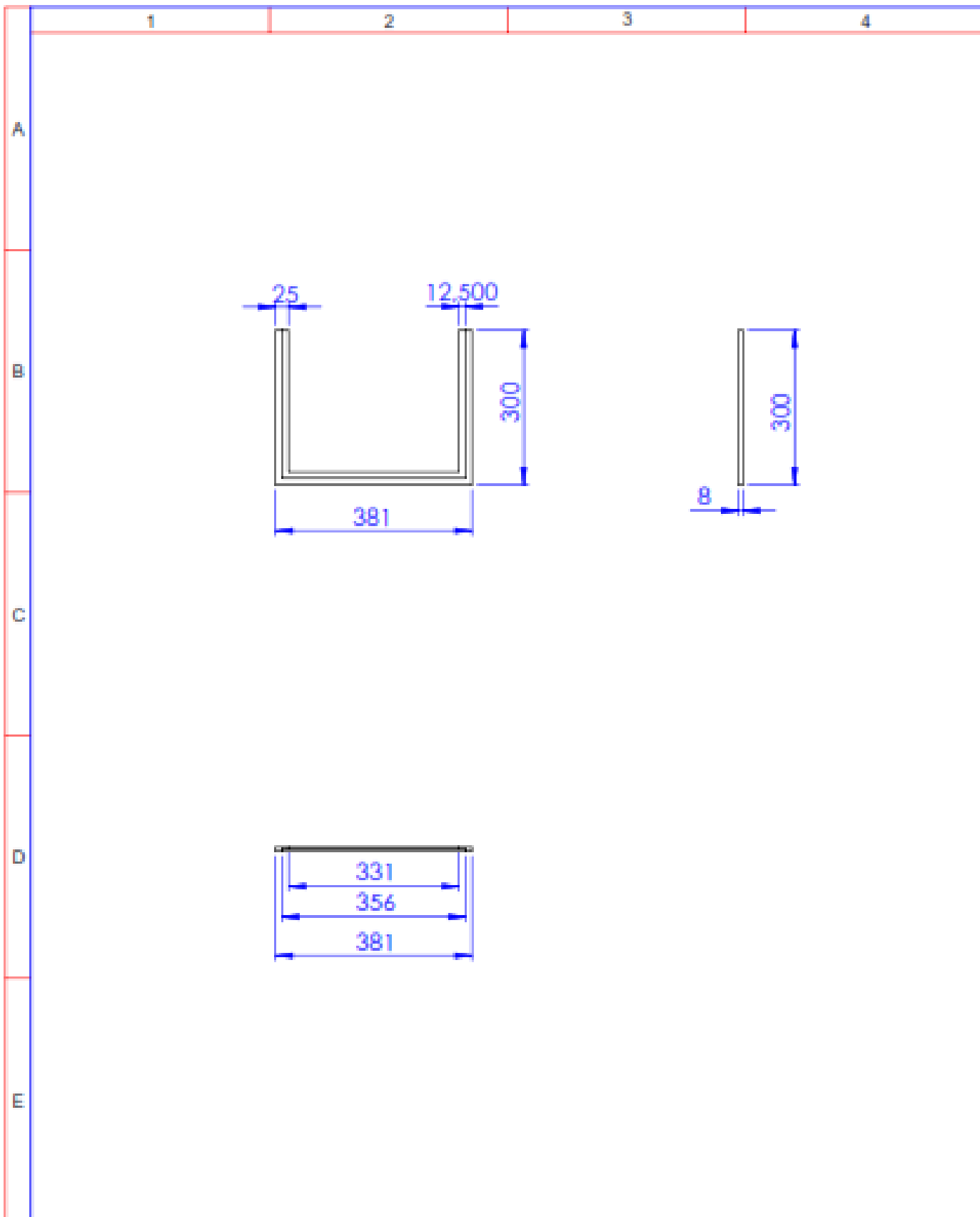




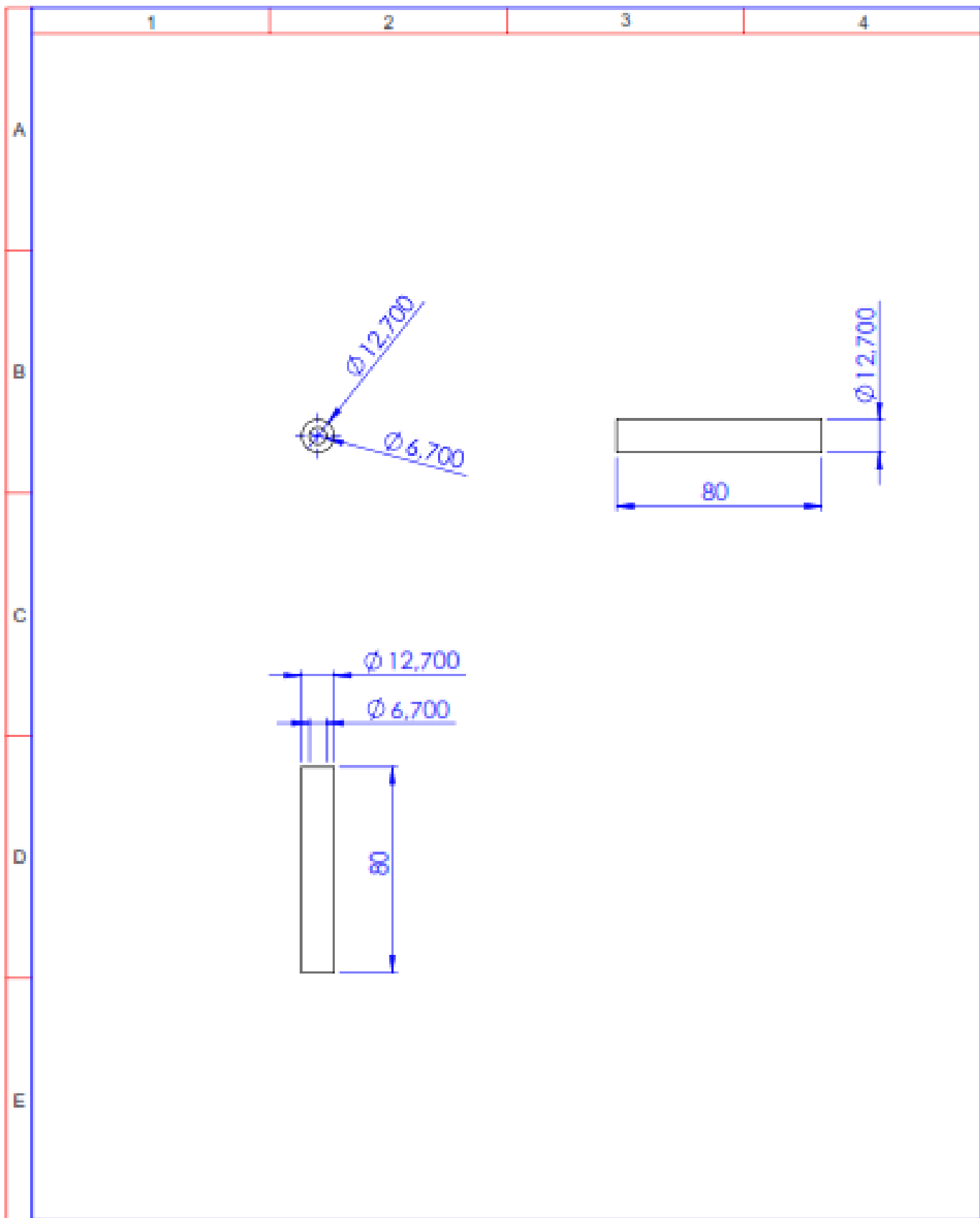
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A240	
				±0,1	3 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: CARCAZA	Escala: 1:5
			Dib.	10/07/13	Ing. Castro		
			Rev.	10/07/13	R. Cepeda		
				Apro.	10/07/13	R. Cepeda	
				UTA		Número del dibujo: 03 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		(Sustitución)	



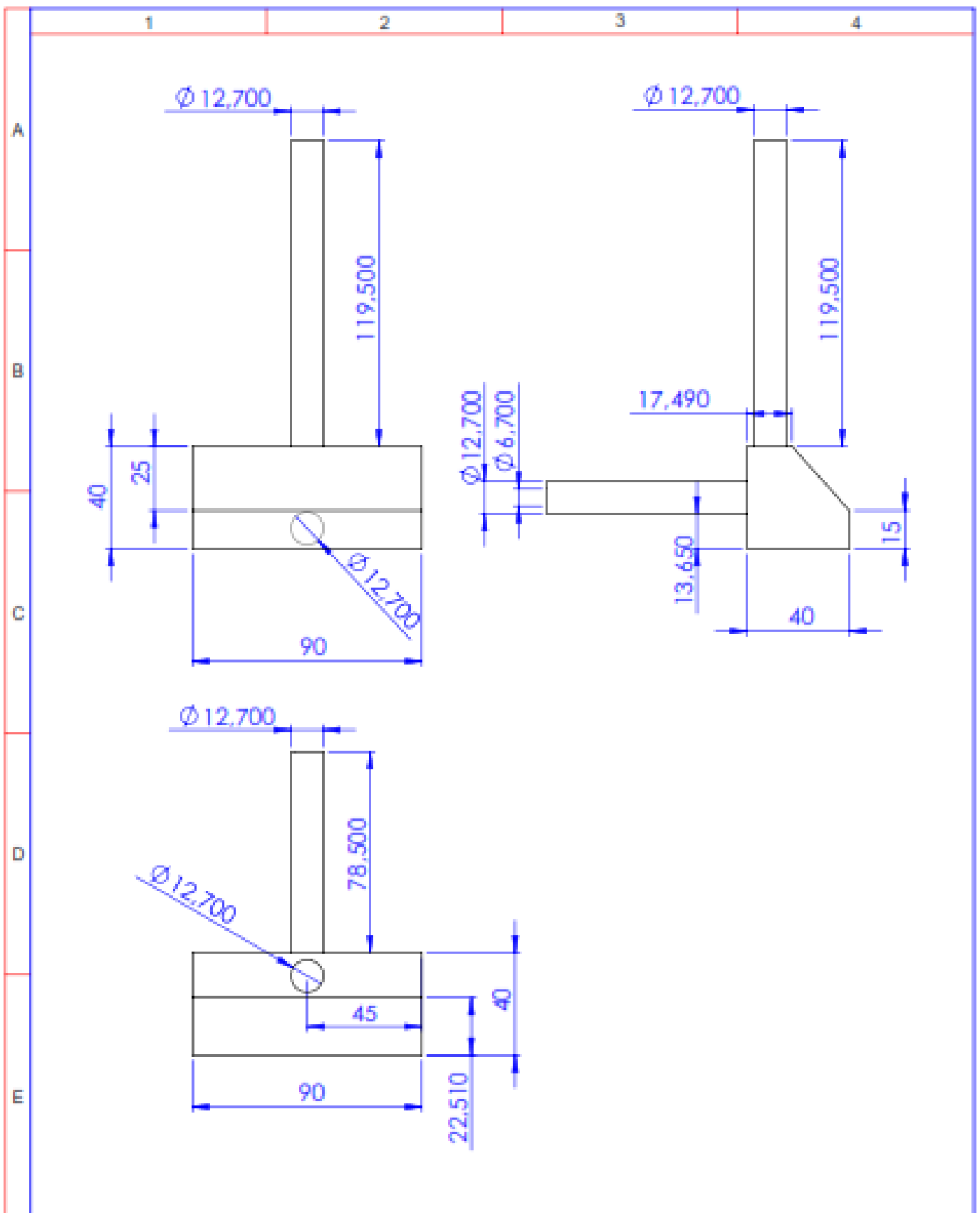
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A240	Escala:
				±0,1	0.25 Kg		
				Fecha	Nombre	Tapa delantera	1:5
			Dib.	10/07/13	Ing. Castro.		
			Rev.	10/07/13	R. Cepeda		
			Apro.	10/07/13	R. Cepeda		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 04 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



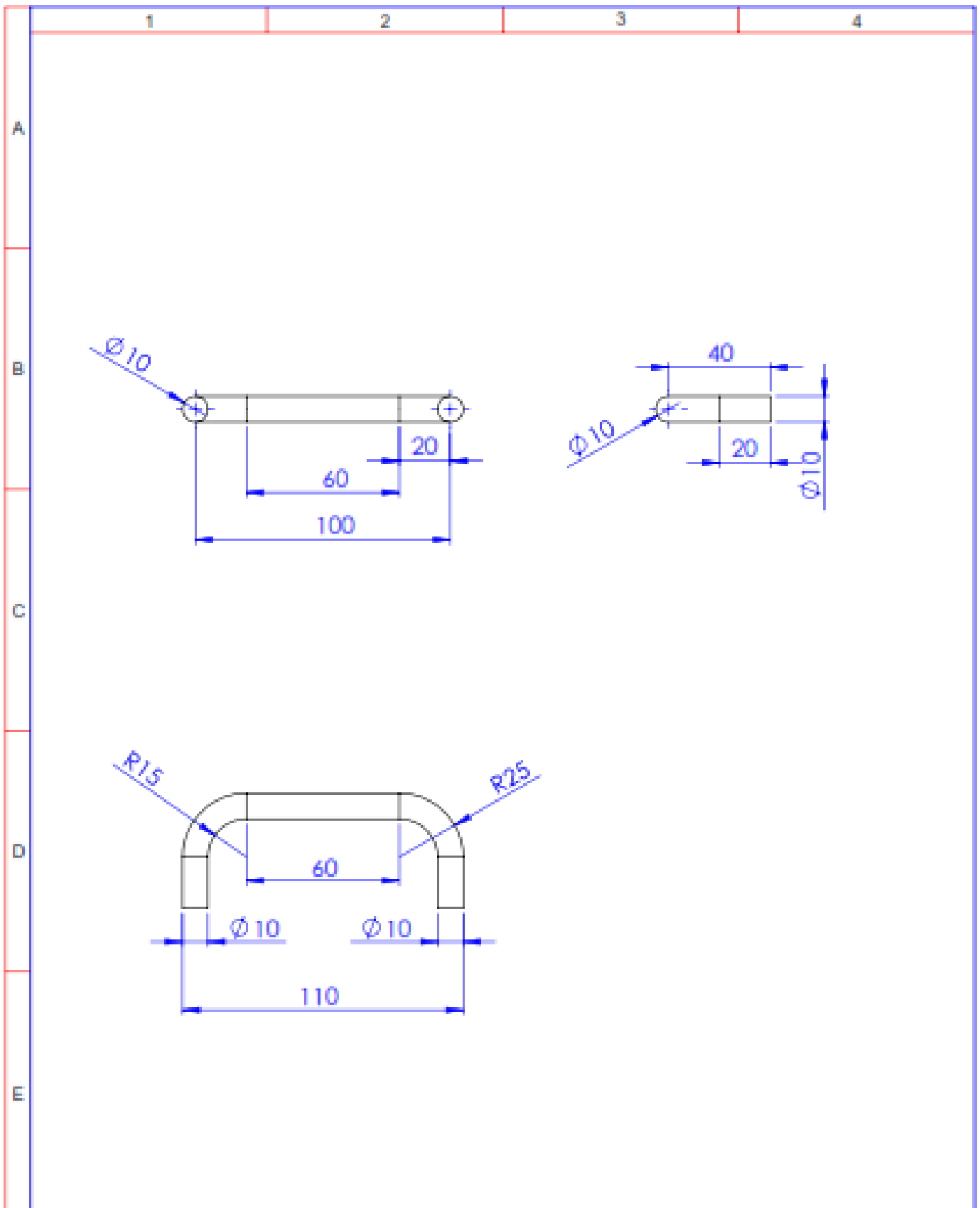
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A240	
				±0,1	0.25 Kg		
				Dib.	Fecha	Nombre	Denominación: Guía de Vidrio
				10/07/13	Ing. Castro		
				Rev.	10/07/13	R. Cepeda	
				Apro.	10/07/13	R. Cepeda	Escala: 1:5
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 05 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



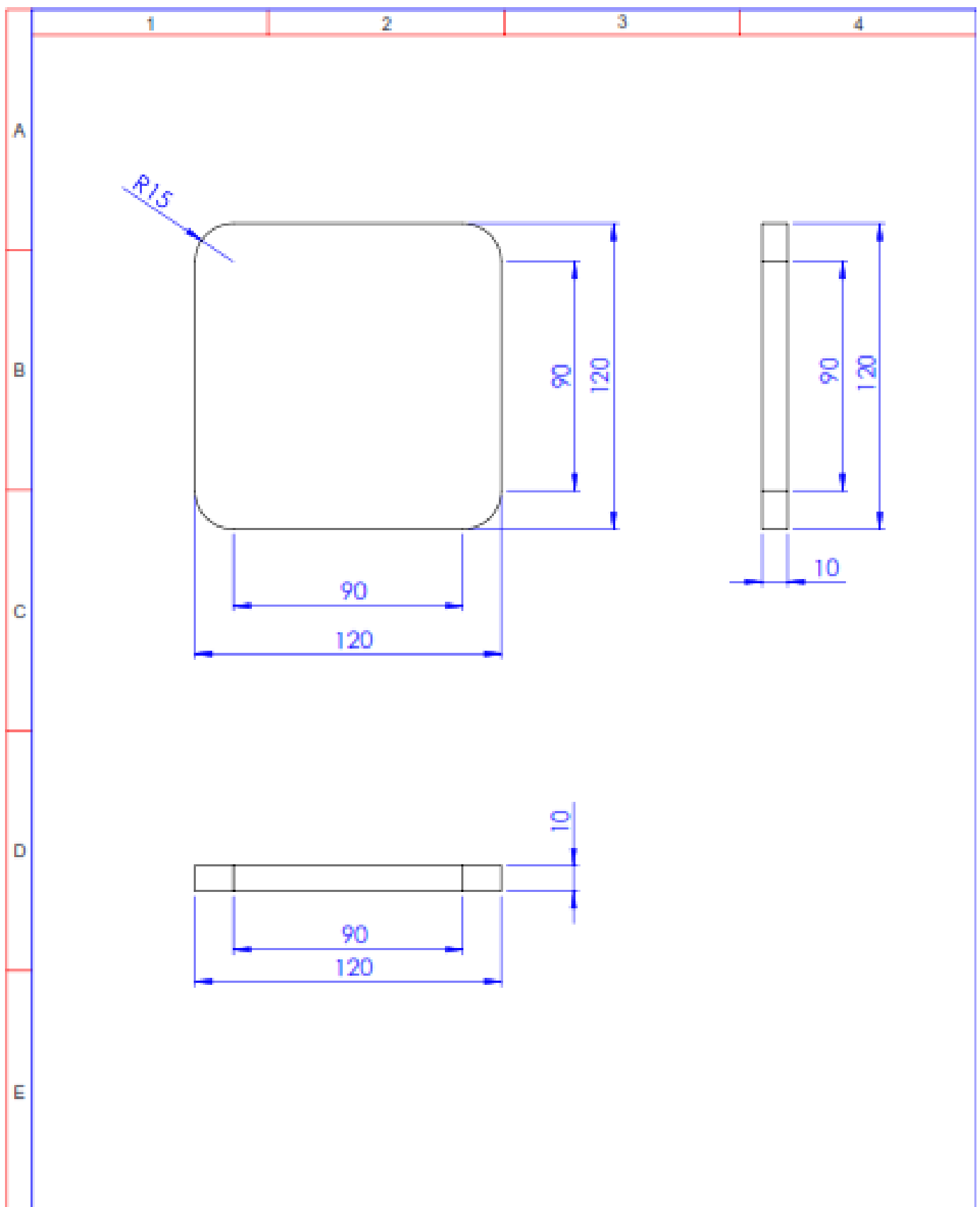
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A240	Escala:
				±0,1	0.25 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Toma de gas	1:5
			Dib.	10/07/13	Ing. Castro.		
			Rev.	10/07/13	R. Cepeda		
			Apro.	10/07/13	R. Cepeda		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 07 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



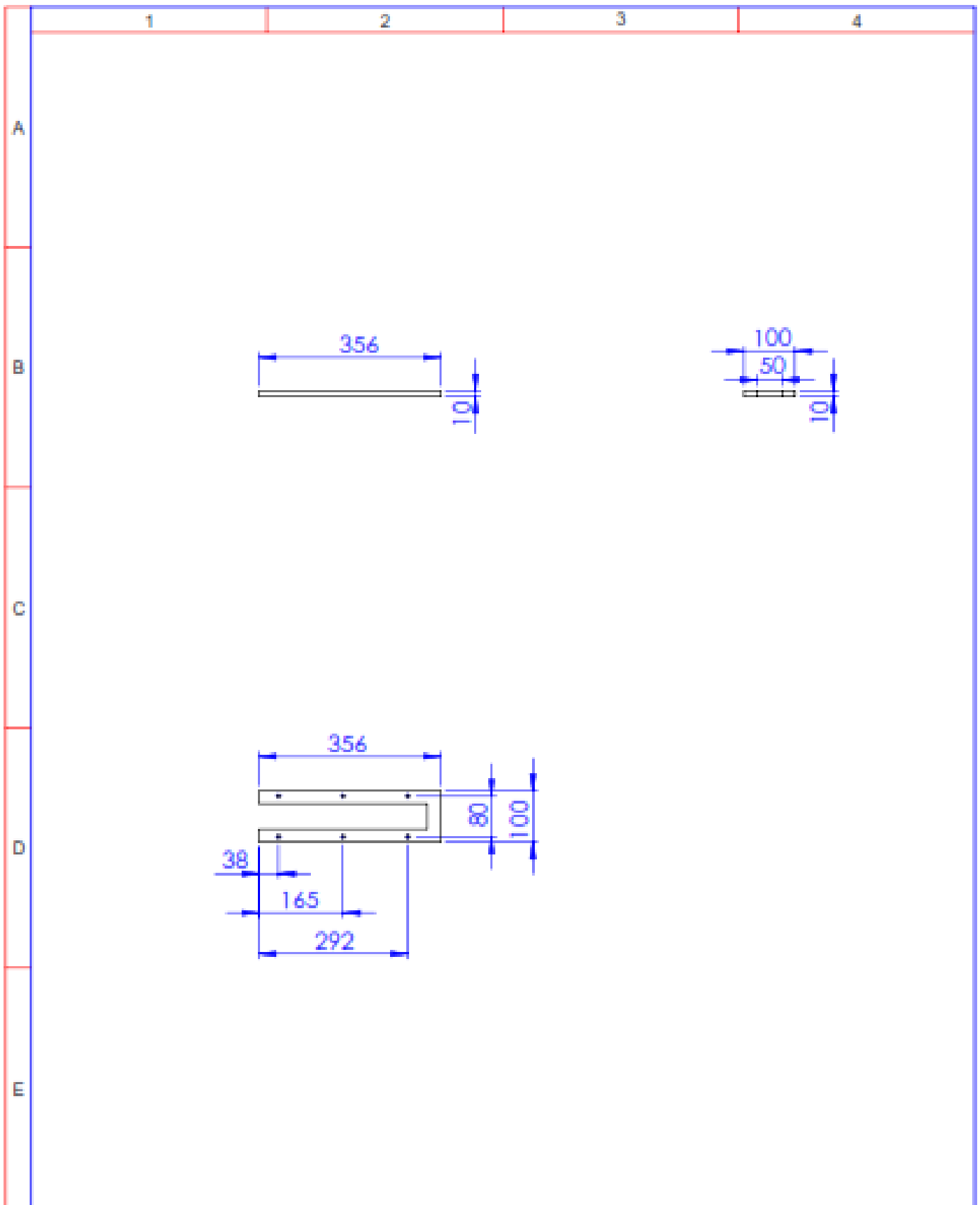
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A240	Escala: 1:5
				±0,1	0.25 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Mechero	Número del dibujo: 08 de 15
			Dib.	10/07/13	Ing. Castro.		
			Rev.	10/07/13	R. Cepeda		
				Apro.	10/07/13	R. Cepeda	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 08 de 15 (Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia $\pm 0,1$	(Peso) 0.25 Kg	Materiales: ACERO ASTM A240	
						Denominación: Manilla	Escala: 1:5
				Dib. 10/07/13	Nombre Ing. Castro		
				Rev. 10/07/13	R. Cepeda		
				Apro. 10/07/13	R. Cepeda		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 11 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia ±0,1	(Peso) 1 Kg	Materiales: ACERO ASTM A36	
						Denominación: Base Portamuestra	Escala: 1:5
				Dib.	Fecha	Nombre	
				Rev.	10/07/13	R. Cepeda	
				Apro.	10/07/13	R. Cepeda	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 12 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A38	
				±0,1	1 Kg	Denominación:	
						Tapa Portamuestra	
						Escala:	
						1:5	
						Número del dibujo: 14 de 15	
						(Sustitución)	
							
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica			

