



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

**“ESTUDIO DE LOS ANCLAJES DE ASIENTOS DE AUTOBÚS EN UN
IMPACTO FRONTAL PARA DETERMINAR LAS DEFORMACIONES Y
ESFUERZOS MÁXIMOS EN LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES
INDUSTRIALES S.A”**

AUTOR: AGUSTÍN DANILO REMACHE GUTIÉRREZ

TUTOR: ING. CÉSAR ARROBA Mg.

AMBATO - ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el Tema: **“ESTUDIO DE LOS ANCLAJES DE ASIENTOS DE AUTOBÚS EN UN IMPACTO FRONTAL PARA DETERMINAR LAS DEFORMACIONES Y ESFUERZOS MÁXIMOS EN LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A”**, elaborado por el Sr. Agustín Danilo Remache Gutiérrez , egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente tesis es original de su autor.
- ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Está concluida y puede continuar con los trámites correspondientes.

Ambato, 09 Noviembre 2015

Ing. Mg. César Arroba Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Yo AGUSTÍN DANILO REMACHE GUTIÉRREZ con C.I.: 0503213001, certifico que el trabajo de investigación: “**ESTUDIO DE LOS ANCLAJES DE ASIENTOS DE AUTOBÚS EN UN IMPACTO FRONTAL PARA DETERMINAR LAS DEFORMACIONES Y ESFUERZOS MÁXIMOS EN LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A**”, son responsabilidad de mi trabajo investigativo, como los contenidos, ensayos, simulaciones, conclusiones, recomendaciones y la propuesta, con la excepción de las referencias bibliográficas doy fe que este trabajo investigativo es original de su autor.

Ambato, 09 Noviembre 2015

EL AUTOR

.....
Agustín Danilo Remache Gutiérrez

C.I.: 0503213001

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la universidad técnica de Ambato, para que haga de esta tesis o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la institución.

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

Autor

.....
AGUSTIN DANILO REMACHE GUTIERREZ

C.I: 0503213001

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a DIOS por ser mi guía y mi apoyo.

A mis padres, porque con su apoyo inculcaron los valores de trabajo y perseverancia en todos los actos de mi vida.

A mi familia en general que a través de su apoyo incondicional me dieron fuerzas para seguir luchando.

A ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios por darme sabiduría para lograr mis objetivos.

A mi familia por el cariño y apoyo moral que siempre he recibido con el cual he logrado culminar mi esfuerzo la realización de mi tesis.

Al Ing. Mg. César Arroba director de tesis, por la paciencia y sus conocimientos al revisar constantemente el trabajo de investigación. A las autoridades y profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica por su gestión y conocimientos impartidos.

A Miviltech Soluciones Industriales en su Gerente general el Ing. José Miranda Villacís por facilitar la realización de este estudio en sus instalaciones.

Y a mi compañera por su apoyo y comprensión para que pueda realizar mis metas.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	XIX
FACULTAD DE INGENIARÍA CIVIL Y MECÁNICA.....	XIX
RESUMEN EJECUTIVO	XIX
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis crítico	2
1.2.3 Prognosis.....	2
1.2.4 Formulación del problema	3
1.2.5 Preguntas directrices	3
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
2 CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes Investigativos	6
2.2 Fundamentación Filosófica.....	7

2.3	Categorías Fundamentales	8
2.3.1	Método de los elementos finitos	9
2.3.2	La Resistencia De Materiales.....	24
2.3.3	Resistencia de asientos y sus anclajes.....	26
2.3.4	Ensayo de materiales.....	33
2.3.5	Propiedades mecánicas de los materiales	39
2.3.6	Deformaciones y esfuerzos máximos	42
2.4	Fundamentación legal	51
2.5	Hipótesis	52
2.6	Señalamiento de variables de la Hipótesis.....	52
	CAPÍTULO III.....	54
	METODOLOGÍA	54
3.1	Enfoque investigativo	54
3.2	Modalidad de la investigación.....	54
3.2.1	Experimental.....	54
3.2.2	Bibliográfica	55
3.3	Niveles o tipo de la investigación.....	55
3.3.1	Descriptivo.....	55
3.3.2	Explicativo	55
3.4	Población y muestra.....	55
3.4.1	Población.....	55
3.4.2	Muestra	56
3.5	Operacionalización de variables	57
3.5.1	Variable independiente: Estudio del anclaje de asiento de autobús en un impacto frontal.	57
3.5.2	Variable Dependiente:	58

3.6	Técnicas e instrumentos.....	59
3.7	Plan de recolección de la información.....	59
3.8	Plan de procesamiento de la información.....	59
CAPÍTULO IV.....		61
4	Análisis e interpretación de resultados.....	61
4.1	Análisis de los resultados.....	61
4.1.1	Proceso propuesto para el análisis de resultados	61
4.1.2	Recopilación de datos preliminares	61
4.2	Descripción del asiento interprovincial	61
4.2.1	Materiales utilizados en la estructura del asiento para bus interprovincial: .	63
4.2.2	Lista de materiales utilizados en el anclaje del asiento en el autobús:	64
4.3	Dimensiones generales de la estructura asiento interprovincial	64
4.3.1	Distribución de los asientos en la carrocería del autobús	65
4.4	Ensayos preliminares.	65
4.4.1	Ensayo de tracción del material utilizado en la estructura del asiento	65
4.4.2	Ensayo de la muestra de un tubo a flexión 3 puntos.....	73
4.4.3	Ensayo de impacto charpy del ángulo del anclaje del asiento	80
4.4.4	Simulación del ensayo de Tracción de la platina de 30x3mm.....	82
4.5	Resumen del ensayo de tracción real versus el ensayo de tracción simulado ...	85
4.6	Simulación Del Ensayo De Flexión.....	86
4.7	Resumen del ensayo de flexión real versus el ensayo de flexión simulado	89
4.8	Simulación del ensayo Charpy	90
4.9	Evaluación del ensayo de Charpy real versus el ensayo de Charpy simulado.	93
4.9.1	Cálculo de la energía.....	94
4.9.2	Simulación del ensayo de impacto frontal del anclaje del asiento.....	96
4.9.3	Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 56km/h	99

4.9.4	Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 75km/h	105
4.9.5	Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 90km/h	111
4.10	Verificación de hipótesis	116
CAPÍTULO V		118
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
5.1	Conclusiones.....	118
5.2	Recomendaciones	119
CAPÍTULO VI.....		120
6	PROPUESTA.....	120
6.1	Datos informativos.....	120
6.2	Antecedentes de la propuesta.....	120
6.3	Justificación	121
6.4	Objetivos.....	122
6.4.1	General.....	122
6.4.2	Específico.....	122
6.5	Análisis de factibilidad	122
6.6	Fundamentación.....	123
6.6.1	Elementos del asiento de autobús	123
6.6.2	Análisis de la estructura del asiento.....	124
6.7	Análisis de resultados de la propuesta	127
6.7.1	Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 56km/h	128
6.7.2	Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 75km/h	134
6.7.3	Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 90km/h	140
6.8	Determinación de la aplicación	145
6.9	Administración	147
6.10	Previsión de la evaluación.....	148
7	BIBLIOGRAFÍA	148

7.1 Páginas web	150
Anexos	152
Anexo A1: especificaciones técnicas reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 043.....	153
Anexo A2: distancia entre asientos según reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 043	154
Anexo A3: especificaciones técnicas pletina utilizada en el anclaje del asiento interprovincial	155
Anexo A4: norma técnica ecuatoriana NTE INEN 109:2009.....	156
Anexo A5: Ensayos de tracción de la pletina.....	163
Anexo A6: especificaciones técnicas del tubo cuadrado utilizado en la construcción del asiento	166
Anexo A7: Especificaciones técnicas de los ensayos de flexión del tubo cuadrado	167
Anexo A8: Especificaciones técnicas del ángulo utilizado en la construcción	170
Anexo A9: especificaciones técnicas según norma ASTM E – 23 ensayo de impacto Charpy	171
Anexo A10: Ensayos de impacto Charpy	173
Anexo A11: velocidad recomendada para el análisis de impacto frontal según reglamento no 94 de la comisión económica para Europa (CEPE).	174
Anexo A12: Reglamento no 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Prescripciones uniformes relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes.	175
Anexo B1: Esfuerzos de la simulación del impacto frontal a 56km/h, 75 y 90 km/h	178
Anexo B2: Esfuerzo máximo de la propuesta del impacto frontal a 56, 75 y 90 km/h	181
Anexo B3: Certificado de aceptación para realizar la tesis.....	184
Anexo B4: Planos.....	185

ÍNDICE GENERAL DE FIGURAS

Figura 2.1: Elemento lineal	11
Figura 2.2.Elemento planos (2 – D)	11
Figura 2.3: Elemento solido (3 – D)	11
Figura 2.4: Representación de los esfuerzos principales	13
Figura 2.5.Elemento truss tridimensional	17
Figura 2.6: Elemento beam tridimensional	18
Figura 2.7: Elemento bidimensional en esfuerzo plano(a); triangular;(b) cuadrilátero.....	19
Figura 2.8: Elemento triangular y cuadrilátero	19
Figura 2.9: (a) Cilindro bajo presión interna ;(b) Modelo asimétrico; (c) cuadrilátero; (d) triangular	20
Figura 2.10: (a) Tetraedro de 4 nodos; (b) tetraedro de 10 nodos.....	21
Figura 2.11 : (a) Cilindro con extremos empotrados y carga puntual en la mitad; (b) Modelo viga(c) Modelo con elementos plate /Shell.....	22
Figura 2.12: Placa con concentrador de esfuerzo.....	23
Figura 2.13: Modelo de 4 y 6 elementos de una viga corta en cantiléver.....	24
Figura 2.14: Sección a-a a través de un sólido sometido a la acción de varias fuerzas.	25
Figura 2.15: Componentes de los efectos internos en la sección de exploración a- a	25
Figura 2.16: Ensayos dinámicos y estáticos sobre asientos y anclajes	26
Figura 2.17: Asientos destinados a utilizarse en un vehículo	27
Figura 2.18: Comportamiento numérico del análisis dinámico,	28
Figura 2.19: Fotografía del análisis dinámico.....	29
Figura 2.20: probetas para ensayo de tracción del acero	33

Figura 2.21: maquina universal.....	34
Figura 2.22: curva de esfuerzo deformación.....	35
Figura 2.23: Esquema de cargas para flexión	38
Figura 2.24: esquema de la prueba de impacto charpy	39
Figura 2.25: Ejemplos de secciones sometidas a cortante	43
Figura 2.26: La deformación de la placa superior por el esfuerzo de contacto, está muy exagerada.	44
Figura 2.27: Diagrama Esfuerzo – Deformación	45
Figura 2.28: Comparación de diagramas de distintos materiales.....	48
Figura 4.1: organigrama de procesos (el autor)	62
Figura 4.2 Asiento Miviltech	63
Figura 4.3: anclajes de Asiento interprovincial	63
Figura 4.4 estructura del asiento	65
Figura 4.5 Ensayo de tracción.....	66
Figura 4.6: Sección de la estructura del asiento.....	73
Figura 4.7 Ensayo de flexión tubo cuadrado.....	73
Figura 4.8 : Péndulo Charpy	80
Figura 4.9: Probeta de ensayo Charpy	80
Figura 4.10: medidas estándar para ensayo Charpy.....	81
Figura 4.11: probeta para ensayo Charpy	81
Figura 4.12: Geometría de probeta.....	82
Figura 4.13: mallado de la probeta.....	83
Figura 4.14 Aspect Ratio versus el número de elementos la probeta	83
Figura 4.15: Comparación de datos reales y datos simulados	86
Figura 4.16: Geometría de probeta.....	87

Figura 4.17: mallado de la probeta.....	87
Figura 4.18 Aspect Ratio versus el número de elementos la probeta	87
Figura 4.19: Comparación entre datos reales y simulados.....	90
Figura 4.20: Geometría de probeta.....	90
Figura 4.21: mallado de la probeta.....	91
Figura 4.22 : Aspect Ratio versus el número de elementos la probeta	91
Figura 4.23: comparación de resultados ensayo Charpy.....	95
Figura 4.24: sección de la estructura del autobús	96
Figura 4.25 : anclaje de los asientos en la estructura del autobús.....	97
Figura 4.26: Colocación de los dummies en el asiento auxiliar	97
Figura 4.27: Mallado de los asientos, sección de la estructura del autobús y dummies.....	98
Figura 4.28: Aspect Ratio versus el número de elementos del asiento interprovincial	98
Figura 4.29: anclaje de la pata del asiento principal anclado a la estructura del piso autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h.....	101
Figura 4.30: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado a la estructura del piso autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h.....	101
Figura 4.31: anclaje de ángulo del asiento principal anclado a la pared de la estructura del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h.....	102
Figura 4.32: anclaje de ángulo del asiento auxiliar anclado a la pared de la estructura del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h.....	102
Figura 4.33: Energía cinética y energía interna del impacto frontal a 56 km/h.	103
Figura 4.34: velocidad durante el impacto frontal según norma 94.....	103
Figura 4.35 Elemento 18535 pata del anclaje del asiento principal.....	104
Figura 4.36 Esfuerzo máximo del anclaje de la pata del asiento principal elemento 18535.....	104

Figura 4.37: anclaje de la pata del asiento principal no resiste al impacto frontal a 75 km/h	107
Figura 4.38: anclaje de la pata del asiento auxiliar resiste al impacto frontal a 75 km/h	107
Figura 4.39: anclaje del ángulo del asiento principal no resiste al impacto frontal a 75 km/h	108
Figura 4.40: anclaje del ángulo del asiento auxiliar resiste al impacto frontal a 75 km/h	108
Figura 4.41: Energía cinética y energía interna durante el impacto frontal a 75 km/h	109
Figura 4.42: velocidad durante el impacto frontal según norma.....	109
Figura 4.43: elemento 18479 pata del anclaje principal del asiento	110
Figura 4.44: Esfuerzo máximo del anclaje de la pata del asiento principal elemento 18479	110
Figura 4.45: anclaje de la pata del asiento principal no resiste al impacto frontal a 90 km/h	113
Figura 4.46: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado a la estructura del piso autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h.....	113
Figura 4.47: anclaje del ángulo anclado a la pared del autobús no resiste al impacto frontal a 90 km/h	114
Figura 4.48: anclaje del ángulo anclado a la pared del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h	114
Figura 4.49: Energía cinética y energía interna del impacto frontal a 90 km/h.	115
Figura 4.50: velocidad del impacto frontal a 90 km/h.	115
Figura 4.51: Esfuerzo máximo del anclaje de la pata del asiento principal elemento 25340	116
Figura 6.1: Propuesta de cambio de partes de la estructura del anclaje del asiento..	124
Figura 6.2: vista de la estructura del anclaje del asiento interprovincial propuesto .	125

Figura 6.3: mallado del modelo propuesto del anclaje del asiento interprovincial...	126
Figura 6.4: aspecto ratio del anclaje de asiento interprovincial	127
Figura 6.5: anclaje de la pata del asiento principal anclado al piso del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h	130
Figura 6.6: anclaje del perfil del asiento principal anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h	130
Figura 6.7: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado al piso del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h	131
Figura 6.8: anclaje del perfil del asiento principal anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h	131
Figura 6.9: anclaje del perfil del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h	132
Figura 6.10: conservación de energía cinética y energía interna a 56 km/h	132
Figura 6.11 Velocidad durante el ensayo de impacto frontal.....	133
Figura 6.12: Elemento 28009 de impacto frontal a56 km/h	133
Figura 6.13: Esfuerzo máximo del elemento 28009 de impacto frontal a56 km/h...	134
Figura 6.14: anclaje de la pata del asiento principal anclado en el piso del autobús resiste al impacto frontal a 75 km/h	136
Figura 6.15: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en el piso autobús resiste al impacto frontal a 75 km/h	136
Figura 6.16: anclaje del perfil del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 75 km/h	137
Figura 6.17: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 75 km/h	137
Figura 6.18: energía cinética, energía interna a 75 km/h	138
Figura 6.19 Velocidad durante el impacto frontal	138
Figura 6.20 Elemento 1759 de impacto frontal a 75km/h.....	139

Figura 6.21 Esfuerzo máximo del elemento 1759 de impacto frontal a 75km/h	139
Figura 6.22: anclaje de la pata del asiento principal anclado en el piso del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h	142
Figura 6.23: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en el piso del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h	142
Figura 6.24: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h	143
Figura 6.25: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h	143
Figura 6.26: variación de energía cinética y energía interna a 90km/h	144
Figura 6.27 Velocidad durante el impacto frontal a 90km/h	144
Figura 6.28: Elemento 27048 a 90 Km /h	145
Figura 6.29: Esfuerzo máximo del elementos 27048 a 90 Km /h	145
Figura 6.30 estructura propuesta.	146
Figura 6.31: Asiento de la estructura propuesta.	146
Figura 6.32: Configuración de la estructura propuesta.	146
Figura 6.33: Configuración de la estructura propuesta.	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: materiales del anclaje del asiento.....	64
Tabla 4.2: materiales del anclaje del asiento.....	64
Tabla 4.3: Prueba de ensayo Charpy.....	82
Tabla 4.4: Resultados del ensayo físico versus la simulación	85
Tabla 4.5: Comparación de resultados real vs simulado.....	89
Tabla 4.6 Comparación de ensayo Charpy simulado y real.....	95

Tabla 4.7: simulación del impacto frontal a 56 km/h.....	99
Tabla 4.8: simulación del impacto frontal a 75 km/h.....	105
Tabla 4.9: de simulación del impacto frontal a 90 km/h.....	111
Tabla 4.10: Análisis de esfuerzos y deformaciones del anclaje.....	116
Tabla 4.11: criterios del reglamento R80.....	117
Tabla 6.1: comprobación de la propuesta del anclaje a 56 km/h	128
Tabla 6.2 Comprobación de la propuesta del anclaje a 75 km/h	134
Tabla 6.3 Comprobación de la propuesta del anclaje a 90 km/h	140

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIARÍA CIVIL Y MECÁNICA

AUTOR: AGUSTÍN DANILO REMACHE GUTIÉRREZ

TUTOR: Ing. Mg. CÉSAR ARROBA.

RESUMEN EJECUTIVO

Tema: “ESTUDIO DE LOS ANCLAJES DE ASIENTOS DE AUTOBÚS EN UN IMPACTO FRONTAL PARA DETERMINAR LAS DEFORMACIONES Y ESFUERZOS MÁXIMOS EN LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A”

En la industria carrocera del país se evidencio que el proceso de construcción de los anclajes de los asientos se lo realiza en forma empírica ya que no existe ningún estudio realizado sobre la resistencia de los anclajes de los asientos, tampoco se cuenta con una máquina de impacto para resistencia de los anclajes de asientos porque es muy costoso, y no se cuenta con la certificación y aprobación del reglamento N° 80 (CEPE/ONU).

Para el estudio se determinó las propiedades mecánicas de los materiales, los ensayos realizados fueron: tracción, flexión e impacto, con el método de elementos finitos, se realizó la comprobación de la resistencia del anclaje del asiento según el reglamento N° 80 (CEPE/ONU), y aplicando velocidades de impacto frontal recomendadas en el reglamento N° 94 (CEPE/ONU).

Se realizó un rediseño del anclaje del asiento demostrando durante el impacto frontal, la resistencia del anclaje cumple con la certificación del Reglamento N° 80 (CEPE/ONU), y Reglamento N°94.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

ESTUDIO DE LOS ANCLAJES DE ASIENTOS DE AUTOBÚS EN UN IMPACTO FRONTAL PARA DETERMINAR LAS DEFORMACIONES Y ESFUERZOS MÁXIMOS EN LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

La situación a nivel mundial por la seguridad de los pasajeros en los medios de transporte aumenta en la medida que crece la movilidad y, por lo tanto el número de personas que viajan en uno u otro modo de transporte.

Es importante mejorar las condiciones de seguridad tanto activa como pasiva, de los pasajeros constituyendo una exigencia que se manifiesta a través de reglamentos y normativas de los países más industrializados del mundo. Por este motivo el diseño del anclaje de asiento a la estructura del autobús debe ser más completo. En Europa la comisión económica de las Naciones Unidas (CEPE) crea el reglamento de Resistencia de asientos y sus anclajes (Reglamento R80). Mediante este ensayo se garantiza que el asiento y su fijación al vehículo ofrecen una correcta retención del pasajero, asegurando la ausencia de lesiones.

En América del Sur, el Mercosur crea el Reglamento, que los vehículos deben cumplir una serie de requisitos técnicos en virtud de las legislaciones nacionales respectivas, entre ellos los correspondientes a los anclajes de asientos.

En Argentina la Normativa vigente sobre La Resolución 757/2006 de la Secretaría de Transporte de la Nación Argentina modifica el Manual de Especificaciones Técnicas para vehículos de Transporte por Automotor de Pasajeros.

En el Ecuador no existe ningún estudio realizado sobre los anclajes de los asientos, es por esta razón que se ha tomado este tema de investigación, para cumplir con las normas y reglamentos de seguridad sobre los anclajes de los asientos, el estudio se lo realizará en la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A.

1.2.2 Análisis crítico

A causa de que no existe investigación sobre el comportamiento mecánico de los de anclajes de los asientos de autobús en un impacto frontal en nuestro país, no se establece un estudio sobre las deformaciones y esfuerzos máximos que soportarían los anclajes de los asientos.

Se ha visto la necesidad de la investigación con un estudio de los anclajes de los asientos de autobús aplicando los nuevos reglamentos determinados por la INEN y el Reglamento N° 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.

Es factible realizar este estudio ya que se cuenta con los equipos necesarios y el personal técnico para ésta investigación, cuyos resultados serán aprovechados para mejorar la resistencia del anclaje de asiento fijado en la estructura del autobús.

1.2.3 Prognosis

De no realizarse el estudio de los anclajes de los asiento no se determinará las deformaciones y esfuerzos máximos en un impacto frontal limitando el desarrollo

y crecimiento de la industrias carrocerías en el país y en la provincia de Tungurahua.

1.2.4 Formulación del problema

¿El estudio de los anclajes de asientos de autobús permitirá definir las deformaciones y esfuerzos máximos de los anclajes del asiento de autobús durante el impacto frontal?

1.2.5 Preguntas directrices

- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de (resistencia a la tracción y tenacidad) del material que actualmente utiliza Miviltech Soluciones Industriales S.A para la construcción de los anclajes del asiento?
- ¿Cuáles son los parámetros necesarios para simular la resistencia de los anclajes del asiento durante un impacto frontal?
- ¿Analizar mediante el método de elementos finitos los esfuerzos y deformaciones máximas que soportarán los anclajes de los asientos de autobús en un impacto frontal?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1 Delimitación de contenido

La presente investigación estará dentro del campo de Ingeniería Mecánica, específicamente en el área de Diseño Mecánico, Resistencia de los Materiales. Método de elementos finitos por lo que se utilizara documentos bibliográficos, libros, normas, reglamentos que estén relacionados con el estudio de los anclajes de los asientos.

1.2.6.2 Delimitación espacial

El estudio de los anclajes de asientos de autobús en un impacto frontal, se desarrollara en la planta de producción de la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A, ubicada en el Parque Industrial Ambato sector Samanga Bajo avenida D y calle 5 y en y el laboratorio de resistencia de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

1.2.6.3 Delimitación temporal

La presente investigación se realizará en el periodo comprendido entre Noviembre 2014 – Noviembre 2015.

1.3 Justificación

El trabajo investigativo es de gran interés porque va a permitir mejorar los anclajes de los asientos, mismo que permitirá dar mayor resistencia del anclaje del asiento durante el impacto frontal en caso de accidentes de tránsito.

Es importante porque a partir de la utilización de normas técnicas se pretende mejorar los anclajes de los asientos del autobús basado en el estudio de cada uno de los factores mecánicos, de acuerdo con las normas y reglamentos internacionales establecidos, dando como resultado un incremento en la resistencia del anclaje del asiento.

Es factible porque existe la colaboración de la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A, se dispone de bibliografía, también se tiene acceso a la información que proporcionará la empresa para la investigación y se cuenta con la asesoría respectiva y los recursos que se requiere para la elaboración del estudio.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar los anclajes de los asientos de autobús en un impacto frontal para determinar las deformaciones y esfuerzos máximos en la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades de resistencia a la tracción, flexión y tenacidad del anclaje de asiento que actualmente utiliza Miviltech Soluciones Industriales S.A mediante ensayos en la Maquina universal y máquina del péndulo Charpy.
- Analizar los parámetros necesarios para simular la resistencia de los anclajes del asiento durante un impacto frontal.
- Evaluar mediante la simulación por el método de elementos finitos los esfuerzos y deformaciones máximas de los anclajes del asiento del autobús durante el impacto frontal.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

En el presente trabajo se toma en cuenta normas y reglamentos internacionales sobre resistencia de los asientos y sus anclajes.

En El Instituto Politécnico Nacional de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y

Eléctrica se encuentra la tesis del Ing. Vásquez Velásquez Braulio Guillermo en el año (2011) en la provincia Pichincha con el tema: Estudio Para El Desarrollo De Pruebas Dinámicas Efectuadas A Los Asientos Para Transporte Urbano Y Suburbano De Pasajeros, derivado del proyecto de investigación cgpi-20041128, planteándose como objetivo general: Determinar la metodología para la realización de las pruebas físicas a los recubrimientos de los asientos de autobús, llegando a la conclusión: Considerando que las prescripciones técnicas a que deben ajustarse los vehículos a motor en virtud de las legislaciones nacionales se refieren, entre otros aspectos, al acondicionamiento interior en lo que concierne la resistencia de los asientos y de su anclaje. (Vazquez Velazquez, 2011)

Mediante la fuente recogida en el internet se encontró la siguiente investigación en la Universidad Carlos III de Madrid de la Escuela Politécnica Superior en el Área de Ingeniería Mecánica se encontró el Proyecto fin de carrera de Ingeniería Industrial del Ing. Carro Díez José Ignacio en el año (2009) con el tema: Estudio mediante Simulink y Ansys del comportamiento de la superestructura de un autobús urbano.

Con el objetivo general: Estudiar el comportamiento de la superestructura de un autobús urbano, a fin de optimizar el comportamiento frente al vuelco en este tipo de vehículos, aprovechando las posibilidades que nos ofrecen dos aplicaciones informáticas como son Matlab Simulink y Ansys, llegando a la conclusión que se puede decir que el comportamiento de la estructura del autobús alcanza un nivel acorde a los requerimientos que le exige en este tipo de vehículos. Pero ello no significa que no se puedan introducir mejoras para mejorar la seguridad del vehículo y prevenir en la medida de lo posible los accidentes por vuelco. (Carro Díez, 2009)

En el repositorio de la Universidad Politécnica de Chimborazo de la Facultad de Ingeniería Mecánica se encuentra la tesis de los autores: Cruz Ati Denys Javier y Amboya Mishqui Franklin Elías, en el año (2012), con el tema: Diseño y construcción de un equipo de ensayo para pruebas de deformación y resistencia de asientos y espaldares de poliuretano para autobús cuyo objetivo es: Diseñar y Construir un equipo de ensayos para pruebas de resistencia, deformación de asientos y espaldares de espuma de poliuretano para autobús llegando a la conclusión: Mediante el ensayo realizado de fatiga, los asientos y espaldares tienen una durabilidad y resistencia para un tiempo de 4 años, debido que en este periodo pierden las propiedades físicas el material. (Cruz Ati Denys Javier, Amboya Mishqui Franklin Elías, 2012)

2.2 Fundamentación Filosófica

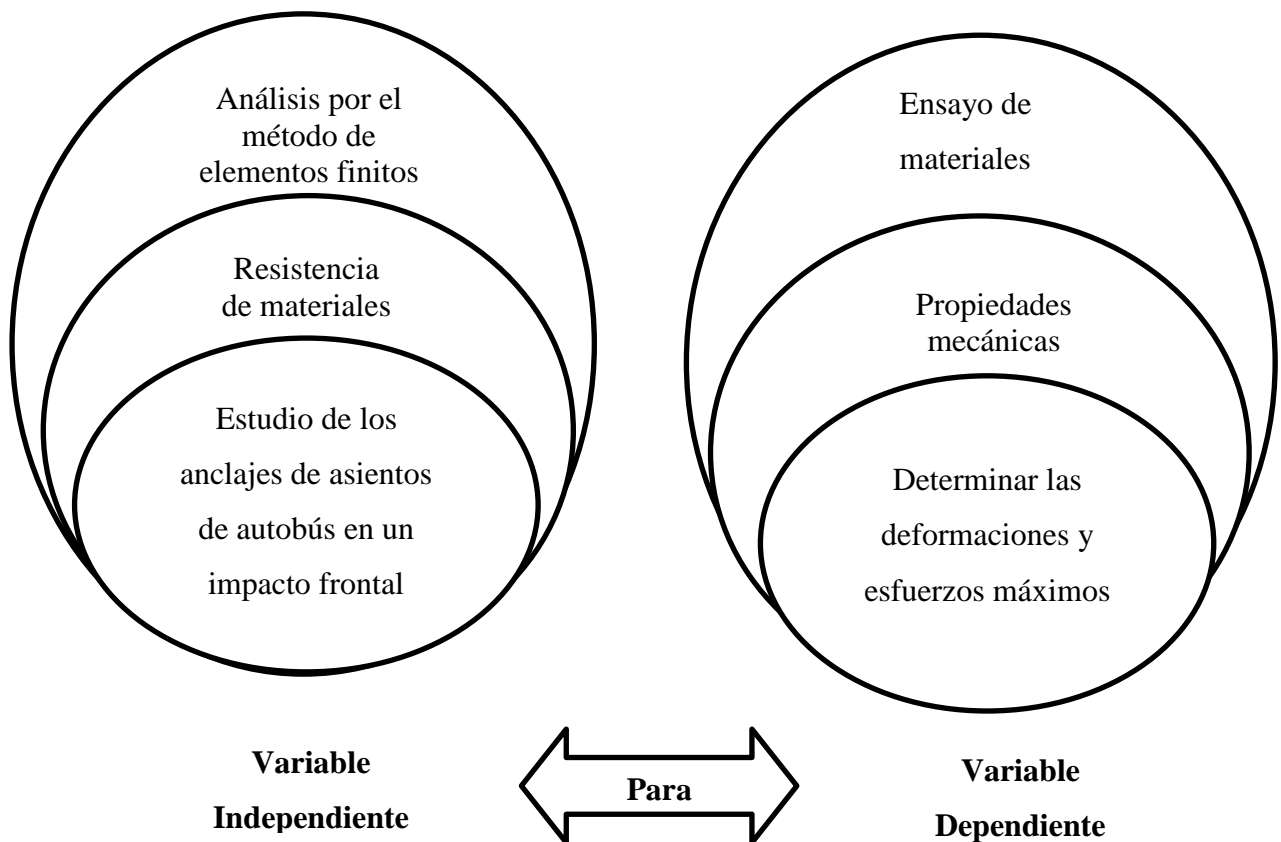
Ontológica.- el Ingeniero mecánico es un ser físico porque diseña, analiza y evalúa es por eso que se toma el estudio del anclaje de asiento fijado a la estructura del autobús Urbano, Escolar e Interprovincial, y cuál será su comportamiento mecánico ante un impacto frontal, esto se determinara mediante el software así como pruebas de esfuerzos y deformaciones del anclaje de asiento de autobús.

Epistemológica.- Se tiene claramente identificada la información que se va utilizar en la investigación que se realizará en la Universidad Técnica de Ambato donde se ejecutará el estudio del anclaje de asiento a la estructura del autobús Urbano, Escolar e Interprovincial.

Axiológica.- En la investigación se maneja los siguientes valores como son el respeto que merecen el personal donde se realizará el estudio del anclaje de asiento en la estructura de autobús de servicio, Urbano, Escolar e Interprovincial.

La responsabilidad para cumplir con las demandas establecidas, y ante todo profesionalismo encaminado a cumplir a cabalidad con la doctrina ética del ingeniero mecánico.

2.3 Categorías Fundamentales



2.3.1 Método de los elementos finitos

Es un método de cálculo que se utiliza en diversos problemas de ingeniería, que se encarga de dividir el cuerpo o estructura dividida en elementos discretos, que establecen condiciones de vínculo, esto genera sistemas de ecuaciones que se resuelve de forma numérica y q definen el estado de tensiones y deformaciones. Otra forma de utilizarlo en matemáticas es como un método nodal que se aproxima a ecuaciones diferenciales que se resuelven de forma numérica. Es un proceso numérico que se aplica en un gran número de problemas con condiciones de borde en las estructuras, restricciones y cargas externas, varios de los problemas no tienen solución analítica o a su vez es muy difícil obtener la solución por lo que la única alternativa de resolver es con este método y se pueden resolver sistemas que no son fáciles para resolver con modelos matemáticos simples. (Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico, 2008)

Para resolver existe dos tipos de vías para su formulación, uno es tomando como referencia el principio de los trabajos virtuales como formulaciones variacionales, o métodos de Garlekin, Método directo o el método Raleigh Ritz.

Originalmente fue desarrollado para el análisis de estructuras este método se pueden presentar otros, los fenómenos físicos son los siguientes:

- Termodinámicos: distribución de temperaturas en un sólido.
- Simulaciones dinámicas: Choque entre dos cuerpos.
- Geomecánica: Estudio del comportamiento de la corteza terrestre.

El método de los elementos finitos tiene como base la representación de un cuerpo en un ensamble de subdivisiones que se les llama elementos de la misma manera estos elementos se conectan a través de puntos llamados nodos. (Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico, 2008)

Para discretizar un cuerpo o estructura se divide en sistemas equivalentes de cuerpos pequeños, de tal manera que en el ensamble se ve reflejado la estructura o cuerpo original, con la solución que se genera de cada unidad se las combina para

determinar la solución total, por tal razón la solución del problema se basa en calcular y encontrar los desplazamientos de estos elementos o nodos y con ellos encontrar las deformaciones y las tensiones del sistema analizado. En los elementos y nodos están determinados por las propiedades del material que se le asigne a cada elemento que precisan la rigidez de los elementos y la geometría de la estructura a modelar siguiendo las leyes de la Elástica. (Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico, 2008)

Para las deformaciones y fuerzas externas se debe relacionar con la rigidez y con las relaciones que constituyen el elemento, ya aplicando en el régimen elástico sus ecuaciones definen el sistema que debe expresarse de forma matricial como se muestra a continuación:

$$[K] x[\delta] = [F] \quad (2.19)$$

Dónde:

- K: Es la matriz que representa la rigidez del sistema.
- δ : Es el vector que representa los desplazamientos.
- F: es el vector que representa los esfuerzos.

Existen varios tipos de elementos que se utilizan generalmente en la resolución a través de los elementos finitos y son:

2.3.1.1 Elementos de forma Lineal en 1 dimensión (1-D)

En la figura 2.1 se indica un modelo de elemento en una dimensión y estos pueden ser:

- Resorte
- Barras
- Vigas
- Caños



Figura 2.1: Elemento lineal
Fuente: (Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico, 2008).

2.3.1.2 Elementos planos (2-D)

En la figura 2.2 se presenta un elemento de dos dimensiones y estos elementos pueden ser:

- Membranas
- Placas.

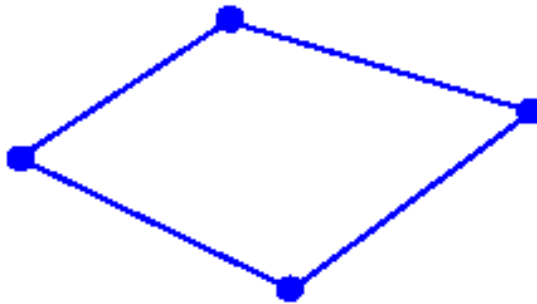


Figura 2.2.Elemento planos (2 – D)
Fuente: (Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico, 2008)

2.3.1.3 Elementos Sólidos en 3 dimensiones (3-D)

Vale indicar que es importante utilizar combinaciones de estos elementos para que actúen en conjunto en la figura 2.3 se muestra un elemento tipo solido en 3 dimensiones.

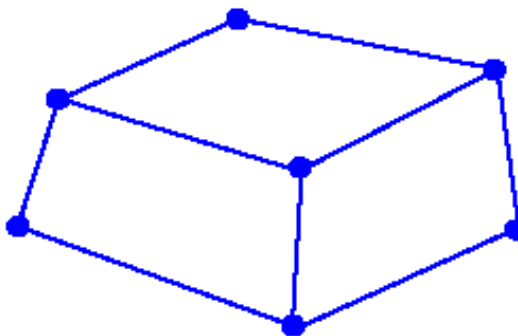


Figura 2.3: Elemento solido (3 – D)
Fuente/ (Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico, 2008)

2.3.1.4 Proceso para el análisis por el método de elementos finitos

Se divide en algunos procesos que se describe a continuación son los siguientes, Modelo de forma Geométrico: es crear un modelo matemático del sólido o ensamble o del conjunto, presentando el sólido de forma exacta y de la geometría de la superficie.

Modelar mediante el método de Elementos Finitos: se subdivide la geometría del en elementos discretos, para Asignarles las propiedades del material y del elemento que se está modelando.

Definir el Ambiente en el modelo: Es Aplicar cargas en las condiciones de borde para simular el elemento dentro del ambiente de la operación.

Análisis del modelo: mediante el computador se analiza resultados de las tensiones, y deformaciones con análisis estáticos, dinámicos y transferencia de calor.

Comparación de los Resultados: una vez terminado el análisis se Compara los resultados con los criterios de diseño para luego rediseñar la estructura y si es el caso que no cumple repetir el proceso de análisis por elementos finitos. (Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico, 2008)

Actualmente el estudio mediante el método de elementos finitos va en un aumento notablemente debido a la utilización de software avanzado ya que un hardware potente posee una gran velocidad y una gran cantidad de memoria de almacenamiento. Se debe enfatizar que la utilización de un software avanzado o potente no garantiza la obtención del resultado exacto y real solo es una aproximación ya que depende del criterio del usuario el discernir entre un resultado coherente y uno que no lo es debe conocer un margen de error y cuáles son las limitaciones del modelo y el método que está analizando o utilizando en el estudio. (Nuñez, 2011)

2.3.1.5 Descripción general del método de los elementos finitos y pasos para el análisis de elementos finitos

Calcular las deformaciones, tensiones y esfuerzos, con métodos clásicos de análisis, se logra a través de la solución manual de sus ecuaciones, y sus condiciones de frontera. El uso de métodos clásicos, es probablemente la mejor forma de analizar estructuras simples; no obstante, su uso es poco aconsejable cuando el sistema es complejo. En estos casos la mejor alternativa, es usualmente una solución obtenida con el método de los elementos finitos y los esfuerzos principales son los mayores esfuerzos que actúan sobre un elemento véase la figura 2.4. (Nuñez, 2011). La primera diferencia entre los métodos clásicos y los elementos finitos son la forma de ver la estructura y el consiguiente procedimiento de solución. Los métodos clásicos consideran la estructura como continuo, cuyo comportamiento es gobernado por ecuaciones diferenciales parciales u ordinarias. El método de elementos finitos considera la estructura como el ensamble de un número finito de partículas pequeñas. El comportamiento de las partículas, y de toda la estructura, es obtenida por la formulación de un sistema algebraico de ecuaciones que puede ser solucionado por medio de un computador. Las partículas de tamaño finito, son llamadas elementos finitos. Los puntos donde los elementos finitos son interconectados, son conocidos como nodos, y el procedimiento de selección de nodos es llamado discretización o modelización. . (Nuñez, 2011)

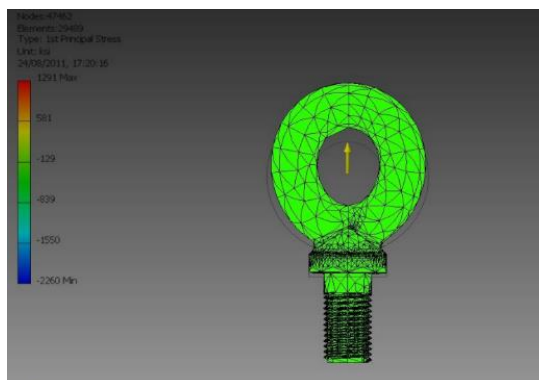


Figura 2.4: Representación de los esfuerzos principales
Fuente: (Nuñez, 2011)

2.3.1.6 Pasos Para El Análisis De Elementos Finitos

Discretización o modelado de la estructura: La estructura es dividida en una cantidad finita de elementos, con ayuda de un preprocesador. Este paso es uno de los más cruciales para obtener una solución exacta del problema, de esta forma, determinar el tamaño o la cantidad de elementos en cierta área o volumen del elemento a analizar representa una ventaja del método, pero a la vez implica que el usuario debe estar muy consciente de esto para no generar cálculos innecesarios o soluciones erróneas.

Definir las propiedades del elemento: En este paso el usuario debe definir las propiedades del elemento.

Ensamblar las matrices de rigidez de los elementos: La matriz de rigidez de un elemento, consiste de coeficientes los cuales pueden ser derivados del equilibrio, residuos ponderados o métodos de energía. La matriz de rigidez del elemento se refiere a los desplazamientos nodales al ser aplicadas fuerzas en los nodos ($Kx = F$). El ensamble de las matrices de rigidez, implica la aplicación de equilibrio para toda la estructura.

Aplicación de las cargas: Fuerzas externas concentradas o fuerzas uniformes y momentos son especificados en este paso.

Definir las condiciones de frontera: Las condiciones de apoyo deben ser dadas, por ejemplo, si el desplazamiento de ciertos nodos es conocido. Usando los elementos de la frontera se pueden determinar las reacciones en los mismos. Solucionar el sistema de ecuaciones algebraicas lineales: La secuencial aplicación de los pasos descritos, conduce a un sistema de ecuaciones algebraicas simultáneas, donde los desplazamientos nodales son desconocidos.

Calcular los esfuerzos: El usuario puede entonces calcular los esfuerzos, reacciones, deformaciones u otra información relevante. El post-procesador ayuda a visualizar la salida en forma gráfica.

2.3.1.7 Fundamentos de la modelización de elementos finitos

Consideraciones del modelado El objetivo del análisis por medio del método de los elementos finitos, es determinar de forma precisa la respuesta de un sistema modelado con una cantidad finita de elementos y sujeto a unas cargas determinadas. En la generación de un modelo por elementos finitos, siempre se tiene presente que se está desarrollando un modelo el cual es una idealización de un sistema físico real. Con muy pocas excepciones, como el del análisis estático de vigas simples, marcos y sistemas de membranas, el método de elementos finitos no genera una solución ‘exacta’.

Sin embargo, con un modelo adecuado, se puede obtener una solución precisa. Cuando la formulación analítica de un problema es difícil de desarrollar, FEM (Método De Elementos Finitos) provee uno de los más fiables métodos para atacar el problema. . (Nuñez, 2011)

En la creación de un modelo FEM, se debe esforzar por la precisión y la eficiencia computacional. En la mayoría de los casos, el uso de un modelo complejo y muy refinado no es justificable, aunque este probablemente genere mayor exactitud computacional a expensas de un innecesario incremento en el tiempo de procesamiento.

El tipo y la complejidad del modelo dependen sobre todo del tipo de resultados requeridos. Como regla general, un modelo de elementos finitos puede empezar con un modelo simple. Los resultados de este modelo sencillo, combinados con la comprensión del comportamiento del sistema, puede ayudar a decidir si es necesario refinar el modelo y en que parte del mismo. (Nuñez, 2011)

2.3.1.8 Tipos de elementos finitos

Esta sección describe muchas características sobresalientes de los elementos más utilizados; denominados, truss, beam, tensión plana, deformación plana, axisimétrica, membrana, placa, o ladrillo macizo, tetraedro, hexaedro, límite, vacío. Los programas comerciales de elementos finitos poseen una gran cantidad de elementos en sus librerías. Sin embargo, la mayoría de las estructuras y aplicaciones mecánicas pueden ser solucionadas con los elementos básicos ya mencionados. Dependiendo la dimensión, los elementos básicos se pueden dividir en tres categorías: elemento de línea, área y volumen. Truss, beam y los elementos de restricción, son de línea. Tensión plana, la tensión normal, de revolución, de la membrana, la placa son elementos de área. Sólido, tetraédrica y hexaédrica son elementos de volumen. Los criterios para la selección del elemento apropiado para cada aplicación se verán más adelante. (Cubillos, 2007)

2.3.1.9 Elementos ‘Truss’

El elemento truss, es un elemento caracterizado básicamente porque solo puede comportarse como un miembro sometido a dos fuerzas (se sabe por tanto que estas cargas deben estar dirigidas a lo largo del eje longitudinal del elemento). Una estructura los elementos se pueden modelar como unos elementos Truss si cumplen estos tres requerimientos:

Su longitud es mucho mayor que su alto o ancho (entre 8 y 10 veces) esta es conectada con el resto de la estructura con pasadores que no transfieren momentos.;

Las cargas externas solo son aplicadas en el extremo de los elementos, y son paralelas al mismo (Carga Axial). Los elementos Truss solo pueden ser sometidos a tracción o compresión. De esta forma, la única propiedad de la sección que se debe especificar es el área axial del elemento.

La figura muestra la geometría y las fuerzas nodales en un elemento truss tridimensional. Como se muestra en la figura 2.5, un elemento truss tridimensional posee tres grados de libertad por nodo, esto es tres desplazamientos sobre los ejes globales X, Y y Z. (Cubillos, 2007)

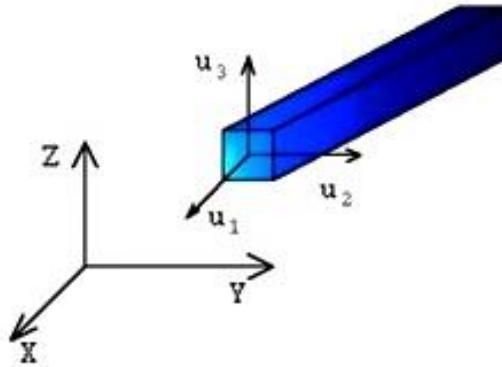


Figura 2.5. Elemento truss tridimensional
Fuente: (Cubillos, 2007)

2.3.1.10 Elementos 'Beam'

El elemento Beam, es probablemente el más usado. Además de sus aplicaciones obvias en estructuras, muchos otros sistemas, como uniones mecánicas, sistemas de conductos, tuberías y vigas en puentes pueden ser modeladas con el elemento 'beam'.

Para miembros estructurales para ser modelados con elementos 'Beam', una de sus dimensiones debe ser mucho mayor, por lo menos 10 veces más grande que las otras dos. Contrario al elemento truss, el elemento beam puede estar sometido a cargas transversales y/o momentos flectores en adición a la tracción y compresión.

La geometría y los desplazamientos/rotación son mostrados en la figura 2.6 Note que el elemento beam tridimensional posee seis grados de libertad por nodo, esto es, tres desplazamientos y tres rotaciones sobre los ejes globales X, Y y Z. (Cubillos, 2007)

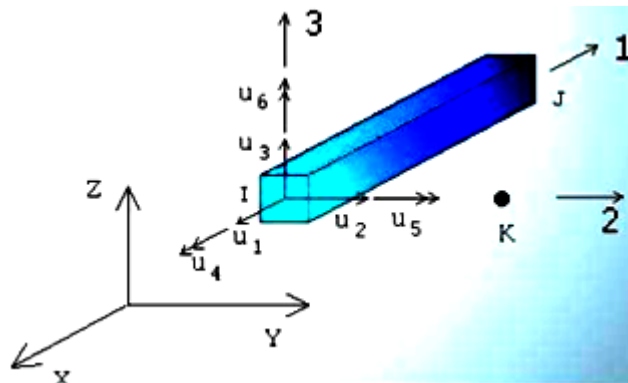


Figura 2.6: Elemento beam tridimensional
Fuente: (Cubillos, 2007)

Los perfiles comunes de elementos beam, son la sección I, sección en T, caja, circular y canales. Dentro de las propiedades de la sección, se debe especificar el área axial, la resistencia a la torsión y el momento de inercia. (Cubillos, 2007)

2.3.1.11 Elementos Elásticos Bidimensionales

Hay tres tipos de elementos bidimensionales:

- Esfuerzo plano
- Deformación plana
- Elementos Axisimétricos.

2.3.1.12 Elementos sometidos a esfuerzo plano y deformación unitaria plana

La explicación sobre la diferencia entre los casos de esfuerzo plano y deformación unitaria plana. Para el caso de análisis plano existen principalmente dos tipos de elementos: Triangular y Cuadrilátero.

Dependiendo el tipo del tipo de esfuerzo al que está sometido el elemento, este se debe modelar como esfuerzo plano o deformación unitaria plana como en la figura 2.7

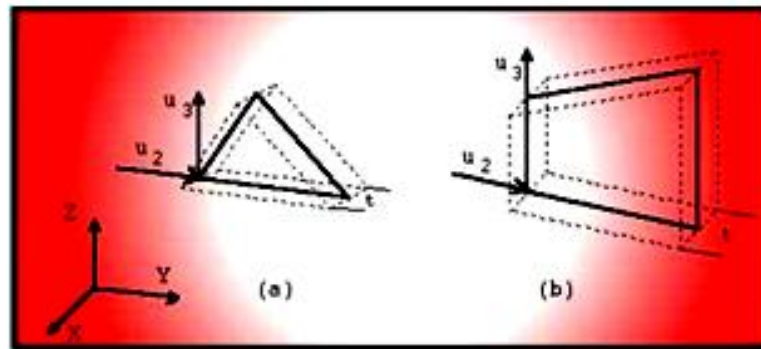


Figura 2.7: Elemento bidimensional en esfuerzo plano(a); triangular;(b) cuadrilátero
Fuente (Cubillos, 2007)

Como regla, se prefieren los elementos cuadriláteros a los triangulares por razones de isotropía geométrica. Sin embargo, se sugiere el uso de elementos triangulares cuando se presentan irregularidades en la geometría del elemento a modelar, como se muestra en la figura 2.8 (Cubillos, 2007)

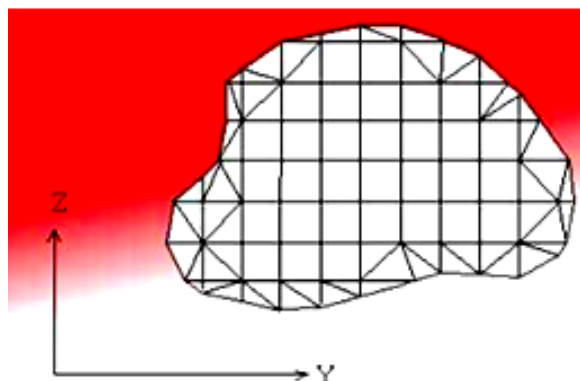


Figura 2.8: Elemento triangular y cuadrilátero
Fuente (Cubillos, 2007)

2.3.1.13 Elementos Axisimetricos

Tanques de acero y concreto, rotores, conchas, toberas y contenedores son algunos ejemplos representativos de estructuras axisimétricas. (Cubillos, 2007)

De forma similar a las estructuras tridimensionales que están bajo condición de esfuerzo plano o deformación plana, las estructuras axisimétricas sometidas a cargas axisimétricas, Para analizar una estructura axisimétrica, como un cilindro de pared delgada t , sujeta a una presión constante p , el modelo es la intersección del cilindro con el plano YZ como se muestra en la figura 2.9 La carga p , es

aplicada al modelo de elementos finitos como se muestra en la figura b) Cuadriláteros y triángulos axisimétricos poseen dos grados de libertad en cada nodo, figuras. (c) y (d).

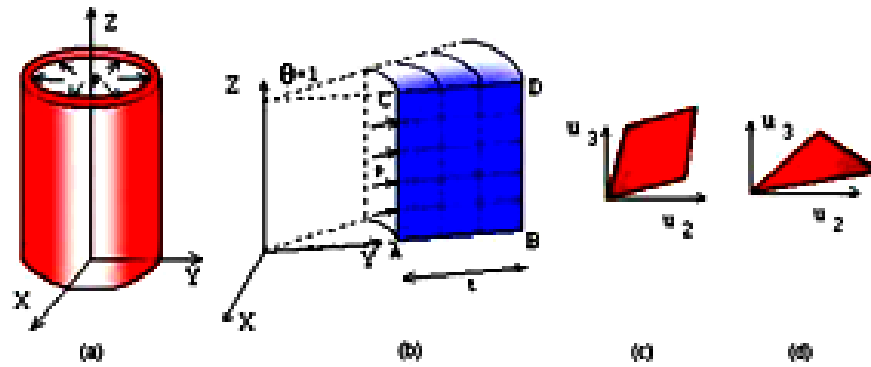


Figura 2.9: (a) Cilindro bajo presión interna ;(b) Modelo asimétrico; (c) cuadrilátero; (d) triangular
Fuente: (Cubillos, 2007)

2.3.1.14 Elemento tetraédrico y hexaédrico

Así como los elementos brick, los elementos ‘tetraédrica y hexaédrica pueden ser usados para modelar estructuras tridimensionales.

El tetraedro puede ser visto como un triángulo en tercera dimensión, como se ve en la figura 2.10, mientras que el hexaedro puede ser visto como un cuadrilátero extendido en la tercera dimensión.

Se puede apreciar entonces que el hexaedro tiene la misma geometría del elemento brick de 8 nodos. La diferente entre estos dos, es la formulación y precisión computacional. Por lo general los elementos tetraedro y el hexaedro poseen solo tres grados de libertad por nodo, y la precisión de estos elementos se puede incrementar colocando nodos en la mitad de los lados. (Cubillos, 2007)

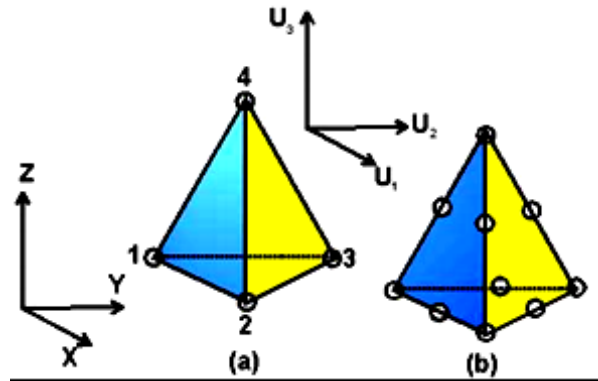


Figura 2.10: (a) Tetraedro de 4 nodos; (b) tetraedro de 10 nodos.
Fuente (Cubillos, 2007)

2.3.1.15 Selección del tipo de elementos

Antes de seleccionar el tipo de elemento para el modelo de una estructura, se debe primero dibujar un bosquejo del sistema físico indicando su geometría, condiciones de frontera, cargas y discontinuidades geométricas o de material.

El bosquejo debe además incluir un sistema de coordenadas globales y las dimensiones de la estructura. Después, se debe examinar si el modelo puede ser reducido, o simplificado. Esfuerzo plano, deformación plana y modelos axisimétricos, permiten la reducción de problemas tridimensionales a bidimensionales. Además la presencia de planos de simetría permite modelar sólo una parte de la estructura. (Cubillos, 2007)

El bosquejo de un sistema físico, puede ayudar en la selección del elemento apropiado. Por ejemplo, para modelar cargas transversales o axiales en elementos mecánicos, eléctricos y estructuras civiles, se pueden usar elementos beam o truss. Elementos de esfuerzos planos son apropiados para modelar en el plano de acción, placas y vigas cortas. Elementos de deformación plana son usualmente utilizados para modelar paredes de contención y largos diques.

Los elementos axisimétricos son usados para modelar estructuras que son rotacionalmente simétricas sobre uno de los ejes y cargado simétrico o

antisimétricamente sobre el mismo eje, como los cilindros sometidos a presión interna. (Cubillos, 2007)

La selección del tipo de elemento o elementos también depende del tipo de resultados esperados. Por ejemplo el cilindro mostrado en la figura 2.11. Con los extremos empotrados y sujeto a una carga puntual, puede ser modelado de diferentes formas:

- a. Un modelo de viga puede ser usado si se está interesado en una aproximación de la deflexión del elemento.
- b). Un modelo usando elementos Shell/plate puede ser usado si el objetivo es obtener un cálculo de los esfuerzos. (Cubillos, 2007)

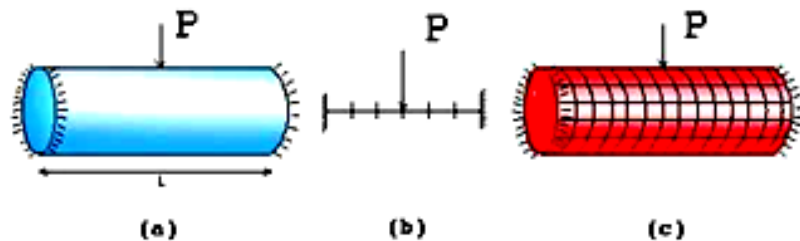


Figura 2.11 : (a) Cilindro con extremos empotrados y carga puntual en la mitad; (b) Modelo viga(c) Modelo con elementos plate /Shell
Fuente: (Cubillos, 2007)

2.3.1.16 Patrones en el modelado

Crear un modelo apropiado es el paso más crucial en el análisis por medio de Elementos Finitos. El objetivo es desarrollar el patrón de nodos más apropiado, que genere una cantidad suficiente de elementos y obtener resultados sin derrochar interpretación de datos y tiempo de cálculo.

El modelo debe ser siempre basado en un conocimiento conceptual del sistema físico y un juicio anticipado de del comportamiento de la estructura. Junto a la comprensión del comportamiento del sistema, el analista debe hacer un esfuerzo para comprender los conceptos pertinentes de la teoría de los Elementos Finitos, fallar en el proceso implicaría obtener resultados sin sentido. La siguiente lista de

parámetros, acumulados de la experiencia y seleccionados de diferentes fuentes, puede ser usada para desarrollar modelos adecuados para sistemas estáticos o dinámicos. Debe notar que estas recomendaciones no aplican en todos los casos. (Cubillos, 2007)

2.3.1.17 Recomendaciones generales

Defina los nodos sobre o cerca de los puntos de aplicación de cargas, discontinuidades geométricas, soportes y todas aquellas regiones que requieran información acerca de los esfuerzos o desplazamientos.

Una malla de elementos finitos como en la figura 2.12 debe ser uniforme donde sea práctico. Sin embargo, la no uniformidad es requerida para obtener resultados apropiados en cambios bruscos de la geometría y carga. Solo estas partes, donde la geometría, las cargas o los esfuerzos, cambian dramáticamente, se deben refinar la malla.

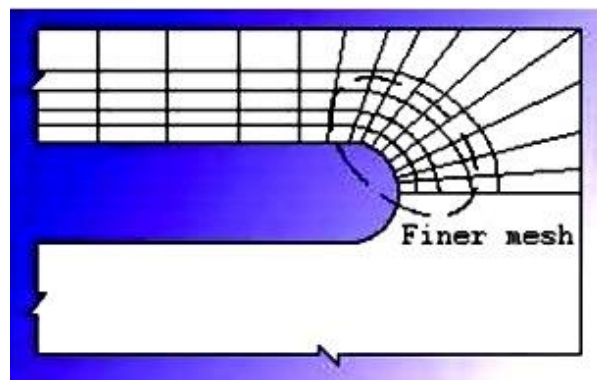


Figura 2.12: Placa con concentrador de esfuerzo
Fuente: (Cubillos, 2007)

Prefiera el uso de cuadriláteros, elementos sólidos de 6 lados y hexágonos, excepto donde los elementos triangulares y tetraedros son necesarios para acomodar irregularidades geométricas y cargas. Una malla más refinada es requerida para obtener con precisión esfuerzos y desplazamientos. Si es necesario realizar un estudio de convergencia, por ejemplo, empiece con un número relativamente pequeño de elementos y progresivamente genere modelos más refinados. (Cubillos, 2007)

La figura 2.13. Muestra el procedimiento con dos modelos de esfuerzo plano en una viga corta en cantiléver modelada en el plano YZ.

(Cubillos, 2007)

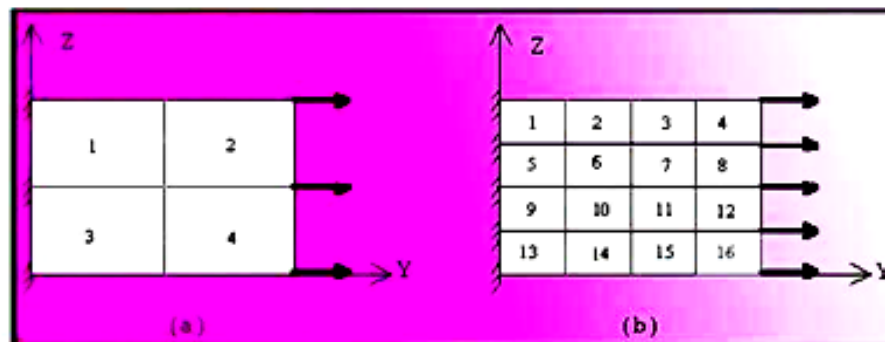


Figura 2.13: Modelo de 4 y 6 elementos de una viga corta en cantiléver
Fuente: (Cubillos, 2007)

2.3.2 La Resistencia De Materiales

La resistencia de materiales, amplía el estudio de las fuerzas que se inició en mecánica pero existe una diferencia obvia entre ambas materias. El campo de la mecánica abarca fundamentalmente las relaciones entre fuerzas que actúan sobre algún sólido indeformable. La estática estudia los sólidos en equilibrio mientras que la dinámica estudia los sólidos acelerados, aunque se puede establecer el equilibrio dinámico mediante la introducción de fuerzas de inercia. (Singer , 1994)

En contraste con la mecánica la resistencia de materiales estudia y establece las relaciones entre las cargas exteriores aplicadas y sus efectos en el interior de los sólidos. Además, nos supone que los sólidos son indeformables, como en la primera sino que las deformaciones, por pequeñas que sean, tienen gran interés. Las propiedades del material de que se construyen una estructura o una maquina afectan tanto a su elección como a su diseño, ya que deben satisfacer las condiciones de resistencia y rigidez. La resistencia de materiales estudia la distribución interna de esfuerzos que producen un sistema de fuerzas exteriores aplicadas. En la figura 2.14 se muestra un corte ideal en el sólido por una sección de exploración buscando que fuerzas deben actuar en esta sección para mantener

el equilibrio de cuerpo libre en cada una de las dos partes que ha quedado dividido el cuerpo. (Singer , 1994)

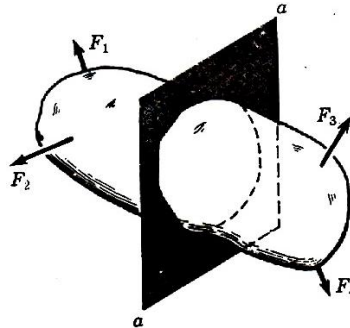


Figura 2.14: Sección a-a a través de un sólido sometido a la acción de varias fuerzas.
(Fuente: (Singer , 1994))

En general, el sistema de fuerzas internas equivale a una fuerza y un par resultante que, por conveniencia, se descomponen según la normal y la tangente a la sección tal como se indica en la figura 2.15.

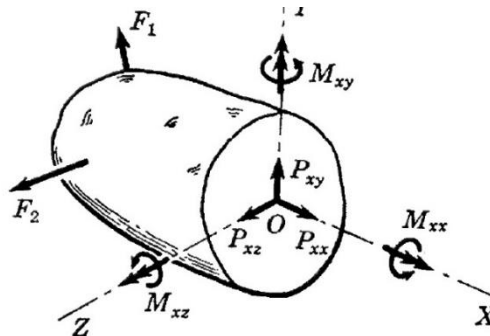


Figura 2.15: Componentes de los efectos internos en la sección de exploración a-a.
Fuente: (Singer , 1994)).

Cada componente representa un efecto distinto de las fuerzas aplicadas sobre el sólido, en esta sección, y recibe un nombre especial, que se indica a continuación:

Fuerza axial (P_{xx}). Esta componente corresponde a la acción de tirar (o empujar) sobre la sección. Tirar (o jalar) representa una fuerza de extensión o tracción que tiende alargar el sólido, mientras que empujar representa una fuerza de compresión que tiende a cortarlo. Se representa generalmente por P.

Fuerzas cortantes (P_{xy} P_{xz}). Son componentes de la resistencia total al deslizamiento de la porción sólida a un lado de la sección de exploración respecto a la otra porción. La fuerza cortante total suele representarse por V y sus componentes V_y y V_z determinan su dirección. (Singer , 1994)

Momento torsionante (M_{xx}). Esta componente mide la resistencia a la torsión del sólido considerado, y se suele representar por T .

Momento flexionantes (M_{xy} M_{xz}). Estas componentes miden la resistencia del cuerpo a curvarse o flexionarse respecto de los ejes Y o Z , y se suelen expresar, simplemente, por M_y y M_z respectivamente. (Singer , 1994)

2.3.3 Resistencia de asientos y sus anclajes

Directiva 74/408-2005/39/CE o Reglamento 80. Requisitos para garantizar que los asientos y su fijación al vehículo presentan una adecuada retención del pasajero que va en él y el que va detrás ante impactos frontales, sin que los criterios de lesión superen unos límites véase la figura 2.16. El fabricante puede escoger entre ensayo dinámico o ensayo estático “equivalente”. Las mediciones tienen por objeto garantizar la ausencia de lesiones así como la resistencia del asiento y sus anclajes, aunque existe la opción de ensayar por separado el asiento (sobre módulo rígido) y el anclaje (con asiento rígido). (Teresa Vicente Corral, 2010)

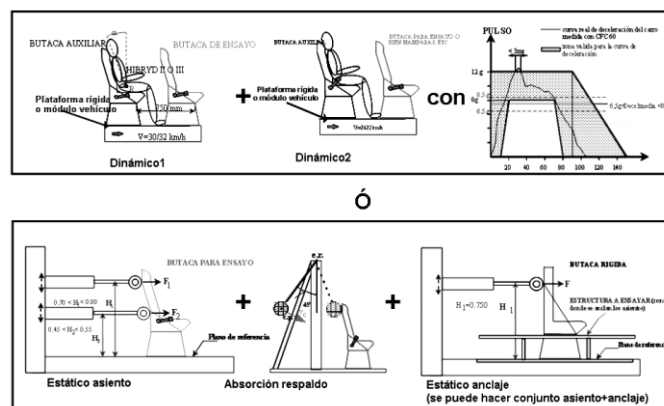


Figura 2.16: Ensayos dinámicos y estáticos sobre asientos y anclajes
Fuente: (Teresa Vicente Corral, 2010)

2.3.3.1 Definiciones principales del anclaje del asiento

El trabajo investigativo describe los conceptos bajo las normas contempladas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1155, en la norma ISO 611, en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 011, las pertinentes del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 y las que a continuación se detallan:

Asiento: es la estructura que va anclada en la carrocería del vehículo, con la tapicería y los elementos de fijación, destinados al vehículo y diseñados ergonómicamente para la comodidad y confort del pasajero como se indica figura 2.17.

Asiento fijo. Asiento de cuerpo rígido que permite el movimiento de todos sus componentes, la estructura debe anclarse en la carrocería del vehículo, incluye también tapicería y los elementos de fijación del asiento. (ReglamentoTécnico, 2010)

Asiento abatible. Es el cual su espaldar gira con respecto a la base o el espaldar con respecto al punto de su anclaje, pudiendo ser agregado con el movimiento de traslación en un sentido respecto del vehículo longitudinal.

Banca: Es el asiento de un cuerpo solido construido y diseñado para alojar a dos o más pasajeros que van sentados en el vehículo.



Figura 2.17: Asientos destinados a utilizarse en un vehículo
Fuente: (ReglamentoTécnico, 2010)

2.3.3.2 Anclajes de los asientos

La estructura y anclajes de los asientos deben cumplir con los requerimientos decretados bajo las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes en el país. En caso de no existir normas técnicas ecuatorianas se deben aplicar varias normas o reglamentos internacionales como nos recomienda el reglamento técnico Ecuatoriano 2010 donde nos indica las siguientes normas aplicables:

Regulación del Código Federal para Homologación de la Seguridad Vehicular, de los Estados Unidos de América; Regulación para la Homologación Vehicular de Tipo de la Comunidad Económica Europea); Regulación de Seguridad para Vehículos tipo japonesa. (S.R.R.V); Regulación de Seguridad para Vehículos de tipo corea (K.M.V.S.S);

Regulación de Seguridad Vehicular de tipo brasileña (CONTRAN), estas normas o reglamentos serán autorizadas y aceptadas como reglamentos o normas similares a las normas o reglamentos descritos anteriormente las normas o reglamentos reconocidas por la autoridad nacional competente del país. (Reglamento Técnico, 2010)

2.3.3.3 Simulación Numérica



Figura 2.18: Comportamiento numérico del análisis dinámico,
Fuente: Carlos Veintimilla; <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv16/98S4P19.PDF>.

2.3.3.4 Pruebas con muñecos de impacto



Figura 2.19: Fotografía del análisis dinámico

Fuente: Carlos Veintimilla; <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv16/98S4P19.PDF>.

Cuando se le somete a pruebas dinámicas (frenado y acelerado) la reacción de las personas es como el comportamiento del dummy que se ejemplificó en el análisis de pruebas como indica la figura 2.18 y 2,19.

El comportamiento sometido a la máquina para pruebas dinámicas, siendo este real después de haberlo realizado en un software se trasladó a una máquina con dummy y ya con el asiento anclado.

2.3.3.5 Métodos de ensayo de los anclajes de asientos según el reglamento N° 80 Prescripciones uniformes relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes

El objetivo para el ensayo de los anclajes es describir:

Que el pasajero o pasajeros de los asientos queden correctamente retenidos por los asientos delanteros o por el uso del cinturón de seguridad de 2 o 3 puntos.

Que el pasajero o pasajeros o los ocupantes de los asientos no sufran graves lesiones.

Que si el asiento o los asientos y los anclajes o soportes del asiento son suficientemente resistentes durante el ensayo.

El asiento o los asientos cumplen con los requerimientos si:

Ninguna parte del asiento, el soporte del asiento o los accesorios se desprenden completamente durante el ensayo, el asiento permanece, resistente, aunque se hayan desprendimiento total o parcial de uno o más anclajes, luego del ensayo no existe ninguna parte estructural del asiento o los asientos y los accesorios con fracturas, filos vivos, chaflanes afilados y esquinas que causen lesiones graves. (Reglamento N° 80, 2012)

Todos los elementos de la estructura del respaldo del asiento y los accesorios del asiento deben estar pensados para que no causen fracturas a los pasajeros después de un de impacto del vehículo. No es necesario que el respaldo del asiento, así como los mecanismos de regulación del asiento y los accesorios, satisfagan lo que indica el punto 1.2 si la posición de reposo, se encuentran por debajo del plano horizontal que está en 400 mm por arriba de su plano de referencia, aunque el pasajero pueda entrar en contacto con el espaldar durante el impacto del vehículo. (Reglamento N° 80, 2012)

2.3.3.6 Preparación del asiento para el ensayo de impacto

El asiento que vamos a ensayar se colocará en Una plataforma para el ensayo que representa carrocería del vehículo, o a su vez una plataforma de ensayo rígida.

El anclaje que se utiliza para el ensayo del asiento o los asientos encima de la plataforma será igual o idéntico y tendrán las mismas características que se utiliza en el vehículo o vehículos en los que se va anclar los asientos.

Para el ensayo se colocará el asiento auxiliar y el asiento principal que se vaya a ensayar con cinturones de seguridad de un tipo homologado conforme al

Reglamento No 16, fijados en anclajes instalados conforme al Reglamento No 14 (tomando en cuenta, el caso, la excepción prevista en el punto 7.4 del Reglamento No 14).

2.3.3.7 Ensayos dinámicos de los anclajes de los asientos

El asiento auxiliar para el ensayo será del mismo modelo que el asiento que se va ensayar y se situará paralelamente y justo detrás del asiento que se ensaya. Ambos asientos estarán en la misma altura, colocados de modo semejante y con la a distancia entre asientos de 750 mm como recomienda el reglamento.

Si colocamos un asiento auxiliar de distinto modelo, Se indicará en el impreso de comunicación relativa a la homologación de un tipo de asiento, de conformidad con el del anexo 1 del presente Reglamento. (Reglamento N° 80, 2012)

El maniquí se colocará en el asiento auxiliar sin ningún tipo de retención de manera que sea simétrico al asiento correspondiente.

Las extremidades del maniquí como las manos estarán apoyadas sobre los muslos, y los codos del maniquí tocarán el respaldo del asiento, las piernas se extenderán al máximo de ser posible que sean paralelas entre ellas, los talones del maniquí están en contacto con el suelo.

La temperatura del sistema de los instrumentos de medición se estabilizará antes del ensayo y se mantendrá, en la medida de lo posible, entre 19 °C y 26 °C. (Reglamento N° 80, 2012)

2.3.3.8 Choques Frontales de vehículos

Está definido un impacto de vehículo con otro vehículo coche con un objeto de frente, que minimiza violentamente la velocidad del vehículo que sufre el choque frontal. Cuando sucede este tipo de choques frontales los ocupantes delanteros de

los vehículos conductor, acompañante salen disparados hacia adelante sufriendo un desplazamiento.

De no estar colocados el cinturón de seguridad seguirá su desplazamiento hasta impactar con algún obstáculo que frene su desplazamiento (salpicadero, cristal) o abandonaran el vehículo dependiendo la magnitud del impacto. (Cubillos, 2007)

De la misma manera el conductor, sufrirá un desplazamiento en el cual tiene dos posibles impactos:

Se desplazara por abajo y debajo produciendo un impacto inicial de las rodillas contra el tablero pudiendo generarle graves lesiones como:

- Fractura de la rótula
- Fractura a niveles de fémur
- fractura y luxación de la cadera

En este tipo de impacto se producen lesiones en los pies que suelen producirse por el atrapamiento de los pies o los tobillos con los pedales de vehículo, o por deformación violenta del panel metálico pudiendo producirse fractura del metatarsiano. (Cubillos, 2007)

2.3.3.9 Ensayo de impacto frontal según reglamento 94 Prescripciones uniformes sobre la homologación de los vehículos en lo relativo a la protección de sus ocupantes en caso de colisión frontal

Instalación y preparación del vehículo para el ensayo

Para el ensayo de impacto se prepara el área de ensayo que debe ser amplia la pista de lanzamiento la pared o barrera y las instalaciones necesarias para el ensayo, con 5 m como mínimo de distancia en la parte final de la pista con la pared que debe ser plana liza y horizontal.

La pared está constituida por bloques de hormigón armado, de ancho frontal mínimo de 3 metros y altura mínima de 1,50 metros. (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa , 1995)

2.3.3.10 Velocidad de ensayo

Para el ensayo del impacto frontal la velocidad en el momento del impacto, el vehículo deberá tener velocidad de $56 + 0.2$ km/h. tómesese en cuenta que si el ensayo se realiza a una velocidad de impacto frontal superior a la indicada y el vehículo responde a las prescripciones del ensayo se considera como un ensayo satisfactorio. (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa , 1995)

2.3.4 Ensayo de materiales

2.3.4.1 Ensayo de tracción

Se realiza según ASTM E8-82 también bajo norma Ecuatoriana INEN 109:2009. Permite determinar el límite elástico, la resistencia a tracción y el alargamiento en rotura. La probeta, que deberá ser de sección circular, cuadrada o rectangular, tendrá marcados dos puntos de referencia, cuya distancia L_0 se medirá con precisión.

La figura 2.20 indica las probetas de tracción que se utilizan para ensayar.

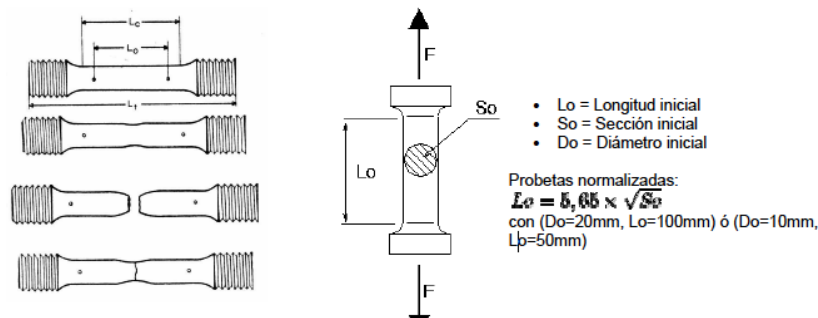


Figura 2.20: probetas para ensayo de tracción del acero

Fuente: <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/09/ensayos.pdf>

2.3.4.2 Maquina Universal De Ensayo

La figura 2.21 constituye una prensa hidráulica, con la que es posible someter materiales a ensayos mecánicos. Esta máquina es ampliamente utilizada en la caracterización de materiales (Colcha & Villa, 2010). Todas las cargas de prueba son aplicadas por el movimiento hacia arriba del pistón impulsado hidráulicamente. Las válvulas de carga y descarga controlan el porcentaje de carga y descarga por la regulación del flujo de aceite desde la bomba montada en la unidad de potencia hidráulica al cilindro hidráulico bajo el tablero de peso. El tablero de peso está conformado por un cabezal superior y un cabezal inferior.



Figura 2.21: maquina universal
(Fuente: Colcha and Villa (2010), p31)

Consideremos una probeta de longitud l_0 y una sección A_0 sometida a una fuerza F norma de tracción (perpendicular a la sección de la probeta). Se define esfuerzo o tensión (σ) como la fuerza aplicada a la probeta por unidad de sección transversal A_0 .

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Supongamos que durante el ensayo la varilla se alargó una longitud $\Delta l = l - l_0$ siendo:

l = longitud final de la probeta y

l_0 = longitud inicial de la probeta

Definimos deformación o alargamiento unitario (ϵ) de la probeta como el cociente entre el cambio de longitud o alargamiento experimentado y su longitud inicial.

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

No tiene unidades A veces se utiliza el porcentaje de alargamiento. %
deformación

$$\varepsilon (\%) = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100$$

En la figura 2,22 se presenta un material con dos zonas en cuanto a su comportamiento ante un esfuerzo de tracción:

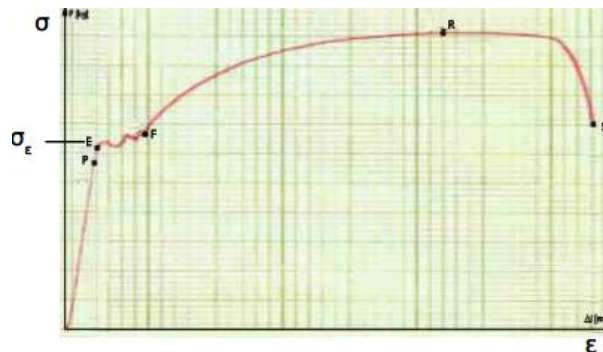


Figura 2.22: curva de esfuerzo deformación

Fuente: <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/09/ensayos.pdf>

Zona elástica (OE): Se caracteriza porque al cesar las tensiones aplicadas, los materiales recuperan su longitud inicial (l_0).

Zona plástica (ES): Se ha rebasado la tensión del límite elástico y, aunque dejemos de aplicar tensiones de $\sigma \varepsilon$ tracción, el material ya no recupera su longitud original y será mayor que l_0

En la zona elástica (OE) hay, a su vez, dos zonas:

Zona de proporcionalidad (OP): En la figura 2.26 es una línea recta, es decir, el alargamiento unitario (ε) es proporcional a la tensión ejercida σ .

$$\sigma = \text{constante} \cdot \varepsilon$$

La constante se representa por la letra E y se llama módulo de elasticidad longitudinal o módulo de Young.

Zona no proporcional (PE): El material se comporta de forma elástica, pero no existe una relación proporcional entre tensión y deformación. En la zona plástica (BE) hay, a su vez, otras dos zonas:

Zona de deformación plástica uniforme o zona de límite de rotura (ER): Se consiguen grandes alargamientos con un pequeño incremento de la tensión. En el punto R existe el límite de rotura y la tensión en ese punto se llama tensión de rotura (σ_R). A partir de este punto, la probeta se considera rota, aunque físicamente no lo esté.

Zona de rotura o zona de estricción o zona de deformación plástica localizada (RS): Las deformaciones son localizadas y, aunque disminuya la tensión, el material se deforma hasta la rotura. En el punto D, la probeta se ha fracturado. La sección de la probeta se reduce drásticamente. Esta curva varía de un material a otro, e incluso, otros materiales presentan curvas distintas (acero). En el acero existe una zona por encima del límite elástico en el que se da una deformación apreciable sin que varíe la tensión aplicada. Este fenómeno es la fluencia y el punto donde comienza a manifestarse el fenómeno es la tensión de fluencia. Zona (EF). Una vez definida la curva de tracción, veamos algunas definiciones

a) Límite de elasticidad o límite elástico (σ_E): La tensión a partir de la cual las deformaciones dejan de ser reversibles, es decir, la probeta no recuperará su forma inicial.

b) Límite de rotura o tensión de rotura (σ_R): Máximo valor de la tensión observable en un diagrama tensión-deformación. Esta es la máxima tensión que soporta la probeta.

c) Módulo de Young (E): Constante que representa la relación entre la tensión y la deformación en la zona proporcional. También se le llama módulo de elasticidad.

d) Límite de proporcionalidad (σ_P): La tensión a partir de la cual deja de cumplirse la relación proporcional entre tensión y deformación y, por lo tanto, se deja de cumplir la ley de Hooke.

e) Límite de fluencia (σ_F): valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la fluencia

f) Estricción: es la reducción de la sección que se produce en la zona de la rotura.

2.3.4.3 Ensayo de flexión de 3 puntos

En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica cuando una dimensión es dominante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente, por flexión. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o láminas. El esfuerzo de flexión puro o simple se obtiene cuando se aplican sobre un cuerpo pares de fuerza perpendiculares a su eje longitudinal, de modo que provoquen el giro de las secciones transversales con respecto a los inmediatos.

En las pruebas de flexión se emplean dos esquemas de carga entre apoyos fijos para la muestra:

1) La carga se aplica como una fuerza concentrada en el medio de la distancia entre los puntos de apoyo (Figura 2.23. a)

2) La carga se aplica en dos puntos que se encuentran a una misma distancia de los puntos de apoyo (Fig. 2.23. b)

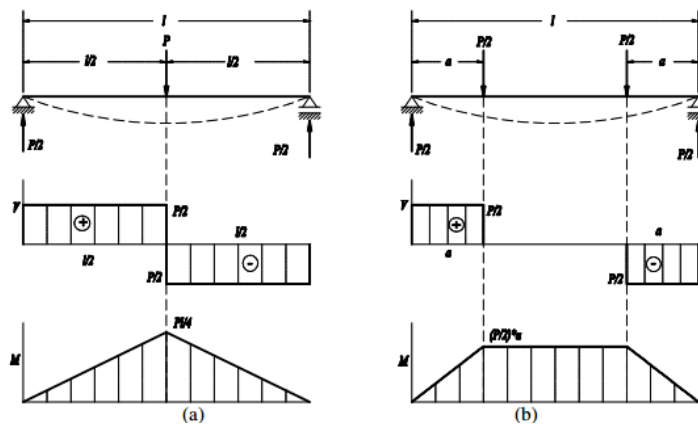


Figura 2.23: Esquema de cargas para flexión
 Fuente: <http://www.utp.edu.co/~gcalles/FLEXION.pdf>

2.3.4.4 Ensayo de impacto

Cuando se somete un material a un golpe súbito e intenso, en el cual la velocidad de Aplicación del esfuerzo es extremadamente grande, el material puede tener un comportamiento más frágil comparado con el que se observa en el ensayo de tensión.

El ensayo de impacto a menudo se utiliza para evaluar la fragilidad de un material bajo estas condiciones. Se han desarrollado muchos procedimientos, incluyendo el ensayo Charpy y el ensayo Izod. Este último generalmente se utiliza para materiales no metálicos. La probeta puede o no tener muesca, la que tiene muesca en V mide mejor la resistencia del material a la propagación de grietas.

Durante el ensayo, un péndulo pesado, que inicia su movimiento desde una altura h_0 , describe un arco y posteriormente golpea y rompe la probeta; llega a una altura final h_f menor. Si se conocen las alturas inicial y final del péndulo, se puede calcular la diferencia en su energía potencial. Esta diferencia es la energía de impacto absorbida durante la falla o ruptura de la probeta. En el caso del ensayo Charpy, la energía por lo general se expresa en libra-pie (lb.-pie) o en Joules (J) donde $1 \text{ lb}_{\text{pie}} = 1.356 \text{ J}$. La capacidad de un material para resistir cargas de

impacto, a menudo se conoce como tenacidad del material. La figura 2.24 muestra esquemáticamente la prueba de impacto

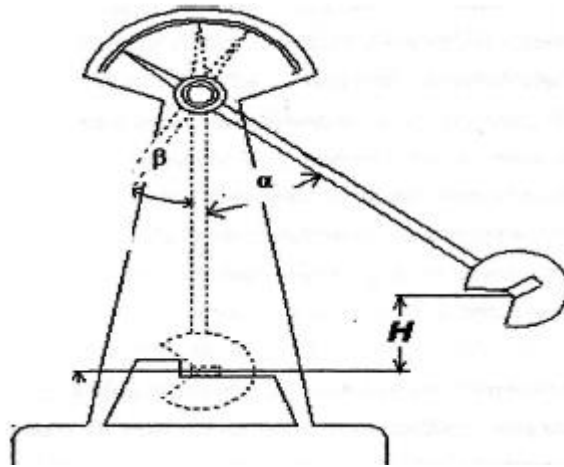


Figura 2.24: esquema de la prueba de impacto charpy
Fuente: <http://www.zakgear.com/>

2.3.4.5 Propiedades obtenidas a partir del ensayo de impacto.

La energía necesaria para romper un material está relacionada con el área bajo la curva esfuerzo real-deformación real. Aquellos metales con resistencia y ductilidad altas tienen buena tenacidad. Los materiales cerámicos y muchos compuestos, por otra parte, poseen poca tenacidad, a pesar de su alta resistencia, ya que virtualmente no tienen ductilidad. Aunque la prueba Charpy es muy simple desde el punto de vista mecánico, con ella se pueden diseñar varias pruebas de impacto donde se muestra de forma rápida y didáctica, la influencia que tienen determinados factores en el comportamiento Mecánico de los materiales.

2.3.5 Propiedades mecánicas de los materiales

Las propiedades mecánicas de los metales, son las características inherentes (propias de cada metal), que permiten diferenciar un metal de otro. Desde el punto de vista del comportamiento mecánico de los metales en ingeniería, también hay que tener en cuenta el comportamiento que puede tener un metal en los diferentes

procesos de mecanizados que pueda tener. Podemos distinguir las siguientes propiedades mecánicas de los metales:

2.3.5.1 La dureza

Es la propiedad que expresa el grado de deformación permanente que sufre un metal bajo la acción directa de una carga determinada. Es decir, la resistencia que opone un cuerpo a ser rayado o penetrado por un cuerpo más duro. Los ensayos más importantes para designar la dureza de los metales, son los de penetración, en que se aplica un penetrador (de bola, cono o diamante) sobre la superficie del metal, con una presión y un tiempo determinados, a fin de dejar una huella que depende de la dureza del metal, los métodos más utilizados son los de Brinell, Rockwell, Vickers, etc.

2.3.5.2 Tenacidad

La tenacidad de un metal es la resistencia que opone éste u otro material a ser roto, molido, doblado o desgarrado, siendo una medida de su cohesión. El acero es un material muy tenaz, especialmente alguna de sus aleaciones. La tenacidad requiere la existencia de resistencia y plasticidad

2.3.5.3 Fragilidad

La fragilidad es la propiedad de algunos metales de no poder experimentar deformaciones plásticas, de forma que al superar su límite elástico se rompen bruscamente.

2.3.5.4 La acritud

Es la propiedad de un metal para aumentar su dureza y su resistencia por el efecto de las deformaciones.

2.3.5.5 La resistencia

Es la capacidad de algunos metales de soportar una carga externa sin romperse. Se denomina carga de rotura y puede producirse por tracción, compresión, torsión o cizallamiento, habrá una resistencia a la rotura para cada uno de estos esfuerzos. Se expresa en kg/mm^2 .

2.3.5.6 La resiliencia

Es una magnitud que cuantifica la cantidad de energía por unidad de volumen, que almacena un material al deformarse elásticamente debido a una tensión aplicada, antes de que comience la deformación irreversible. Es decir, la capacidad de memoria de un material para recuperarse de una deformación, producto de una presión externa. Resistencia de un metal a su rotura por choque, se determina en el ensayo Charpy.

2.3.5.7 La fatiga

De un metal se refiere al fenómeno por el cual se produce una rotura de éste, bajo cargas dinámicas cíclicas (fuerzas repetidas aplicadas sobre el material) se produce ante cargas inferiores a las cargas estáticas que producirían la rotura. La fatiga es una forma de rotura que ocurre en estructuras sometidas a tensiones dinámicas y fluctuantes (motores, puentes, automóviles, aviones, etc.). Un ejemplo de ello se tiene en un alambre: flexionándolo repetidamente se rompe con facilidad, pero la fuerza que hay que hacer para romperlo en una sola flexión es muy grande.

2.3.5.8 La elasticidad

Es la propiedad mecánica que tienen algunos metales para poder sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si estas fuerzas exteriores se eliminan.

2.3.5.9 La plasticidad

Es la propiedad mecánica que tienen algunos metales para poder deformarse permanentemente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico. Es decir, la capacidad de deformación permanente de un metal sin que llegue a romperse.

2.3.6 Deformaciones y esfuerzos máximos

2.3.6.1 Esfuerzo Simple

Uno de los problemas de la ingeniería es seleccionar el material más apropiado y dimensionarlo correctamente, de manera que permita que la estructura o máquina proyectada trabaje con la mayor eficacia. Para ello es esencial determinar la resistencia, la rigidez y otras propiedades de los materiales. La fuerza por unidad de área que soporta un material se suele denominar esfuerzo en el material y se expresa matemáticamente en la forma:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dónde:

σ = esfuerzo o fuerza por unidad de área

P = es la carga aplicada

A = es el área de sección transversal

2.3.6.2 Esfuerzo Cortante

El esfuerzo cortante o de (cizallamiento), a diferencia del axial (o de tensión o de compresión) es producido por fuerzas que actúan paralelamente al plano que las resiste, mientras que los de tensión o de compresión lo son por fuerzas normales al plano sobre el que actúan, por esta razón los esfuerzos de tensión y compresión también se llaman esfuerzos normales, mientras que el esfuerzo cortante puede

denominarse esfuerzo tangencial. Aparecen esfuerzos cortantes siempre que las fuerzas aplicadas obliguen a que una sección del sólido tienda a deslizarse sobre la sección adyacente. (Singer , 1994)

En la figura 2.3 se observa varios ejemplos sometidos a esfuerzo cortante a) el remache resiste a corte en la sección central. B) Mientras el pasador de la figura lo resiste a través de dos secciones. En el caso c) se ha de punzonar una placa; el área resistente es semejante al canto de una moneda. En todos estos casos, el cizallamiento o corte tiene lugar en un plano paralelo a la carga aplicada. (Singer , 1994)

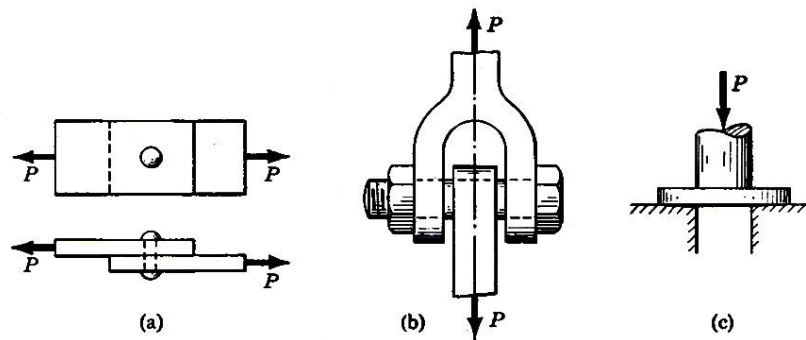


Figura 2.25: Ejemplos de secciones sometidas a cortante
Fuente: (Singer , 1994)

La demostración concerniente al esfuerzo normal uniforme dado en la sección anterior permite deducir que también puede existir esfuerzo cortante uniforme si la fuerza de corte resultante pasa por el centroide de la sección sometido a corte. Si así ocurre, el esfuerzo de corte viene dado por:

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (2. 2)$$

2.3.6.3 Esfuerzo de contacto o aplastamiento

Este esfuerzo a diferencia del esfuerzo de compresión que existe en el interior de los cuerpos bajo la acción de cargas exteriores, es el que se produce en la superficie de contacto de dos cuerpos.

En la figura 2.4 se observa como por un excesivo esfuerzo de contacto se puede llegar a la fluencia en el material de la placa, del remache o de ambos. La presión del remache contra las paredes del orificio no es constante. (Singer , 1994)

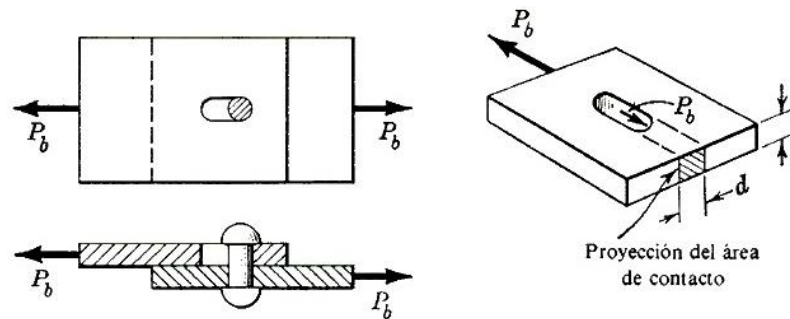


Figura 2.26: La deformación de la placa superior por el esfuerzo de contacto, está muy exagerada.
Fuente: (Singer , 1994)

$$P_b = A_b \sigma_b = (t_d) \sigma_b$$

(2. 3)

2.3.6.4 Diagrama esfuerzo - deformación

La resistencia de material no es el único criterio que debe utilizarse al diseñar estructuras. Frecuentemente, la rigidez suele tener a misma o mayor importancia. En menor grado, otras propiedades tales como dureza, tenacidad y la ductilidad también influyen en la elección de un material: estas propiedades se determinan mediante pruebas comparando los resultados obtenidos con patrones establecidos. Aunque la descripción completa de estas pruebas corresponde al ensayo de materiales examinaremos una de ellas, la prueba de tensión en el acero, dada su importancia y la inapreciable ayuda que proporciona en la introducción de otros conceptos básicos. Consideraremos una probeta de acero sujeta entre mordazas de una máquina de pruebas de tensión y observaremos simultáneamente la carga y el alargamiento de una determinada longitud de la misma. Los resultados se suelen representar en un gráfico en el que en ordenadas se llevan las cargas y en abscisas los correspondientes alargamientos. En la figura 2.5 se puede observar que no aparecen representadas las fuerzas y alargamientos totales, sino las fuerzas unitarias o esfuerzos y alargamientos unitarios o deformaciones, ya que solo se pueden comparar las propiedades de una muestra con las de otras si se reducen los

valores observados a unos puntos de referencia comunes: el diagrama de la figura se denomina esfuerzo-deformación, cuyo nombre deriva de las magnitudes que aparecen en sus ejes de coordenadas. (Singer , 1994).

2.3.6.5 Deformación

El valor de la deformación (unitaria) ϵ es el coeficiente de alargamiento (deformación total) δ y la longitud L en la que se ha producido, por tanto;

$$\epsilon = \frac{\delta}{L} \quad (2.4)$$

Sin embargo, de este modo solo se obtiene el valor medio de la deformación. La expresión correcta de la deformación en cualquier punto es:

$$\epsilon = \frac{d\delta}{dL} \quad (2.5)$$

Que determina el valor de la deformación en una longitud tan pequeña (dL) que puede considerarse constante en dicha longitud. No obstante en ciertas condiciones, se puede suponer deformación es constante y aplicar estas condiciones como se indica en la figura 2.18: El elemento sometido a tensión debe tener una sección transversal o recta constante. El material debe ser homogéneo. La fuerza o carga debe ser axial, es decir, producir un esfuerzo uniforme. (Singer , 1994)

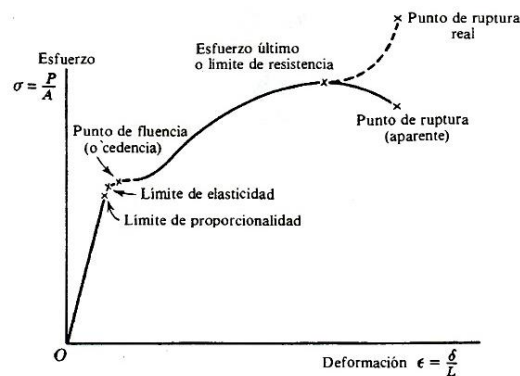


Figura 2.27: Diagrama Esfuerzo – Deformación
Fuente: (Singer , 1994)

2.3.6.6 Deformación elástica y plástica

Cuando una pieza se somete a una fuerza de tensión uni-axial, se produce una deformación del material. Si el material regresa a su posición inicial en dimensión cuando se deje de aplicar la fuerza el material sufre la deformación elástica. El número de deformaciones elásticas en un material es limitado ya que aquí los átomos del material son desplazados de su posición original, pero no hasta el extremo de que tomen nuevas posiciones fijas. Así cuando la fuerza cesa, los átomos vuelven a sus posiciones originales y el material adquiere su forma original. Un ejemplo de este comportamiento es una liga que se estira sin que se llegue a romper. (Singer , 1994)

De forma contraria si el material es deformado hasta el punto en que los átomos no pueden recuperar sus posiciones originales, se dice que ha experimentado una deformación plástica. Un ejemplo sencillo de esto, es una barra de plastilina o arcilla que se somete a tensión.

2.3.6.7 Ley De Hooke

La Ley de Hooke constituye la base de la mecánica de materiales y es válida dentro de lo que se denomina régimen lineal elástico. Esta ley establece que si la tensión normal ζ se mantiene por debajo de un cierto valor ζ_p , llamado tensión de proporcionalidad, las deformaciones específicas y las tensiones son directamente proporcionales. (Singer , 1994).

$$\sigma = \epsilon \cdot E \quad (2. 6)$$

2.3.6.8 Esfuerzos Límites

En la Figura 2.5 se observa que desde el origen O hasta un punto llamado límite de proporcionalidad, el diagrama esfuerzo – deformación es un segmento rectilíneo, de donde se deduce la tan conocida relación de proporcionalidad entre el esfuerzo y la deformación, enunciada en el año 1678 por Robert Hooke.

Queremos hacer resaltar esta proporcionalidad no se extiende a todo el diagrama, si no que termina en el límite de proporcionalidad, y más allá de este punto el esfuerzo deja de ser proporcional a la deformación. El límite de proporcionalidad tiene una gran importancia, ya que toda la teoría subsiguiente respecto al comportamiento de los sólidos elásticos está basada precisamente en la citada proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones estableciendo, pues, un límite superior al esfuerzo admisible que un material dado puede soportar. También proporciona una primera indicación de por qué debe de ser el límite de proporcionalidad y no el límite de ruptura el máximo esfuerzo al que un material debe ser sometido. (Singer , 1994)

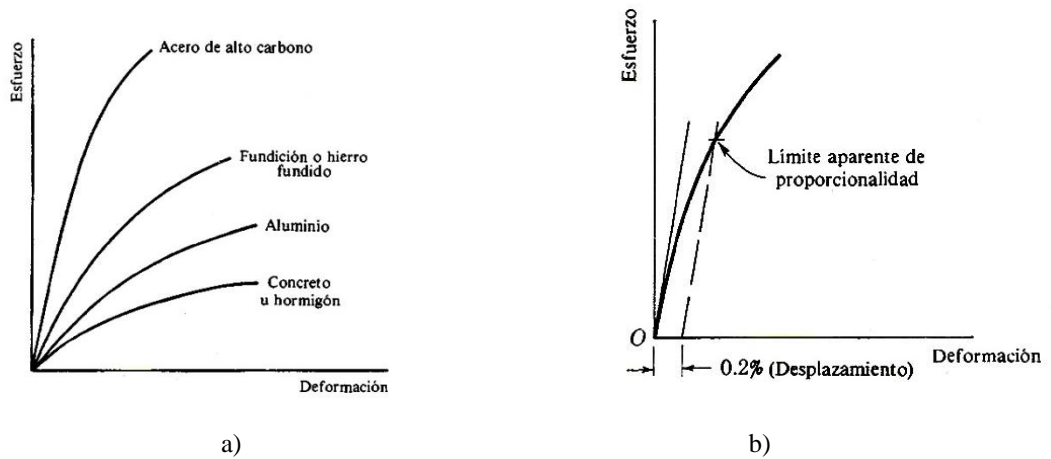
Otros conceptos interesantes del diagrama –deformación son los siguientes:

El límite de elasticidad es el esfuerzo más allá del cual el material no recupera totalmente su forma original al ser descargado, sino que queda con una deformación residual llamada de formación permanente.

El punto de fluencia es aquel en el que aparece un considerable alargamiento o fluencia del material sin el correspondiente aumento de carga que, incluso, puede disminuir mientras dura la fluencia. Sin embargo, el fenómeno de la fluencia es característico del acero al carbono, mientras que hay otros tipos de acero, aleaciones y otros metales y materiales diversos, en los que se manifiesta, como se observa en la figura 2.6 en donde se representa el diagrama típico de diversos materiales. Esta forma de los diagramas es también característica de la primera carga de piezas en las que los materiales tienen esfuerzos residuales importantes, como consecuencia de ciertos tratamientos o de sus procesos de fabricación, pero al cabo de sucesivas cargas y descargas, los esfuerzos residuales van desapareciendo y la curva se hace prácticamente recta, como se comprueba experimentalmente en el laboratorio. El límite aparente es de proporcionalidad a 0,2% (otro tanto por ciento) está estrechamente asociado al punto de fluencia. Se aplica este concepto en aquellos materiales que no tienen un punto de fluencia bien definido, o que carecen de él, mediante un procedimiento de equiparación con los que si los tienen. Consiste en trazar una paralela a la tangente en el origen

a la curva partiendo de un valor normalizado equivalente a la deformación en el límite de proporcionalidad de otros materiales) que suele tomarse del 0.2% ósea 0.002m/m. como se observa en la figura b) la intersección de esta recta con la curva esfuerzo- deformación define el punto considerado. (Singer , 1994)

El esfuerzo ultimo o bien el límite de resistencia, es la máxima ordenada de la curva esfuerzo-deformación. El punto de ruptura o esfuerzo en el punto de ruptura, que en el acero al carbono es algo menor que el esfuerzo último, debido a que el esfuerzo en este punto de ruptura se mide dividiendo la carga entre el área inicial de la sección de la barra, lo que aunque más cómodo, es incorrecto. El error es debido al fenómeno de estricción. Próximo a tener lugar de ruptura el material se alarga muy rápidamente y al mismo tiempo se estrecha, en una parte muy localizada de forma que la carga en el instante de la ruptura, se distribuye realmente sobre una sección mucho más pequeña, Si la carga en el momento de la ruptura se divide entre el área medida después de la fractura se tiene el valor real del esfuerzo en el punto de ruptura, pero aunque es bastante mayor que el esfuerzo último se sigue tomando este, en la mayoría de los casos, como esfuerzo máximo del material. (Singer , 1994)



a) b)
 Figura 2.28: Comparación de diagramas de distintos materiales
 Fuente: (Singer , 1994)

2.3.6.9 Esfuerzo y coeficiente de seguridad

Es un esfuerzo real del material bajo acción de unas fuerzas, que puede exceder el esfuerzo máximo admisible, este esfuerzo máximo es al que puede ser sometido el

material, con un cierto valor de seguridad de la estructura o elemento de diseño que se considere analizar. (Holowenco & Hall, 1987)

Al realizar un diseño real, el esfuerzo máximo admisible σ_w debe ser menor que el límite de proporcionalidad, con la finalidad de mantener y aplicar durante todo momento las relaciones esfuerzos y deformaciones que indica la ley de Hooke.

Como es difícil determinar exactamente el límite de proporcionalidad se acostumbra tomar como base para fijar el esfuerzo admisible el límite de fluencia (σ_{yp}) o, en su defecto el esfuerzo último dividiéndolos entre un número N, convenientemente elegido, que se llama factor de seguridad: (Holowenco & Hall, 1987)

$$\sigma_w = \frac{\sigma_{yp}}{N_{yp}} \quad \text{O bien} \quad \sigma_w = \frac{\sigma_{ult}}{N_{ult}} \quad (2.7)$$

2.3.6.10 Esfuerzos normales máximos y mínimos

Los esfuerzos de tracción o compresión; pueden determinarse para el caso general de una carga bidimensional sobre una partícula (Holowenco & Hall, 1987)

$$S_n(\mathbf{max}) = \frac{S_x+S_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{S_x-S_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (2.8)$$

$$S_n(\mathbf{min}) = \frac{S_x+S_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{S_x-S_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (2.9)$$

Dónde:

S_x = Esfuerzo de tracción o compresión

S_y = Esfuerzo crítico

τ_{xy} = Esfuerzo cortante

$S_n(\mathbf{max})$ y $S_n(\mathbf{min})$ = Esfuerzos principales

2.3.6.11 Esfuerzo cortante máximo (ECM)

La fluencia del material comienza cuando el esfuerzo cortante máximo de cualquier elemento iguala al esfuerzo cortante máximo en una pieza de ensayo a tensión del mismo material cuando la pieza empieza a fluir y se representa por la ecuación 2.10 (Budynas & Nisbett, 2008).

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \geq \frac{S_y}{2} \quad (2.10)$$

Dónde:

$\tau_{\text{máx}}$ = Esfuerzo Cortante Máximo

σ_1 y σ_3 = Esfuerzos Principales

S_y = Resistencia de Fluencia o Cedencia

Se puede modificar la ecuación 2.10 para introducir un factor de seguridad n , como se expone en la ecuación 2.11 (Budynas & Nisbett, 2008)

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{S_y}{2n} \quad (2.11)$$

Dónde:

$\tau_{\text{máx}}$ = Esfuerzo Cortante Máximo

S_y = Resistencia de Fluencia o Cedencia

n = Factor de Seguridad

2.3.6.12 Energía de distorsión (ED)

La falla por fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o compresión del mismo material. (Budynas & Nisbett, 2008)

Para esfuerzo biaxial se expresa la ecuación:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_A^2 - \sigma_A * \sigma_B + \sigma_B^2} \quad (2.12)$$

$\sigma_A, \sigma_B \neq$ Diferentes de Cero

Dónde:

σ' = Esfuerzo Von Mises

σ_A, σ_B = Esfuerzos Principales

Para esfuerzos triaxial se expresa la siguiente ecuación:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad (2.13)$$

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$$

Dónde:

σ' = Esfuerzo Von Mises

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ = Esfuerzos Efectivo

Para el factor de seguridad se expresa la ecuación

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (2.14)$$

Dónde:

n = Factor de Seguridad

S_y = Resistencia de Fluencia o Cedencia

σ' = Esfuerzo Von Mises

2.4 Fundamentación legal

El presente estudio se basa en las normas y reglamentos sobre resistencia de los anclajes de los asientos:

Reglamento N° 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) Prescripciones uniformes relativas a la homologación de asientos

de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes.

Reglamento N° 94 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que concierne a la protección de los ocupantes en caso de colisión frontal.

Instituto Ecuatoriano De Normalización Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 034: 2010 Segunda Revisión: Elementos Mínimos De Seguridad En Vehículos Automotores.

Instituto Ecuatoriano De Normalización Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE INEN 043: 2010 Bus Interprovincial

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 109:2009 primera revisión “Ensayo de tracción para materiales metálicos a temperatura ambiente.

Norma ASTM E23: Ensayo de impacto Charpy de muestras pequeñas metálicos

2.5 Hipótesis

H0: El anclaje del asiento utilizado por Miviltech Soluciones Industriales S.A cumple con el reglamento N° 80 (CEPE/ONU) durante un impacto frontal.

Ha: El anclaje del asiento utilizado por Miviltech Soluciones Industriales S.A no cumple reglamento N° 80 (CEPE/ONU) durante un impacto frontal.

2.6 Señalamiento de variables de la Hipótesis

Variable independiente

El anclaje de asiento utilizado por Miviltech Soluciones Industriales S.A.

Variable dependiente

Durante un impacto frontal

Término de relación

Cumple

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque investigativo

En el presente análisis se tendrá una tendencia hacia el paradigma cualitativo, debido a que en este análisis se busca la comprensión de los fenómenos para orientarse hacia la formación de hipótesis que permitan solucionar la temática de este análisis.

En el presente proyecto de investigación se tendrá una tendencia hacia el paradigma cuantitativo, debido a que en el estudio se utilizara variables cuantitativas ya que se manejarán datos numéricos, así como indicadores tablas, gráficas de deformación, esfuerzos, con el fin de detallar los resultados del estudio de los anclajes de los asientos mediante elementos finito en un impacto frontal.

3.2 Modalidad de la investigación

3.2.1 Experimental

Porque se obtendrá información por medio de la simulación del anclaje de los asientos del autobús, con el fin de describir y analizar lo que ocurriría en condiciones de un impacto frontal del autobús.

3.2.2 Bibliográfica

Porque a través de este estudio es dar a conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios normas, y reglamentos internacionales, por lo tanto en el presente trabajo se utilizará la documentación acorde a nuestra investigación.

3.3 Niveles o tipo de la investigación

3.3.1 Descriptivo

La modalidad del estudio de la investigación es descriptivo porque trata de describir los esfuerzos y deformaciones máximas, de los anclajes de los asientos en la estructura del autobús en un impacto frontal.

3.3.2 Explicativo

La presente investigación alcanza el nivel explicativo porque con los resultados que se obtengan permitirán dar una explicación a la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A sobre las ventajas de los ensayos para predecir la seguridad que tendrán los ocupantes del autobús en caso de un impacto frontal.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población para la presente investigación está determinada para los diferentes servicios de transporte de autobús:

- Anclaje para asientos de Servicio urbano.
- Anclaje para asientos de Servicio escolar.
- Anclaje para asientos de Servicio interprovincial.

Fabricados por Miviltech Soluciones Industriales en la provincia de Tungurahua cantón Ambato.

3.4.2 Muestra

Para esta investigación se selecciona una muestra direccionada al anclaje del asiento de bus interprovincial por ser el bus de mayor comercialización, y se estudiará la sección que contiene los anclajes de los asientos del autobús según el reglamento N° 80 y 94 de la Comisión Europea, que corresponde al asiento que actualmente fabrica la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A.

3.5 Operacionalización de variables

3.5.1 Variable independiente: Estudio del anclaje de asiento de autobús en un impacto frontal.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Un anclaje estructural es un elemento fijado permanentemente a la estructura, en una superficie vertical, horizontal o inclinada al que se le puede sujetar un dispositivo de anclaje o que, directamente, incorpora uno o varios puntos de anclajes.	Impacto frontal	Velocidad de impacto frontal	56 km/h	Ficha de toma de datos. Análisis mediante elementos finitos
			75 km/h	
			90 km/h	
	Modelo de anclaje de asiento			
		Tipo 1	1020 mm	

Fuente: Remache Gutiérrez Agustín Danilo

3.5.2 Variable Dependiente:

Para determinar las deformaciones y esfuerzos máximos

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
La máxima cantidad de esfuerzo que el material puede soportar. A partir de esta magnitud, la probeta empieza a deformarse aun ante la aplicación de cargas menores. Corresponde a la máxima ordenada en la gráfica (esfuerzo - deformación unitaria)	Criterio de aceptación 1.1.3.Reglamento N° 80 (CEPE)	Resistencia	¿Cuál será el esfuerzo máximo?	Ficha de toma de datos. Análisis mediante elementos finitos.
	Calidad de malla	Aspecto Ratio	mayor a 0 y menor a 5	
	Criterio de aceptación 1.1.3.1.1.reglamento N° 80 (CEPE)	Desprendimiento.	Se desprende.	
	No se desprende			

Fuente: Remache Gutiérrez Agustín Danilo

3.6 Técnicas e instrumentos

Se utilizará técnicas para la recolección de la información tales como la observación directa, ya que se requiere observar y determinar la información de los materiales que serán la base de la presente investigación.

Documental porque con la recolección de datos de libros, publicaciones, artículos, estudios, fichas técnicas normas y reglamentos así como tabulaciones de datos resultado de los diferentes ensayos de resistencia de las probetas de los anclajes de los asientos de autobús.

3.7 Plan de recolección de la información

La información obtenida de los ensayos del software así como los de las probetas de los anclajes de asientos y la estructura del autobús se analizará mediante la simulación de resistencia de los materiales. Los datos recopilados se tabularán una vez terminado los ensayos para verificar y comparar la información recogida.

3.8 Plan de procesamiento de la información

Para la recolección, procesamiento y análisis de la información se seguirá los siguientes puntos:

- Revisión reglamentos y norma para los ensayos de resistencia de los anclajes de asiento interprovincial.
- Selección de la información más importante y puntual.
- Ensayo de tracción de las diferentes probetas de los anclajes del asiento interprovincial.
- Ensayo de flexión de las diferentes probetas de los anclajes del asiento interprovincial.

- Ensayo Charpy de las diferentes probetas de los anclajes del asiento interprovincial.
- Análisis de resistencia de las diferentes probetas de los anclajes de los asientos interprovinciales.
- Mediante el método de elementos finitos se realiza las simulaciones del los anclajes del asiento de autobús interprovincial.
- Se tabularon todos los resultados y se sacaron las conclusiones pertinentes para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

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 enfoca en el organigrama de trabajo que muestra la figura 4.1 el proceso de obtención de resultados para el estudio de los anclajes de asientos de autobús en un impacto frontal para determinar las deformaciones y esfuerzos máximos en la empresa Miviltech soluciones Industriales S.A.

4.1.2 Recopilación de datos preliminares

4.2 Descripción del asiento interprovincial

El asiento interprovincial que fabrica Miviltech Soluciones Industriales S.A se indica en la figura 4.2 y consta de las sientes partes:

- Mecanismo de reclinación de hasta 3 puntos mediante resortes zigzag acerados.
- Coderas plásticas laterales abatible y fija.
- Respaldos y cojines de espuma de poliuretano retardante al fuego.
- Tapizado en tela nacional y tela brasileña de poliéster calidad automotriz.
- Tapizado en la parte posterior con tapizon.
- Apoya pies grapables en la parte posterior y lector de revistas
- Cinturón de seguridad de tres y dos puntos.
- Fijación del asiento a cualquier tipo de carrocería.



Figura 4.1: organigrama de procesos (el autor)

Para realizar el estudio se ha considerado conocer las características generales de los asientos para el autobús interprovincial, y se muestra en la Figura 4.2



Figura 4.2 Asiento Miviltech
(Fuente: el Autor)

4.2.1 Materiales utilizados en la estructura del asiento para bus interprovincial:

El asiento del autobús está constituido de varios elementos, destinados a soportar las diferentes cargas que actúan en el asiento del autobús las partes que constituyen el asiento se muestra en la figura 4.3

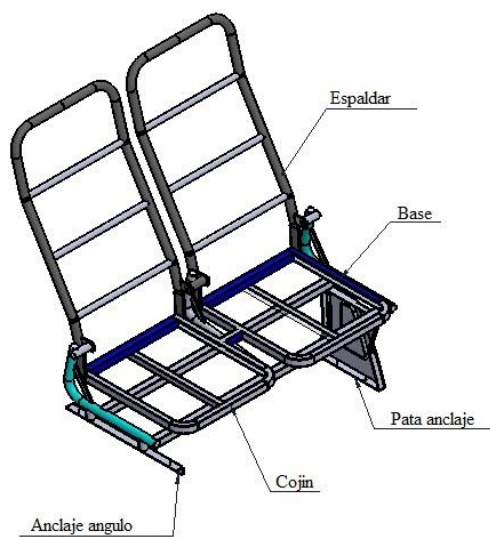


Figura 4.3: anclajes de Asiento interprovincial
(Fuente: el Autor)

Los materiales que se utilizan para la fabricación del anclaje del asiento se explican en la tabla 4.1

Tabla 4.1: materiales del anclaje del asiento

Descripción	Detalle
Pata del asiento	Acero galvanizado G60 ASTM A653 CS/FS 3302
Anclaje de la pata	Platina de 30x3 mm de un acero negro ASTM A-36
Anclaje ángulo	Angulo 30x30x2mm de un acero negro ASTM A-36
Espaldar	Tubo negro redondo de 25,4 mm por 1,50 mm de espesor de un acero ASTM A 500gr A
Base	Tubo negro cuadrado 25x25x2mm de un acero ASTM A 500gr A
Cojín	Perfil C negro de 25X25x2mm de un acero negro galvanizado JIS G 3141 SPCC-SD

(Fuente el autor)

4.2.2 Lista de materiales utilizados en el anclaje del asiento en el autobús:

La tabla 4.2 describe los materiales que se utiliza para anclar el asiento en el autobús:

Tabla 4.2: materiales del anclaje del asiento

PARTE	DESCRIPCION
ANCLAJE DE ASIENTO	Platina de 30x3 mm de un acero negro ASTM A-36
	Pernos 7/16 x 1 pulgada grado 8
	Perfil en forma J(zócalo)
	Perfil U de 50 x 25 x 3mm acero galvanizado
	Angulo de 30 x30 x2mm de acero negro ASTM A-36

(Fuente: el autor)

4.3 Dimensiones generales de la estructura asiento interprovincial

Las dimensiones del asiento que se monta en el autobús se indican en la figura 4.4 Estas dimensiones se tomaron de la estructura del asiento según el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010 (anexo A1).

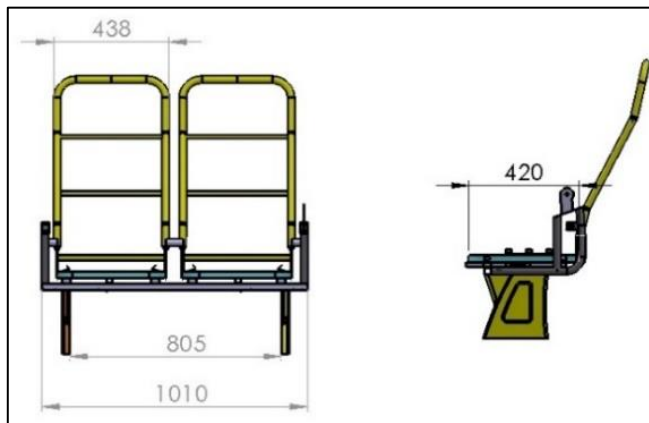


Figura 4.4 estructura del asiento
(Fuente: el autor)

4.3.1 Distribución de los asientos en la carrocería del autobús

Los asientos serán colocados en el autobús interprovincial formando dos hileras con una distancia de 750 mm según Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010 ver anexo (A2), para nuestro estudio se colocará un asiento principal y un asiento auxiliar en una sección del autobús interprovincial.

4.4 Ensayos preliminares.

4.4.1 Ensayo de tracción del material utilizado en la estructura del asiento

En la figura 4.5 se muestra el ensayo a tracción y el material utilizado para la construcción del asiento del autobús es un Acero estructural ASTM A 36 (ver anexo A3), las probetas para el ensayo de tracción se extrajeron de platinas de 30mm de ancho con un espesor de 3 mm, en la obtención de estas probeta se siguió las recomendaciones que se indican Las dimensiones de la probeta se realizaron de acuerdo a la norma:

NTE INEN 109:2009 “ensayo de tracción para materiales metálicos a temperatura ambiente” que se rige en la norma ASTM E-8 Anexo (A4)



Figura 4.5 Ensayo de tracción
(Fuente: El Autor)

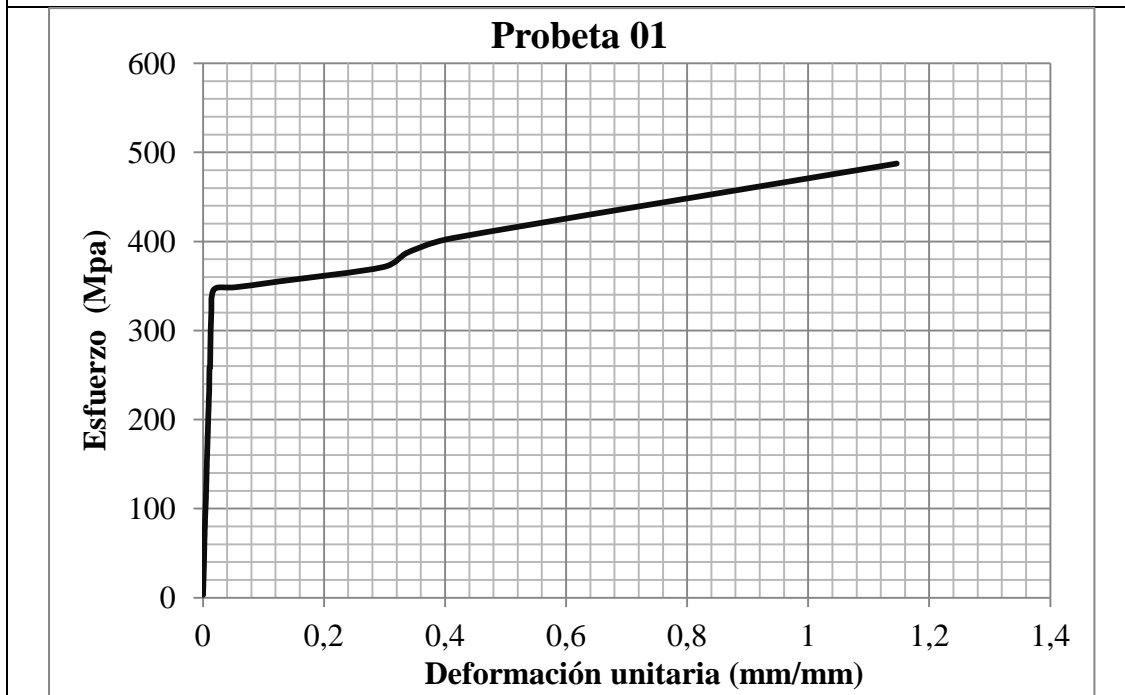


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE TRACCIÓN (VER ANEXO A5)



Probeta	01	Muestra:	Pletina de 30x3mm
Norma Aplicable	NTE INEN 109:2009 / ASTM E-8		
Lugar de Ensayo:	Laboratorio de resistencia de materiales ESPOCH		
Fecha de ejecución	10/05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	3.1 mm	longitud calibrada	50.01 mm
Ancho	19.6 mm		

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga Máxima	29,6262 (KN)	Longitud Inicial	50.5mm
Longitud Final	59,4 mm	Deformación ultima	8.9 mm
Área Inicial	60,76 mm ²		

RESULTADOS CALCULADOS

Resistencia a la Tracción (Sut):	487,427 (Mpa)	Resistencia a la Cedencia (Sy):	338,939 (Mpa)
% de Elongación	17,62%	Módulo de Elasticidad	225 552,95 (Mpa)

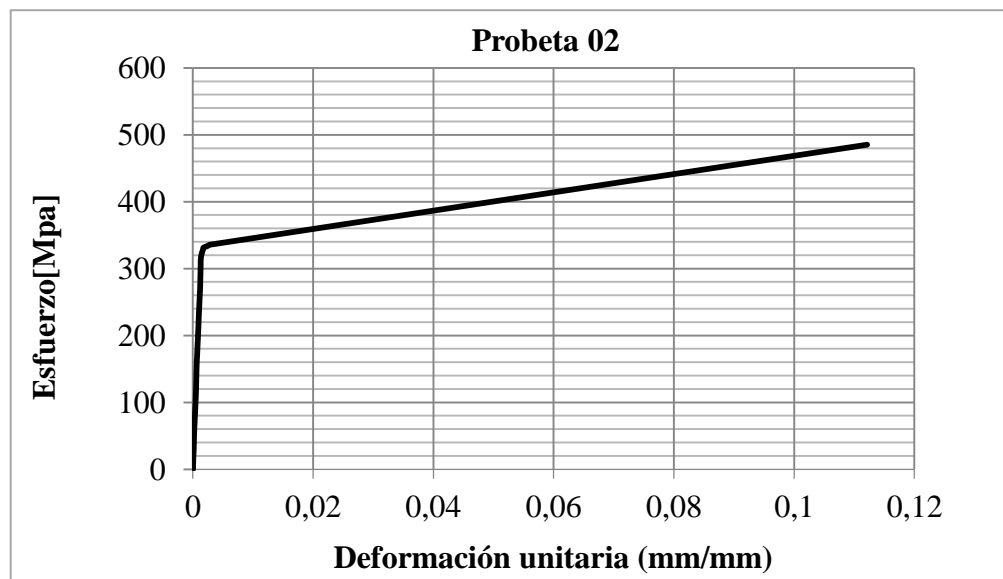


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE TRACCIÓN (VER ANEXO A5)



Probeta N°	02	Muestra de:	Pletina de 30x3
Norma Aplicable	NTE INEN 109:2009 / ASTM E-8		
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales FIM ESPOCH		
Fecha de ejecución	10/05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	3,1 mm	longitud calibrada	50 mm
Ancho	19,6mm		

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga Máxima	21,729 (KN)	Longitud Inicial	51,5 mm
Longitud Final	69,8 mm	Deformación ultima	18,3 mm
Área Inicial	60,76 mm ²		

RESULTADOS CALCULADOS

Resistencia a la Tracción (Sut):	485,177 (Mpa)	Resistencia a la Cedencia (Sy):	335,833 (Mpa)
% de Elongación	35,40%	Módulo de Elasticidad	237 320,93 (Mpa)

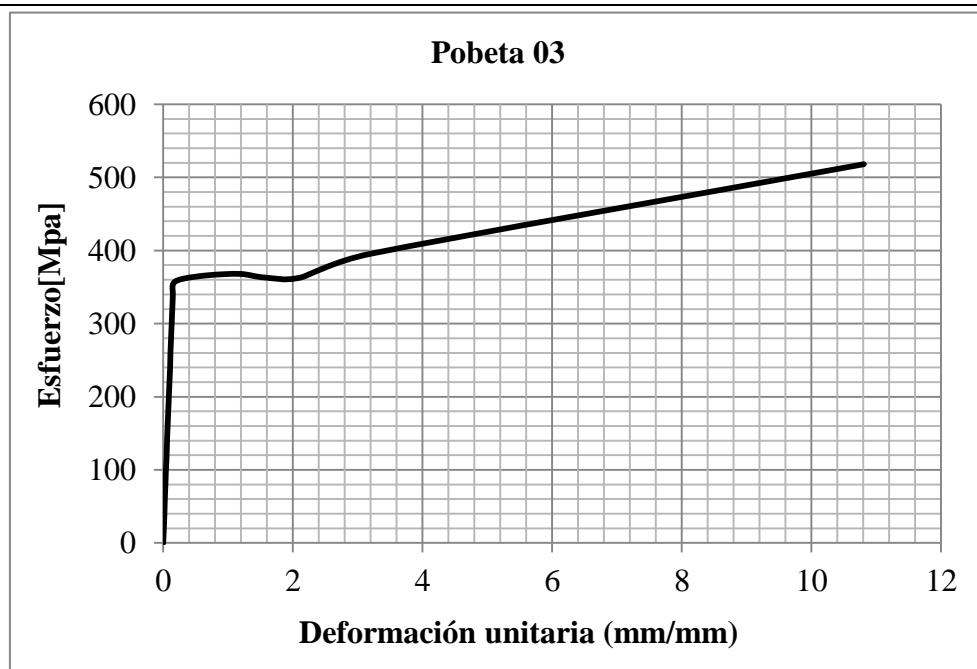


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE TRACCIÓN (VER ANEXO A5)**



Probeta N°	03	Muestra de:	Pletina de 30x3mm
Norma Aplicable	NTE INEN 109:2009 / ASTM E-8		
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales ESPOCH		
Fecha de ejecución	10/05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	3,1 mm	longitud calibrada	50mm
Ancho	19,6 mm		

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga Máxima	21,582 (KN)	Longitud Inicial	52,5 mm
Longitud Final	63,9mm	Deformación ultima	11,4 mm
Área Inicial	60,76mm ²		

RESULTADOS CALCULADOS

Resistencia a la Tracción (Sut):	518,093 (Mpa)	Resistencia a la Cedencia (Sy):	355,079 (Mpa)
% de Elongación	21,71%	Módulo de Elasticidad	228 494,945 (Mpa)

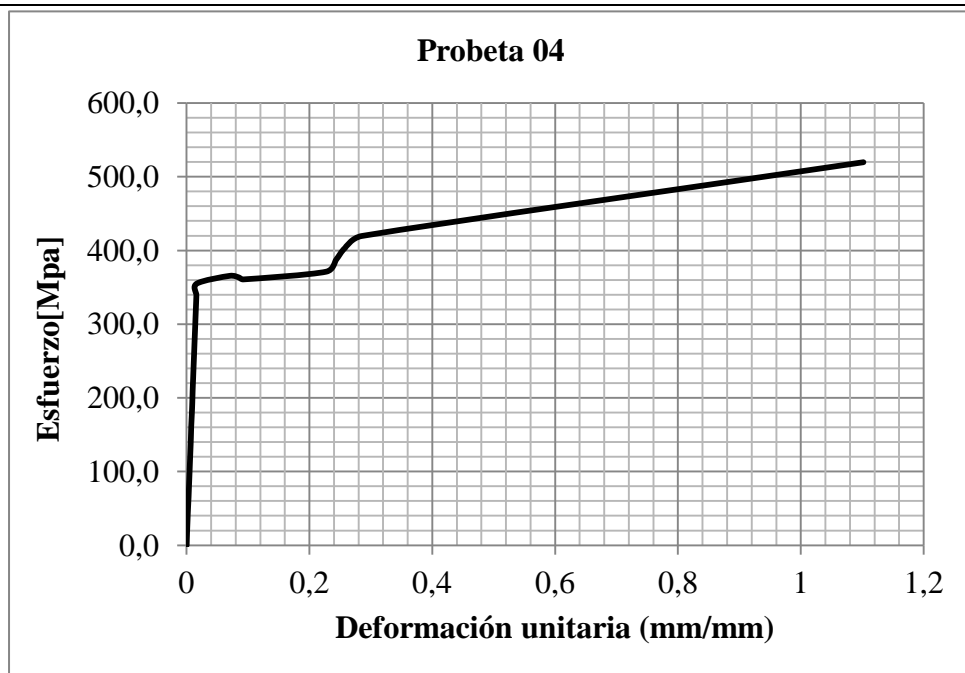


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE TRACCIÓN (VER ANEXO A5)**



Probeta N°	04	Muestra de:	Pletina de 30x3mm
Norma Aplicable	NTE INEN 109:2009 / ASTM E-8		
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales ESPOCH		
Fecha de ejecución :	10/05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	3,1 mm	longitud calibrada	50 mm
Ancho	19,6 mm		

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga Máxima	20,601(KN)	Longitud Inicial	52,1 mm
Longitud Final	68,9mm	Deformación ultima	16,8 mm
Área Inicial	60,76 mm ²		

RESULTADOS CALCULADOS

Resistencia a la Tracción (Sut):	519,703 (Mpa)	Resistencia a la Cedencia (Sy):	338,939 (Mpa)
% de Elongación	23,81%	Módulo de Elasticidad	213784,97 (Mpa)

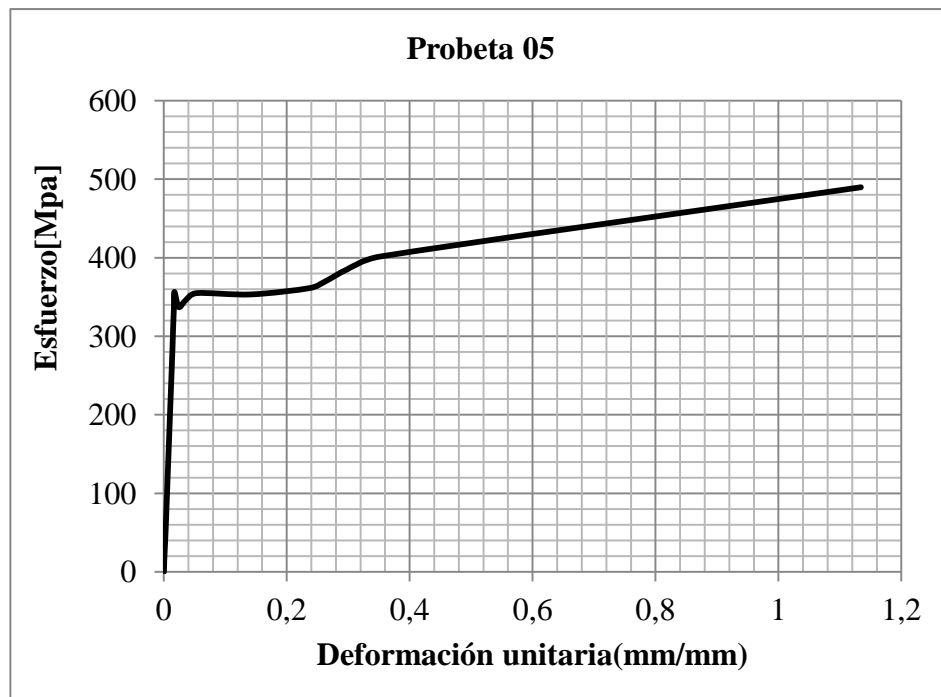


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE TRACCIÓN (VER ANEXO A5)



Probeta N°	05	Muestra de:	Pletina de 30x3mm
Norma Aplicable	NTE INEN 109:2009 / ASTM E-8		
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales ESPOCH		
Fecha de ejecución	10 /05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	3,1mm	longitud calibrada	50mm
Ancho	19,7 mm		

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga Máxima	21,5366 (KN)	Longitud Inicial	51,8 mm
Longitud Final	65,2 mm	Deformación ultima	13,4 mm
Área Inicial	60,07 mm ²		

RESULTADOS CALCULADOS

Resistencia a la Tracción (Sut):	489,763 (Mpa)	Resistencia a la Cedencia (Sy):	353,27 (Mpa)
% de Elongación	25,87%	Módulo de Elasticidad	196 917,532 (Mpa)

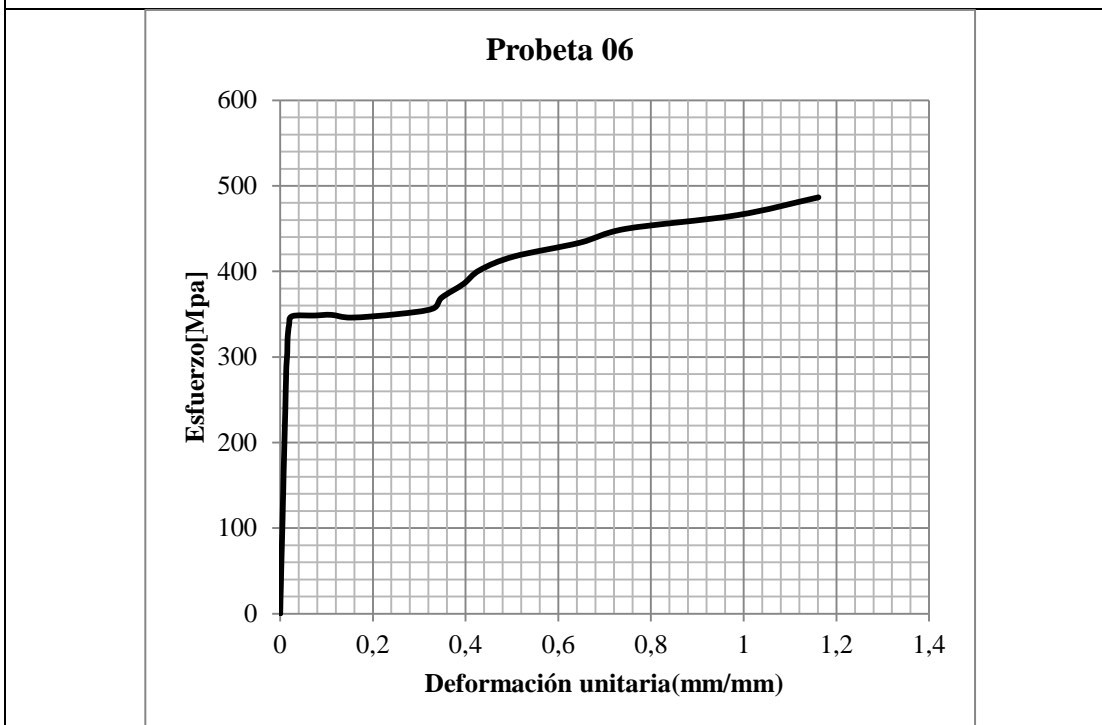


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE TRACCIÓN (VER ANEXO A5)



Probeta N°	06	Muestra de:	Pletina de 30x3mm
Norma Aplicable	NTE INEN 109:2009 / ASTM E-8		
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales ESPOCH		
Fecha de ejecución	10 /05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	3,1 mm	longitud calibrada	50 mm
Ancho	19,7 mm		

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga Máxima	21,2386 (KN)	Longitud Inicial	50,6 mm
Longitud Final	63 mm	Deformación ultima	12,4mm
Área Inicial	61,07 mm ²		

RESULTADOS CALCULADOS

Resistencia a la Tracción (Sut):	486,558 (Mpa)	Resistencia a la Cedencia (Sy):	347,656 (Mpa)
% de Elongación	24,51 %	Módulo de Elasticidad	220 649,625 (Mpa)

4.4.2 Ensayo de la muestra de un tubo a flexión 3 puntos

El material utilizado para la construcción del asiento del autobús es un Acero estructural ASTM 500 Gr. A, (ver anexo A6) y se realizó en muestras de tubos de 25x25x2mm tubo que se usa para la construcción del asiento interprovincial, formando la base del asiento del autobús como de muestra en la Figura 4.6:



Figura 4.6: Sección de la estructura del asiento
(Fuente: El Autor)

La muestra tiene una dimensión de 650mm de longitud se aplicara la carga en el centro de la probeta y se tomara lecturas de la deformación para cada carga aplicada como se muestra en la Figura 4.7:



Figura 4.7 Ensayo de flexión tubo cuadrado
(Fuente: El Autor)

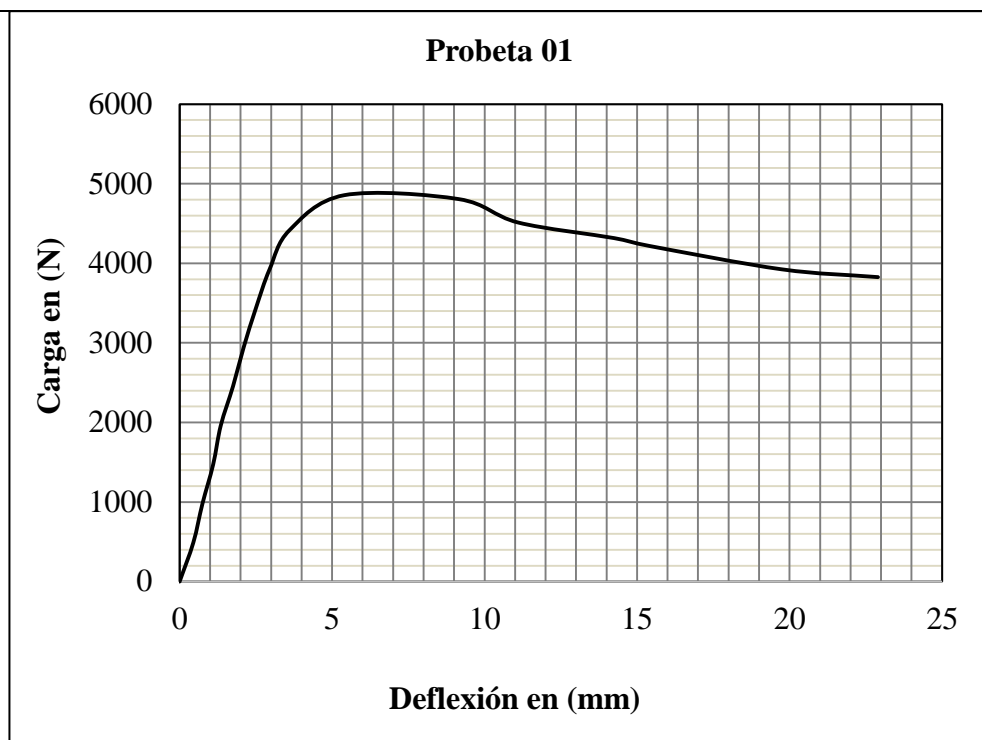


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE FLEXIÓN (VER ANEXO A7)



Probeta N°	01	Muestra de:	Tubo cuadro 25x25x2mm
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales FIM ESPOCH		
Fecha de ejecución	10 /05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César arroba
Espesor	2 mm	Luz entre apoyos	400 mm
Longitud de probeta	650 mm	Sección cuadrada	25x25x2 mm

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga de Fluencia	4365,45 (N)	Deformación a la carga de fluencia	3,5 mm
Carga máxima registrada	4855,95 (N)	Deformación a la carga máxima registrada	5,4 mm
Esfuerzo máximo	1 007,645 Mpa	Módulo de elasticidad	204 958,985 Mpa

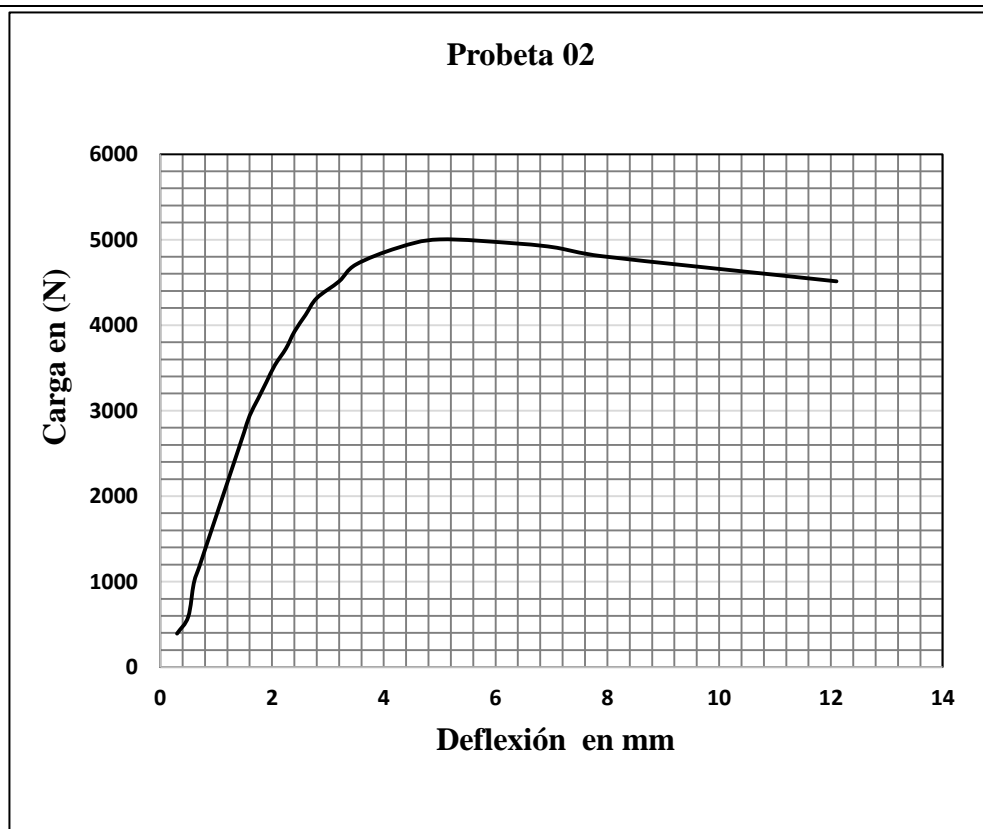


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE FLEXIÓN (VER ANEXO A7)



Probeta N°	02	Muestra de:	Tubo cuadro 25x25x2mm
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales FIM ESPOCH		
Fecha de ejecución	10 /05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	2 mm	Luz entre apoyos	400 mm
Longitud de probeta	650 mm	Sección cuadrada	25x25x2 mm

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga de Fluencia	4512,6 (N)	Deformación a la carga de fluencia	3,2 mm
Carga máxima registrada	5003,1(N)	Deformación a la carga máxima registrada	5 mm
Esfuerzo máximo	1 038,180 Mpa	Módulo de elasticidad	239 282,26 Mpa

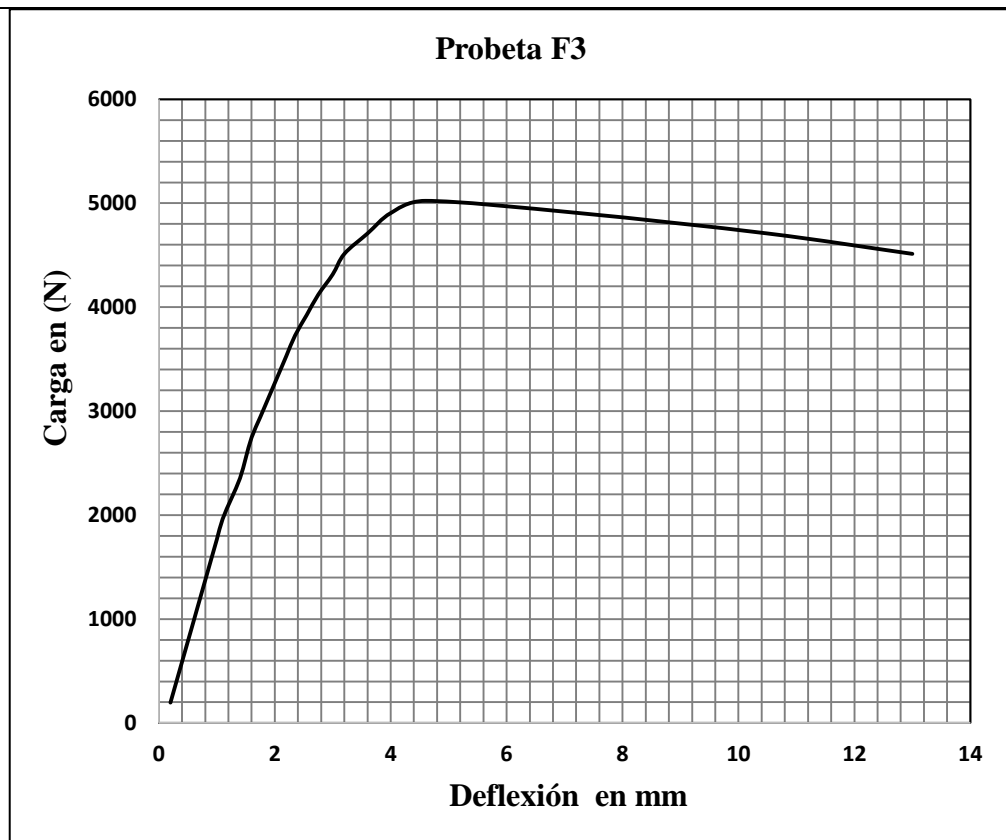


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE FLEXIÓN (VER ANEXO A7)



Probeta N°	03	Muestra de:	Tubo cuadro 25x25x2mm
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales FIM ESPOCH		
Fecha de ejecución	10 /05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	2 mm	Luz entre apoyos	400 mm
Longitud de probeta	650 mm	Sección cuadrada	25x25x2mm

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga de Fluencia	4316,4 (N)	Deformación a la carga de fluencia	3,5 mm
Carga máxima registrada	5022,72 (N)	Deformación a la carga máxima registrada	4,6 mm
Esfuerzo máximo	1 042,251Mpa	Módulo de elasticidad	253 992,235 Mpa

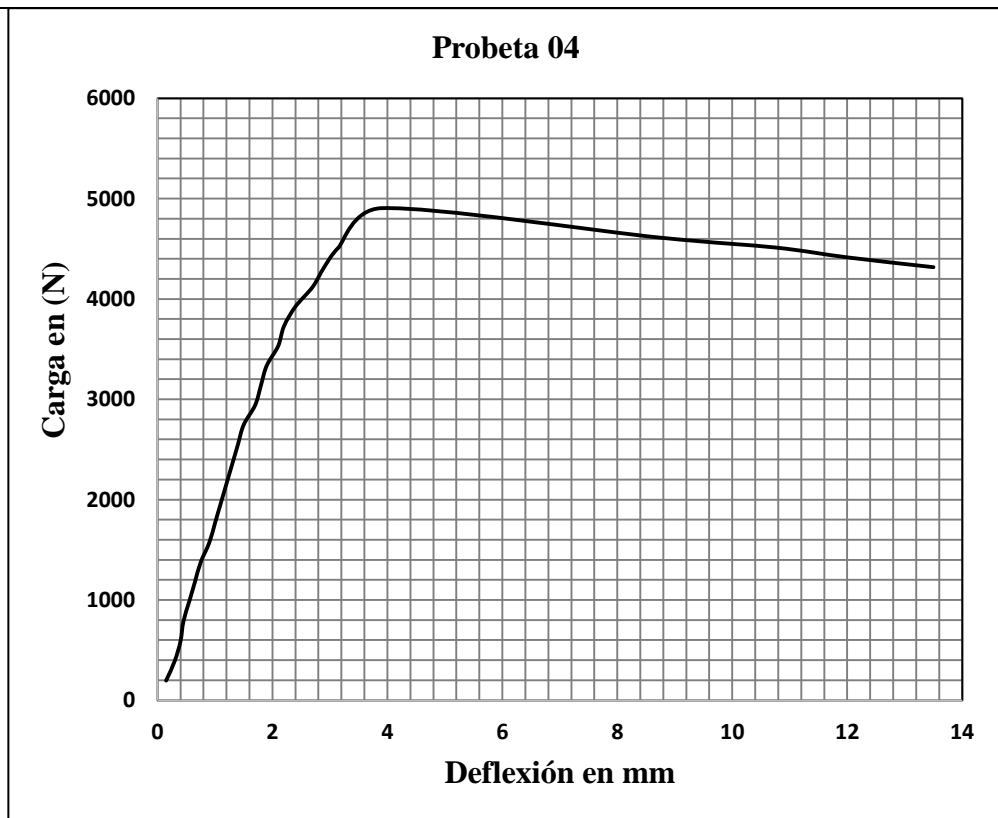


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE FLEXIÓN (VER ANEXO A7)**



Probeta N°	04	Muestra de:	Tubo cuadro 25x25x2mm
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales FIM ESPOCH		
Fecha de ejecución	10 /05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. Casar Arroba
Espesor	2 mm	Luz entre apoyos	400 mm
Longitud de probeta	650 mm	Sección cuadrada	25x25x2mm

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga de Fluencia	4512,6 N	Deformación a la carga de fluencia	3,2 mm
Carga máxima registrada	4905 N	Deformación a la carga máxima registrada	3,9 mm
Esfuerzo máximo	1 042,251Mpa	Módulo de elasticidad	265 760,215 Mpa

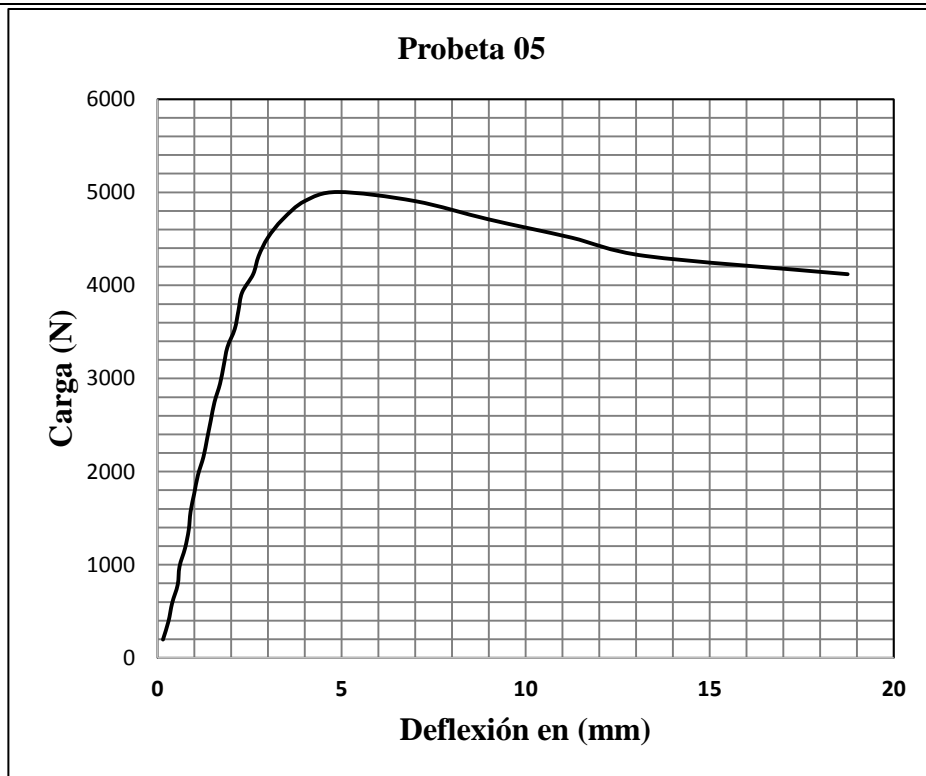


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE FLEXIÓN (VER ANEXO A7)



Probeta N°	05	Muestra de:	Tubo cuadro 25x25x2mm
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales FIM ESPOCH		
Fecha de ejecución	10 /05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	2 mm	Luz entre apoyos	400 mm
Longitud de probeta	650 mm	Sección cuadrada	25x25x2mm

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga de Fluencia	4708,8 (N)	Deformación a la carga de fluencia	3,4mm
Carga máxima registrada	5003,1 (N)	Deformación a la carga máxima registrada	4,9 mm
Esfuerzo máximo	1 038,18Mpa	Módulo de elasticidad	26 379,888 5 Mpa

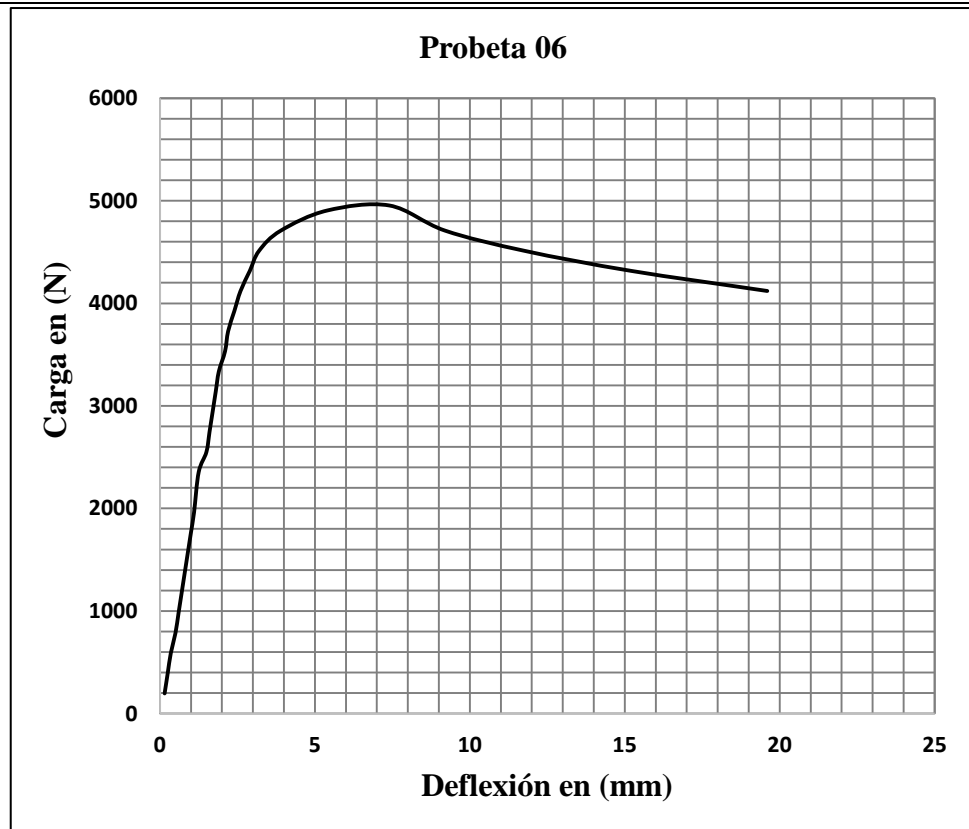


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ENSAYO DE FLEXIÓN (VER ANEXO A7)



Probeta N°	06	Muestra de:	Tubo cuadro 25x25x2mm
Lugar de Ensayo	Laboratorio de resistencia de materiales FIM ESPOCH		
Fecha de ejecución	10 /05/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	2 mm	Luz entre apoyos	400 mm
Longitud de probeta	650 mm	Sección cuadrada	25x25x2 mm

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga de Fluencia	4316,4 (N)	Deformación a la carga de fluencia	2,9mm
Carga máxima registrada	4954,05 (N)	Deformación a la carga máxima registrada	7,4 mm
Esfuerzo máximo	1 028,001Mpa	Módulo de elasticidad	260 856,89 Mpa

4.4.3 Ensayo de impacto charpy del ángulo del anclaje del asiento

El ensayo se realizó en el péndulo de impacto Charpy de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH la capacidad de energía de la maquina es de 320 Joule y la masa del péndulo es de 32,2 kg como se muestra en la figura 4.8. La velocidad en el momento de impacto es 4,49 m/seg. La temperatura durante el ensayo es la temperatura ambiente aproximadamente 20°C



Figura 4.8 : Péndulo Charpy
(Fuente: El Autor)

El material utilizado para la construcción del asiento del autobús es un acero estructural ASTM A-36 (ver anexo A8) y se realizó las muestras de un ángulo de 100x100x10 mm que se usa para anclar el asiento al autobús, como se muestra en la Figura 4.9:



Figura 4.9: Probeta de ensayo Charpy
(Fuente: El Autor)

Las muestras tiene una dimensión de 55mm de longitud, ancho de 10 como se indica en la figura 4.10 y se obtuvieron de la norma ASTM E-23. (Ver anexo A9)

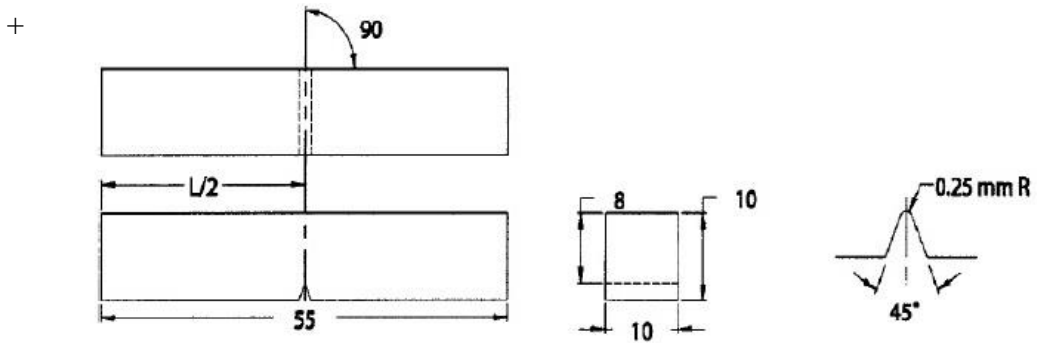


Figura 4.10: medidas estándar para ensayo Charpy
(Fuente: ASTM E-23)

El impacto es aplicado desde el lado opuesto, en el plano perpendicular al eje longitudinal de la muestra. El péndulo se fija en la posición superior inicial a la altura h_α de 0,993 m, lo que corresponde a una velocidad del péndulo, en el momento del impacto de 4,41 m/s. Luego la uña de fijación se retira, el péndulo cae libremente por efecto de su propia gravedad aplicando un impacto a la muestra, que la encorva y destruye elevándose en relación al eje vertical del péndulo Charpy en un ángulo β . Este ángulo es tanto menor, cuanto mayor es la energía aplicada en el proceso por el péndulo para la deformación y destrucción de la muestra como se indica en la figura 4.11:

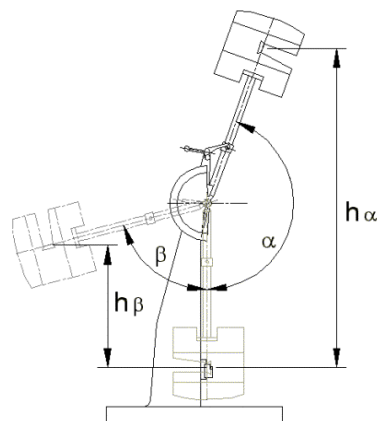


Figura 4.11: probeta para ensayo Charpy
(Fuente: <http://www.utp.edu.co/~gcalle/Contenidos/Impacto.pdf>)

En tal tabla 4.3 se indica los valores que se obtuvieron en el ensayo de impacto Charpy de las 6 probetas y son los siguientes: (ver anexo A10)

Tabla 4.3: Prueba de ensayo Charpy

TEMPERATURA A 20 °C					
PROBETA	ENERGIA ABSORBIDA		SECCION TRANSVERSAL	RESILIENCIA	TIPO DE ROTURA
N°	JOULE	Kg-m	cm ²	kg-m/cm ²	
1	77	7,850	0,820	9,573	rotura completa
2	76,8	7,831	0,810	9,668	rotura completa
3	78,3	7,98	0,798	10,005	rotura bisagra
4	76,8	7,831	0,800	9,789	rotura completa
5	75,4	7,688	0,802	9,586	rotura completa
6	76,86	7,84	0,79	9,920	rotura bisagra

Valores obtenidos del ensayo Charpy
(Fuente: El Autor)

4.4.4 Simulación del ensayo de Tracción de la platina de 30x3mm

El modelo de la probeta se realizó según la norma NTE INEN 109:2009 se realizó de una platina de 30x3mm como se muestra en la Figura 4.12.

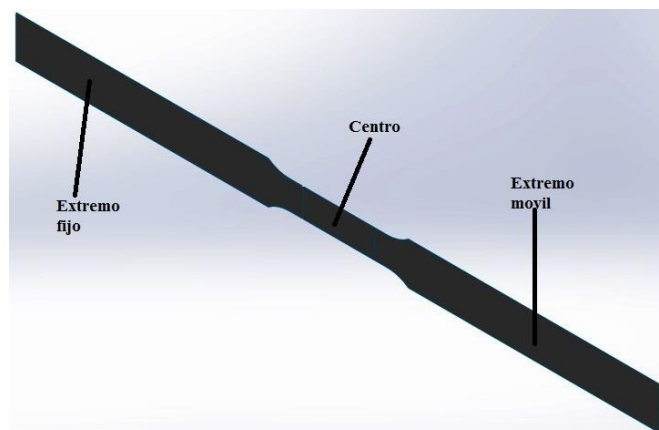


Figura 4.12: Geometría de probeta
(Fuente: El Autor)

En la figura 4.13 se muestra el elemento de mallado tipo Shell se aplicó una malla uniforme para obtener datos precisos en los resultados durante la simulación.

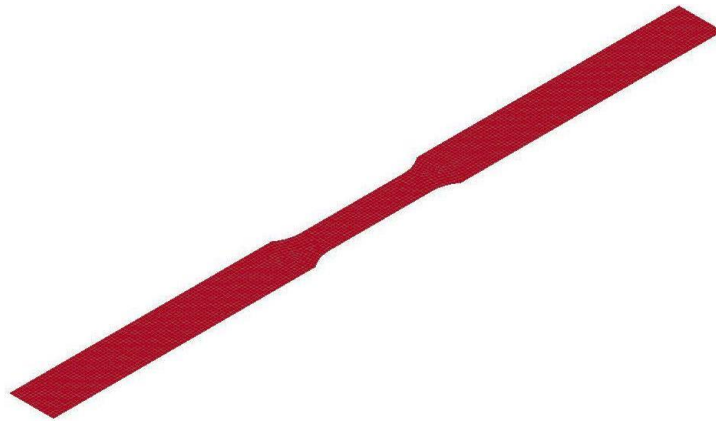


Figura 4.13: mallado de la probeta
(Fuente: El Autor)

En el gráfico de barras de la Figura 4. 13 indica la cantidad de elementos en el eje Y en el eje X, indica el valor del Aspect Ratio con un valor mínimo de 1 y un valor máximo de 1,39, siendo 2800 elementos con un valor de aspect ratio de 1,02 que se encuentra dentro de los parámetros recomendados de aspect ratio que está dentro del límite de caracterización de aspect ratio.

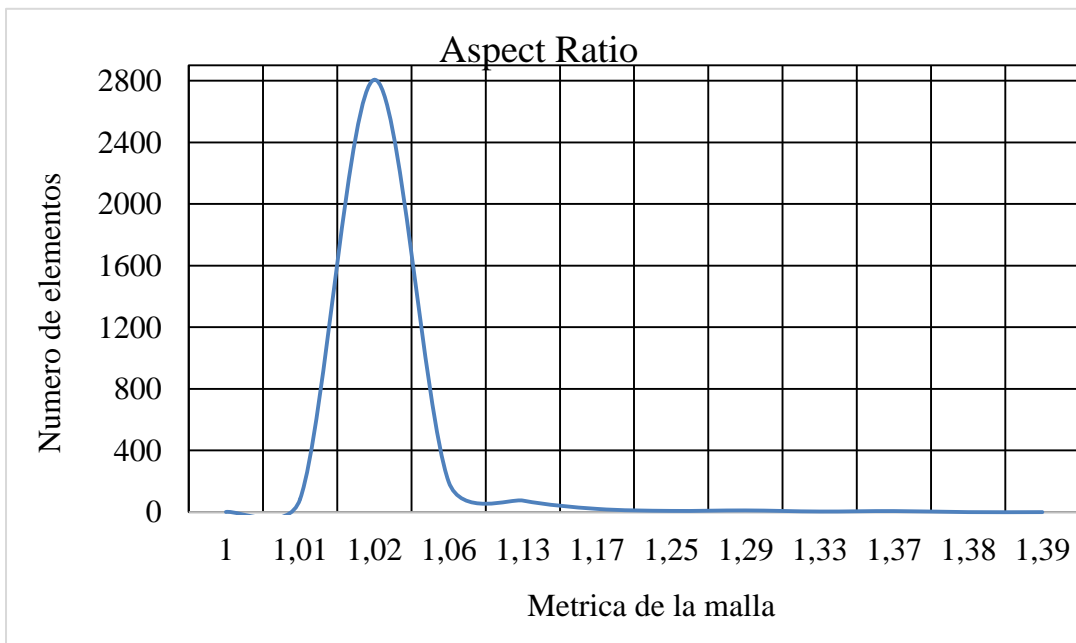


Figura 4.14 Aspect Ratio versus el número de elementos la probeta
(Fuente: El Autor)

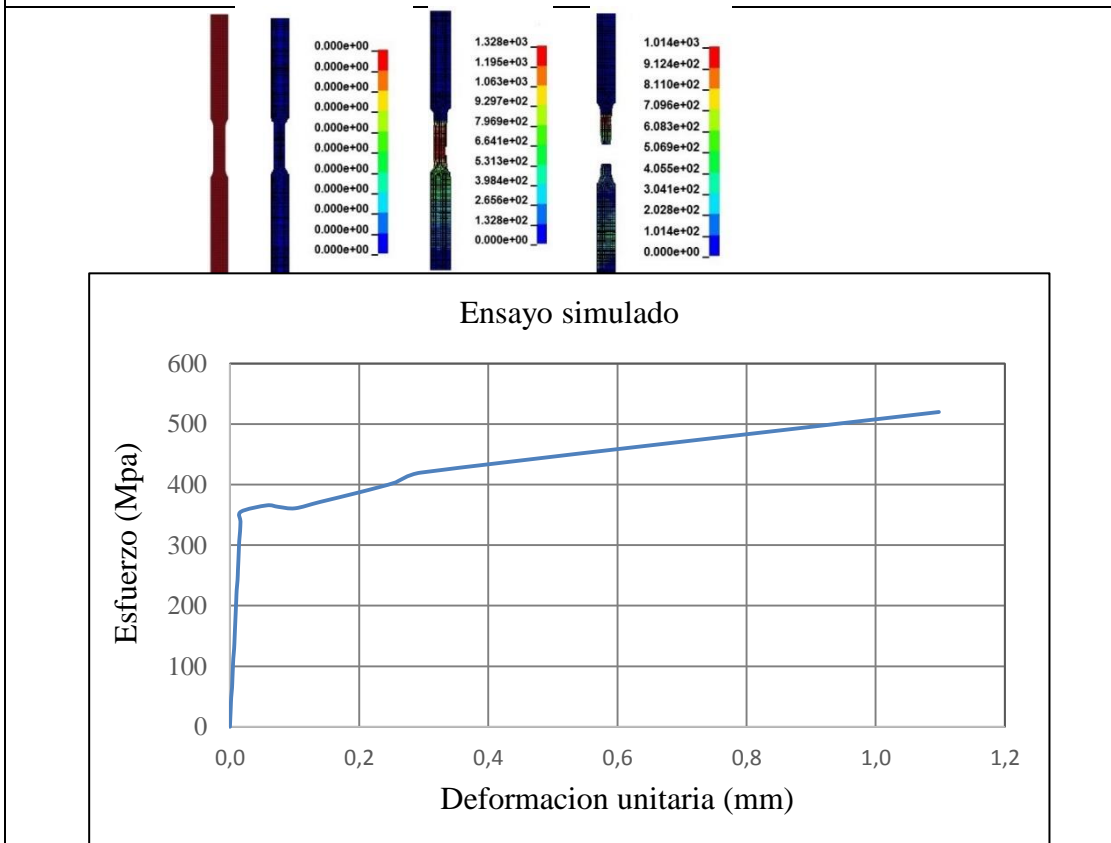


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
SIMULACIÓN DE TRACCIÓN



Simulación	01	Muestra de:	Pletina de 30x3mm
Normas Aplicables	NTE INEN 109:2009 /ASTM E-8		
Fecha de ejecución	22/06/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisad por:	Ing. César Arroba
Espesor	3 mm	longitud calibrada	50
Aspect Ratio Max:	1,39	Aspect Ratio Min:	1
Cantidad de nodos	3481	Cantidad de elementos	3236
Tiempo de procesamiento	4 min con 20 seg	Numero de procesadores	4 procesadores

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Esfuerzo minino	0 N	Esfuerzo máximo	519,88(Mpa)
Deformación inicial	0 mm	Deformación ultima	1,1 mm

4.5 Resumen del ensayo de tracción real versus el ensayo de tracción simulado

Los resultados de la simulación se comparan con los datos que se obtuvieron en el ensayo real, de los resultados del ensayo real se utiliza el promedio de los ensayos realizados como se muestra en la tabla 4.4.

Tabla 4.4: Resultados del ensayo físico versus la simulación

ENSAYO REAL		ENSAYO SIMULADO		ERROR
Esfuerzo(Mpa)	Deformación (mm)	Esfuerzo(Mpa)	Deformación (mm)	%
0,0000	0,0000000	0,0000	0,0000000	0,000
16,1455	0,0007619	16,1455	0,0007476	1,875
32,2910	0,0015238	32,2910	0,0015295	0,375
48,4365	0,0022857	48,4365	0,0021962	3,917
64,5820	0,0032381	64,5820	0,0032571	0,588
80,7275	0,0040000	80,7275	0,0039048	2,381
96,8729	0,0047619	96,8729	0,0045524	4,400
113,0184	0,0055238	113,0184	0,0052190	5,517
129,1639	0,0062857	129,1639	0,0065143	3,636
145,3094	0,0070476	145,3094	0,0071810	1,892
161,4549	0,0076190	161,4549	0,0078286	2,750
177,6004	0,0085714	177,6004	0,0084762	1,111
193,7459	0,0093333	193,7459	0,0091429	2,041
209,8914	0,0099048	209,8914	0,0097905	1,154
226,0369	0,0106667	226,0369	0,0104571	1,964
242,1824	0,0114286	242,1824	0,0117714	3,000
258,3278	0,0121905	258,3278	0,0124190	1,875
274,4733	0,0129524	274,4733	0,0130857	1,029
290,6188	0,0137143	290,6188	0,0137333	0,139
306,7643	0,0144762	306,7643	0,0144000	0,526
322,9098	0,0152381	322,9098	0,0157143	3,125
339,0553	0,0160000	339,0553	0,0163810	2,381
355,2008	0,0167619	355,2008	0,0170476	1,705
365,6954	0,0704762	365,6954	0,0671238	4,757
363,2735	0,0859048	363,2735	0,0746286	13,126
360,8517	0,0923810	360,8517	0,1008571	9,175
371,3463	0,2274286	371,3463	0,1396381	38,601
387,4918	0,2434286	387,4918	0,2401333	1,354
403,6373	0,2580952	403,6373	0,2569143	0,458
419,7828	0,2853333	419,7828	0,2955429	3,578
519,8848	1,1019048	519,8848	1,0978476	0,368
PROMEDIO ERROR				3,832

Comparación entre datos reales y simulados
(Fuente: El Autor)

El error se encuentra dentro de los parámetros recomendados. En la figura 4.14 se muestra las curvas, esfuerzo deformación unitaria graficada de los resultados obtenidos en el ensayo real y simulado, la curva de color azul indica el ensayo de tracción real y la curva de color rojo indica el ensayo de tracción simulado.

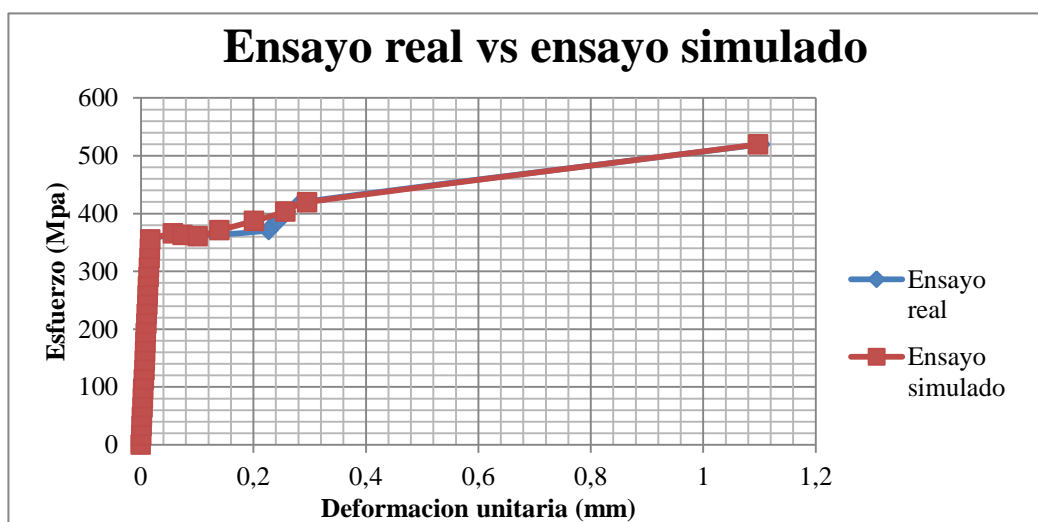


Figura 4.15: Comparación de datos reales y datos simulados
(Fuente: El Autor)

Los resultados de la simulación es muy aproximada a los resultados del ensayo real; razón por la cual que se puede decir que la simulación del ensayo de tracción esta validada y los resultados que se obtengan en elemento que estén sometidos a tracción en el ensayo de los anclajes son muy próximos a los reales.

4.6 Simulación Del Ensayo De Flexión

El modelo de la probeta del tubo se realizó en elemento tipo superficie, y se utilizara el color rojo para la muestra que fue extraída de un tubo cuadrado de 25mm y de 2mm de espesor, el color azul se da al punzón el cual aplica las fuerzas y los apoyos laterales mostrado en la figura 4.15:

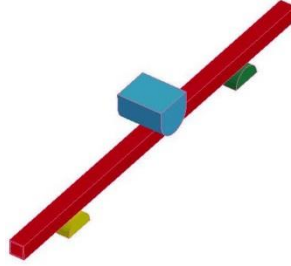


Figura 4.16: Geometría de probeta
(Fuente: El Autor)

En la figura 4.16 se muestra un mallado uniforme la longitud de la cara de la malla es de 5mm. El valor máximo del Aspect Ratio es de 5,063 y mínimo de 1,06; que están dentro del índice de caracterización de la variable Aspect Ratio.

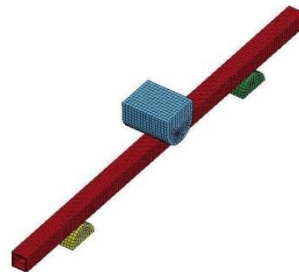


Figura 4.17: mallado de la probeta
(Fuente: El Autor)

En el gráfico de barras de la Figura 4.17 se indica la cantidad de elementos en el eje Y en el eje X, indica el valor del Aspect Ratio con un valor mínimo de 1,26 y un valor máximo de 4,86 siendo el 4887 el número de elementos con valor 2,46 y esta dentro del rango recomendado de aspecto ratio.

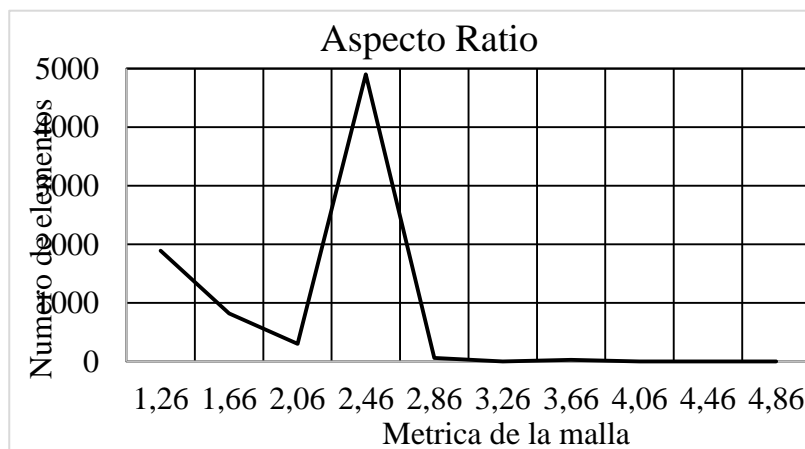


Figura 4.18 Aspect Ratio versus el número de elementos la probeta
(Fuente: El Autor)

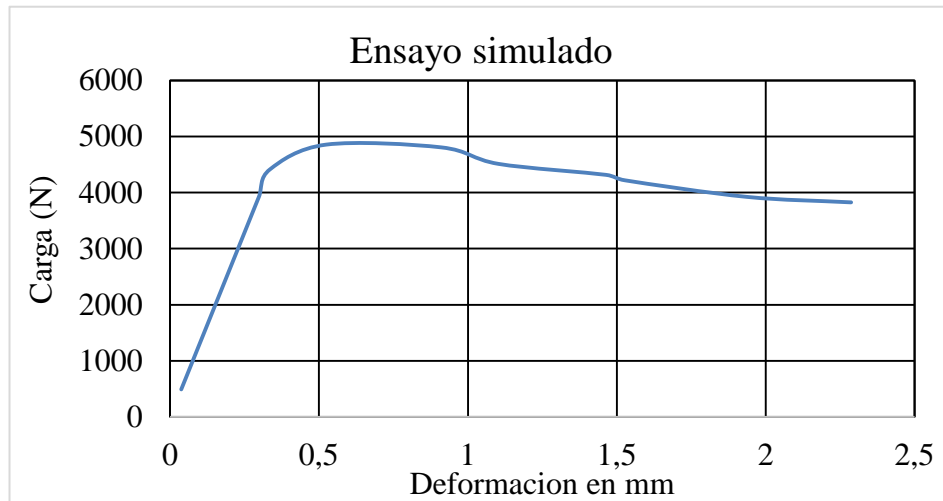
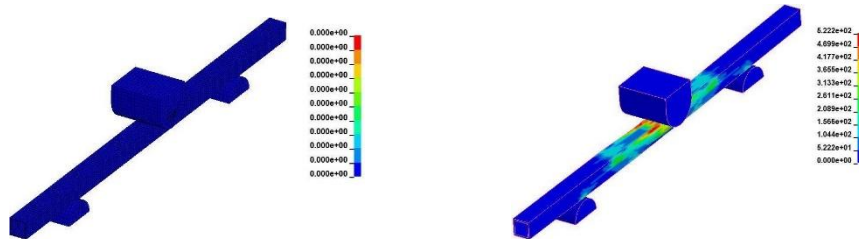


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
SIMULACIÓN DE LA FLEXIÓN



Simulación:	02	Muestra de:	Tubo 25x25x2mm
Fecha de ejecución	22/06/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	2 mm	longitud calibrada	400 mm
Aspect Ratio Max:	1,11	Aspect Ratio Min:	1
Cantidad de nodos	3675	Cantidad de elementos	1863
Tiempo de procesamiento	8 min, 35 seg	Numero de procesadores	4 procesadores

RESULTADO DEL ENSAYO



RESULTADOS OBTENIDOS

Carga mínima	0 N	Carga máxima	4878 N
Deformación inicial	0 mm	Deformación última	2,23 mm

4.7 Resumen del ensayo de flexión real versus el ensayo de flexión simulado

Los resultados de la simulación se comparan con los datos que se obtuvieron en el ensayo real, de los resultados del ensayo real se utiliza el promedio de los ensayos realizados como se muestra en la Tabla 4.5:

Tabla 4.5: Comparación de resultados real vs simulado.

ensayo real		ensayo simulado		error
Carga (N)	Deformación (mm)	Carga (N)	Deformación (mm)	%
490,500	0,045	490,500	0,037249	17,2244
981,000	0,075	981,000	0,074498	0,6693
1471,500	0,11	1471,500	0,11175	1,5909
1962,000	0,135	1962,000	0,149	10,3704
2452,500	0,175	2452,500	0,18624	6,4229
2943,000	0,21	2943,000	0,22349	6,4238
3433,500	0,25	3433,500	0,26074	4,2960
3924,000	0,295	3924,000	0,29799	1,0136
4414,500	0,36	4414,500	0,33524	6,8778
4855,950	0,54	4855,950	0,524	2,9630
4806,900	0,915	4806,900	0,9103	0,5137
4512,600	1,11	4512,600	1,1024	0,6847
4316,400	1,425	4316,400	1,464	2,7368
4218,300	1,54	4218,300	1,5284	0,7532
3924,000	1,975	3924,000	1,9365	1,9494
3825,900	2,29	3825,900	2,287	0,1310
Promedio error				4,0388

Comparación entre datos reales y simulados
(Fuente: El Autor)

El error se encuentra dentro de los parámetros recomendados. En la figura 4.18 se muestra las curvas, esfuerzo deformación unitaria graficada de los resultados obtenidos en el ensayo real y simulado, la curva de color azul indica el ensayo de flexión real y la curva de color rojo indica el ensayo de flexión simulado.

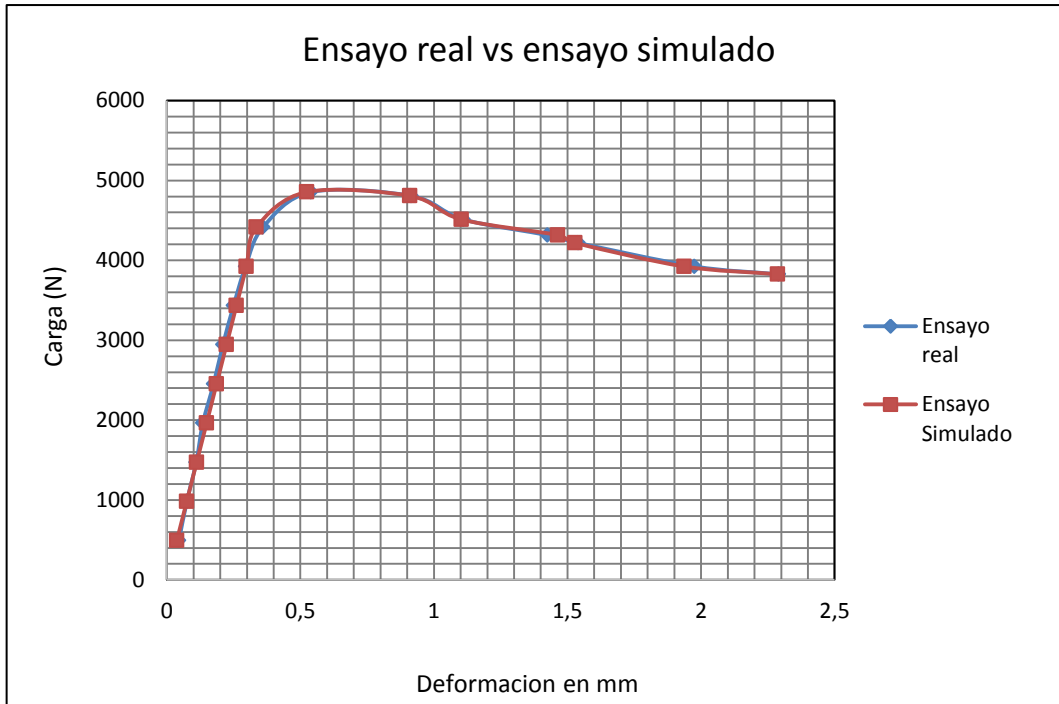


Figura 4.19: Comparación entre datos reales y simulados

(Fuente: El Autor)

4.8 Simulación del ensayo Charpy

Para la simulación se realizó el modelo de la probeta del ángulo se realizó en elemento tipo sólido, y según la norma ASTM E-23 ver (anexo A9) donde nos indica la distancia entre apoyos así como el radio del punzón el cual aplica las fuerzas en el centro de la probeta como se indica en la figura 4.19:

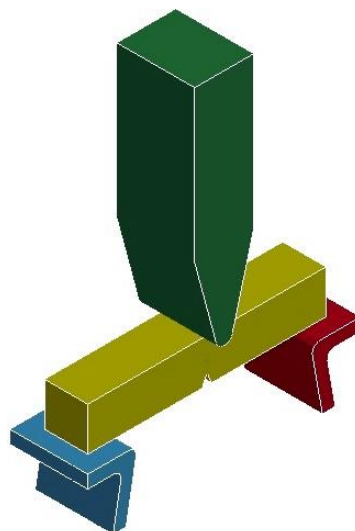


Figura 4.20: Geometría de probeta

(Fuente: El Autor)

El mallado y la calidad de la malla se muestran en la Figura 4:20 donde la malla es uniforme con un tamaño de mallado de 1 mm para la probeta y de 4 mm para los apoyos y el punzón.

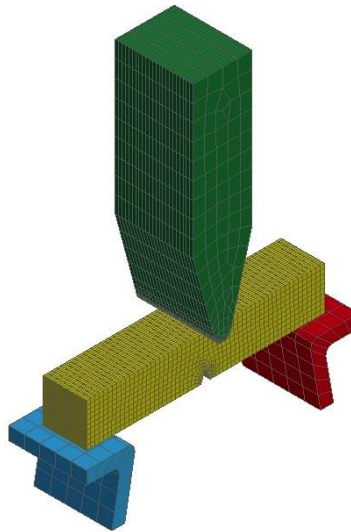


Figura 4.21: mallado de la probeta
(Fuente: El Autor)

El gráfico de barras de la Figura 4.21 se indica la cantidad de elementos en el eje Y en el eje X, indica el valor del Aspect Ratio con un valor mínimo de 1 y un valor máximo de 3.60. Siendo 12200 elementos con un aspect ratio de 2.04 y esta dentro de la recomendación de aspect ratio.

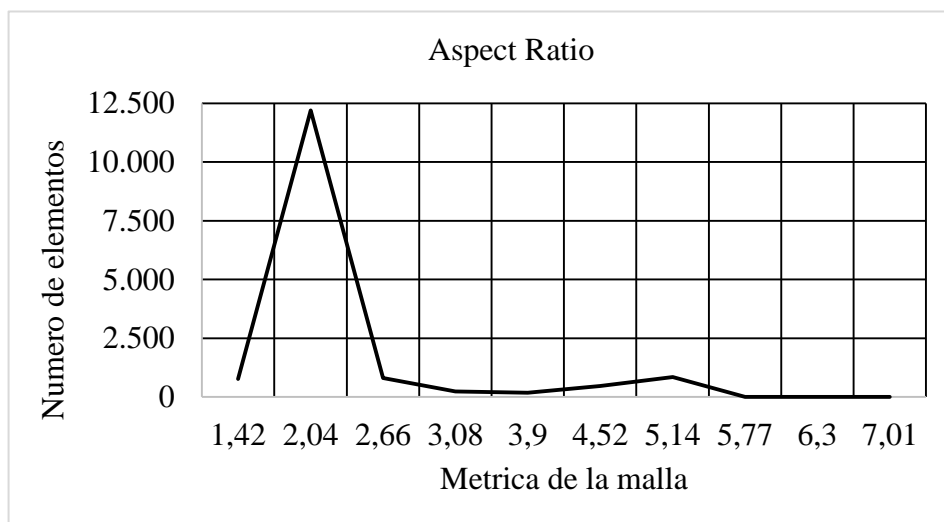


Figura 4.22 : Aspect Ratio versus el número de elementos la probeta
(Fuente: El Autor)

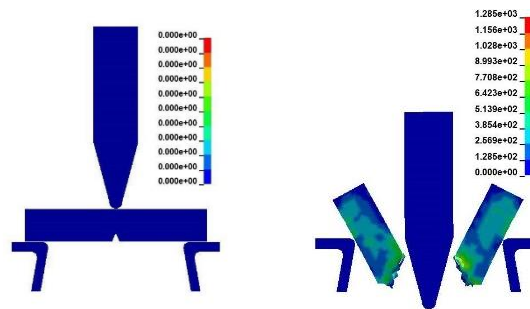


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
SIMULACIÓN DEL IMPACTO CHARPY

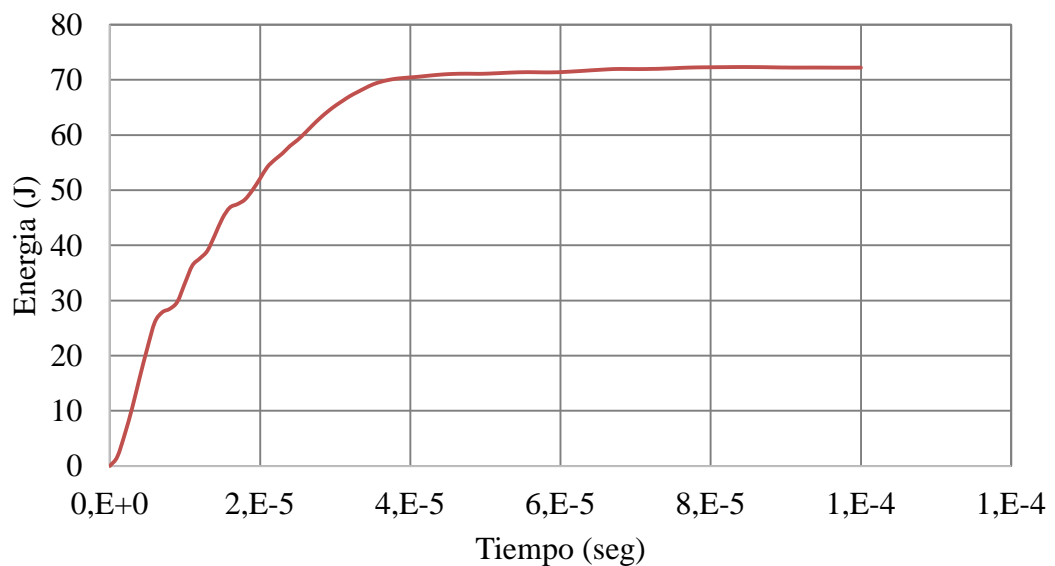


Simulación N°	04	Muestra de:	55x10x10mm
Normas Aplicables	NTE INEN 0130 ASTM E-23 Ensayo de impacto Charpy para acero		
Fecha de ejecución	22/06/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Espesor	10 mm	Longitud de probeta	55 mm
Aspect Ratio Max:	7,01	Aspect Ratio Min:	1,42
Cantidad de nodos	14644	Cantidad de elementos	11770
Tiempo de procesamiento	6 min con 35seg	Numero de procesadores	4 procesadores

RESULTADO DEL ENSAYO



Energía Absorbida



4.9 Evaluación del ensayo de Charpy real versus el ensayo de Charpy simulado.

Para realizar el ensayo de impacto Charpy se procedió a calcular la velocidad del impacto al momento del impacto del péndulo con la probeta.

El péndulo parte con una velocidad inicial de 0 y su altura final es cero, se tiene:

$$\frac{mv_2^2}{2} = mgh_1$$

Dónde:

m: masa del péndulo

g: gravedad

h: altura máxima del péndulo

La velocidad del péndulo es:

$$v_2 = \sqrt{(2 * 9,81m/seg^2 * 0,993m)}$$

$$v_2 = 4,41 m/seg$$

Energía inicial del péndulo

La energía teórica que tiene el péndulo y considerando que, el trabajo realizado por éste es igual a la energía potencial del péndulo (E_p), desde el punto 1 (en la parte superior del péndulo), hasta el punto 2, (cuando golpea la probeta) tomada desde el centro de gravedad se tiene que la energía del péndulo es:

$$E_o = E_p = mgh$$

$$E_o = 33,2 * \frac{9,81m}{seg^2} * 0,993m$$

$$E_o = 323,412 J$$

La energía está de acuerdo a lo que establece la norma ASTM E23, puesto que para la verificación de muestras con valores certificados son producidas a niveles de energía súper altos (176 a 244 J).

El impacto es aplicado desde el lado opuesto a la incisión, en el plano perpendicular al eje longitudinal de la muestra. El péndulo se fija en la posición superior inicial a la altura h de 0,993 m lo que corresponde a una velocidad del cuchillo del péndulo, en el momento del impacto de 4,41 m/s.

4.9.1 Cálculo de la energía

La energía mostrada por el indicador E_i la energía imprimida a las fracciones de probeta en forma de energía cinética E_k (este dato puede calculado aproximadamente), y la energía disipada por fricciones E_f (ésta puede ser medida experimentalmente). De esta manera, la energía aproximada, usada sólo para la destrucción de la probeta E_r , será:

$$E_r = E_i - E_f - E_k$$

E_r : energía de rotura

E_i : la energía imprimida a las fracciones de probeta

E_f : energía disipada por fricciones, debe ser medida antes de cada ensayo, para esto se deja caer libremente el péndulo, sin instalar probeta en los apoyos, y se anota la energía mostrada por el indicador.

E_k : energía cinética necesaria para el desplazamiento de las fracciones de probeta luego de la rotura, puede ser calculada:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Donde m es la masa de la probeta y v es la velocidad de las fracciones, que se asume igual al velocidad del péndulo en el momento del impacto ($v = 4,41$ m/s).

En la tabla 4.6 se muestra la energía de rotura simulada vs la energía real donde el error promedio es de 1.35 que está dentro del rango para análisis dinámicos.

Tabla 4.6 Comparación de ensayo Charpy simulado y real

Comparación ensayo real vs simulado								
Nº de probeta	velocidad impacto (m/s)	masa probeta (Kg)	Energía indicada (J)	energía cinética (J)	energía disipada (J)	energía de rotura simulada (J)	energía de rotura real (J)	error %
1	4,410	0,658	320	6,39842	237,048	76,553	77	0,580
2	4,410	0,5489	320	5,33753	237,048	77,614	76,8	1,060
3	4,410	0,4289	320	4,17065	237,048	78,781	78,3	0,615
4	4,410	0,4872	320	4,73756	237,048	78,214	76,8	1,841
5	4,410	0,5923	320	5,75955	237,048	77,192	75,4	2,377
6	4,410	0,497	320	4,83285	237,048	78,119	76,86	1,638
promedio								1,352

(Fuente: El Autor)

En la figura 4.22 se muestra el grafico de barras de la comparación de absorción de energía simulada con la energía real de los resultados obtenidos en el ensayo real y simulado, la barra de color azul indica el ensayo de real y la barra de color rojo indica el ensayo simulado dando como resultado valores muy cercanos a los reales y así validando la simulación del impacto Charpy.

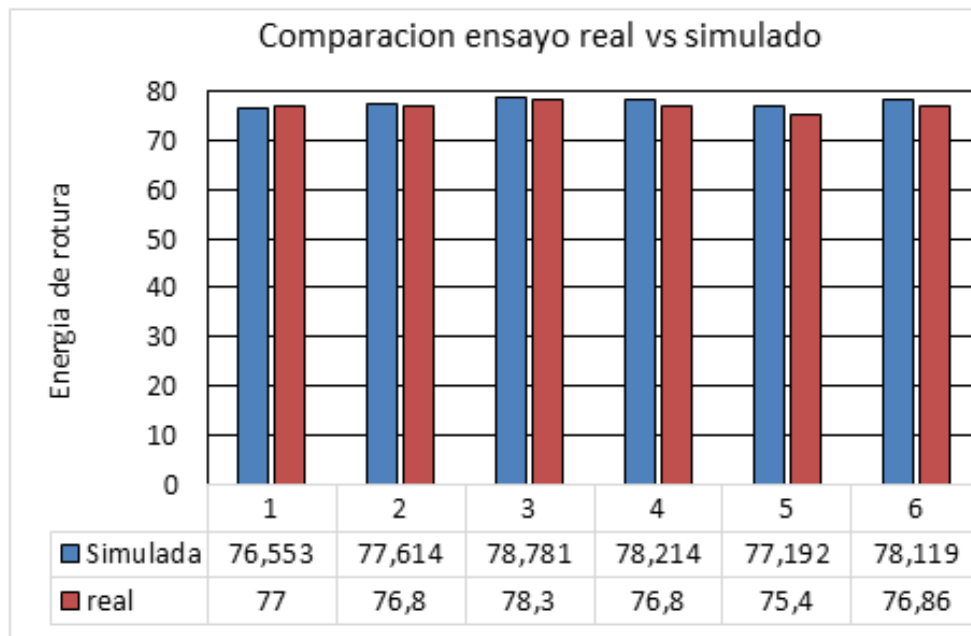


Figura 4.23: comparación de resultados ensayo Charpy

(Fuente: El Autor)

4.9.2 Simulación del ensayo de impacto frontal del anclaje del asiento.

Se procede a realizar una sección del modelo del autobús, así como del asiento, la pata del asiento que constituye el anclaje al piso del autobús y el ángulo que va anclado en la pared del autobús, en la figura 4.23 se observa la sección del modelo del autobús para el ensayo de impacto frontal contra una pared rígida.

El material que se utiliza para la simulación es un elasto-plástico con una tensión arbitraria frente a la curva tensión y la dependencia de la velocidad de deformación arbitraria puede ser definida en una sección de plástico o un mínimo tiempo de paso se puede definir. Por otro modelo con un mayor criterio de integrales insuficientes se Consideran laminados o sándwich conchas con propiedades de los materiales no uniformes el modelo, Plasticidad, se recomienda. Si se utilizan elementos sólidos y en deformaciones elásticas ante el rendimiento son finitos, el modelo, trata las deformaciones elásticas utilizando una formulación hiperelástica.

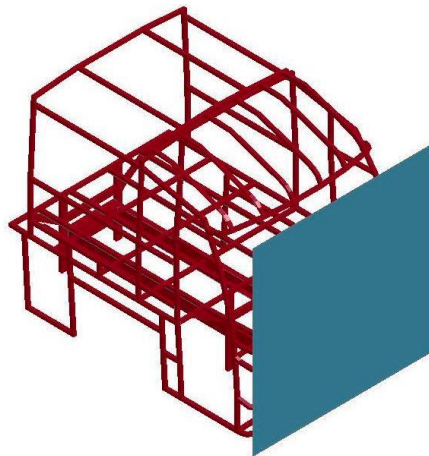
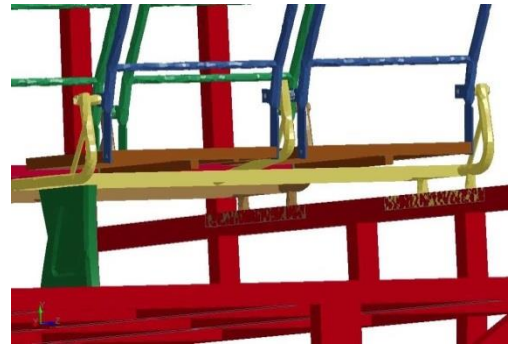
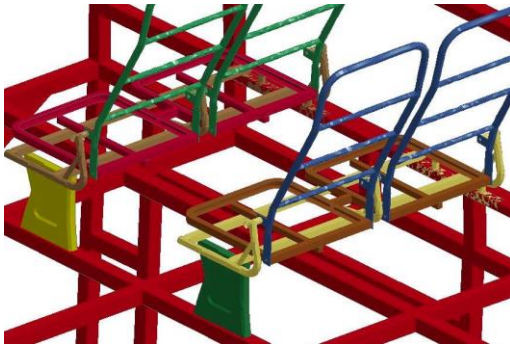


Figura 4.24: sección de la estructura del autobús
(Fuente: El Autor)

La figura 4.24 muestra la pata anclada al piso del autobús de los asientos y el ángulo anclado al zócalo de la pared del autobús de los asientos.



a)

b)

Figura 4.25 : anclaje de los asientos en la estructura del autobús
(Fuente el autor)

La figura 4.25 muestra la ubicación del asiento principal y del asiento auxiliar a una distancia mínima de 750 mm según la norma INEN RTE 043 y el Reglamento R80.

Los dummies son colocados en el asiento auxiliar como indica la figura 4.25 para la simulación durante el impacto frontal sin el cinturón de seguridad como indica el reglamento R80 Y reglamento R94.



Figura 4.26: Colocación de los dummies en el asiento auxiliar
(Fuente el autor)

Se procede con la simulación de impacto frontal del autobús con los asientos anclados en la estructura del autobús y los dummies colocados en el asiento auxiliar se analizara a distintas velocidades según el reglamento número 94 ver anexo (A11).

Las velocidades con que se analiza el impacto frontal son a 56 km/h, 75km/h y a 90km/h siendo la velocidad mínima recomendada para el análisis la velocidad de 56km/h. En la figura 4.26 se muestra el mallado de la estructura del autobús así como de los asientos y los dummies se malla la estructura del autobús con un valor de 50 mm los asientos y los dummies se malla con un valor de 12 mm las caras de contacto de los anclajes y zonas donde se desea tener un mallado uniforme se malla con un valor de 8 mm esto se realiza para obtener valores cercanos a los reales durante todo el tiempo que dura el impacto frontal.

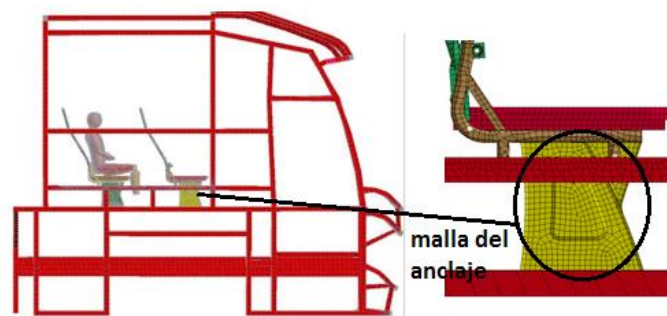


Figura 4.27: Mallado de los asientos, sección de la estructura del autobús y dummies
(Fuente: El Autor)

En el gráfico de barras de la Figura 4.27. Se indica la cantidad de elementos en el eje Y en el eje X, indica el valor del Aspect Ratio con un valor mínimo de 1 y un valor máximo de 50,70. Siendo el valor predominante el valor de 3.48 con 60700 elementos y está dentro de la caracterización del aspect ratio.

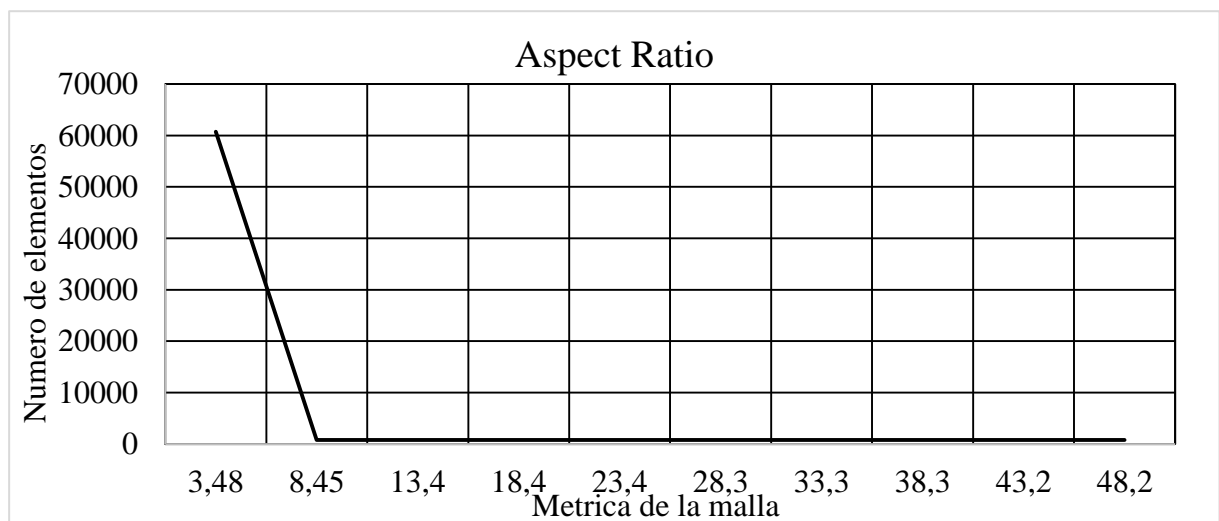


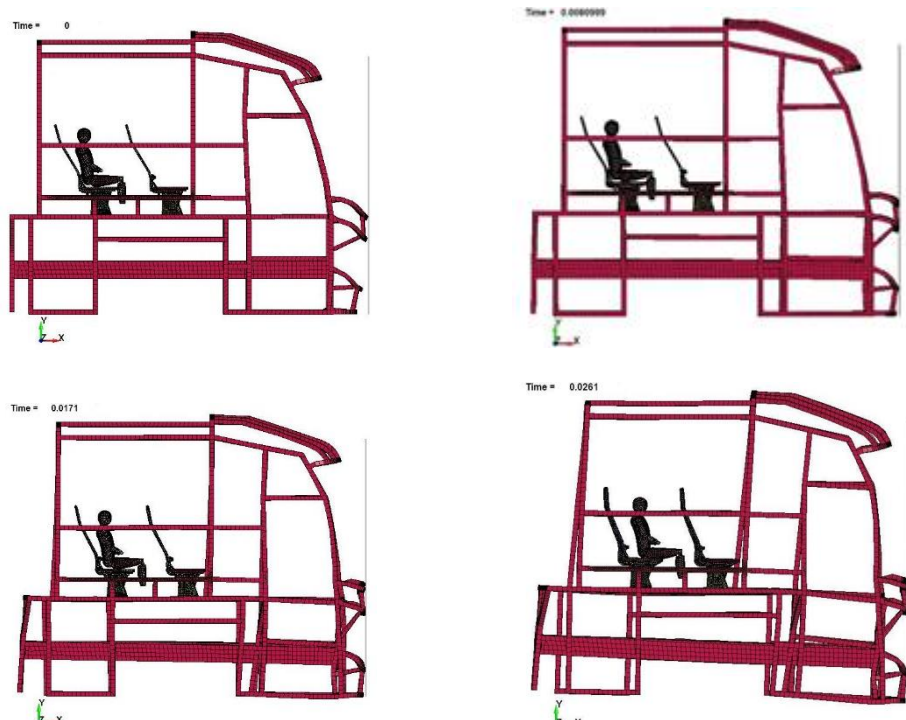
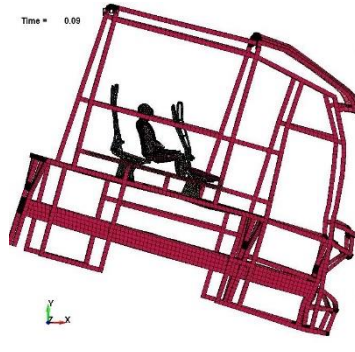
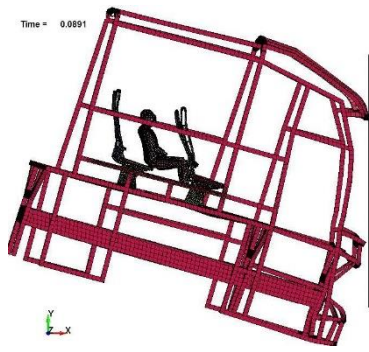
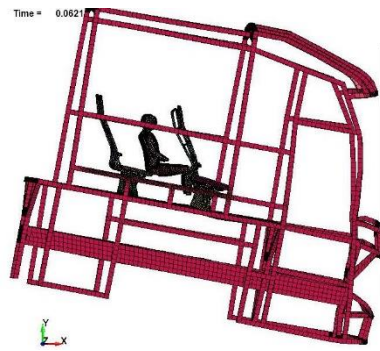
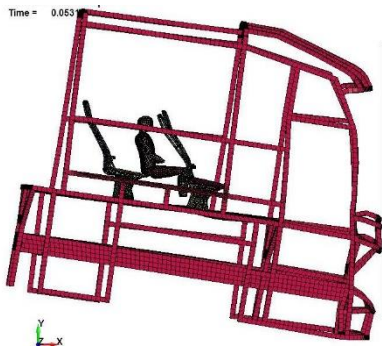
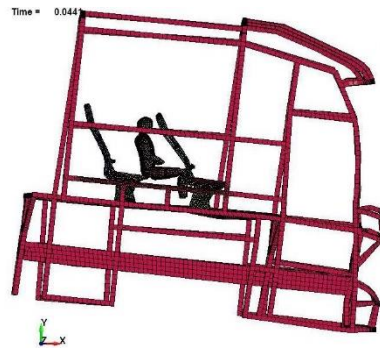
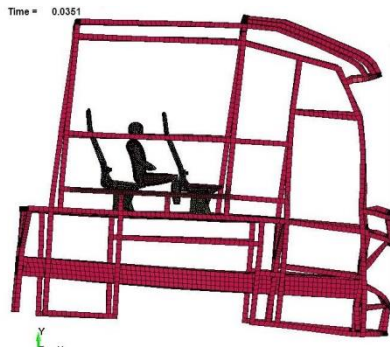


Figura 4.28: Aspect Ratio versus el número de elementos del asiento interprovincial
(Fuente: El Autor)

4.9.3 Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 56km/h

Tabla 4.7: simulación del impacto frontal a 56 km/h

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Simulación:	04	Muestra de:	asientos anclados al autobús interprovincial
Normas Aplicables	Reglamento no 80 y 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE).		
Fecha de ejecución	05/09/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Aspect Ratio Max:	50,70	Aspect Ratio Min:	1
Cantidad de nodos	62495	Cantidad de elementos	62143
Tiempo de procesamiento	16 horas 22 minutos	Numero de procesadores	4 procesadores
Velocidad del impacto frontal		15555,56mm/seg	
Tiempo de impacto		90 milisegundos	
RESULTADO DEL ENSAYO			
			



RESULTADOS OBTENIDOS

Resiste los anclajes del asiento al impacto frontal a 56 km/h	Si
---------------------------------------------------------------	----

De los resultados obtenidos durante el impacto se analiza los anclajes de los asientos siendo el anclaje de la pata del asiento principal el que más resiste durante todo el impacto ya que los dummies impactan hacia el asiento en la figura 4.28: se observa el esfuerzo de 487 Megapascuales que soporta el anclaje de la pata que está en contacto con la estructura del piso del autobús el color azul nos indica que el anclaje de la pata resistió al impacto frontal a una velocidad de 56km/h.

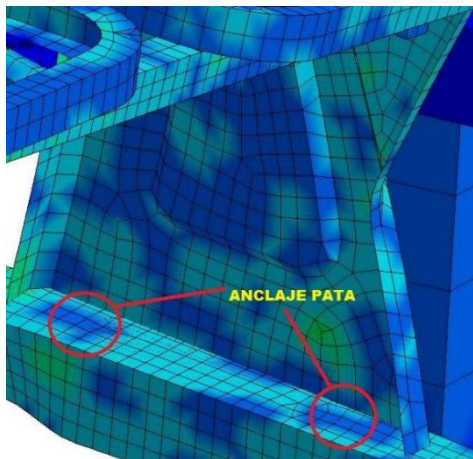


Figura 4.29: anclaje de la pata del asiento principal anclado a la estructura del piso autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente el autor)

Mientras que el esfuerzo en el anclaje de la pata del asiento auxiliar es menor con un valor de 420 Megapascales en comparación con el esfuerzo de la pata del asiento principal como nos indica la figura 4.29.

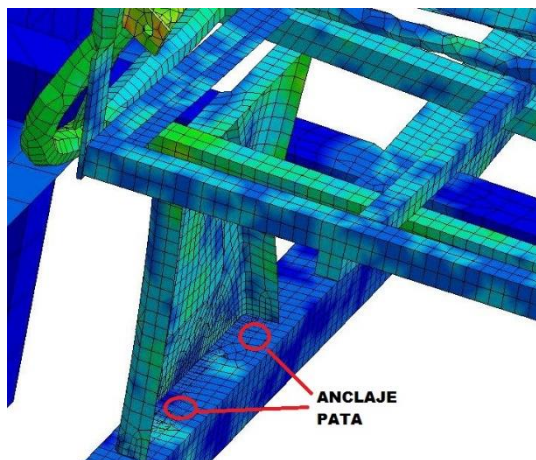


Figura 4.30: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado a la estructura del piso autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente: el autor)

En el anclaje del ángulo que va al zócalo de la pared del autobús del asiento principal resiste al impacto frontal como indica la figura 4.30. Donde el color azul predomina en toda la simulación sin existir deformación en el anclaje con el esfuerzo es de 225 Mpa.

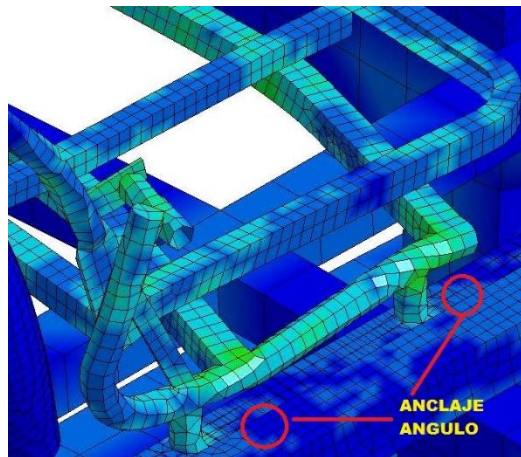


Figura 4.31: anclaje de ángulo del asiento principal anclado a la pared de la estructura del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente: el autor)

De la misma forma el anclaje del ángulo del asiento auxiliar como indica la figura 4.31 soporta el impacto frontal sin desprenderse ninguna parte del anclaje durante todo el impacto del autobús.

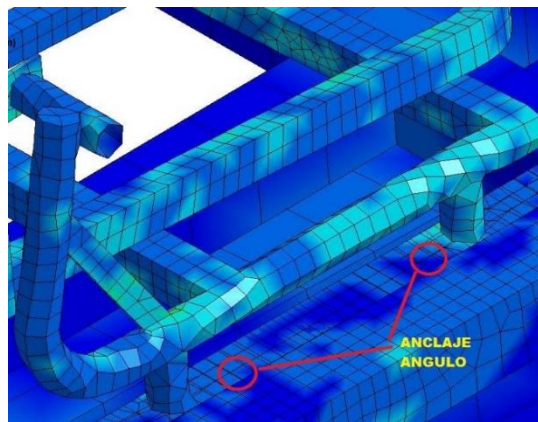


Figura 4.32: anclaje de ángulo del asiento auxiliar anclado a la pared de la estructura del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente: el autor)

Con la simulación de los anclajes del asiento principal y del asiento auxiliar se comprueba que los anclajes resisten al impacto frontal a una velocidad de 56km/h y ninguna parte del anclaje del asiento principal y del anclaje del asiento auxiliar no se desprenden y permanecen firmemente sujetos como indica la figuras 4.29, 4.30, 4.31 y 4.32, donde no hay fisuras, bordes vivos, chaflanes puntiagudos o esquinas que causen lesiones los anclajes del asiento principal y asiento auxiliar cumple con el reglamento R80 apéndice 1.

La energía de los anclajes del asiento durante todo el impacto frontal del autobús se indica en la figura 4.33 demostrando que la energía que entra es igual a la energía que sale porque no existe variación de las curvas. La curva de color azul indica a energía cinética y la curva de color verde indica la energía interna durante el impacto frontal del autobús.

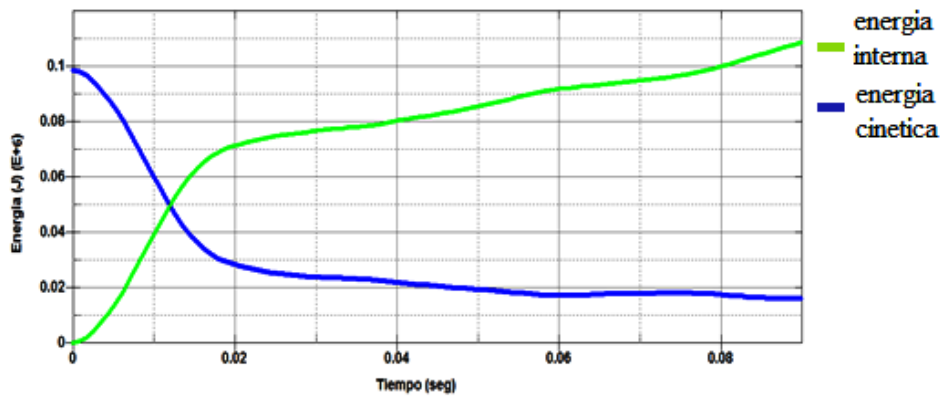


Figura 4.33: Energía cinética y energía interna del impacto frontal a 56 km/h. (Fuente: El Autor)

La figura 4.34 representa la curva de velocidad del impacto frontal según Reglamento N° 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE). Donde la curva de velocidad en el tiempo de 40 milisegundos sufre una desaceleración hasta 1.1×10^3 mm/seg manteniéndose constante hasta los 90 milisegundos de impacto frontal llegando al punto de llegar a un valor cercano cero.

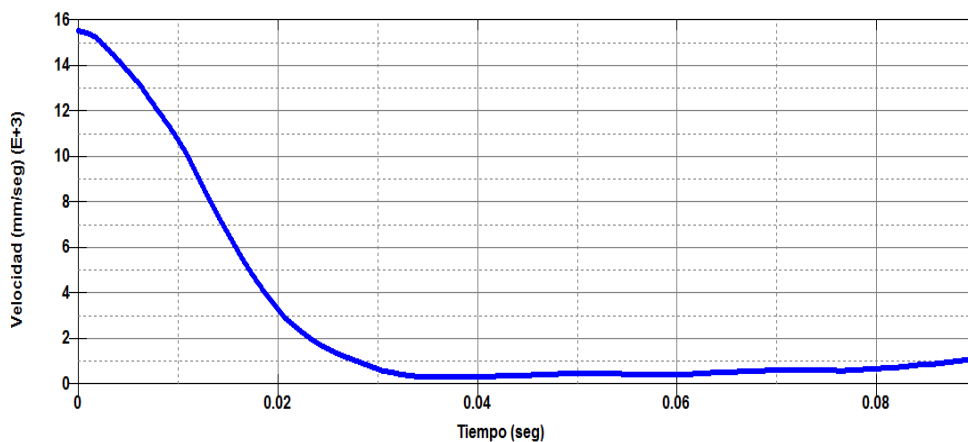


Figura 4.34: velocidad durante el impacto frontal según norma 94 (Fuente: el autor)

Durante la simulación del impacto frontal de los anclajes a velocidad de 56 km/h el esfuerzo máximo de rotura que soporta el elemento 18535 como indica la figura 4.34 del anclaje de la pata que está en contacto con la cara del piso de la estructura del autobús es de 568 Mpa.

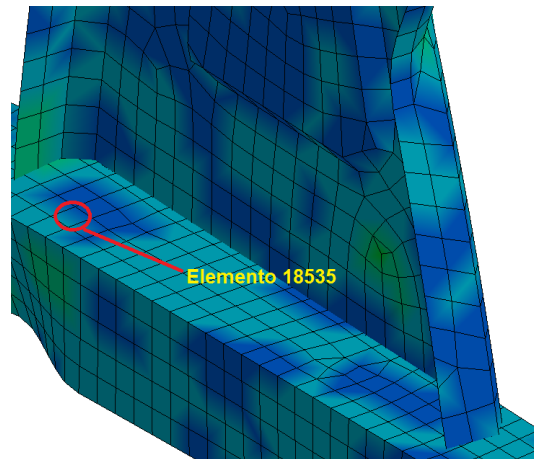
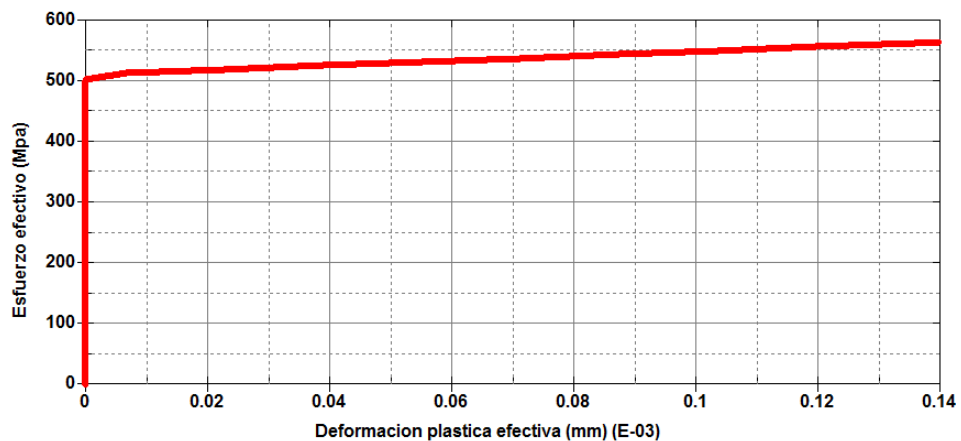


Figura 4.35 Elemento 18535 pata del anclaje del asiento principal
(Fuente: el autor)

Comparando con el ensayo real y el ensayo simulado el esfuerzo máximo promedio de rotura es: 497.7868 Mpa, esto está dentro de los parámetros de ensayo de simulación demostrando que a la velocidad de 56km/h soporta el



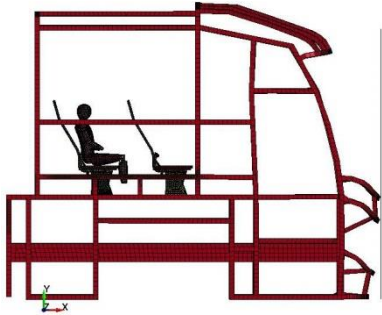


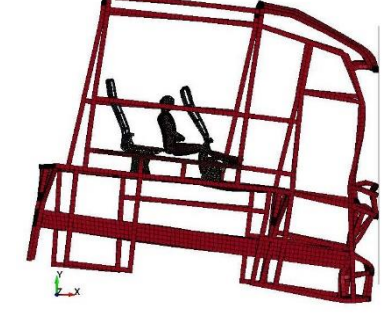


anclaje de la pata del asiento como indica la figura 4.35.

Figura 4.36 Esfuerzo máximo del anclaje de la pata del asiento principal elemento 18535
(Fuente: el autor)

4.9.4 Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 75km/h

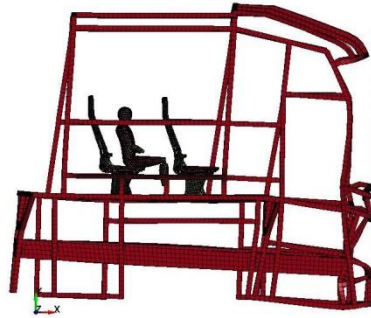
Tabla 4.8: simulación del impacto frontal a 75 km/h

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Simulación:	05	Muestra de:	asientos anclados al autobús interprovincial
Normas Aplicables	Reglamento no 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE).		
Fecha de ejecución	05/09/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Aspect Ratio Max:	50.70	Aspect Ratio Min:	1
Cantidad de nodos	62495	Cantidad de elementos	62143
Tiempo de procesamiento	26 horas 21 minutos	Numero de procesadores	4 procesadores
Velocidad del impacto frontal	20833,333mm/seg		
Tiempo de impacto	90 milisegundos		
RESULTADO DE LA SIMULACIÓN			
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Time = 0</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Time = 0.0081</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Time = 0.0351</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Time = 0.0441</p>  </div> </div>			

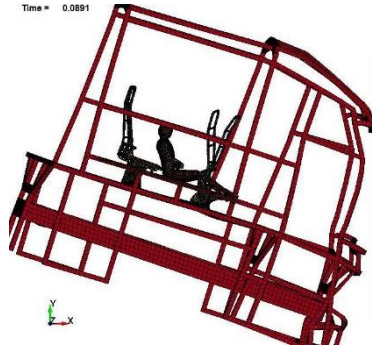
Time = 0.0171



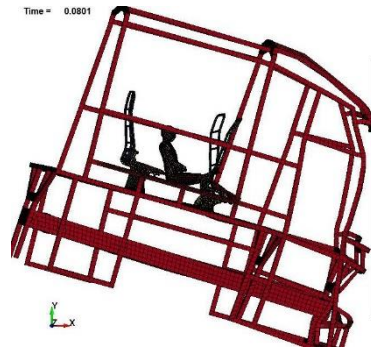
Time = 0.0261



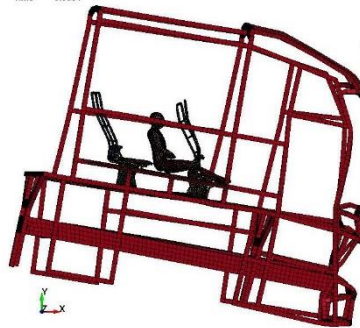
Time = 0.0891



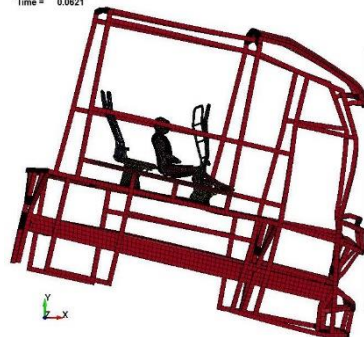
Time = 0.0801



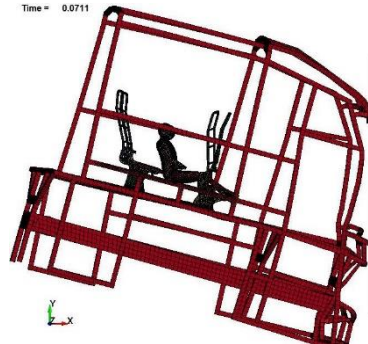
Time = 0.0531



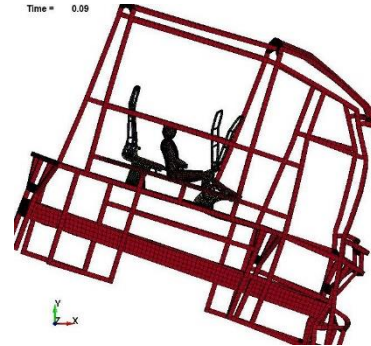
Time = 0.0621



Time = 0.0711



Time = 0.09



RESULTADOS OBTENIDOS

Resiste los anclajes del asiento al impacto frontal a 75km/h

no

En la simulación de los anclajes durante un impacto frontal del autobús a velocidad de 75km/h los anclajes de la pata del asiento principal no resisten al impacto como se muestra en la figura 4.36 donde se deforma el anclaje de la pata dejando aristas vivas y esquina puntiagudas con esto se demuestra que no cumple con lo especificado en el reglamento N° 80.

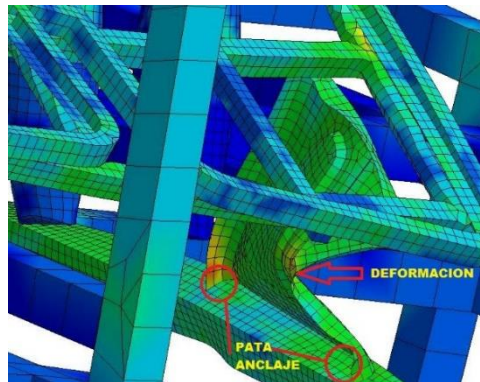


Figura 4.37: anclaje de la pata del asiento principal no resiste al impacto frontal a 75 km/h
(Fuente el autor)

El anclaje de la pata del asiento auxiliar no se deforma como el anclaje de la pata del asiento principal la figura 4.37 muestra el comportamiento del anclaje de la pata del asiento auxiliar, donde el color azul es el predominante durante toda la simulación con un esfuerzo de 457 Megapascales.

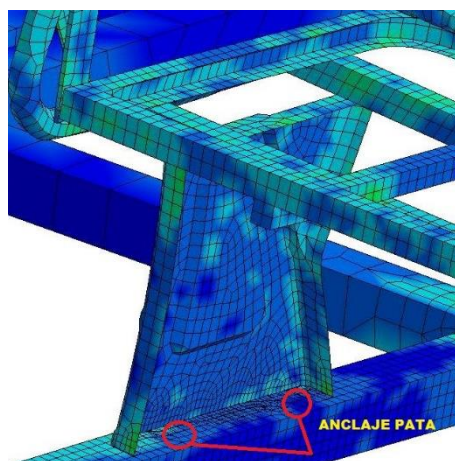


Figura 4.38: anclaje de la pata del asiento auxiliar resiste al impacto frontal a 75 km/h
(Fuente: el autor)

El anclaje de la pared del asiento principal se deforma y no resiste el impacto frontal como nos muestra la figura 4.38, donde hay desprendimiento y aristas vivas, y el esfuerzo máximo es de 447 Megapascuales.

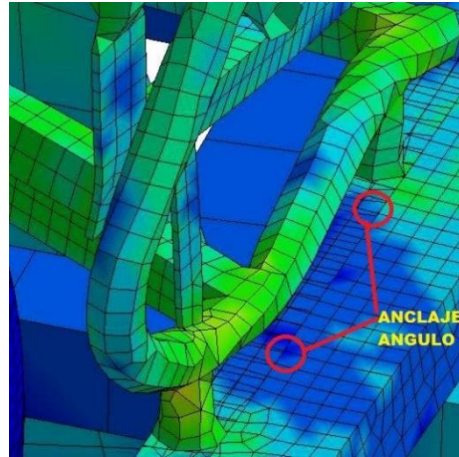


Figura 4.39: anclaje del ángulo del asiento principal no resiste al impacto frontal a 75 km/h
(Fuente: el autor)

El anclaje del ángulo del asiento auxiliar soporta menos esfuerzos que el asiento principal como lo indica la figura 4.39 después del impacto frontal. Donde no existe deformación ni aristas vivas y el esfuerzo es de 500 Mpa.

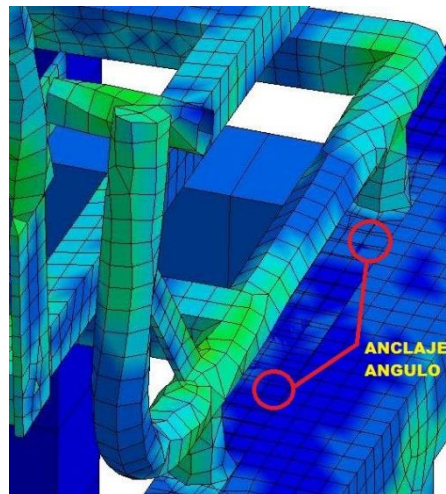


Figura 4.40: anclaje del ángulo del asiento auxiliar resiste al impacto frontal a 75 km/h
(Fuente: el autor)

La energía de los anclajes del asiento principal y asiento auxiliar durante todo el impacto frontal del autobús se indica en la figura 4.40 donde varía la energía interna en el tiempo de 0,058 seg sufre una variación por desprendimiento de la pata del anclaje mientras que la energía cinética se conserva en la simulación.

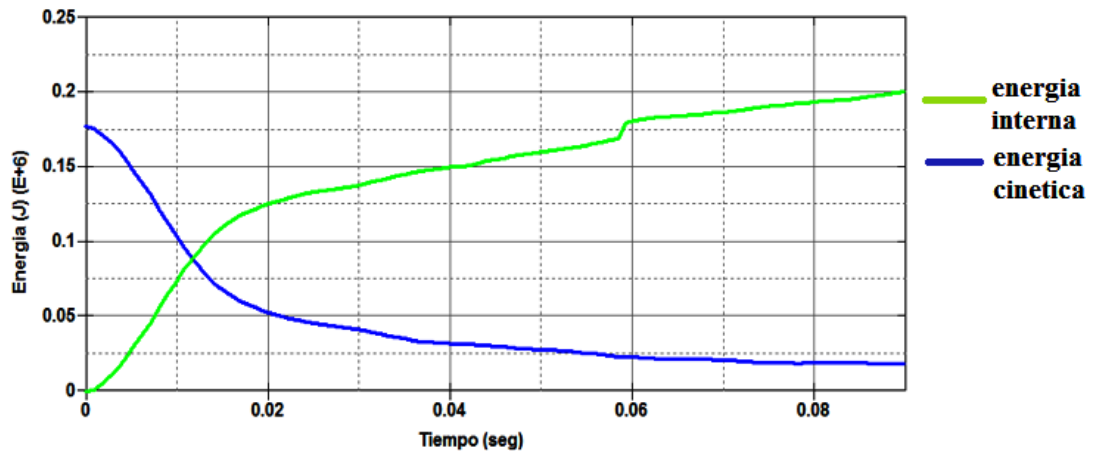


Figura 4.41: Energía cinética y energía interna durante el impacto frontal a 75 km/h (Fuente: el autor)

La figura 4.41 representa la curva de velocidad del impacto frontal según Reglamento N° 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) calculada a 75km/h donde a 40 milisegundos va sufriendo una desaceleración hasta 427 mm/seg cercano a cero.

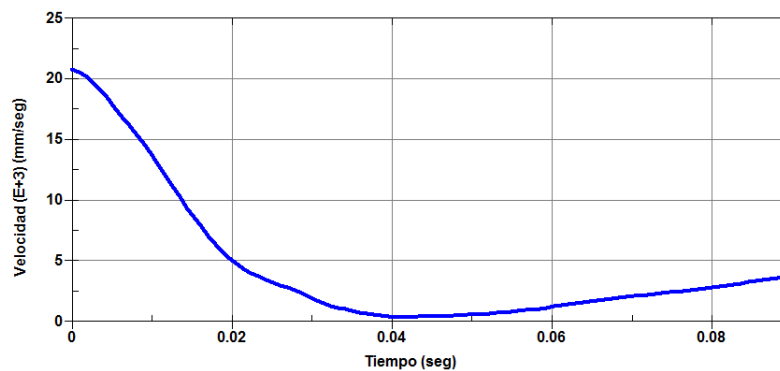


Figura 4.42: velocidad durante el impacto frontal según norma (Fuente: el autor)

El esfuerzo máximo de rotura que soporta el elemento 18479 como indica la figura 4.42 del anclaje de la pata del asiento principal que está en contacto, la cara del elemento con la cara de la estructura del piso del autobús es de 482 Megapascales como nos muestra la figura 4.42 y comparando con el ensayo real

el esfuerzo máximo promedio de rotura es: 497.7868 Mpa no resiste el anclaje a velocidad de 75km/h.

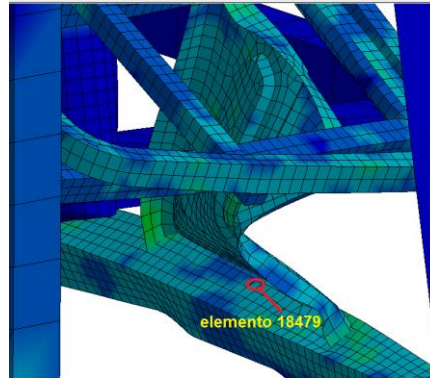


Figura 4.43: elemento 18479 pata del anclaje principal del asiento
(Fuente: el autor)

La curva del esfuerzo vs deformación máxima del elemento de la pata del anclaje se muestra en la figura 4.43 donde el esfuerzo máximo es de 482 Mpa demostrando que no resiste el anclaje a velocidad de 75km/h.

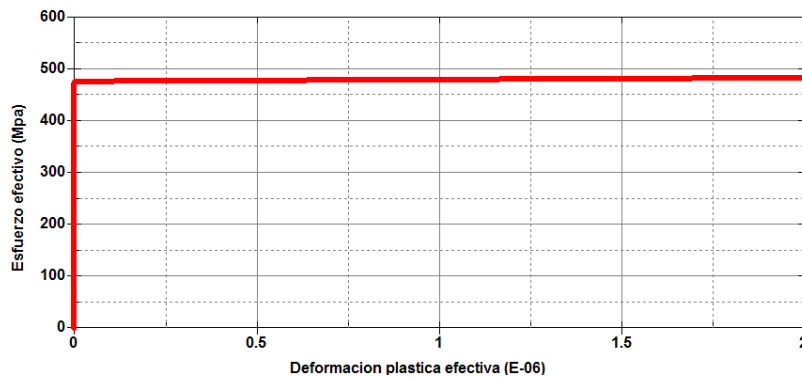


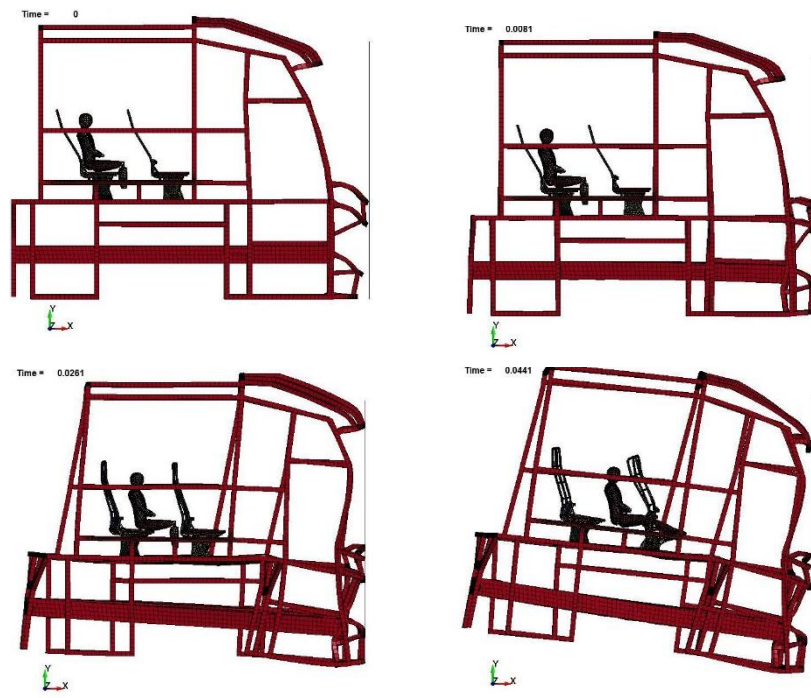
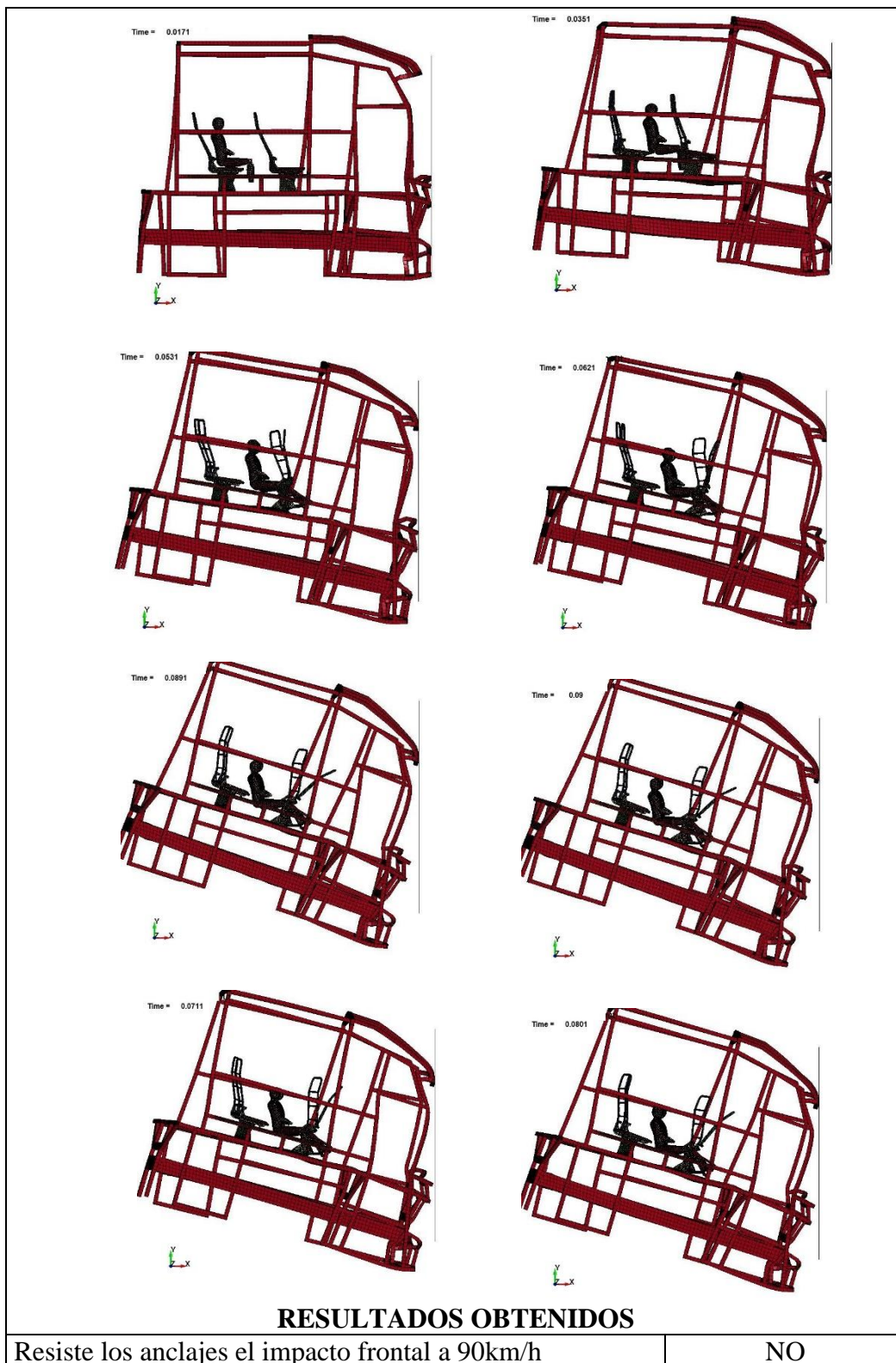


Figura 4.44: Esfuerzo máximo del anclaje de la pata del asiento principal elemento 18479
(Fuente: el autor)

4.9.5 Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 90km/h

Tabla 4.9: de simulación del impacto frontal a 90 km/h

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Simulación:	06	Muestra de:	asientos anclados al autobús interprovincial
Normas Aplicables	Reglamento no 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE).		
Fecha de ejecución	05/09/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Aspect Ratio Max:	50,70mm	Aspect Ratio Min:	1mm
Cantidad de nodos	62495	Cantidad de elementos	62143
Tiempo de procesamiento	26 horas 21 minutos	Numero de procesadores	4 procesadores
Velocidad del impacto frontal	25000mm/seg		
Tiempo de impacto	90 milisegundos		
RESULTADO DEL ENSAYO			
			



En la simulación del impacto frontal a 90 Km/h los anclajes del asiento no resisten deformándose totalmente la estructura de la pata y del anclaje del asiento principal como se indica en la figura 4.44

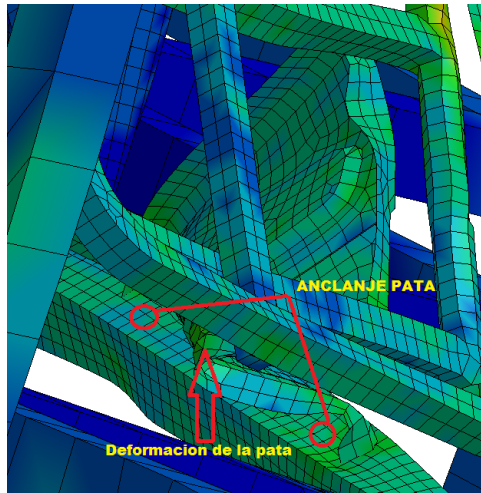


Figura 4.45: anclaje de la pata del asiento principal no resiste al impacto frontal a 90 km/h
(Fuente: el autor)

El anclaje de la pata del asiento auxiliar no se deforma como el anclaje de la pata del asiento principal la figura 4.45 muestra el comportamiento del anclaje de la pata del asiento auxiliar, donde el color azul es el predominante durante toda la simulación con un esfuerzo de 501 Mpa.

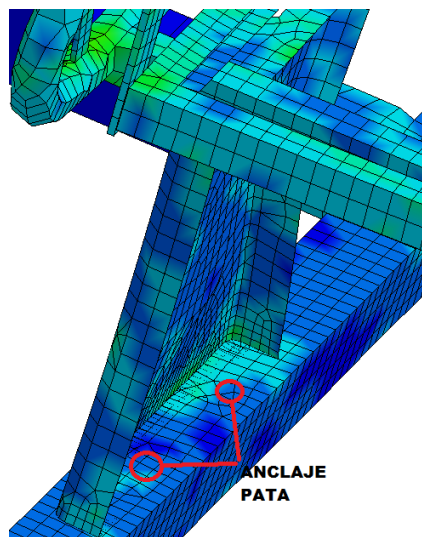


Figura 4.46: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado a la estructura del piso autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h
(Fuente: el autor)

El anclaje del ángulo del asiento principal no soporta el impacto frontal como se indica en la figura 4.46 deformándose la base del asiento principal dejando aristas vivas con un esfuerzo de 387 Mpa.

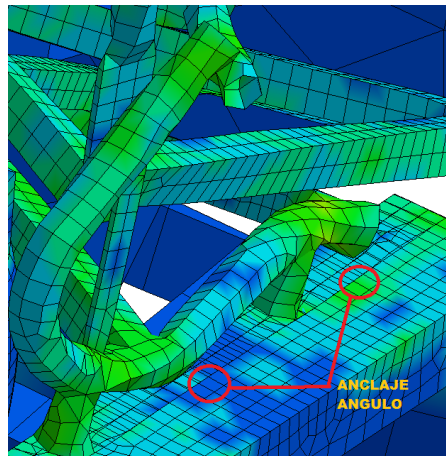


Figura 4.47: anclaje del ángulo anclado a la pared del autobús no resiste al impacto frontal a 90 km/h
(Fuente: el autor)

El anclaje del ángulo del asiento auxiliar soporta menos esfuerzos que el asiento principal como lo indica la figura 4.47 después del impacto frontal donde no existe desprendimiento de los anclajes ni aristas vivas.

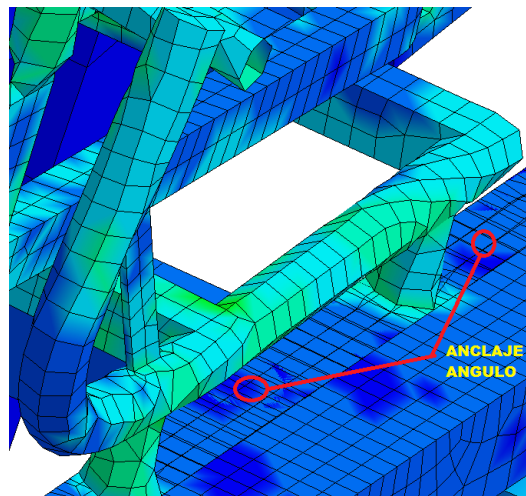


Figura 4.48: anclaje del ángulo anclado a la pared del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h
(Fuente: el autor)

En la figura 4.48 se observa la variación de las energías durante el proceso de simulación del impacto frontal. El color verde muestra la curva de energía interna durante el ensayo y la curva de color azul muestra la energía cinética durante el impacto frontal.

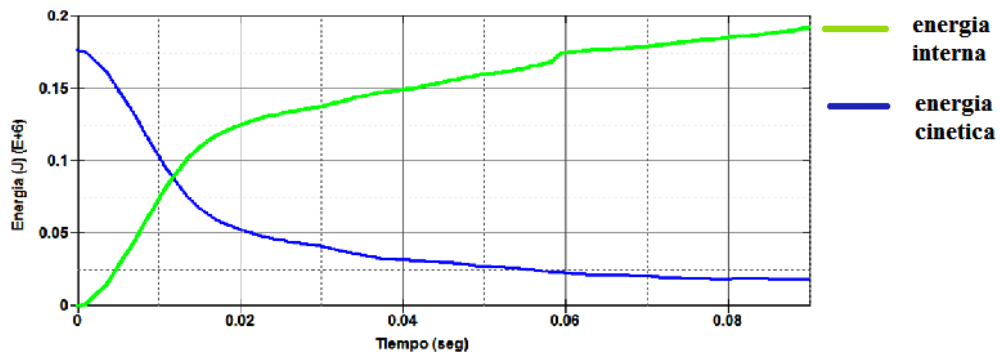


Figura 4.49: Energía cinética y energía interna del impacto frontal a 90 km/h.
(Fuente: El Autor)

La figura 4.49 representa la curva de velocidad del impacto frontal según Reglamento no 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) calculada a 90km/h donde en el tiempo de 0.037 milisegundos sufre una desaceleración de 1500 mm/seg y a partir de 0.04 milisegundos llega a velocidad de 4800 mm/seg. Durante el tiempo de 90 milisegundos.

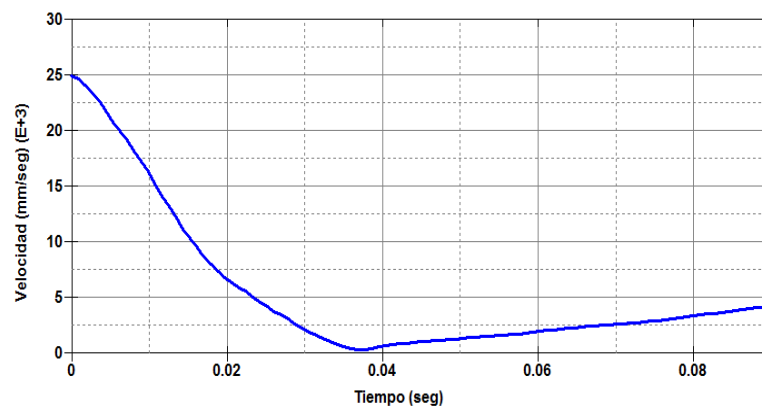


Figura 4.50: velocidad del impacto frontal a 90 km/h.
(Fuente: El Autor)

El esfuerzo máximo de rotura que soporta el elemento 25340 del anclaje de la pata del asiento principal que está en contacto la cara del elemento con la cara de la estructura del piso del autobús es de 166,87 Megapascales como nos muestra la figura 4.50 y comparando con el ensayo real el esfuerzo máximo promedio de rotura es: 497.7868 Megapascales, esto demuestra que el anclaje de la pata del autobús no resiste al impacto frontal a 90 Km/h.

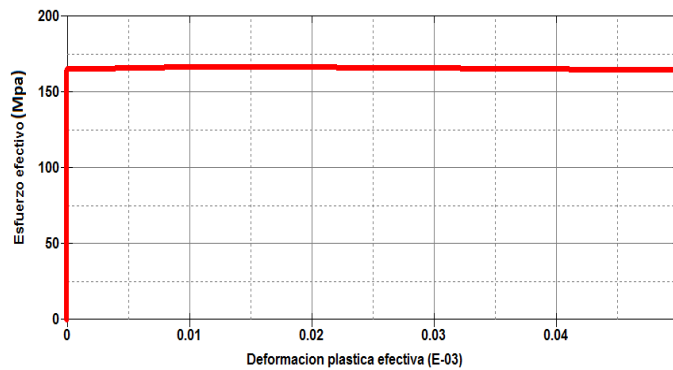


Figura 4.51: Esfuerzo máximo del anclaje de la pata del asiento principal elemento 25340 (Fuente el autor)

4.10 Verificación de hipótesis

Para la verificación de la hipótesis vamos a proceder con los resultados de la simulación del asiento anclado en la estructura del autobús tomando en cuenta los esfuerzos y deformaciones en el anclaje del asiento fijado en el piso de la estructura del autobús donde se verifica si el anclaje resiste o no resiste el impacto frontal a distintas velocidades en la tabla 4.10 se muestra los resultados de las simulaciones.

Tabla 4.10: Análisis de esfuerzos y deformaciones del anclaje

Velocidad De impacto (km/h)	Esfuerzo (σ) del anclaje del asiento (Mpa)	Deformación (δ) en el anclaje (mm)	Cumple con el reglamento R80
56km/h	562 Mpa	0.14e-03 mm	Si
75km/h	487 Mpa	2e-6 mm	No
90 km/h	166,87 Mpa	0.05e-3mm	No

Fuente: (el autor)

La tabla 4.11 nos indica los criterios de aceptación del reglamento R80 del anclaje del anclaje del asiento interprovincial, demostrando en el capítulo 4 tabla 4.7, 4,8 y 4,9 que a distintas velocidades el anclaje no cumple con los criterios de aceptación del reglamento R80.

Tabla 4.11: criterios del reglamento R80

criterios de aceptación reglamento R80			
velocidad de impacto	1.1.3.1.1. Ninguna parte del asiento, el soporte del asiento o los accesorios se desprenden completamente durante el ensayo.	1.1.3. Si el asiento y los soportes del asiento son suficientemente resistentes.	cumple con el reglamento R80
56 km/h	si	si	si
75 km/h	no	no	no
90 km/h	no	no	no

Fuente: (el autor)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El acero ASTM A-36 que utiliza Miviltech Soluciones Industriales para los anclajes de los asientos en la estructura del autobús tiene zona lineal hasta límite de fluencia de 338,93 Mpa y la zona de endurecimiento por deformación hasta llegar al límite de fractura de 497,772 Mpa ver anexo(A1).
- El error cometido entre el ensayo de tracción por el método de elementos finitos y el ensayo de tracción real de la platina es muy pequeño, inferior al 5 % como muestra la tabla 4.4 capítulo 4, y pueden ser utilizados en forma conjunta para el diseño de componentes mecánicos.
- El análisis de los resultados del ensayo real de flexión del tubo cuadrado versus el ensayo simulado se determinó que el porcentaje promedio de error es de 4,038 % como indica la tabla 4.5 del capítulo 4 siendo menor a 5% que es el valor de error máximo recomendado.
- Para la simulación se determinaron la calidad de malla, aspect ratio, propiedades mecánicas del material para poder realizar la simulación de la resistencia del anclaje de asiento interprovincial.
- La simulación del ensayo del impacto frontal a velocidad de 56km/h del anclaje del asiento fijado al autobús resiste al impacto como muestra la tabla

- 4.6 del capítulo 4, cumpliendo con lo descrito en el Reglamento N° 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.
- El ensayo de impacto frontal a velocidades de 75 y 90 km/h del anclaje del asiento fijado al autobús no resiste al impacto frontal como se muestra en la tabla 4.8 y 4.9 del capítulo 4 y no cumple con lo descrito Reglamento N° 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.
- Los esfuerzos y deformaciones máximas se determinaron por el método de elementos finitos a distintas velocidades como no indica las tablas 4.7, 4.8 y 4.9 del capítulo 4.

5.2 Recomendaciones

- Realizar el modelo de la geometría del anclaje de asiento en superficie y de forma detallada para su posterior análisis durante la simulación.
- Para los análisis por elementos finitos, se recomienda utilizar un tamaño de malla uniforme. Además, dependiendo del caso, se debe refinar la malla en los lugares que se requiera para poder tener igualdad en la distribución de esfuerzos.
- La conexión de los anclajes del asiento principal y del asiento auxiliar deben ser anclados de formar perfecta, esto ayudará a que los esfuerzos analizados en los anclajes durante la simulación sean precisos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Rediseño del anclaje del asiento del autobús interprovincial.

6.1 Datos informativos

Una vez realizado el análisis de los anclajes de asientos de autobús en un impacto frontal para determinar las deformaciones y esfuerzos se ha determinado que la configuración actual del anclaje del asiento no presenta la suficiente resistencia mecánica a velocidades de 75 y 90 km/h, para garantizar su correcta fijación al autobús durante un impacto frontal.

Es de gran importancia que el anclaje del asiento interprovincial del autobús cumpla con el requerimiento de seguridad de sus ocupantes, y garantizando la resistencia de los anclajes y así disminuyendo posibilidades de daños personales o pérdidas humanas en impactos frontales a causa del desprendimiento de los asientos.

Con los materiales que se realizaron los ensayos en el laboratorio de materiales de la ESPOCH, que son los materiales que se ocupan para la construcción del anclaje del asiento de autobús interprovincial, son los mismos que serán utilizados en el desarrollo de la propuesta del anclaje de asiento interprovincial.

6.2 Antecedentes de la propuesta

No se ha realizado proyectos de investigación sobre los anclajes de los asientos de autobús en un impacto frontal que determinen las deformaciones y los esfuerzos máximos únicamente están dirigidos a la comprobación de pruebas físicas de los

recubrimientos de los asientos así como a los ensayos para pruebas de deformación y resistencia de los asientos y espaldares de espuma de poliuretano.

Ya existe en el país una normativa o reglamento para la construcción de asientos de autobús, para el anclaje de los asientos en la estructura del autobús pero en el país se viene construyendo de manera artesanal.

6.3 Justificación

Con la normativa que ya existe la construcción de asientos de autobús y para sus anclajes en el país se propone el rediseño del anclaje del asiento del autobús interprovincial ya que es de gran importancia para la correcta fijación del anclaje del asiento dando seguridad a los ocupantes durante un impacto frontal y así aportar para que Miviltech Soluciones Industriales, tenga un diseño del anclaje del asiento del autobús interprovincial que cumpla con la normativa nacional e internacional. La mejora que tendrá el diseño del anclaje de asiento de autobús interprovincial será el cambio de modelo de pata así como el del cojín y la base, así como de espesores de los materiales y simulación ya que son datos reales tomados del capítulo 4, es decir sus cargas y esfuerzos y deformaciones máximas.

Con el rediseño del anclaje del asiento del autobús interprovincial se contará con información de la resistencia de sus anclajes lo que influirá directamente en el mejoramiento en la calidad del producto que se entrega para así satisfacer las necesidades del cliente.

Así como con la información proporcionada por el rediseño nos permitirá tomar decisiones en proyectos futuros.

El transporte de pasajeros, de servicio interprovincial para el cual está destinado este rediseño del anclaje del asiento del autobús, se obtendrá anclajes más seguros en caso de un impacto frontal del autobús.

6.4 Objetivos

6.4.1 General

Rediseñar el anclaje del asiento del autobús interprovincial cambiando su configuración para que cumpla con las normativas nacionales e internacionales durante un impacto frontal.

6.4.2 Especifico

- Rediseñar la configuración del anclaje del asiento del autobús interprovincial cambiando la pata del asiento, cojín y la base así como de sus espesores para aumentar la resistencia del anclaje.
- Evaluar el cumplimiento del anclaje del asiento del autobús interprovincial descrito en el Reglamento no 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa mediante simulación de la sección del anclaje del asiento del autobús.

6.5 Análisis de factibilidad

El rediseño del anclaje del asiento del autobús interprovincial es totalmente factible, ya que se cuenta con la tecnología, y el recurso humano con experiencia, en la construcción de asientos de autobús, como también con el apoyo de Miviltech Soluciones Industriales.

De igual manera se tiene los datos necesarios de dimensiones de los componentes que son estandarizados en el proceso de fabricación por de Miviltech Soluciones Industriales para este modelo de asiento.

El costo para el rediseño del anclaje del asiento del autobús interprovincial es manejable para su construcción.

6.6 Fundamentación

La presente propuesta se basa en la información recolectada y presentada en el CAPITULO II que corresponde al marco teórico, donde se presentan los factores y características básicas para el diseño de un anclaje de asiento de autobús así como la resistencia de los materiales y los ensayos realizados para su posterior análisis con referencia al reglamento N° 80 y reglamento N° 94.

6.6.1 Elementos del asiento de autobús

Los elementos del asiento de autobús se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos constructivos que en el proceso de fabricación de este modelo de asiento interprovincial son estandarizados, es así que muchos de los componentes del asiento ya tiene matrices para la fabricación y montaje, para la modificación de estas partes es necesario la construcción de nuevas matrices y modificar los instructivos de fabricación y montaje de las partes.

Dentro de los componentes que no se pueden modificar sus dimensiones son:

- Dimensiones ancho del asiento.
- Dimensiones de altura del piso del asiento.
- Dimensiones de respaldo del asiento.

El modelo de asiento que se propone es cambiando la pata del asiento el cojín y de la base del asiento y los espesores de los materiales que ya se ensayaron y simularon.

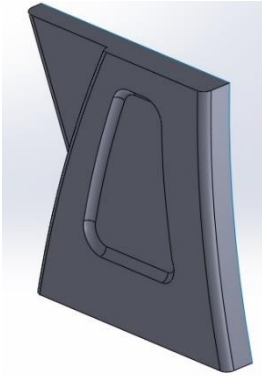
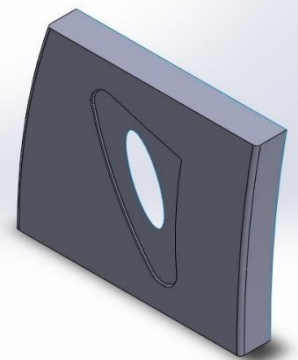
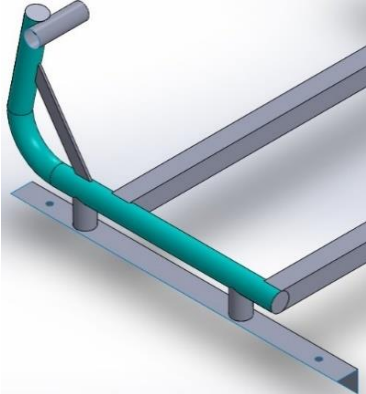
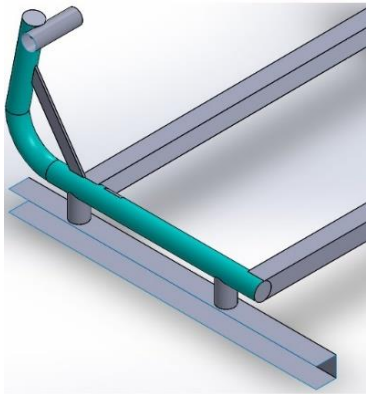
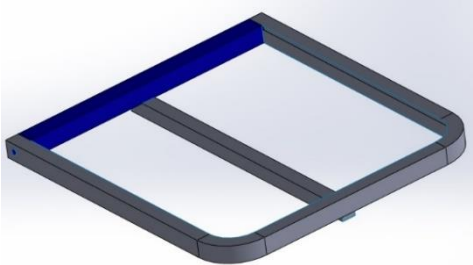
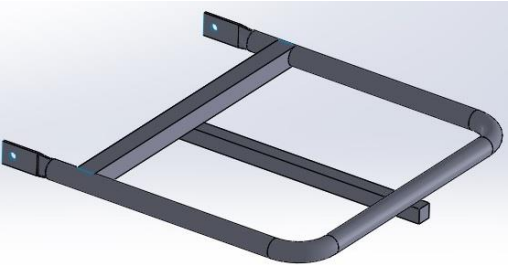
	
Pata modelo anterior	Pata propuesta
	
Anclaje modelo anterior	Anclaje propuesta
	
Base modelo anterior	Base propuesta

Figura 6.1: Propuesta de cambio de partes de la estructura del anclaje del asiento.
(Fuente: El Autor)

6.6.2 Análisis de la estructura del asiento

El cambio de ciertas partes de la estructura del asiento propuesto será analizado cuasi estáticamente y está diseñada para el transporte de pasajeros de servicio interprovincial, en la figura 6.1 se ha considerado los diferentes parámetros de

diseño y fabricación necesarios para satisfacer las necesidades de la empresa y sus usuarios, la simulación de la resistencia del anclaje del asiento de autobús en el análisis cuasi estático de la estructura se realizará con la ayuda del programa con elementos finitos, aplicando velocidades extremas que ocurren y puedan ocurrir en el funcionamiento, lo cual puede repercutir en fallas estructurales si la misma no resistiera.

6.6.2.1 Descripción de la estructura del asiento

Las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la construcción de los asientos de autobús y sus anclajes se utilizarán, los que se obtuvieron en los ensayos y simulaciones del capítulo 4. En la figura 6,1 se propone el cambio de ciertas partes de la estructura del anclaje para ser modelado mediante elementos finitos. La figura 6.2 muestra el asiento con todos sus elementos estructurales cumpliendo con la norma RTE. INEN 043.

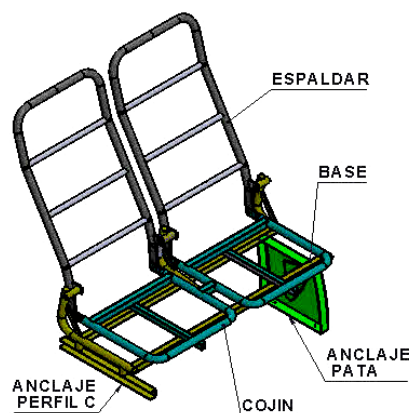


Figura 6.2: vista de la estructura del anclaje del asiento interprovincial propuesto
(Fuente: el autor)

6.6.2.2 Resultados de la simulación y comprobación

Los resultados de la resistencia de los anclajes en un impacto frontal emitidos por el software se muestran en la tabla 6.1 de acuerdo al Reglamento N° 80 y N° 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE). Donde recomienda realizar los ensayos de los anclajes del asiento así como su resistencia de igual manera El

asiento auxiliar podrá ser del mismo tipo que el asiento que se ensaya y se situará paralelamente y justo detrás del asiento que se ensaya. Ambos asientos estarán a la misma altura, ajustados de modo idéntico y con una distancia entre asientos de 750 mm. Según recomienda el Reglamento 80 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) Anexo 1 del presente Reglamento. Las velocidades de simulación son a: 56km/h, 75km/h y 90Km/h.

El ensayo se realiza de igual manera con los dummies en el asiento auxiliar sujeto sin un cinturón de seguridad de tres van detrás del asiento principal y así comprobar la resistencia del anclaje del asiento principal.

En la figura 6.3 se presenta el mallado y la calidad de la malla muy uniforme de elementos tipo Shell, el tamaño de malla de la estructura es de 50 mm, el de los asientos y los dummies son de tamaño de malla de 12 mm también se mallan las caras de los anclajes de un tamaño de 8 mm esto para mejores resultados.

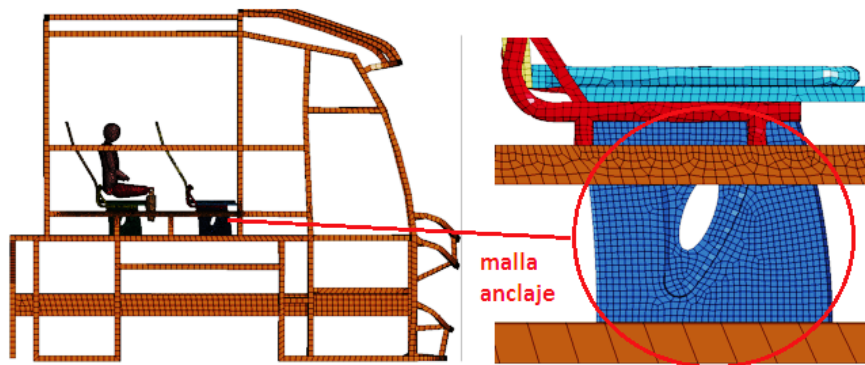


Figura 6.3: mallado del modelo propuesto del anclaje del asiento interprovincial
(Fuente el autor)

En el cuadro de barras de la figura 6.4 se muestra el aspect ratio con un valor máximo de 50.70 y un valor mínimo de 1 siendo 64700 el valor máximo de elementos con valor de aspect ratio de 3,48. Cumpliendo con la caracterización del aspect ratio que es el recomendado para las simulaciones dinámicas.

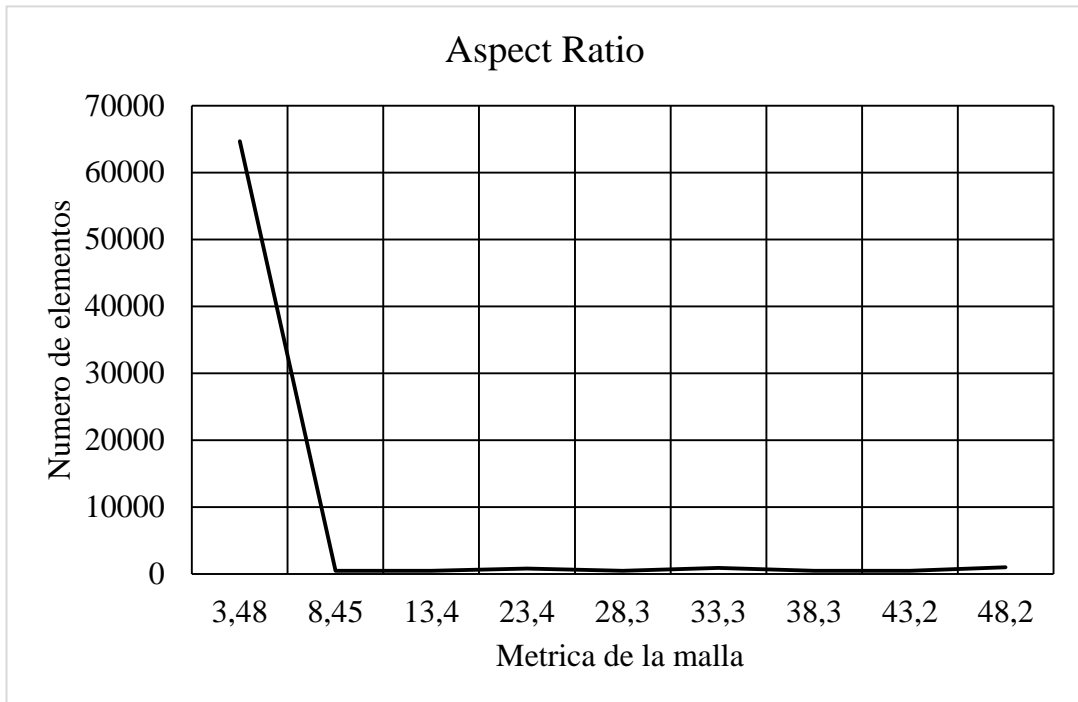




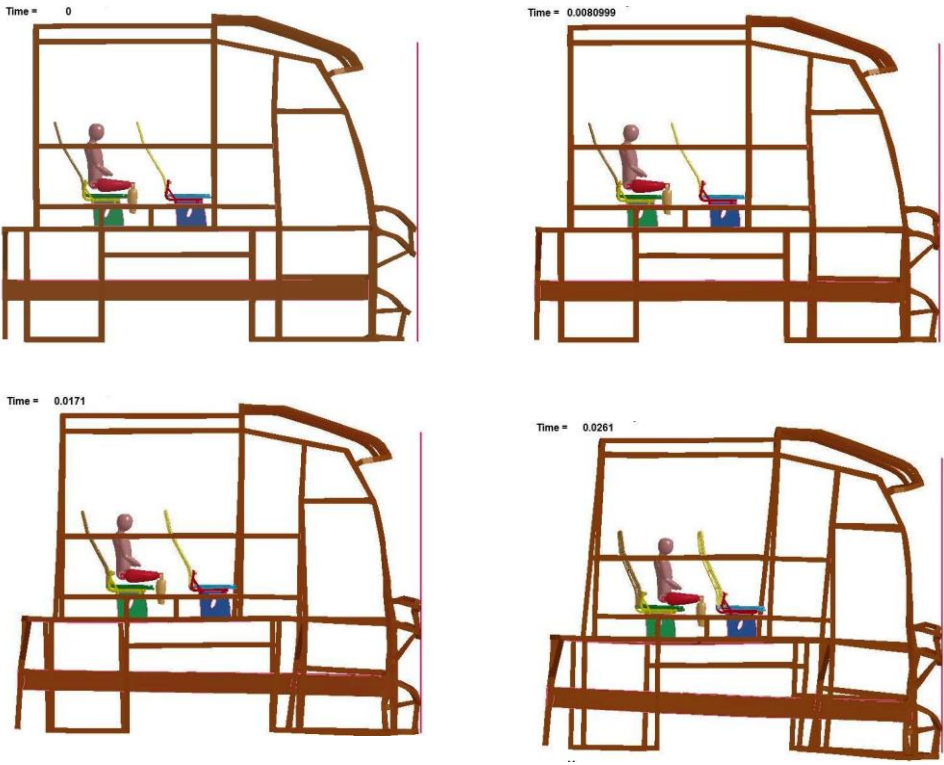
Figura 6.4: aspecto ratio del anclaje de asiento interprovincial
(Fuente el autor)

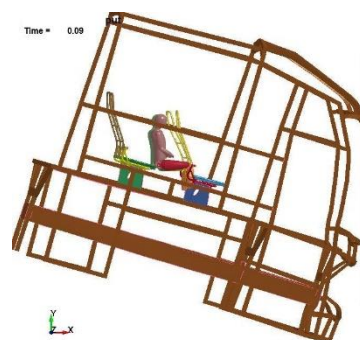
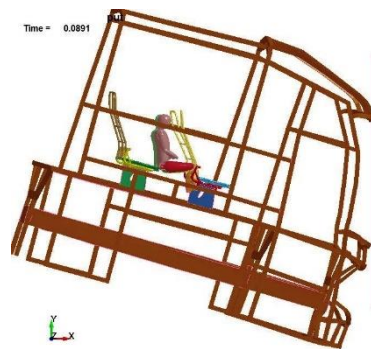
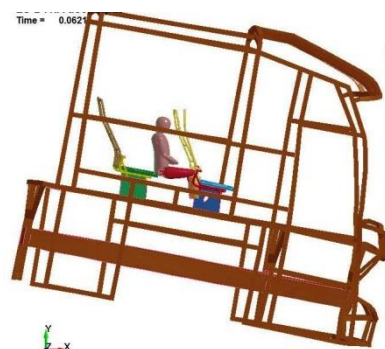
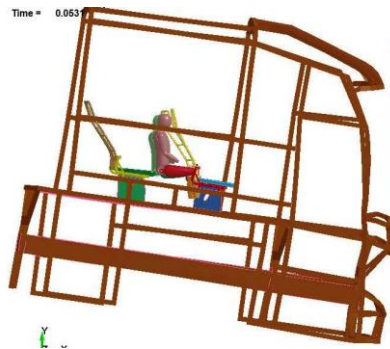
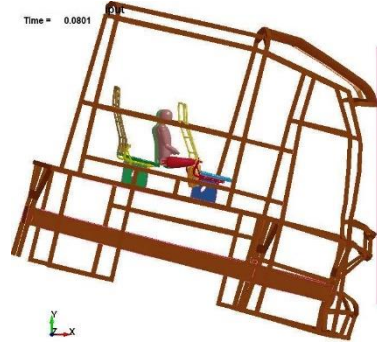
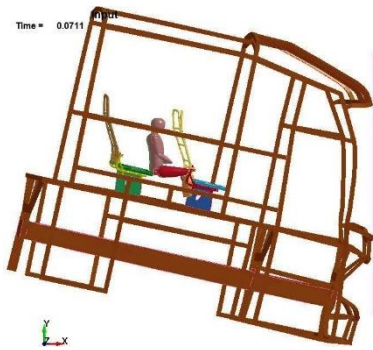
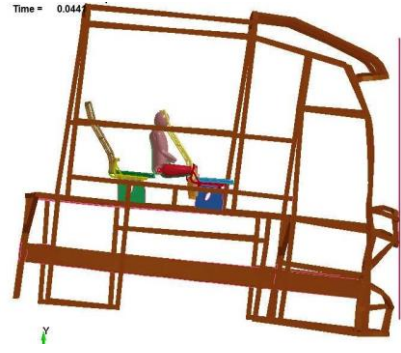
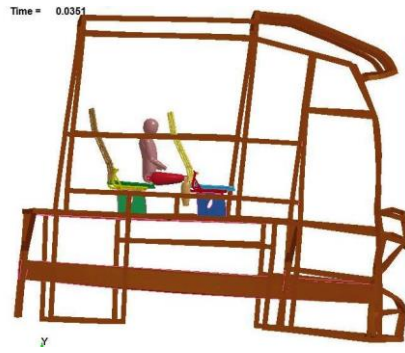
6.7 Análisis de resultados de la propuesta

La simulación de impacto frontal de los anclajes de asiento principal y auxiliar se muestran en las tablas 6.1, 6.2 y 6.3 donde se comprueba la resistencia y esfuerzos de los anclajes del asiento de autobús cumpliendo con el reglamento N° 80 donde indica que no se desprende el asiento, el anclaje de los asientos o los accesorios deben permanecer sujetos fijamente durante el ensayo, el asiento permanecerá fijo aun así exista separación parcial de uno o más anclajes del asiento.

6.7.1 Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 56km/h

Tabla 6.1: comprobación de la propuesta del anclaje a 56 km/h

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL (anexoB8) 			
Simulación:	07	Muestra de:	Anclaje propuesto
Normas Aplicables	Reglamento no 80 y 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE).		
Fecha de ejecución	15/09/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Aspect Ratio Max:	50,70	Aspect Ratio Min:	1
Cantidad de nodos	65969	Cantidad de elementos	66265
Tiempo de procesamiento	12 horas 42 minutos	Numero de procesadores	4 procesadores
Velocidad del impacto frontal		15555,53 mm/seg	
Tiempo de impacto		90 milisegundos	
			



Resiste los anclajes el impacto frontal a 56km/h

SI

La figura 6.5 representa la simulación del impacto frontal a 56 Km/h los anclajes del asiento resisten sin deformarse la pata del anclaje del asiento principal cumpliendo con el reglamento N°80 de la comisión económica europea (CEPE) a cara del anclaje está en contacto con la cara de la estructura del piso del autobús donde no existe aristas ni desprendimiento del anclaje del asiento principal el esfuerzo que soporta es de 529 Megapascales.

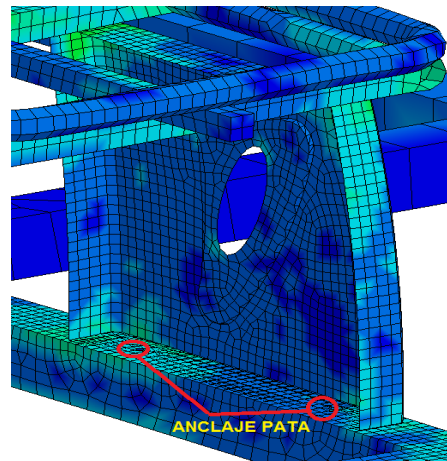


Figura 6.5: anclaje de la pata del asiento principal anclado al piso del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente: el autor)

La figura 6.6 representa el perfil C propuesto anclado a la pared de la estructura del autobús donde resiste al impacto frontal sin existir desprendimiento del anclaje y aristas vivas.

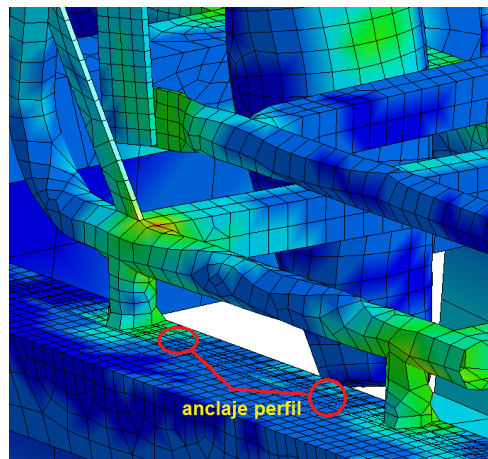


Figura 6.6: anclaje del perfil del asiento principal anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente: el autor)

Las figura 6.7 muestra el anclaje del asiento auxiliar que está en contacto con la cara del piso del autobús donde resiste al impacto frontal sin deformarse ni desprenderse el esfuerzo del anclaje del asiento auxiliar es de 526 Megapascales.

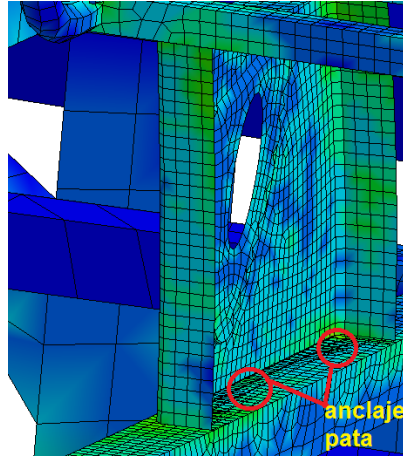


Figura 6.7: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado al piso del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente: el autor)

La figura 6.8 se representa el anclaje propuesto para la simulación que va anclado en la pared del autobús y no se desprende ni sufre algún cambio en la estructura del anclaje soportando un esfuerzo de 512 Megapascales.

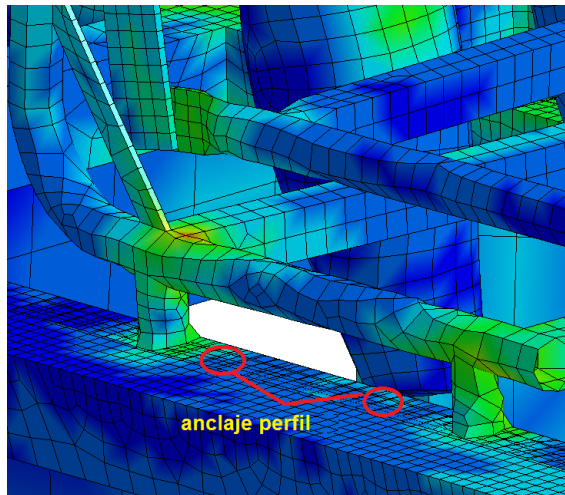


Figura 6.8: anclaje del perfil del asiento principal anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente: el autor)

El anclaje del perfil propuesto del asiento auxiliar permanece fijo sin deformarse ni separándose de la pared del autobús durante todo el impacto como muestra la figura 6.9.

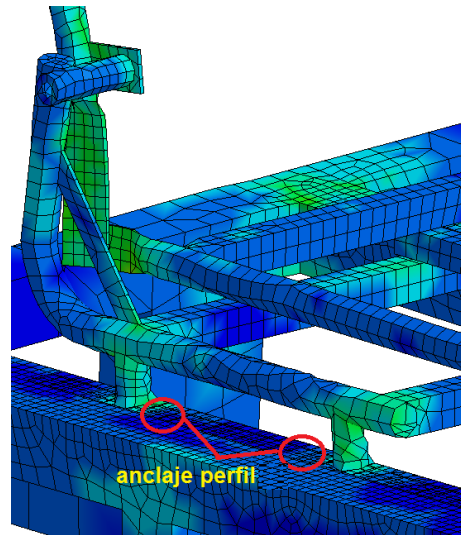


Figura 6.9: anclaje del perfil del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 56 km/h
(Fuente: el autor)

En la figura 6.10 se observa la energía que entra es igual a la energía que sale cumpliéndose con la ley de conservación de la energía durante el tiempo de impacto frontal la curva azul representa la energía cinética y la curva verde la energía interna.

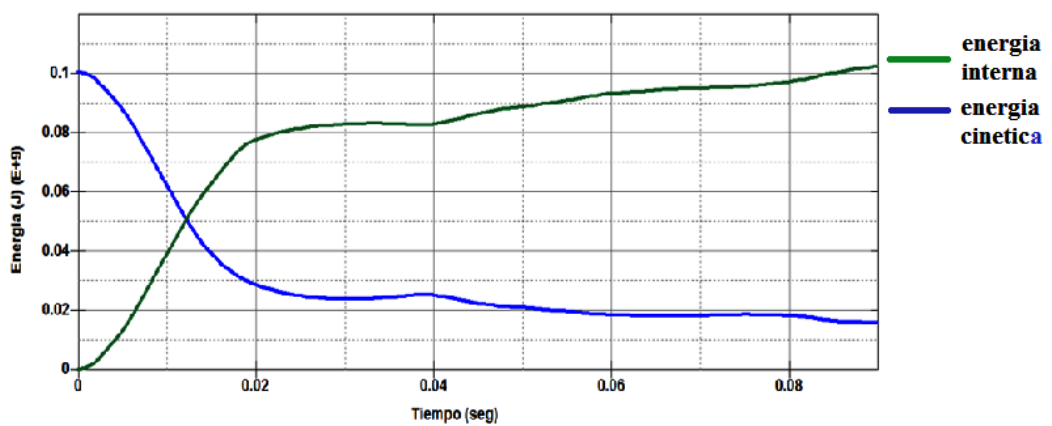


Figura 6.10: conservación de energía cinética y energía interna a 56 km/h
Fuente (el autor)

La figura 6.11 representa la curva de velocidad del impacto frontal según Reglamento no 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) calculado a 56

km/h. donde la velocidad en el tiempo de 0,032 va sufriendo una desaceleración a medida q el tiempo de impacto avanza y se mantiene hasta llegar a 1000 mm/seg en 90 milisegundos.

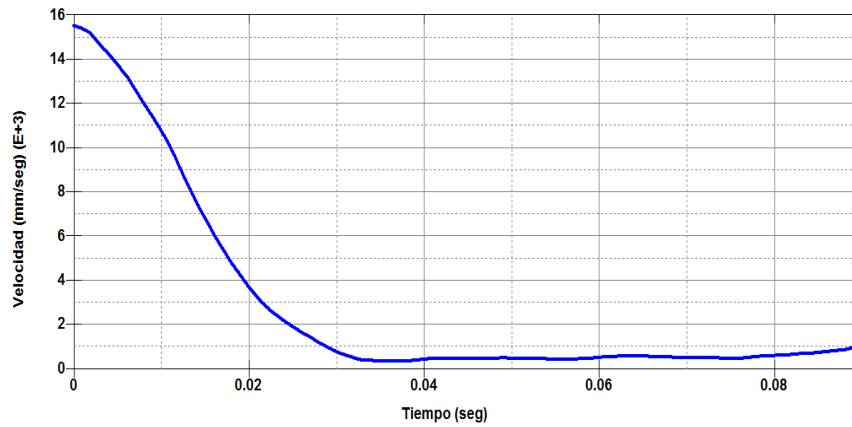


Figura 6.11 Velocidad durante el ensayo de impacto frontal
Fuente (el autor)

El esfuerzo máximo de rotura que soporta el elemento 28009 de la figura 6.12 del anclaje es de 529 Megapascales como nos muestra la figura 6.12.

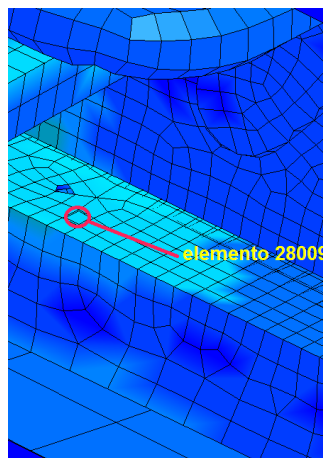


Figura 6.12: Elemento 28009 de impacto frontal a56 km/h
(Fuente el autor)

Comparando con el ensayo real el esfuerzo máximo promedio de rotura es: 497.7868 Megapascales, esto demuestra que el anclaje de la pata del autobús resiste al impacto frontal a velocidad de 56 m/h la figura 6.13 muestra la curva de esfuerzo vs deformación demostrando que anclaje del asiento resiste al impacto frontal.

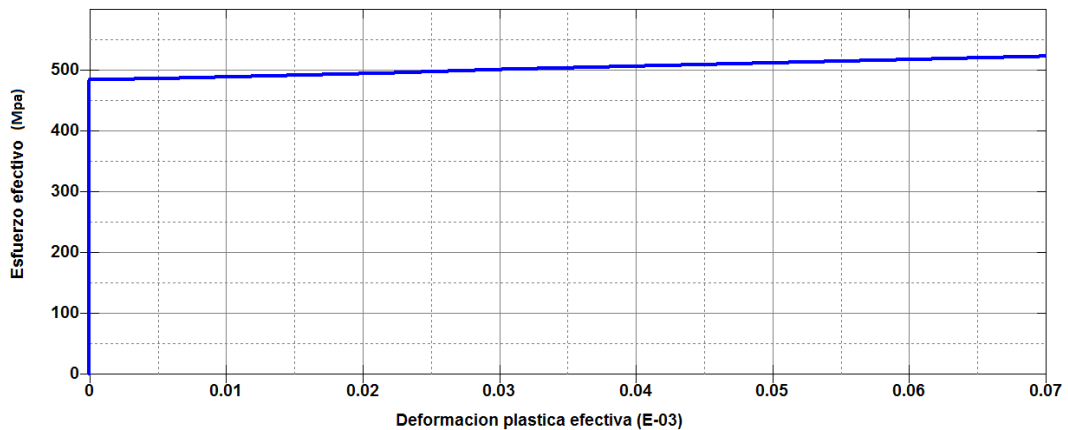


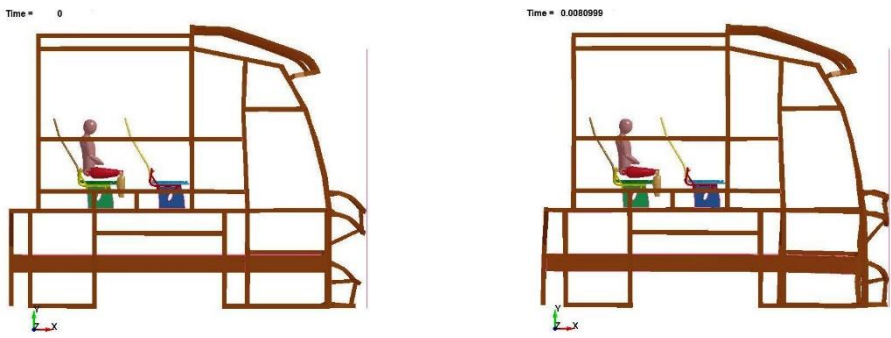
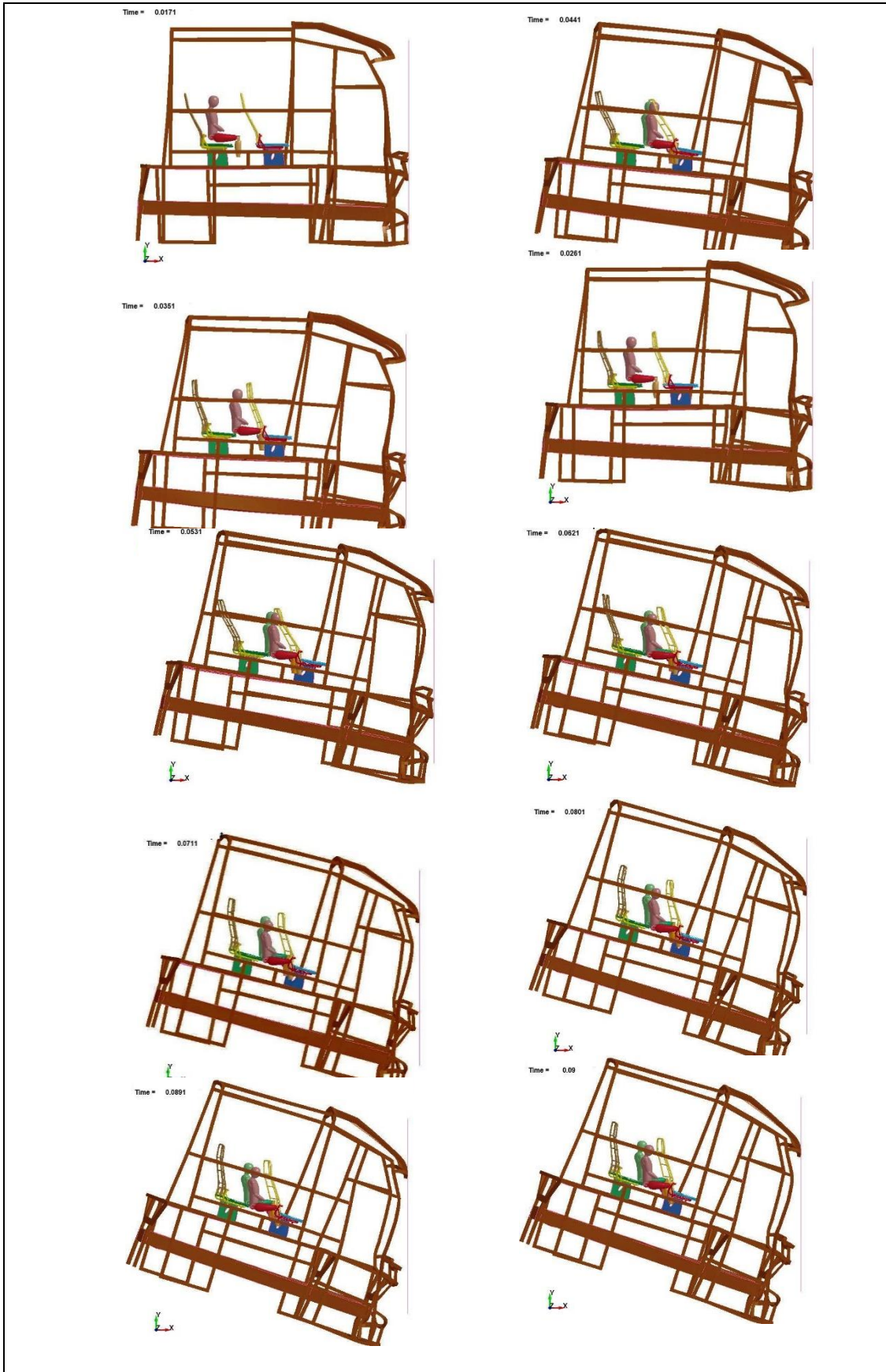


Figura 6.13: Esfuerzo máximo del elemento 28009 de impacto frontal a 56 km/h
(Fuente el autor)

6.7.2 Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 75km/h

Tabla 6.2 Comprobación de la propuesta del anclaje a 75 km/h

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL (anexoB8) 			
Simulación:	08	Muestra de:	Anclaje propuesto
Normas Aplicables	Reglamento no 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE).		
Fecha de ejecución	15/09/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Aspect Ratio Max:	50,70mm	Aspect Ratio Min:	1mm
Cantidad de nodos	65969	Cantidad de elementos	66265
Tiempo de procesamiento	11 horas 13 minutos	Numero de procesadores	4 procesadores
Velocidad del impacto frontal	20833,33mm/seg		
Tiempo de impacto	90 milisegundos		
			



Resiste los anclajes el impacto frontal a 75 km/h

SI

La simulación de los anclajes de los asientos principal y auxiliar durante el impacto frontal a 75km/h, el anclaje del asiento principal propuesto para este análisis resiste al impacto sin desprenderse ni separarse del piso del autobús cumpliendo con el reglamento N°80 como nos indica la figura 6.14 donde el anclaje permanece fijo.

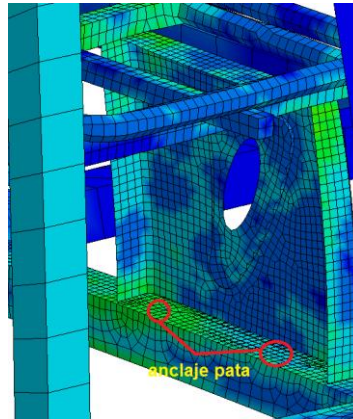


Figura 6.14: anclaje de la pata del asiento principal anclado en el piso del autobús resiste al impacto frontal a 75 km/h
(Fuente: el autor)

La figura 6.15 muestra el anclaje de la pata del asiento auxiliar cumpliendo también con el reglamento N°80 ya que no existe desprendimiento ni rotura del anclaje.

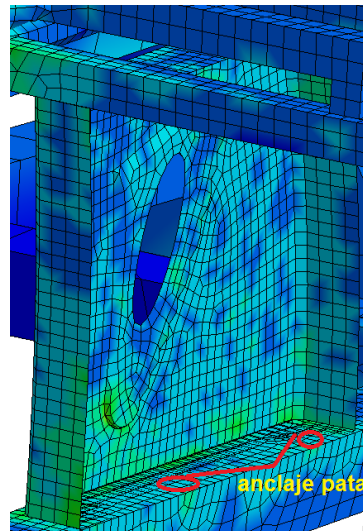


Figura 6.15: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en el piso autobús resiste al impacto frontal a 75 km/h
(Fuente: el autor)

El anclaje del asiento principal que va en la pared del autobús tampoco se despende ni se deforma este anclaje también cumple con el reglamento N° 80 donde pide que no debe existir desprendimiento ni aristas vivas de los asientos del autobús, como indica la figura 6.16.

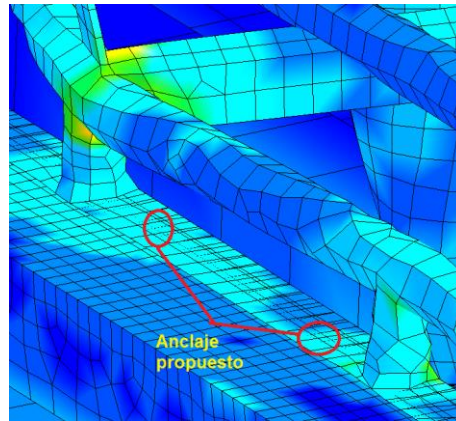


Figura 6.16: anclaje del perfil del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 75 km/h
(Fuente: el autor)

La figura 6.17 muestra el anclaje del perfil del asiento auxiliar que va anclado en la pared del autobús también resiste sin existir desprendimiento o rotura del anclaje.

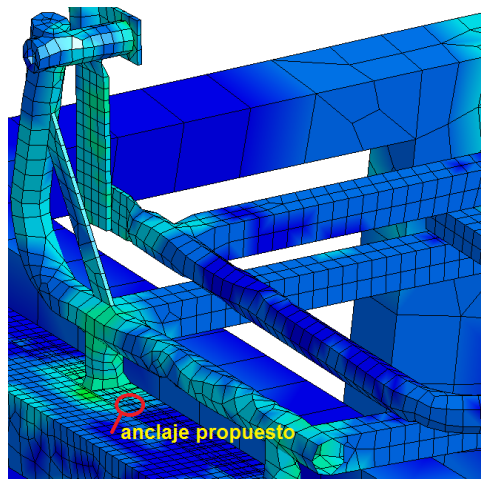


Figura 6.17: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 75 km/h
(Fuente: el autor)

En la figura 6.18 se observa la energía que entra es igual a la energía que sale cumpliéndose con la ley de conservación de la energía durante el tiempo de impacto frontal la curva azul representa la energía cinética y la curva verde la energía interna.

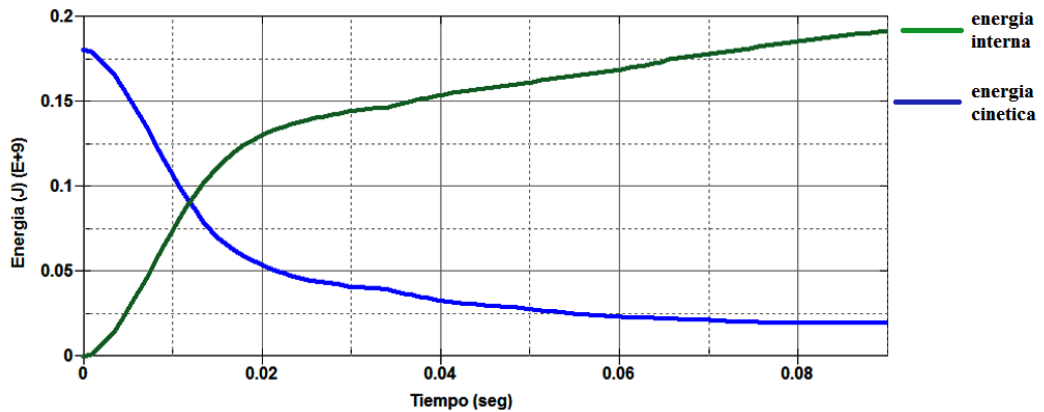


Figura 6.18: energía cinética, energía interna a 75 km/h
(Fuente el autor)

La figura 6.19 representa la curva de velocidad del impacto frontal según Reglamento N° 94 calculado a 75 km/h. donde la velocidad en el tiempo de 0,04 sufre una desaceleración a medida que el tiempo de impacto va avanzando.

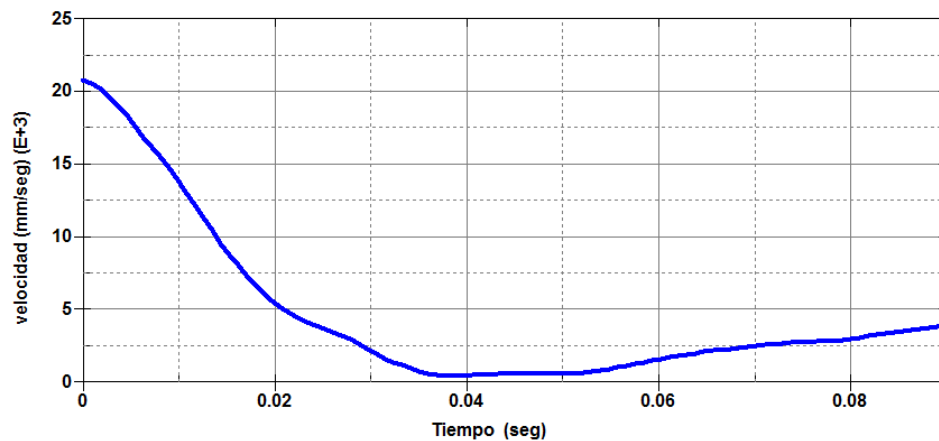


Figura 6.19 Velocidad durante el impacto frontal
(Fuente el autor)

El esfuerzo máximo de rotura del elemento 1759 que está en contacto la cara del anclaje de la pata del asiento con la cara de la estructura del autobús es de 566 Megapascales como nos muestra la figura 6.20.

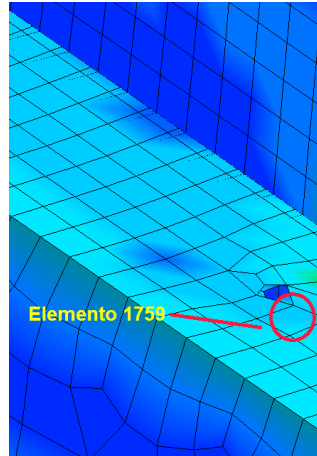


Figura 6.20 Elemento 1759 de impacto frontal a 75km/h
(Fuente el autor)

Comparando con el ensayo real el esfuerzo máximo promedio de rotura es: 497.7868 Megapascales, la figura 6.21 muestra la curva de esfuerzo vs deformación el esfuerzo máximo es de 566 Megapascales, demostrando que el anclaje de la pata del autobús resiste al impacto frontal a velocidad de 75 km/h.

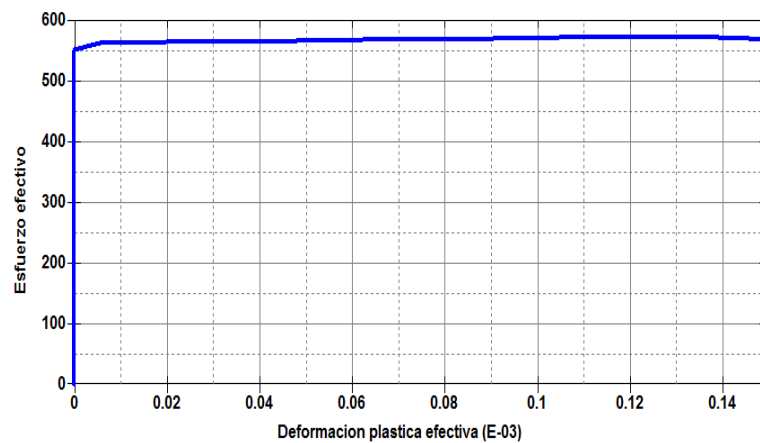


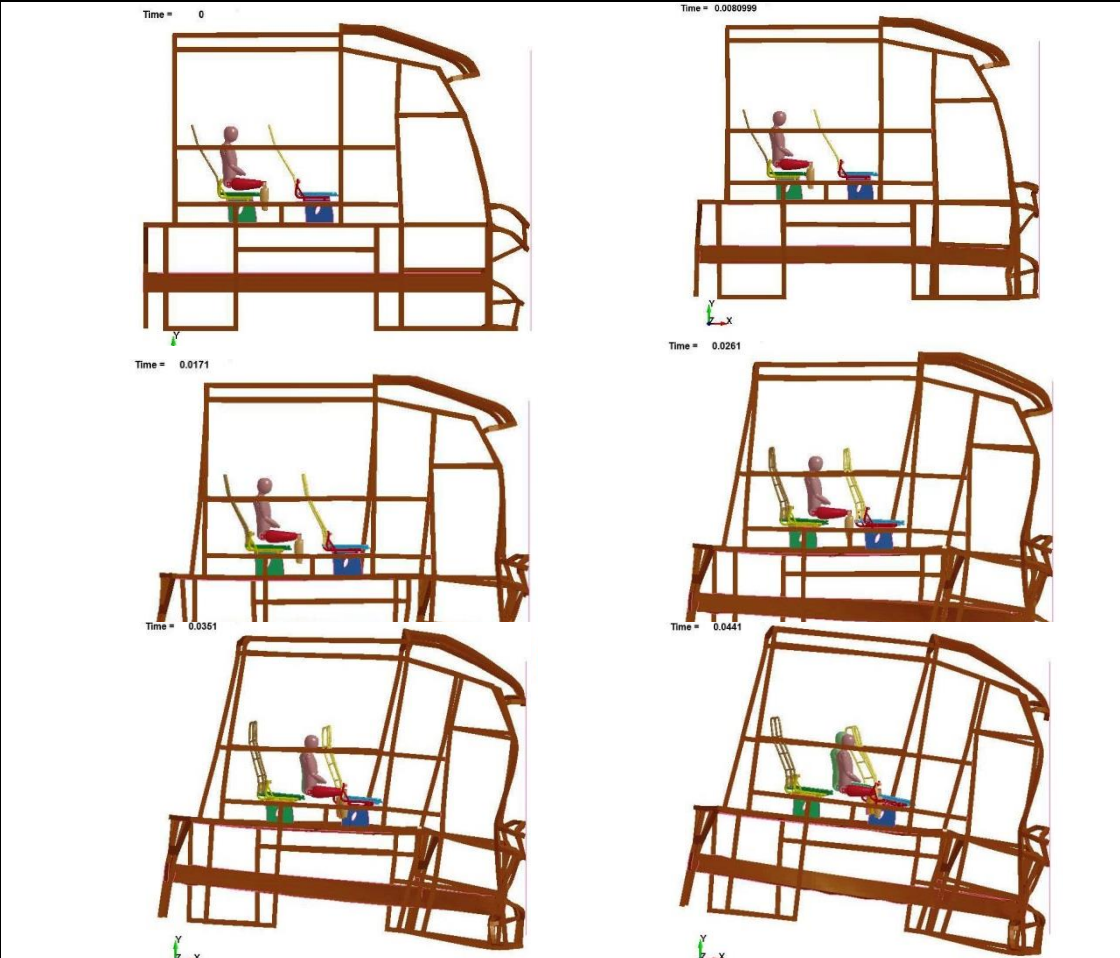
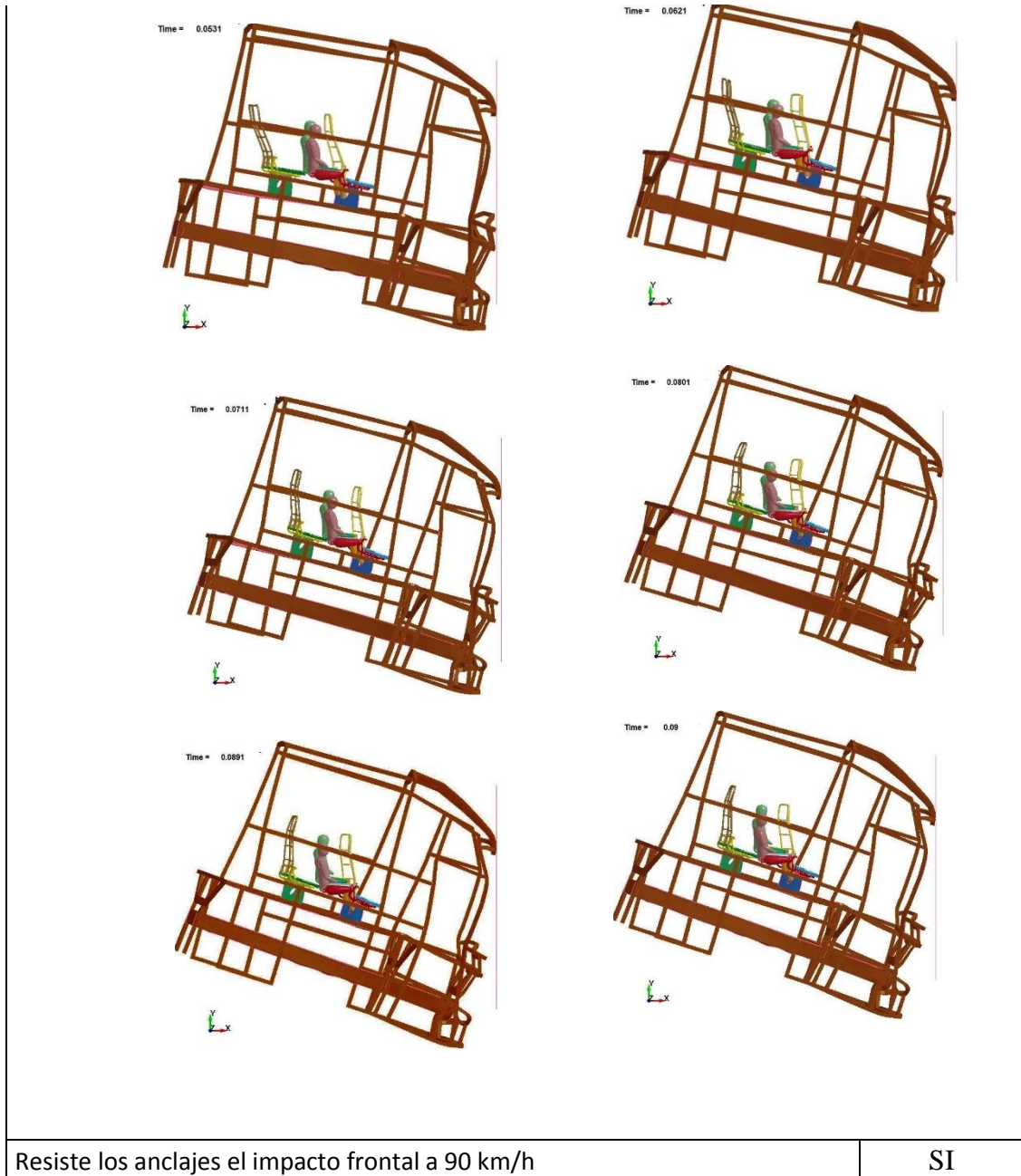


Figura 6.21 Esfuerzo máximo del elemento 1759 de impacto frontal a 75km/h
(Fuente el autor)

6.7.3 Análisis del impacto frontal de los anclajes del asiento a 90km/h

Tabla 6.3 Comprobación de la propuesta del anclaje a 90 km/h

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL (anexo B8) 			
Simulación:	09	Muestra de:	asientos anclados
Normas Aplicables	Reglamento no 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE).		
Fecha de ejecución	15/09/2015	Realizado por:	Agustín Remache
		Revisado por:	Ing. César Arroba
Aspect Ratio Max:	50,70	Aspect Ratio Min:	1
Cantidad de nodos	65969	Cantidad de elementos	66265
Tiempo de procesamiento	15 horas 38 minutos	Numero de procesadores	4 procesadores
Velocidad del impacto frontal	25000 mm/seg		
Tiempo de impacto	90 milisegundos		
			



Después de realizado el impacto frontal a velocidad de 90km/h los anclajes de los asientos resisten al impacto frontal, analizando la resistencia del anclaje de la pata del asiento principal en la figura 6.22 donde se indica que no existe desprendimiento ni rotura del anclaje del asiento permaneciendo fijo el anclaje en la estructura del autobús.

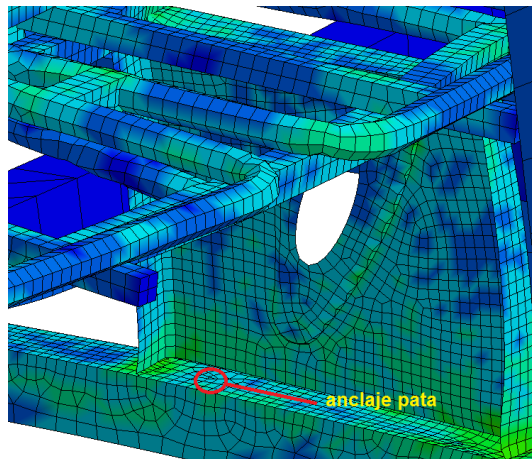


Figura 6.22: anclaje de la pata del asiento principal anclado en el piso del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h
(Fuente: el autor)

La figura 6.23 muestra el anclaje de la pata del asiento auxiliar cumpliendo también con el reglamento N°80 ya que no existe desprendimiento ni rotura del anclaje del asiento.

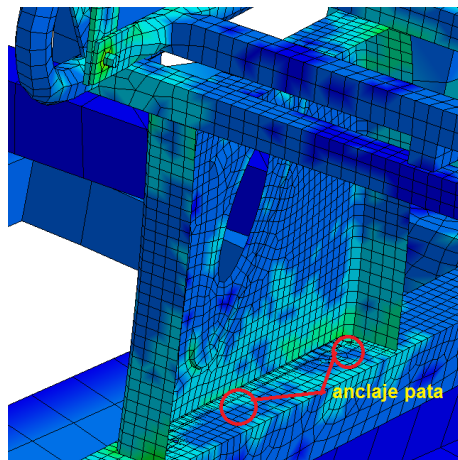


Figura 6.23: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en el piso del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h
(Fuente: el autor)

La figura 6.24 muestra el anclaje del asiento principal que va en la pared del autobús tampoco se desprende ni se deforma este anclaje también cumple con lo descrito en el reglamento N°80 donde pide que no debe existir desprendimiento ni aristas vivas de los asientos del autobús.

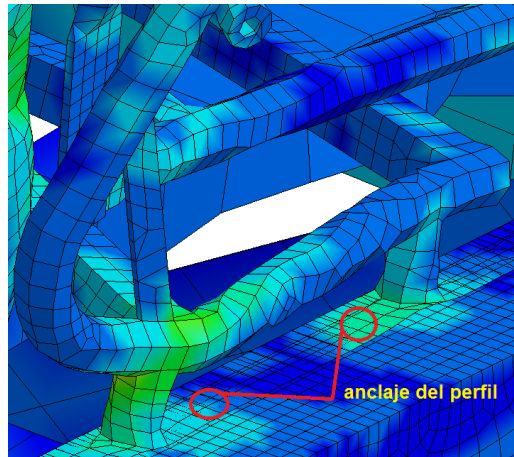


Figura 6.24: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h
(Fuente: el autor)

La figura 6.25 muestra el anclaje del perfil del asiento auxiliar que va anclado en la pared del autobús también resiste sin existir desprendimiento o rotura del anclaje

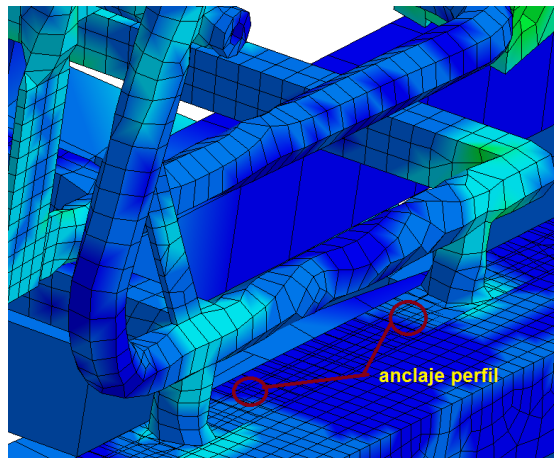


Figura 6.25: anclaje de la pata del asiento auxiliar anclado en la pared del autobús resiste al impacto frontal a 90 km/h
(Fuente: el autor)

La figura 6.26 indica la energía que entra es igual a la energía que sale cumpliéndose con la ley de conservación de la energía durante el tiempo de impacto frontal la curva azul representa la energía cinética y la curva verde la energía interna que se mantiene durante todo el tiempo del impacto frontal.

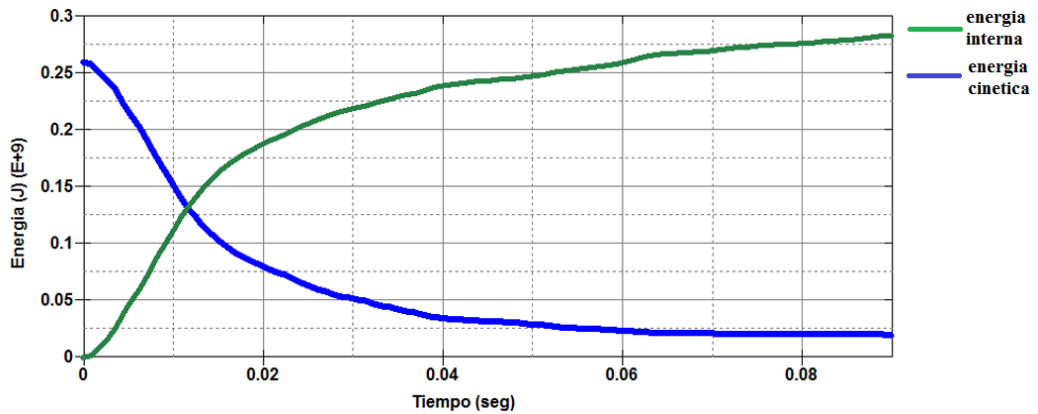


Figura 6.26: variación de energía cinética y energía interna a 90km/h (Fuente el autor)

La figura 6.27 representa la curva de velocidad del impacto frontal según Reglamento N° 94 calculado a 90 km/h. donde la velocidad en el tiempo de 0,038 va sufriendo una desaceleración a medida que el tiempo de impacto va avanzando hasta los 50 milisegundos donde empieza ascender hasta 4×10^3 mm/seg en un tiempo de 90 milisegundo donde termina el impacto frontal simulado.

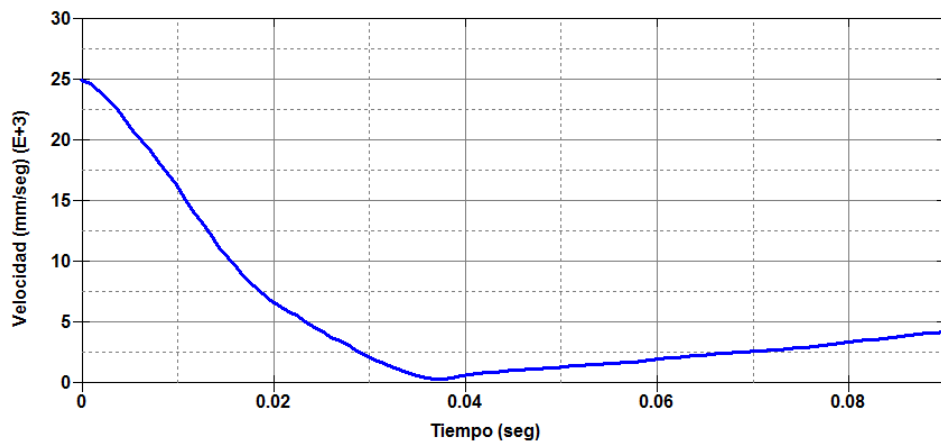


Figura 6.27 Velocidad durante el impacto frontal a 90km/h (Fuente el autor)

El esfuerzo máximo de rotura que soporta el elemento 27408 que está en contacto la cara del anclaje de la pata del asiento con la cara de la estructura del autobús es de 526 Megapascales como nos muestra la figura 6.28

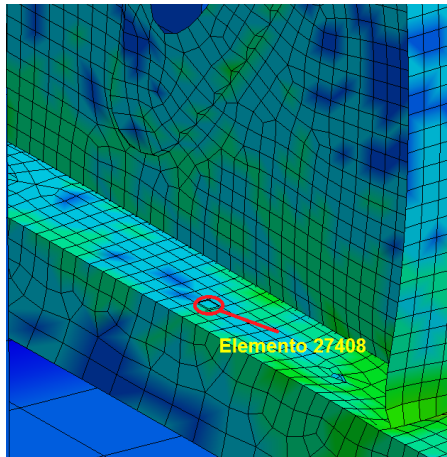


Figura 6.28: Elemento 27048 a 90 Km /h
(Fuente el autor)

Comparando con el ensayo real el esfuerzo máximo promedio de rotura es: 497.7868 Megapascuales demostrando que el anclaje de la pata del autobús resiste al impacto frontal a velocidad de 90 km/h como indica la figura 6.29.

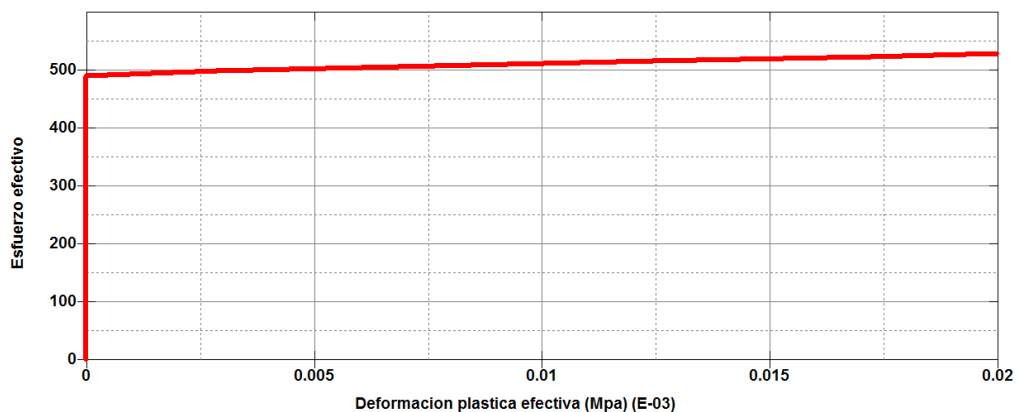


Figura 6.29: Esfuerzo máximo del elementos 27048 a 90 Km /h
(Fuente el autor)

6.8 Determinación de la aplicación

Con los resultados que se obtuvieron existe una gran factibilidad para la aplicación de la propuesta, ya que cumple con los requerimientos descritos en el Reglamento no 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa y en el como también el solicitado en el ensayo de velocidad Reglamento N° 94 de la Comisión Económica para Europa (CEPE).en la figura 6.30, 6.31,

6.32 y 6.33 se muestra la construcción del primer asiento con la configuración que se ha desarrollado en esta propuesta.



Figura 6.30 estructura propuesta.
(Fuente: El Autor)



Figura 6.31: Asiento de la estructura propuesta.
(Fuente: El Autor)



Figura 6.32: Configuración de la estructura propuesta.
(Fuente: El Autor)



Figura 6.33: Configuración de la estructura propuesta.
(Fuente: El Autor)

6.9 Administración

Los costos que se presentan fueron necesarios para el desarrollo del presente estudio.

Tabla 6.4: costos del presente estudio.

GASTOS Y RECURSOS HUMANOS			
CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tubo cuadrado de 25x25x2mm	1	15	15
Platina de 30x30x3mm	1	11	11
Sección de ángulo de 55x10x10	1	5	5
Preparación de probeta para ensayo de tracción	6	13,5	81
Preparación de probeta para ensayo de flexión	6	5	30
Preparación de probeta para ensayo de Charpy	6	10	60
Ensayo de tracción	6	20	120
Ensayo de flexión	6	20	120
Ensayo de Charpy	6	20	120
Computadora i7 con 4 núcleos	1	1300	1300
Resma de hojas	4	3,5	14
Impresiones	670	0,1	67
Copias	400	0,03	12
Anillados	3	6	18
Empastados	3	15	45
Horas de internet	320	0,6	192
Transporte	1	50	50
Costo de primer asiento	1	80	80
TOTAL			\$ 2.340

(Fuente: El Autor)

6.10 Previsión de la evaluación.

Finalizando el estudio de investigación sobre los anclajes de asiento, el mismo que fue realizado en el departamento técnico de Miviltech Soluciones Industriales, Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. Se sugiere tomar en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones presentes en éste trabajo, para investigaciones futuras sobre este tema y en la construcción de futuros nuevos modelos de anclajes de asientos interprovinciales de autobús.

Con la finalización del presente estudio de investigación se determina que el anclaje propuesto para el asiento de autobús interprovincial en el caso de impactó frontal resiste garantizando la seguridad de los ocupantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Reglamento Técnico. (2010). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034. Quito.
2. Askeland, D. R. (1998). Ciencia e ingeniería de los materiales. Mexico: International Thomson Editores S.A.
3. Bohler Peru S.A. (2010). Tratamientos Térmicos Y Aplicaciones Prácticasöhbleraceros. LIMA: GRUPO BOHLER UDDEHOLM.
4. Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México, D.F : McGraw Hill.
5. Budynas, Richard; Nisbett, Keith. (2009). Diseño en Ingeniería mecánica Shigley. Mexico.
6. CALMET, G. L. (2009). APLICACIÓN DE LA CRIOGENIA EN EL TRATAMIENTO TÉRMICOS DE ACEROS PARA TRABAJO EN FRIO. LIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
7. Carro Díez, J. I. (2009). Estudio mediante Simulink y Ansys del comportamiento de la superestructura de un autobús urbano. Madrid.

8. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa . (1995). Prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que concierne a la protección de los ocupantes en caso de colisión frontal. Prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que concierne a la protección de los ocupantes en caso de colisión frontal, 12-16.
9. Cruz Ati Denys Javier, Amboya Mishqui Franklin Elías. (2012). Diseño y construcción de un equipo de ensayos para puebas de deformación y resistencia de asientos y espaldares de poliuretano para autobuses. Riobamba-Ecuador.
10. Cubillos, I. A. (s.f). <http://almec.files.wordpress.com/2007/10/resumen.pdf>.
11. Frax, J. (2014). <http://joelfrax.com/disenio/disenio.html>. Obtenido de <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDoQFjAD&url=http%3A%2F%2Fjoelfrax.com%2Fdisenio%2Fdisenio.html&ei=PDmBU7j0J7SwsASr4YHQCg&usg=AFQjCNHSXc722JzhEyhuvfH9KzrANXvpA&bvm=bv.67720277,d.cWc>
12. Holowenco, A., & Hall, A. (1987). Diseño de Máquinas. Mexico: McGraw Hill.
13. I.Q.Msc. Johnny F. Obando. (2006). Subcero y Criogénico. Innovación & Desarrollo. Tratamientos Ferrotérmicos SAS.
14. Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico. (2008). Introducción a la Teoría de Elementos Finitos. la Plata. Obtenido de <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Introduccion%20a%20la%20Teoria%20de%20Elementos%20Finitos%20-%202008.pdf>.
15. Irias Rendón , A., & Stackpole Armendáriz, C. (2001). Aplicacion de Tratamientos Térmicos Criogenicos. Revista Oficial de la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero de México, 34.
16. Nuñez, V. G. (2011). Analisis Por Elementos Finitos Para El Diseño De Un Tornillo De Ojo. Veracruz.

17. Reglamento N° 80. (2012). Prescripciones uniformes relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes. España.
18. Singer , F. (1994). Resistencia de Materiales. Mexico: Alfaomega grupo de editores S.A de C.V.
19. SMITH, W. (2006). FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES . MEXICO: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S. A.
20. Teresa Vicente Corral, Á. M. (2010). Nuevos Requisitos Y Avances En Seguridad Pasiva En Autobuses Y En Autocares. Madrid.
21. Unidas, C. E. (2012). Reglamento 80 de resistencia de los asientos y sus anclajes. Madrid.
22. Vazquez Velazquez, B. G. (2011). Estudio Para El Desarrollo De Pruebas Dinámicas Efectuadas A Los Asientos Para Transporte Urbano Y Suburbano De Pasajeros, Derivado Del Proyecto De Investigación Cgpi-20041128. Quito.

7.1 Páginas web

- <http://joelfrax.com/disenio/disenio.html>. Obtenido de <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDoQFjAD&url=http%3A%2F%2Fjoelfrax.com%2Fdisenio%2Fdisenio.html&ei=PDmBU7j0J7SwsASr4YHQCg&usg=AFQjCNHSXc722JzhhEyhuvfH9KzrANXvpA&bvm=bv.67720277,d.cWc>.
- Ing.Santiago Pezzotti, Ing. Federico. (2008). Introducción a la Teoría de Elementos Finitos. la Plata. Obtenido de <http://www.aero.ing.unlp.edu.ar/catedras/archivos/Introduccion%20a%20la%20Teoria%20de%20Elementos%20Finitos%20-%202008.pdf>.

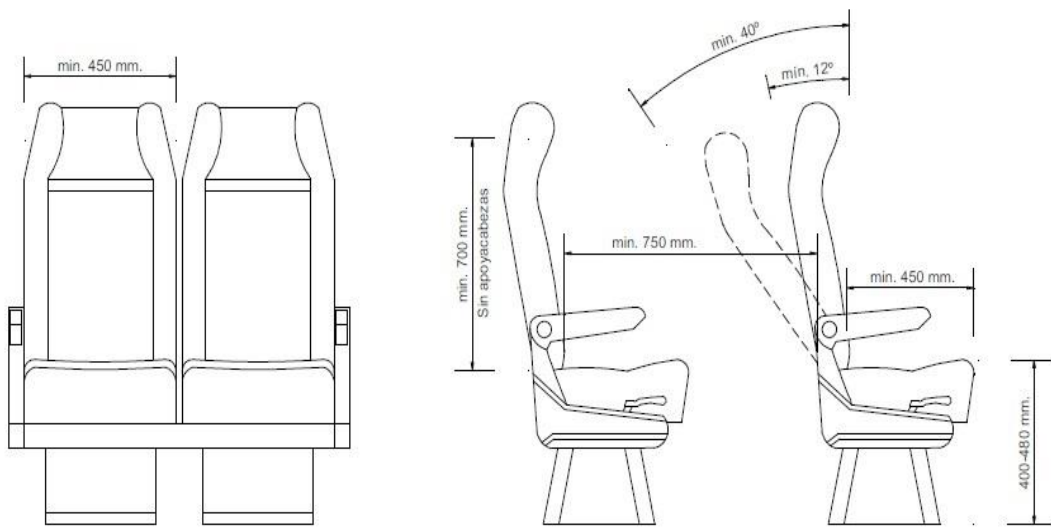
- Cubillos, I. A. (s.f.).
<http://almec.files.wordpress.com/2007/10/resumen.pdf>.
- http://www.centrozaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/meroteca/articulos/R47_A9.pdf.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_mec%C3%A1nico
- <http://www.tragediadesantafe.com.ar/articulos/micros.pdf>.
- http://sid.usal.es/idos/F8/FDO22126/imerso_estudios_31.pdf

Anexos

**Anexo A1: especificaciones técnicas reglamento técnico ecuatoriano RTE
INEN 043**

FIGURA A.7. Disposición de asientos

A.7.1. Para bus interprovincial



Anexo A2: distancia entre asientos según reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 043

b.3) Asientos para pasajeros

b.3.1) *Asientos y disposición.* Deben ser fijos a la carrocería y estar dispuestos según el eje longitudinal del vehículo en el sentido de marcha y/o viceversa, de tal forma que se proporcione la mayor seguridad y confort a los pasajeros, respetando los diseños de los fabricantes del vehículo o chasis para la distribución de las cargas a los ejes del vehículo y cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (ver nota 1).

b.3.1.1) Deben ser reclinables e individuales incluidos los de la última fila, disponer de apoyacabezas y de apoyabrazos individuales. Los apoyacabezas deben cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (ver nota 1).

b.3.1.2) Los buses de pasajeros intraprovincial e interprovinciales deben disponer de cinturones de seguridad de tres puntos autotensables en los asientos ubicados en la primera fila y fila posterior a las puertas de salidas. En los vehículos interprovinciales se colocarán cinturones de seguridad de dos puntos (modelo pélvico), en la totalidad de los asientos destinados a los pasajeros. Los cinturones de seguridad deben cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN vigentes (ver nota 1).

b.3.1.3) Los buses poseerán dos (2) hileras de dos asientos individuales, incluida la última fila, de las siguientes dimensiones:

a) Profundidad mínima: 420 mm para bus intraprovincial y 450 mm para bus interprovincial;

b) Ancho libre mínimo del asiento: 450 mm;

c) Altura desde el piso a la base del asiento entre 400 mm y 480 mm;

d) Distancia entre asientos medidos desde la parte posterior de un asiento y la parte anterior del siguiente (ver figura A.7):

d.1) Bus interprovincial: mínima de 750 mm

d.2) Bus intraprovincial: mínimo de 700 mm

Anexo A3: especificaciones técnicas pletina utilizada en el anclaje del asiento interprovincial



Especificaciones:

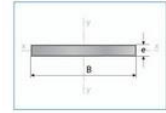
Largo Normal: 6 metros
 Recubrimiento: Negro
 Espesores: Desde 3,00 a 12,00 mm
 Calidad de acero: DIN 17100 / ST 37-2 / ASTM A-36
 Norma de Fabricación: INEN 2222 / ISO 1035
 Observaciones: Otras dimensiones y largos previa consulta

Certificados:



Productos Laminados Pletina

Dimensiones	Espesor	Peso
B	e	P
mm	mm	kg/6m
12	3,00	1,70
12	4,00	2,26
12	6,00	3,39
20	3,00	2,83
20	4,00	5,00
20	6,00	5,37
25	3,00	3,53
25	4,00	4,71
25	6,00	7,07
25	8,00	9,42
25	9,50	10,59
25	12,00	14,13
30	3,00	4,24
30	4,00	7,07
30	6,00	8,47
30	8,00	11,30
30	9,50	12,71
30	12,00	16,96
40	3,00	5,37
40	4,00	7,16
40	6,00	10,74
40	8,00	16,11
40	9,50	17,90
40	12,00	21,48
50	3,00	7,07
50	4,00	9,50
50	6,00	14,13
50	8,00	18,84
50	9,50	21,20
50	12,00	28,26
65	6,00	18,37
65	9,50	30,62
65	12,00	36,74
75	6,00	21,20
75	9,50	35,33
75	12,00	42,39
100	6,00	28,26
100	8,00	37,68
100	9,50	47,10
100	12,00	56,52



Aplicaciones

- Somier camas.
- Cerrajería en general (puertas, ventanas, rejas).
- Estructuras en general.
- Muebles metálicos.
- Paquetes de resortes (Sistemas de suspensión).

Anexo A4: norma técnica ecuatoriana NTE INEN 109:2009

CDU: 889.14.620.17
ICS: 77.040.10



CIU: 3710
MC: 01.02-301

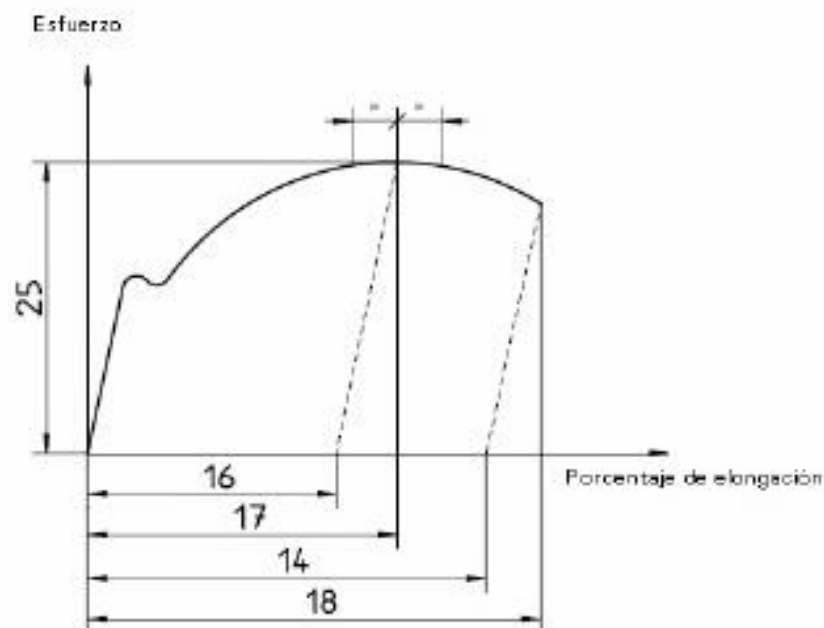
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ENSAYO DE TRACCIÓN PARA MATERIALES METÁLICOS A TEMPERATURA AMBIENTE	NTE INEN 109:2009 Primera revisión 2009-03
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma especifica el método para el ensayo de tracción de materiales metálicos y define las propiedades mecánicas que se pueden determinar a temperatura ambiente.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica al ensayo de tracción de todos los productos de acero de sección transversal constante.</p> <p>2.2 Para ciertos materiales metálicos y aplicaciones particulares, el ensayo de tracción debe estar sujeto a normas específicas o requerimientos particulares.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se aplican las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Longitud calibrada (L)</i>. Es la longitud de la sección cilíndrica o prismática de la probeta de ensayo en la que se va a medir la elongación en cualquier momento durante el ensayo.</p> <p>3.1.2 <i>Longitud calibrada inicial (L₀)</i>. Longitud calibrada antes de la aplicación de la carga.</p> <p>3.1.2.1 <i>Longitud calibrada final (L_u)</i>. Longitud calibrada después de la rotura de la probeta ensayo (ver numeral 10.1)</p> <p>3.1.3 <i>Longitud paralela (L_p)</i>. Longitud de la sección reducida paralela de la probeta de ensayo (ver nota 1).</p> <p>3.1.4 <i>Elongación</i>. Incremento de la longitud calibrada inicial (L₀) en cualquier instante del ensayo.</p> <p>3.1.4.1 <i>Porcentaje de elongación</i>. Alargamiento expresado como un porcentaje de la longitud calibrada inicial (L₀).</p> <p>3.1.4.2 <i>Porcentaje de elongación permanente</i>. Incremento de la longitud calibrada inicial en una probeta de ensayo después de eliminar el esfuerzo especificado (ver numeral 3.11), expresado como un porcentaje de la longitud calibrada inicial (L₀) (ver nota 1).</p> <p>3.1.4.3 <i>Porcentaje de elongación después de la rotura (A)</i>. Elongación permanente de la longitud calibrada inicial (ver nota 2) después de la rotura (L_u - L₀) expresado como un porcentaje de la longitud calibrada inicial (L₀).</p> <p>NOTA 1. El concepto de longitud paralela es reemplazado por el concepto de distancia entre mordazas para probetas no maquinadas.</p> <p>NOTA 2. En el caso de las probetas de ensayo proporcionales, solamente si la longitud calibrada inicial es diferente de $5,65 \sqrt{S_0}^1$ en donde S₀ es el área de la sección transversal inicial de la longitud paralela, el símbolo A se complementa con un índice que indica el coeficiente de proporcionalidad usado, por ejemplo:</p> <p>A_{11,3} = porcentaje de elongación en una longitud calibrada (L₀) de $11,3 \sqrt{S_0}$</p> <p>En el caso de probetas de ensayo no proporcionales, el símbolo A se complementa con un índice que indica la longitud calibrada inicial usada, expresada en milímetros, por ejemplo:</p> <p>A_{80 mm} = porcentaje de elongación en una longitud calibrada (L₀) de 80 mm.</p> $^1 5,65 \sqrt{S_0} = 5 \sqrt{\frac{4S_0}{\pi}}$ <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Productos metálicos, metales, ensayos, ensayos mecánicos, ensayo de tracción, determinación, elongación, extensión probetas.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3989 - Baquiza Moreno E129 y Alimaygo - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

3.1.4.4 *Porcentaje de elongación total a la rotura (A_t)*. Es el alargamiento total (elongación elástica más elongación plástica) de la longitud calibrada en el momento de la rotura, expresado como un porcentaje de la longitud calibrada inicial (L_0).

3.1.4.5 *Porcentaje de elongación al esfuerzo máximo*. Es el aumento en la longitud calibrada inicial de la probeta cuando la fuerza es máxima, expresado como un porcentaje de la longitud calibrada inicial (L_0). Se hace una distinción entre el porcentaje de elongación total a la carga máxima (A_{gt}) y el porcentaje de elongación no proporcional a la carga máxima (A_p) (ver figura 1).

FIGURA 1. Definiciones de elongación (ver nota 3)



3.1.5 *Longitud calibrada del extensómetro (L_e)*. Longitud de la sección paralela de la probeta de ensayo usada para la medición del alargamiento por medio de un extensómetro.

3.1.5.1 Se recomienda la medición del límite de fluencia y el esfuerzo de prueba, para el parámetro

$$L_e \approx \frac{L_0}{2}$$

3.1.5.2 Además se recomienda que para las medidas de los parámetros durante y después de la fuerza máxima, L_e será aproximadamente igual a L_0 .

3.1.6 *Extensión*. Incremento de la longitud calibrada (L_e) del extensómetro en un momento dado del ensayo.

3.1.6.1 *Porcentaje permanente de extensión*. Incremento de la longitud calibrada en el extensómetro después de suspender un esfuerzo especificado en la probeta de ensayo, se expresa como un porcentaje de la longitud calibrada del extensómetro (L_e).

NOTA 3: Ver tabla 1 para efectos de la explicación de los números indicados.

(Continúa)

3.1.6.2 Porcentaje de extensión en el límite de fluencia (A_{u1}): En materiales que presentan fluencia discontinua, el alargamiento entre el inicio de la fluencia dada por una deformación localizada y el comienzo de la deformación permanente dada por un uniforme trabajo de endurecimiento. Se expresa como un porcentaje de la longitud calibrada del extensómetro (L_u).

3.1.7 Porcentaje de reducción de área (Z): Cambio máximo en el área de la sección transversal que ha ocurrido durante el ensayo ($S_o - S_u$) expresado como un porcentaje del área de la sección transversal inicial (S_o).

3.1.8 Carga máxima (F_m): Es la carga más alta que ha resistido la probeta durante el ensayo, una vez que ha sido superado el límite de fluencia. Para materiales que no presentan puntos de fluencia este es el máximo valor durante el ensayo.

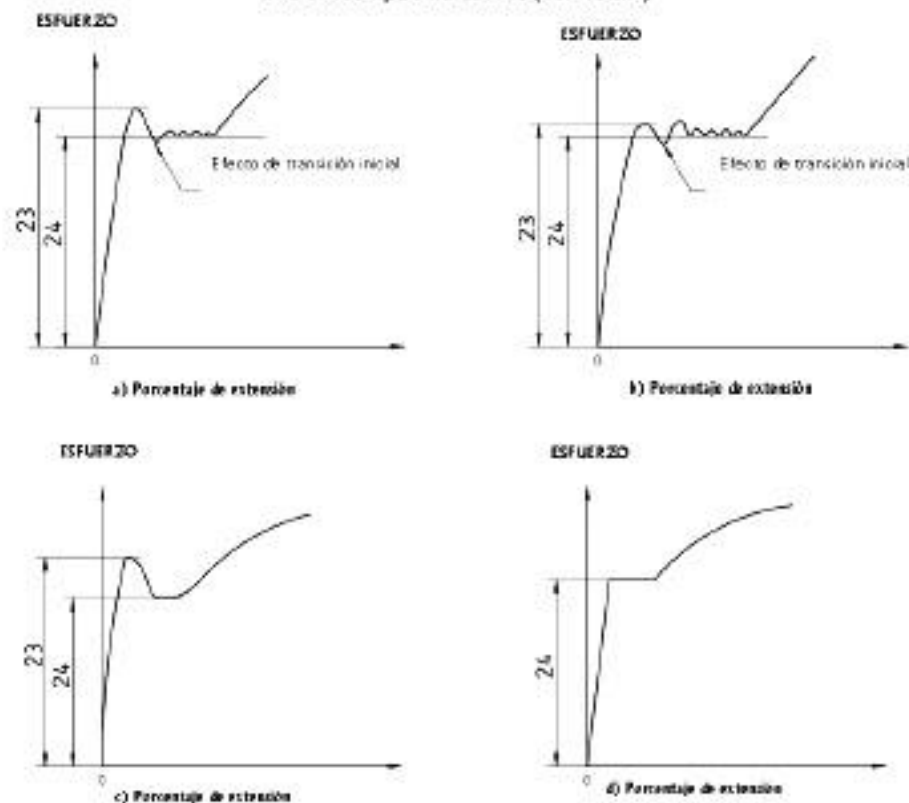
3.1.9 Esfuerzo: Carga en cualquier momento del ensayo dividida por el área de la sección transversal inicial (S_o) de la probeta de ensayo.

3.1.9.1 Resistencia a la tracción (R_m): Esfuerzo correspondiente a la carga máxima (F_m).

3.1.9.2 Resistencia a la fluencia (límite de fluencia): Cuando el material metálico muestra un fenómeno de fluencia, se alcanza un punto durante el ensayo en el cual la deformación plástica se produce sin ningún incremento en la carga. Se hace una distinción entre:

a) **Límite de fluencia superior (R_{eH}):** Valor del esfuerzo en el momento en que se observa el primer decrecimiento de la carga (ver figura 2).

FIGURA 2. Definiciones de límite de fluencia superior y límite de fluencia inferior para diferentes tipos de curvas (ver nota 4)

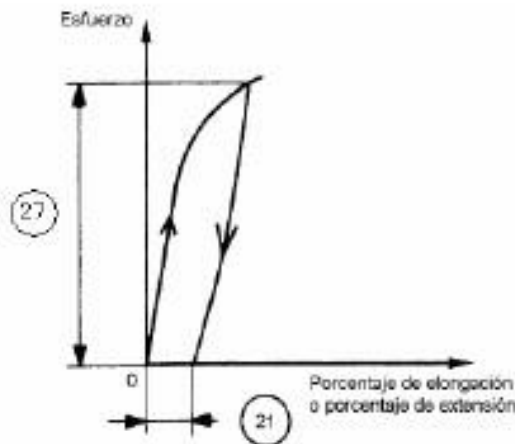


NOTA 4: ver tabla 1. Para la explicación respectiva a los números indicados.

(Continúa)

3.1.9.5 Esfuerzo a la deformación permanente (R_p): Es el esfuerzo al cual, después de eliminar la carga, una elongación o extensión permanente especificada, expresada como un porcentaje de la longitud calibrada inicial (L_0) o una longitud calibrada del extensómetro (L_e), respectivamente, no ha sido excedido (ver figura 5). El símbolo utilizado es seguido por un sufijo que indica el porcentaje especificado de la longitud calibrada inicial (L_0), o de la longitud calibrada del extensómetro (L_e), por ejemplo $R_{p,0.2}$

FIGURA 5. Esfuerzo a la deformación permanente (R_p) (ver nota 7)



4. SIMBOLOGÍA Y DESIGNACIONES

4.1 En el contenido de esta norma se utilizarán los símbolos y sus correspondientes designaciones que se establecen en la tabla 1.

TABLA 1. Símbolos y designaciones.

Número de Referencia ¹⁾	Símbolo	Unidades	Designación
Probeta			
1	a^0	mm	Espesor de la probeta de ensayo plana o de la pared de un tubo
2	b	mm	Ancho de la longitud paralela de la probeta de ensayo plana o ancho promedio de una tira longitudinal tomada de un tubo o ancho de un alambre plano
3	d	mm	Diámetro de la longitud paralela de una probeta circular o diámetro de un alambre redondo o diámetro interno de un tubo
4	D	mm	Diámetro externo de un tubo
5	L_0	mm	Longitud calibrada inicial
-	L_{0e}	mm	Longitud calibrada inicial para determinar A_{0e}
6	L_p	mm	Longitud paralela
-	L_e	mm	Longitud calibrada del extensómetro
7	L_t	mm	Longitud total de la probeta
8	L_f	mm	Longitud final calibrada después de la rotura
-	L'_f	mm	Longitud calibrada final después de la rotura para determinar A_f (Ver anexo H)

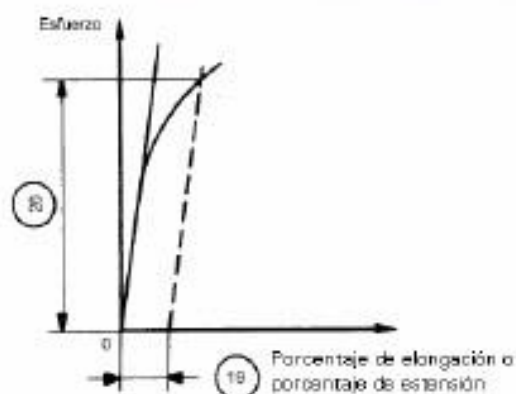
NOTA 7. Ver la tabla 1. Para la explicación respectiva a los números indicados.

(Continúa)

b) *Límite de fluencia inferior (R_{eL})*. El valor más bajo del esfuerzo en el campo plástico, ignorando cualquier efecto transitorio (ver figura 2).

3.1.9.3 *Esfuerzo de prueba con alargamiento no proporcional (R_p)*: El esfuerzo al cual la extensión no proporcional es igual al porcentaje especificado en la longitud calibrada del extensómetro (L_e) (ver figura 3). El símbolo que se usa es seguido por un sufijo que indica el porcentaje prescrito de la longitud calibrada del extensómetro, por ejemplo $R_{p0,2}$.

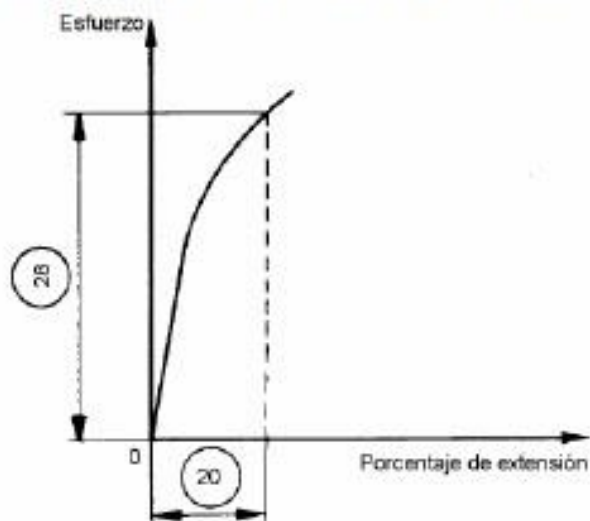
FIGURA 3. Prueba de resistencia con alargamiento no proporcional (R_p) (ver nota 5)



NOTA 5. Ver tabla 1. Para la explicación respectiva a los números indicados.

3.1.9.4 *Esfuerzo de prueba con extensión total (R_t)*: El esfuerzo al cual la extensión total (extensión elástica más extensión plástica) es igual al porcentaje especificado en la longitud calibrada del extensómetro (L_e) (ver figura 4). El símbolo es seguido por un sufijo que indica el porcentaje prescrito de la longitud calibrada inicial del extensómetro por ejemplo: $R_{t0,5}$.

FIGURA 4. Esfuerzo de prueba, extensión total (R_t) (ver nota 6)



NOTA 6. Ver tabla 1. Para la explicación respectiva a los números indicados.

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Número de Referencia ¹⁾	Símbolo	Unidades	Designación
Probeta			
9	S_0	mm ²	Área de la sección transversal inicial de la longitud paralela.
10	S_u	mm ²	Área mínima de la sección transversal después de la rotura.
	k		Coefficiente de proporcionalidad
11	Z	%	Porcentaje de reducción de área $\frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100$
12	-	-	Superficie de agarre de la probeta para las mordazas
Elongación			
13	-	mm	Elongación después de la rotura $L_u - L_0$
14	A^R	%	Porcentaje de elongación después de la rotura $\frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100$
15	A_e	%	Porcentaje de extensión en el punto de fluencia
	$\Delta L_{máx}$	mm	Extensión a la carga máxima
16	A_g	%	Porcentaje de elongación no proporcional, a la carga máxima ($F_{máx}$)
17	A_T	%	Porcentaje de elongación total, a la carga máxima ($F_{máx}$)
18	A_b	%	Porcentaje de elongación total, a la rotura
19	-	%	Porcentaje especificado de extensión no proporcional
20	-	%	Porcentaje de extensión total. (Ver 28)
21	-	%	Porcentaje especificado de extensión a la deformación permanente o elongación.
Carga			
22	F_m	N	Carga Máxima
Límite de fluencia - Esfuerzo de prueba - Resistencia a la Tracción			
23	$R_{máx}$	MPa	Límite de fluencia superior ²⁾
24	$R_{mín}$	MPa	Límite de fluencia inferior
25	$R_{máx}$	MPa	Resistencia a la tracción
26	R_p	MPa	Esfuerzo de prueba con extensión no proporcional
27	R_r	MPa	Esfuerzo a la deformación permanente
28	R_t	MPa	Esfuerzo de prueba con extensión total
-	E	MPa	Módulo de elasticidad
1) Ver figuras de la 1 a la 13. 2) El símbolo T también se usa en tubos de acero, productos estándar. 3) Ver 3.1.4.3. 4) 1 N/mm ² = 1 MPa			

5. FUNDAMENTO

5.1 El ensayo comprende el estramiento de una probeta por una fuerza axial de tracción proporcional a sus dimensiones, mediante una máquina para ensayo de tracción para determinar durante su deformación una o más características mecánicas definidas en el punto 3.

5.1.1 El ensayo se llevara a cabo a temperatura ambiente comprendida entre + 10°C y + 35°C, a menos que se especifique de otra manera.

5.2 Instrumental

5.2.1 *Máquina para ensayo de tracción.*

5.2.1.1 *Precisión de las máquinas de ensayo.* Las máquinas de ensayo deben ser verificadas de acuerdo a las NTE INEN 1 502 y la NTE INEN 1 503.

(Continúa)

ANEXO A
(Normativo)

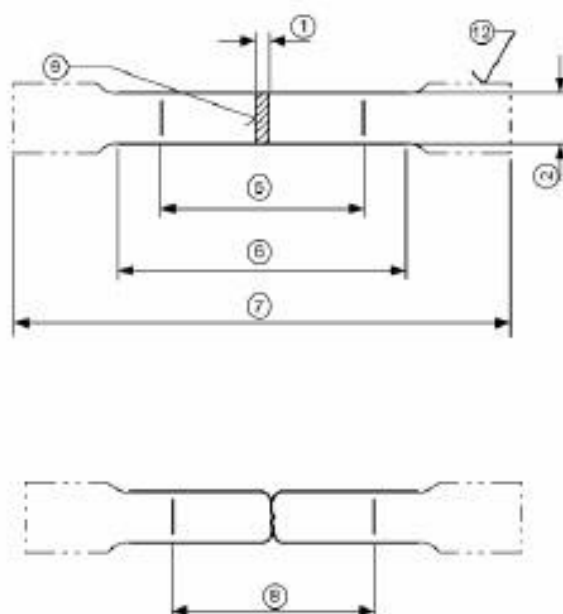
TIPOS DE PROBETAS DE ENSAYO PARA PRODUCTOS DELGADOS: LÁMINAS, FLEJES Y PRODUCTOS PLANOS 0,1 mm Y 3,0 mm DE ESPESOR

A.1 Para productos con espesor menor de 0,5 mm, es necesario tener precauciones especiales.

A.1.1 Forma de la probeta

A.1.1 Generalmente, la probeta tiene los extremos para sujetarse a las mordazas, con extremos más anchos que su sección paralela. La longitud paralela (L_0) se une con los extremos de la probeta por medio de curvas de transición con un radio de por lo menos 20 mm (ver figura 9). El ancho de estos extremos debe ser por lo menos de 20 mm y de no más de 40 mm.

FIGURA 9. Probetas maquinadas de sección transversal rectangular (ver notas)



A.1.2 Por acuerdo la probeta también puede consistir de un fleje con caras paralelas. Para productos de ancho igual o menor que 20 mm, el ancho de la probeta debe ser el mismo que el del producto.

A.2 Dimensiones de la probeta

A.2.1 Probetas no proporcionales

A.2.1.1 La longitud paralela no debe ser inferior de $L_0 + \frac{b}{2}$

A.2.1.2 En caso de desacuerdo, siempre se debe usar una longitud de $L_0 + 2b$ a menos que el material sea insuficiente.

A.2.1.3 En caso de probetas de lados paralelos de menos de 20 mm de ancho, y a menos que la norma del producto especifique otra cosa, la longitud calibrada inicial (L_0) debe ser igual a 50 mm. Para este tipo de probetas, la longitud libre entre las mordazas debe ser igual a $L_0 + 3b$.

(Continúa)

Anexo A5: Ensayos de tracción de la pletina



epoch

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN

MATERIAL: ASTM A 36
SOLICITADO POR: Agustín Remache
NORMA UTILIZADA: INEN 109
FECHA DE ENSAYO: 10-may-2015

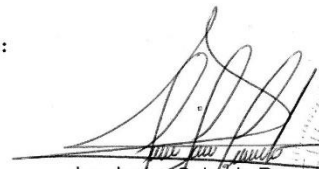
RESULTADOS DEL ENSAYO:

PROBETA N°	CARGA FLUENCIA Kg.	CARGA MÁXIMA Kg.	ESFUERZO FLUENCIA Kg/cm2	ESFUERZO MÁXIMO Kg/cm2	MOD. ELAST. E[Kg/cm2]	ELONG. %
1	2100	3020	3456,22	4970,38	2,30E+06	17,62
2	2215	3200	3424,55	4947,43	2,42E+06	35,40
3	2200	3210	3620,80	5283,08	2,33E+06	21,71
4	2100	3220	3456,22	5299,54	2,18E+06	21,71
5	2220	3050	3602,42	4994,27	2,08E+06	25,87
6	2165	3030	3545,11	4961,52	2,25E+06	24,51

PROBETA N°	CARGA ROTURA Kg	ANCHO INICIAL mm	ESPEJOR mm	LONGITUD CALIBR. mm	LONGITUD FINAL mm	ANCHO ZONA CONTRAIDA
1	2360	19,6	3,1	50,5	59,4	14,6
2	2460	19,6	3,3	51,5	69,8	14,4
3	2500	19,6	3,1	52,5	63,9	14,5
4	2550	19,6	3,1	52,1	68,9	14,6
5	2500	19,7	3,1	51,8	65,2	14,5
6	2440	19,7	3,1	50,6	63	14,3

OBSERVACIONES:

Revisado por:


 Ing. Isaias Caicedo Reyes, Mgs.
 PROFESOR RESPONSABLE, LABORATORIO
 RESISTENCIA DE MATERIALES



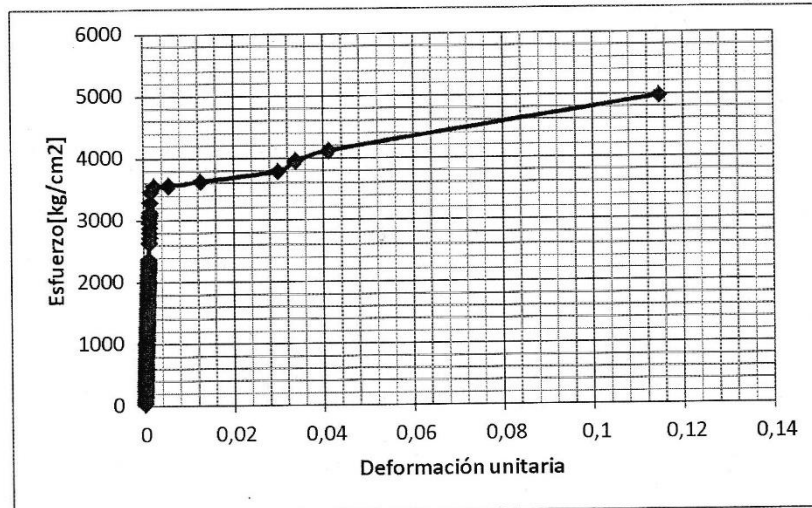
esepoch

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN

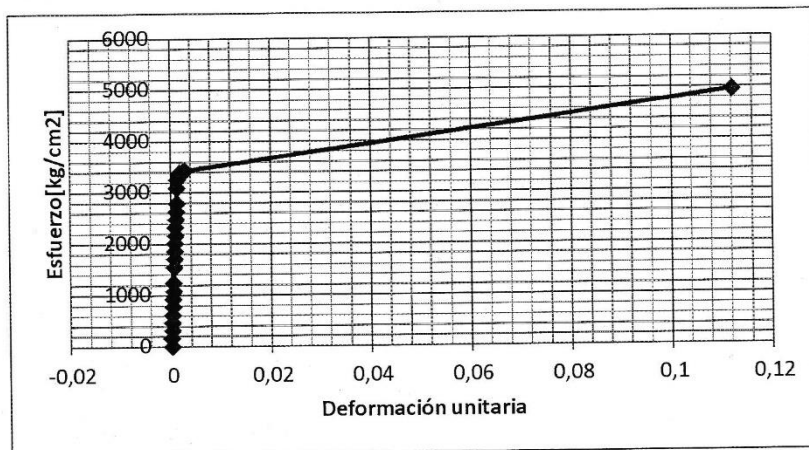
PROBETA N°1

PR1



PROBETA N°2

PR1



Revisado por:


Ing. Isafas Calcedo Reyes. Mgs.
PROFESOR RESPONSABLE, LABORATORIO
RESISTENCIA DE MATERIALES
RESISTENCIA DE MATERIALES



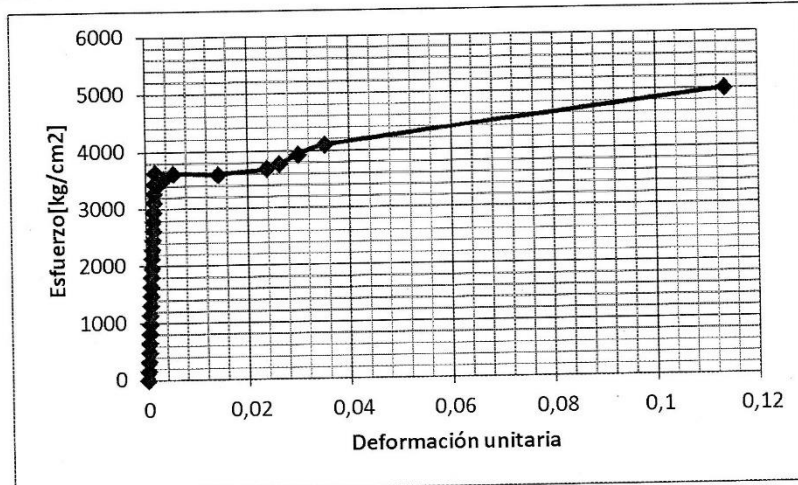


esPOCH

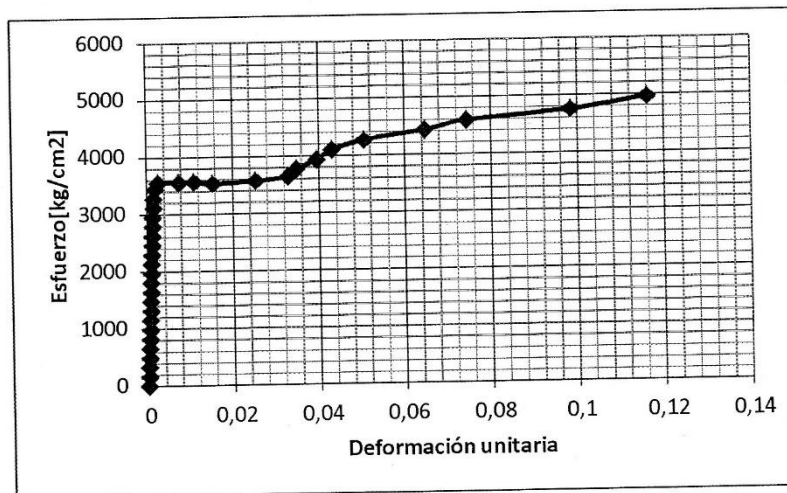
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN

PROBETA N° 5



PROBETA N° 6

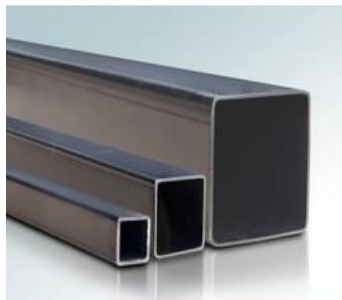


Revisado por:


Ing. Isaias Caicedo Reyes, Mgs.
PROFESOR RESPONSABLE, LABORATORIO
RESISTENCIA DE MATERIALES



Anexo A6: especificaciones técnicas del tubo cuadrado utilizado en la construcción del asiento



ESTOY INTERESADO EN ESTE PRODUCTO

DESCARGAR ESPECIFICACIONES

Especificaciones:

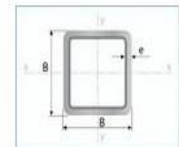
Largo Normal:	6 metros
Recubrimiento:	Negro o Galvanizado
Norma de calidad:	ASTM A 500 Gr. A, B ó C
Norma de Fabricación:	NTE INEN 2415
Espesores:	Desde 1,50 a 6,00 mm Otras dimensiones, espesores y largos previa consulta
Observaciones:	

Certificados:



Tubería Estructural Cuadrada

Designaciones	Área	Peso	Propiedades Estáticas			
			Momento de Inercia	Radio de Giro	Módulo Elástico	Radio de Giro
B	e	A	P	I	W	r
mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
20	1,50	1,05	0,83	0,58	0,58	0,74
	2,00	1,34	1,05	0,69	0,69	0,72
25	1,50	1,35	1,06	1,41	1,11	0,97
	2,00	1,74	1,36	1,68	1,18	0,92
30	1,50	1,65	1,30	2,19	1,48	1,15
	2,00	2,14	1,68	2,71	1,81	1,12
	3,00	3,01	2,36	3,50	2,54	1,08
40	1,50	2,25	1,77	5,48	2,74	1,36
	2,00	2,94	2,31	6,92	3,46	1,53
	3,00	4,21	3,30	9,28	4,64	1,48
50	1,50	2,85	2,24	12,56	4,92	2,01
	2,00	3,74	2,93	14,13	5,65	1,94
	3,00	5,41	4,25	19,40	7,76	1,89
60	1,50	3,45	2,71	18,94	6,31	2,43
	2,00	4,54	3,56	25,12	8,37	2,35
	3,00	6,61	5,19	35,06	11,69	2,30
75	2,00	5,74	4,50	51,90	13,84	3,00
	3,00	8,41	6,60	76,13	19,99	2,97
	4,00	10,85	8,59	94,02	24,74	2,92
100	2,00	7,74	6,07	122,99	24,60	3,99
	3,00	11,41	8,96	190,94	37,53	4,04
	4,00	14,95	11,73	235,87	46,54	3,96
125	2,00	9,74	7,64	350,00	56,00	6,00
	3,00	14,41	11,31	555,00	86,00	4,96
	4,00	18,95	14,87	857,00	121,12	4,91
	6,00	27,63	21,69	1193,92	165,20	31,46
150	4,00	20,55	16,13	581,36	86,13	5,32
	5,00	25,36	19,90	704,23	104,55	5,27
	6,00	30,03	23,58	818,50	121,26	5,22



Aplicaciones

- Estructuras: galpones y naves industriales, edificios, soporte de techos.
- Automotriz y de autopartes: carrocería y remolques.
- Señalización y vialidad: soportes.
- Construcción en general.

Anexo A7: Especificaciones técnicas de los ensayos de flexión del tubo cuadrado



esPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE FLEXIÓN

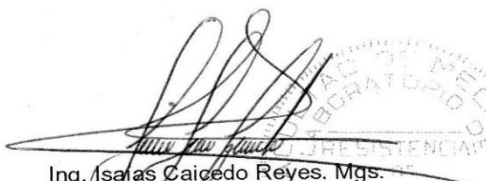
MATERIAL: ASTM A 36
SOLICITADO POR: Agustín Remache
NORMA UTILIZADA: ASTM D 143
FECHA DE ENSAYO: 10-may-2015

RESULTADOS DEL ENSAYO:

PROBETA N°	MOD. ELAST. E[Kg/cm ²]	CARGA MÁXIMA Kg.	ESFUERZO MÁXIMA Kg/cm ²
1	2,09E+06	495	10275,12
2	2,44E+06	510	10586,49
3	2,59E+06	512	10628,01
4	2,71E+06	512	10628,01
5	2,69E+06	510	10586,49
6	2,66E+06	505	10482,70

OBSERVACIONES:

Revisado por:


Ing. Asafas Caicedo Reyes, Mgs.
PROFESOR RESPONSABLE, LABORATORIO
RESISTENCIA DE MATERIALES



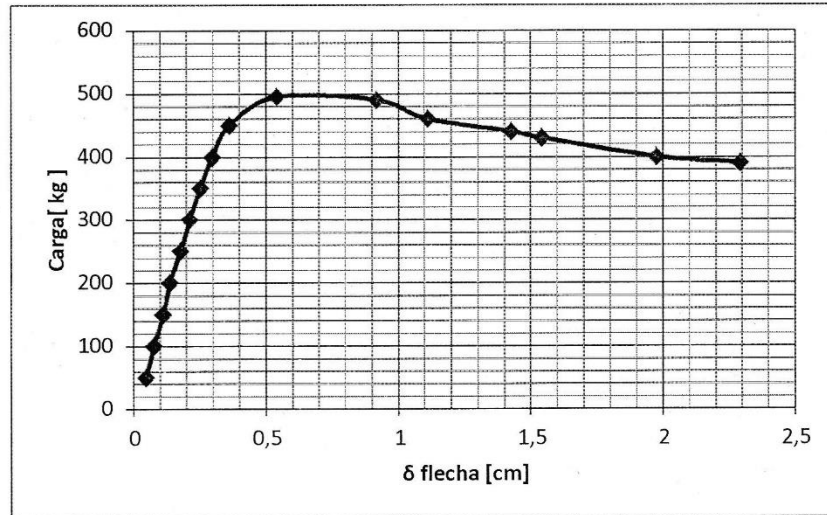
esPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE FLEXIÓN

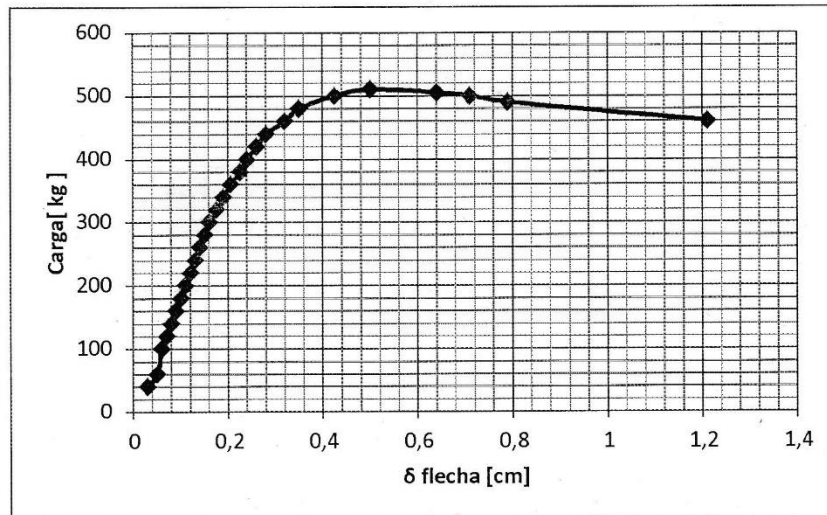
PROBETA N°1

PROBI




PROBETA N°2

PROB



Revisado por:


Ing. Isaias Caicedo Reyes. Mgs.
PROFESOR RESPONSABLE, LABORATORIO
RESISTENCIA DE MATERIALES



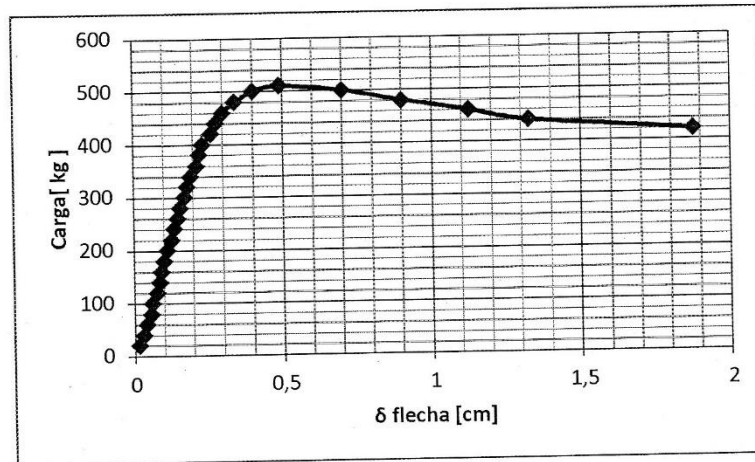


esPOCH

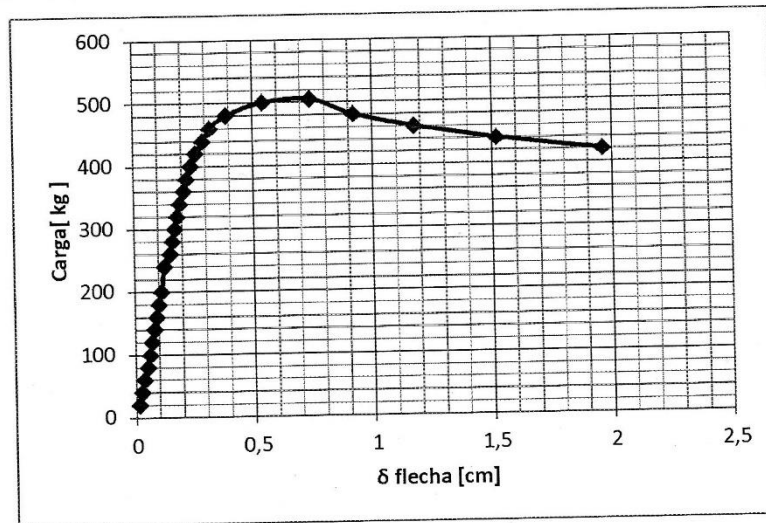
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE FLEXIÓN

PROBETA N° 5



PROBETA N° 6

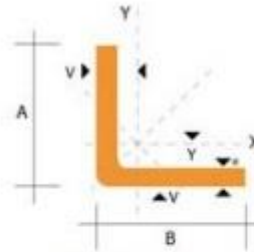


Revisado por:


Ing. Isajas Caicedo Reyes. Mgs.
PROFESOR RESPONSABLE, LABORATORIO



Anexo A8: Especificaciones técnicas del ángulo utilizado en la construcción

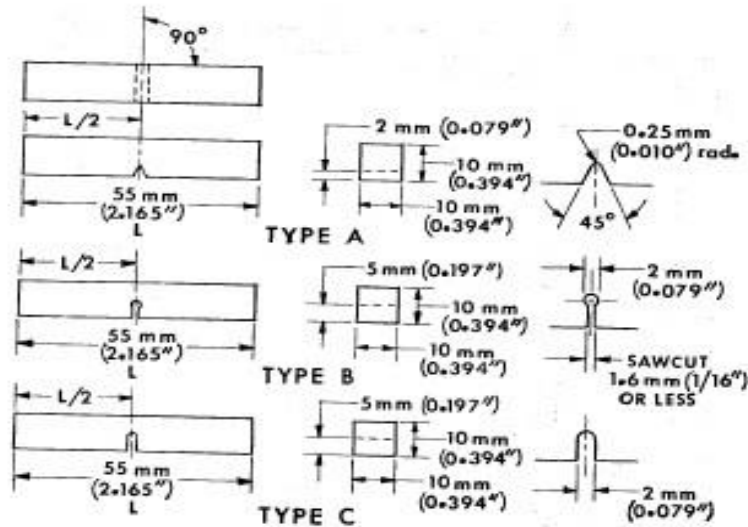


Seleccione el producto para agregarlo a la proforma.
Bajar documentación

DIMENSIONES			PESOS		SECCION	EJE X-X		EJE Y-Y		EJE U-U		EJE V-V	
A	B	e	6 metros	1 metro		I	W	i	X=Y	i	i	i	i
mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm	cm	cm	cm
100	100	5	45.18	7.53	9.59	95.50	13.10	3.16	2.73	4.01	1.95		
100	100	6	54.72	9.12	11.40	112.50	15.58	3.14	2.78	4.00	1.92		
100	100	8	71.76	11.96	14.95	144.63	20.29	3.11	2.87	3.97	1.89		
100	100	10	88.14	14.69	18.36	173.85	24.73	3.08	2.97	3.94	1.83		
100	100	12	105.12	17.52	21.63	201.12	28.98	3.05	3.06	3.92	1.82		
100	100	14	120.42	20.07	24.78	225.60	32.98	3.02	3.16	3.89	1.75		
125	125	5	56.94	9.49	12.10	190.00	20.80	3.96	3.35	5.03	2.46		
125	125	6	69.12	11.52	14.40	224.55	24.67	3.95	3.40	5.02	2.44		
125	125	8	90.96	15.16	18.95	290.90	32.29	3.92	3.49	4.99	2.47		
125	125	10	112.14	18.69	23.36	353.10	39.63	3.89	3.59	4.96	2.35		
125	125	12	134.28	22.38	27.63	411.29	46.63	3.86	3.68	4.94	2.32		
125	125	14	154.44	25.74	31.78	465.43	53.38	3.83	3.78	4.91	2.27		
150	150	6	83.52	13.92	17.40	393.59	35.88	4.75	4.03	6.04	2.94		
150	150	8	110.16	18.36	22.95	512.45	47.10	4.72	4.12	6.01	2.92		
150	150	10	136.14	22.69	28.36	625.31	57.95	4.69	4.21	5.98	2.87		
150	150	12	163.14	27.24	33.60	732.00	68.50	4.67	4.31	5.96	2.84		
150	150	14	183.60	30.60	37.78	833.33	78.62	4.64	4.40	5.93	2.79		
175	175	6	99.18	16.53	20.41	631.44	49.14	5.58	4.85	7.06	3.45		
175	175	8	131.22	21.87	26.90	825.00	64.70	5.53	4.74	7.03	3.43		
175	175	10	160.20	26.70	33.40	1010.00	79.80	5.50	4.84	7.01	3.39		
175	175	12	192.54	32.09	39.60	1190.00	94.50	5.47	4.93	6.98	3.35		
175	175	14	222.24	37.04	45.80	1380.00	109.00	5.44	5.03	6.95	3.35		
200	200	6	112.32	18.72	23.40	949.53	64.50	6.37	5.28	8.08	3.96		
200	200	8	148.56	24.76	30.95	1243.96	85.02	6.34	5.37	8.05	3.32		
200	200	10	184.14	30.69	38.36	1527.52	105.05	6.31	5.46	8.02	3.39		
200	200	12	221.14	36.94	45.60	1800.00	125.00	6.28	5.55	8.00	3.36		
200	200	14	256.26	42.71	52.60	2060.00	144.00	6.25	5.65	7.97	3.42		
250	250	6	141.12	23.52	29.40	1874.06	101.46	7.98	6.53	10.12	4.97		
250	250	8	186.96	31.18	38.95	2464.09	134.06	7.95	6.62	10.09	4.34		
250	250	10	232.14	38.69	48.36	3037.01	166.04	7.92	6.71	10.06	4.37		
250	250	12	280.08	46.68	57.63	3593.42	197.44	7.90	6.80	10.04	4.38		
250	250	14	324.54	54.09	65.75	4132.57	228.32	7.87	6.90	10.01	4.32		

Anexo A9: especificaciones técnicas según norma ASTM E – 23 ensayo de impacto Charpy

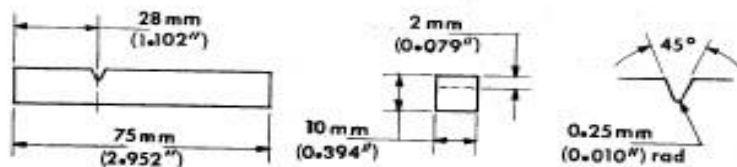
ASTM E 23



Note—Permissible variations shall be as follows:

Notch length to edge	$\pm 2^\circ$
Adjacent sides shall be at	$90^\circ \pm 10 \text{ min}$
Cross-section dimensions	$\pm 0.075 \text{ mm } (\pm 0.003 \text{ in.})$
Length of specimen (L)	$+0, -2.5 \text{ mm } (+0, -0.100 \text{ in.})$
Centering of notch ($L/2$)	$\pm 1 \text{ mm } (\pm 0.039 \text{ in.})$
Angle of notch	$\pm 1^\circ$
Radius of notch	$\pm 0.025 \text{ mm } (\pm 0.001 \text{ in.})$
Notch depth:	
Type A specimen	$\pm 0.025 \text{ mm } (\pm 0.001 \text{ in.})$
Types B and C specimen	$\pm 0.075 \text{ mm } (\pm 0.003 \text{ in.})$
Finish requirements	$2 \mu\text{m } (63 \mu\text{in.})$ on notched surface and opposite face; $4 \mu\text{m } (125 \mu\text{in.})$ on other two surfaces

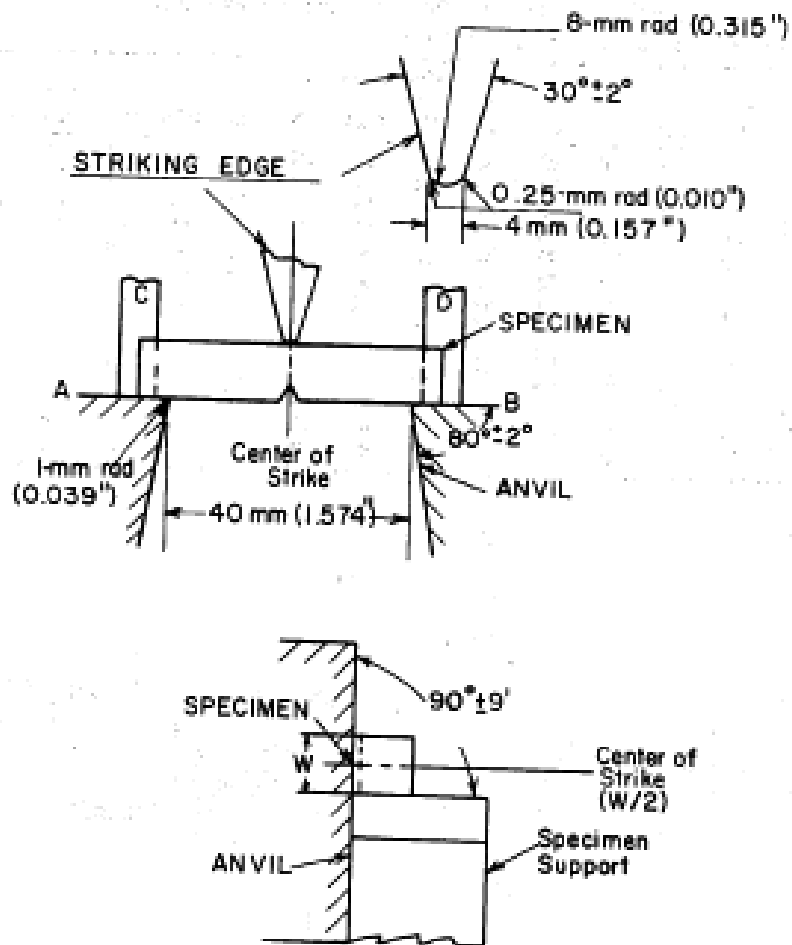
FIG. 6 Charpy (Simple-Beam) Impact Test Specimens, Types A, B, and C



Note—Permissible variations shall be as follows:

Notch length to edge	$90 \pm 2^\circ$
Cross-section dimensions	$\pm 0.025 \text{ mm } (\pm 0.001 \text{ in.})$
Length of specimen	$+0, -2.5 \text{ mm } (\pm 0, -0.100 \text{ in.})$
Angle of notch	$\pm 1^\circ$
Radius of notch	$\pm 0.025 \text{ mm } (\pm 0.001 \text{ in.})$
Notch depth	$\pm 0.025 \text{ mm } (\pm 0.001 \text{ in.})$
Adjacent sides shall be at	$90^\circ \pm 10 \text{ min}$
Finish requirements	$2 \mu\text{m } (63 \mu\text{in.})$ on notched surface and opposite face; $4 \mu\text{m } (125 \mu\text{in.})$ on other two surfaces

FIG. 7 Izod (Cantilever-Beam) Impact Test Specimen, Type D



- All dimensional tolerances shall be ± 0.05 mm (0.002 in.) unless otherwise specified.
- Note 1—A shall be parallel to B within 2:1000 and coplanar with B within 0.05 mm (0.002 in.).
- Note 2—C shall be parallel to D within 2.0:1000 and coplanar with D within 0.125 mm (0.005 in.).
- Note 3—Finish on unmarked parts shall be 4 μ m (125 μ in.).

FIG. 2 Charpy (Simple-Beam) Impact Test

Anexo A10: Ensayos de impacto Charpy



esPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECANICA
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO CHARPY

MATERIAL: ASTM A36

SOLICITADO POR: Agustin Remache

NORMA UTILIZADA: ASTM E23 -72

FECHA DE ENSAYO: 10-may-15

RESULTADOS DEL ENSAYO:

Se reciben 6 probetas de acero las cuales fueron extraidas de un acero A36

TEMPERATURA A 20 °C					
PROBETA	ENERGIA ABSORBIDA		SECCION TRANSVERSAL	RESILIENCIA	TIPO DE ROTURA
	JOULE	kgm	cm ²	kg-m/cm ²	
Nº					
1	77	7,850	0,820	9,573	rotura completa
2	76,8	7,831	0,810	9,668	rotura completa
3	78,3	7,98	0,798	10,005	rotura bisagra
4	76,8	7,831	0,800	9,789	rotura completa
5	75,4	7,688	0,802	9,586	rotura completa
6	76,86	7,84	0,79	9,920	rotura bisagra

Riobamba, 10-may-15

OBSERVACIONES:

Revisado por:


Ing. Ismael Cargado Reyes, Mgs.
PROFESOR RESPONSABLE, LABORATORIO

Anexo A11: velocidad recomendada para el análisis de impacto frontal según reglamento no 94 de la comisión económica para Europa (CEPE).

4. VELOCIDAD DE ENSAYO

La velocidad del vehículo en el momento del impacto será de 56 – 0, + 1 km/h. Sin embargo, si el ensayo se efectúa a mayor velocidad de impacto y el vehículo cumple los requisitos, el ensayo se considerará satisfactorio.

5. MEDICIONES QUE DEBEN EFECTUARSE EN LOS MANIQUÍES DE LOS ASIENTOS DELANTEROS

5.1. Todas las mediciones necesarias para verificar los criterios de comportamiento se llevarán a cabo con sistemas de medición que cumplan las especificaciones del anexo 8.

5.2. Los distintos parámetros se registrarán a través de canales de datos independientes de las siguientes clases de frecuencias del canal de datos (CFC):

5.2.1. Mediciones en la cabeza del maniquí

La aceleración (a) referida al centro de gravedad se calculará a partir de las componentes triaxiales de la aceleración medidas con una CFC de 1 000.

5.2.2. Mediciones en el cuello del maniquí

5.2.2.1. La fuerza de tracción axial y la fuerza de cizalladura anterior y posterior en la zona de unión del cuello y la cabeza se medirán con una CFC de 1 000.

5.2.2.2. El momento de flexión en torno a un eje lateral en la zona de unión del cuello y la cabeza se medirá con una CFC de 600.

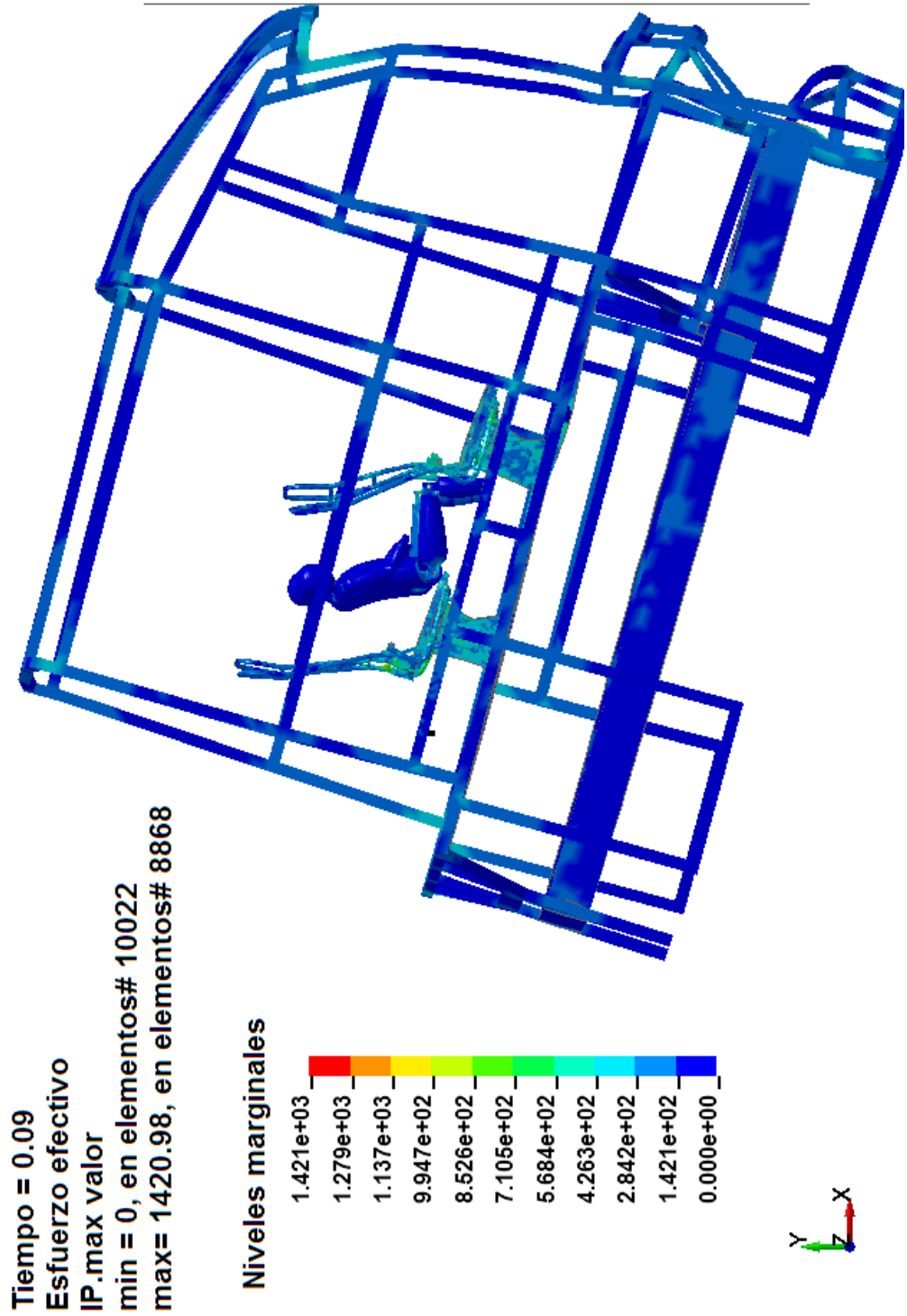
5.2.3. Mediciones en el tórax del maniquí

El hundimiento del pecho entre el esternón y la columna vertebral se medirá con una CFC de 180.

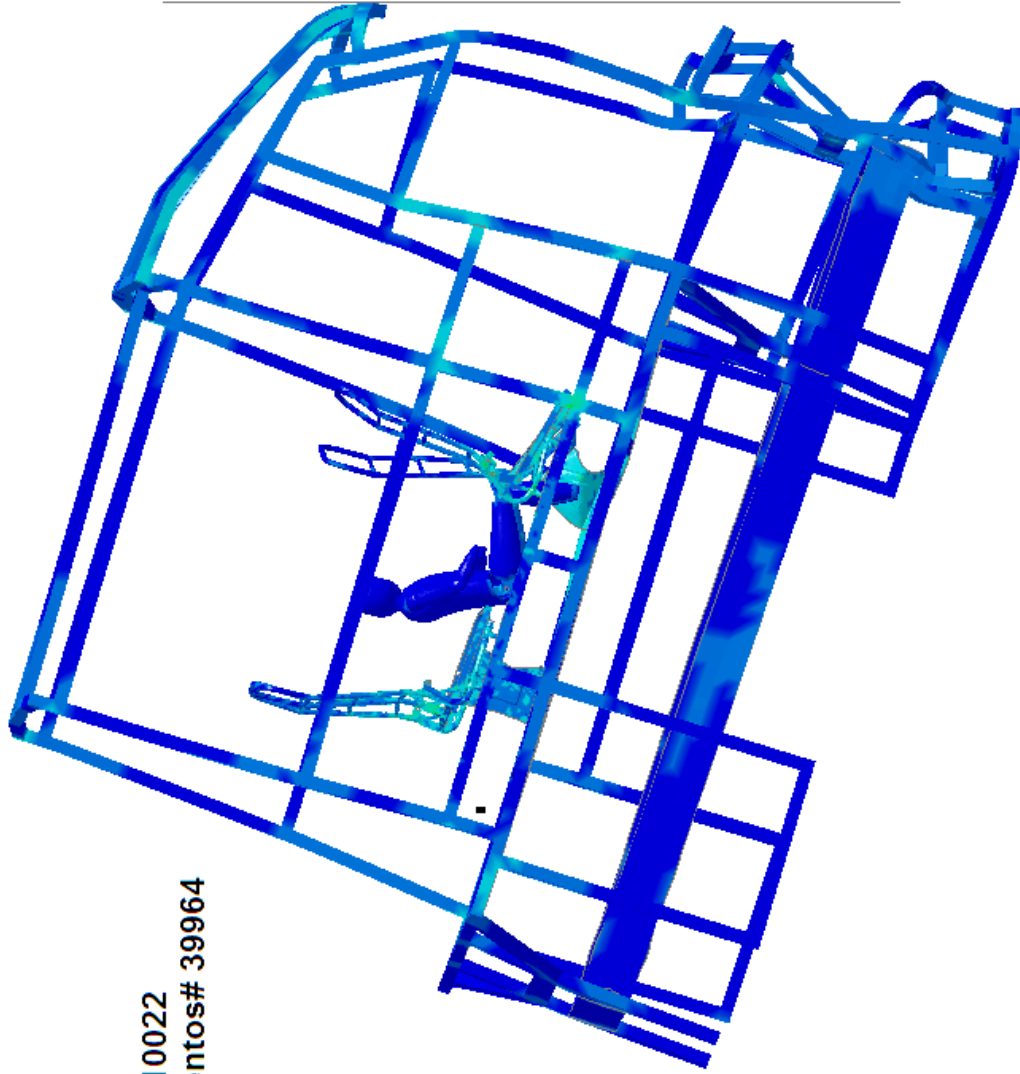
5. REQUISITOS PARA ASIENTOS
- 5.1. Cada tipo de asiento deberá cumplir los requisitos de ensayo bien del apéndice 1 (ensayo dinámico) o bien de los apéndices 5 y 6 (ensayo estático), según lo elija el fabricante.
- 5.2. Los ensayos que haya superado el tipo de asiento se registrarán en el impreso de comunicación relativa a la homologación de un tipo de asiento, extendido con arreglo al modelo del anexo 1.
- 5.3. Todo sistema de regulación y de desplazamiento instalado deberá incluir un sistema de bloqueo, que funcionará automáticamente.
- 5.4. No será obligatorio que los sistemas de regulación y bloqueo funcionen de manera normal después del ensayo.
6. REQUISITOS PARA ANCLAJES DE ASIENTOS DE UN TIPO DE VEHÍCULO
- 6.1. Los anclajes de los asientos del vehículo deberán superar:
- 6.1.1. el ensayo descrito en el apéndice 2;
- 6.1.2. o, si el asiento se halla en la parte de la estructura del vehículo que se está ensayando, los ensayos descritos en el apéndice 1; no será obligatorio que el asiento esté homologado, a condición de que cumpla los requisitos del punto 3.2.1 de dicho apéndice.
- 6.2. Se aceptará que se produzca una deformación permanente, incluida la rotura, de un anclaje o de la zona que lo rodea, siempre que la fuerza establecida se haya ejercido durante todo el período fijado.
- 6.3. En caso de que haya más de un tipo de anclaje en un vehículo, se ensayará cada una de las variantes para la obtención de la homologación del vehículo.
- 6.4. Podrá efectuarse un solo ensayo para homologar al mismo tiempo un asiento y un vehículo.
- 6.5. En el caso de los vehículos de la categoría M₂, se considerará que los anclajes de los asientos cumplen los requisitos de los puntos 6.1 y 6.2 si los anclajes de los cinturones de seguridad de las plazas de asientos correspondientes están montados directamente en los asientos que han de instalarse y cumplen a su vez los requisitos del Reglamento n.º 14, en caso necesario con la excepción prevista en el punto 7.4.
7. REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE ASIENTOS EN UN TIPO DE VEHÍCULO
- 7.1. Todos los asientos instalados orientados hacia adelante se homologarán con arreglo a los requisitos del punto 5 del presente Reglamento y si cumplen las siguientes condiciones:
- 7.1.1. el asiento tendrá una altura de referencia mínima de 1 m; y
- 7.1.2. el punto H del asiento que esté situado inmediatamente detrás se hallará menos de 72 mm por encima del punto H del asiento que se ensaye o, si el asiento que está detrás se halla a más de 72 mm de altura, el asiento se ensayará y homologará para la instalación en esa posición.
- 7.2. Si se concede la homologación de conformidad con el apéndice 1, serán aplicables los ensayos 1 y 2, con las siguientes salvedades:
- 7.2.1. El ensayo 1 no se realizará si la parte posterior del asiento no puede ser golpeada por un viajero no sujeto (es decir, cuando no haya ningún asiento que mire hacia adelante justo detrás del asiento que se ensaya).
- 7.2.2. El ensayo 2 no se realizará:
- 7.2.2.1. si la parte posterior del asiento no puede ser golpeada por un viajero sujeto, o
- 7.2.2.2. si el asiento que se halla detrás lleva un cinturón de tres puntos con anclajes que cumplen plenamente el Reglamento n.º 14 (sin excepción), o
- 7.2.2.3. si el asiento cumple los requisitos del apéndice 6 del presente Reglamento.

- 2.5. Si es regulable, el respaldo estará regulado de manera que la inclinación resultante del torso del maniquí utilizado para determinar el punto H y el ángulo real del torso en posición sentada en los vehículos de motor sea lo más próxima posible a la recomendada por el fabricante para un uso normal o, si no hay ninguna recomendación especial del fabricante, lo más próxima posible a 25° hacia atrás respecto a la vertical.
- 2.6. Si el respaldo lleva un apoyacabezas regulable en altura, este se hallará en su posición más baja.
- 2.7. Se colocarán tanto en el asiento auxiliar como en el asiento que se vaya a ensayar dispositivos de seguridad de un tipo homologado conforme al Reglamento nº 16, fijados en andájes instalados conforme al Reglamento nº 14 (teniendo en cuenta, en su caso, la excepción prevista en el punto 7.4 de ese Reglamento).
3. Ensayos dinámicos
- 3.1. Ensayo 1
- La plataforma de ensayo se colocará en un carro.
- 3.2. Asiento auxiliar
- El asiento auxiliar podrá ser del mismo tipo que el asiento que se ensaya y se situará paralelamente y justo detrás del asiento que se ensaya. Ambos asientos estarán a la misma altura, ajustados de modo idéntico y con una distancia entre asientos de 750 mm.
- 3.2.1. Si se utiliza un asiento auxiliar de distinto tipo, esto se indicará en el impreso de comunicación relativa a la homologación de un tipo de asiento, de conformidad con el del anexo I del presente Reglamento.
- 3.3. Maniquí
- 3.3.1. El maniquí se colocará sin resonación en el asiento auxiliar de manera que su plano de simetría corresponda al plano de simetría de la plaza de asiento correspondiente.
- 3.3.2. Las manos del maniquí estarán apoyadas en los muslos, y los codos tocarán el respaldo; las piernas estarán extendidas al máximo y, si es posible, serán paralelas entre sí; los talones tocarán el suelo.
- 3.3.3. El maniquí se colocará en el asiento del siguiente modo:
- 3.3.3.1. El maniquí se colocará en el asiento en la posición más próxima a la deseada.
- 3.3.3.2. Se colocará lo más bajo posible pegando a la parte delantera del torso del maniquí una superficie rígida plana de 76 mm x 76 mm.
- 3.3.3.3. Se presionará horizontalmente la superficie plana contra el torso del maniquí con una fuerza de entre 250 y 350 N:
- 3.3.3.3.1. El torso se desplazará hacia adelante por los hombros hasta que esté en posición vertical y, acto seguido, se colocará contra el respaldo. Esta operación se realizará dos veces.
- 3.3.3.3.2. Sin que el torso se mueva, se colocará la cabeza en una posición tal que la plataforma sobre la que se hallen los instrumentos de medición contenidos en la cabeza sea horizontal y que el plano mediano sagital de la cabeza sea paralelo al del vehículo.
- 3.3.3.4. Se retirará con cuidado la superficie plana.
- 3.3.3.5. Se desplazará hacia adelante el maniquí en el asiento y se repetirá el procedimiento de colocación indicado anteriormente.
- 3.3.3.6. Si es necesario, se corregirá la posición de los miembros inferiores.
- 3.3.3.7. Los instrumentos de medición colocados no afectarán de ningún modo al movimiento del maniquí durante el impacto.
- 3.3.3.8. La temperatura del sistema de los instrumentos de medición se estabilizará antes del ensayo y se mantendrá, en la medida de lo posible, entre 19 °C y 26 °C.
- 3.4. Simulación de impacto
- 3.4.1. El cambio total de velocidad del carro que simula el impacto estará entre 30 y 32 km/h.
- 3.4.2. La desaceleración o, a elección del solicitante, la aceleración del carro durante la simulación de impacto se ajustará a lo indicado en la figura 1. Salvo en intervalos que no sean menores de 3 ms, la curva de desaceleración o aceleración del carro en función del tiempo se mantendrá dentro de los límites señalados en la figura 1.

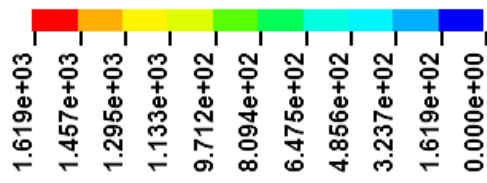
Anexo B1: Esfuerzos de la simulación del impacto frontal a 56km/h, 75 y 90 km/h



Tiempo = 0.09
Esfuerzo efectivo
IP.max valor
min = 0, en elementos# 10022
max = 1618.72, en elementos# 39964

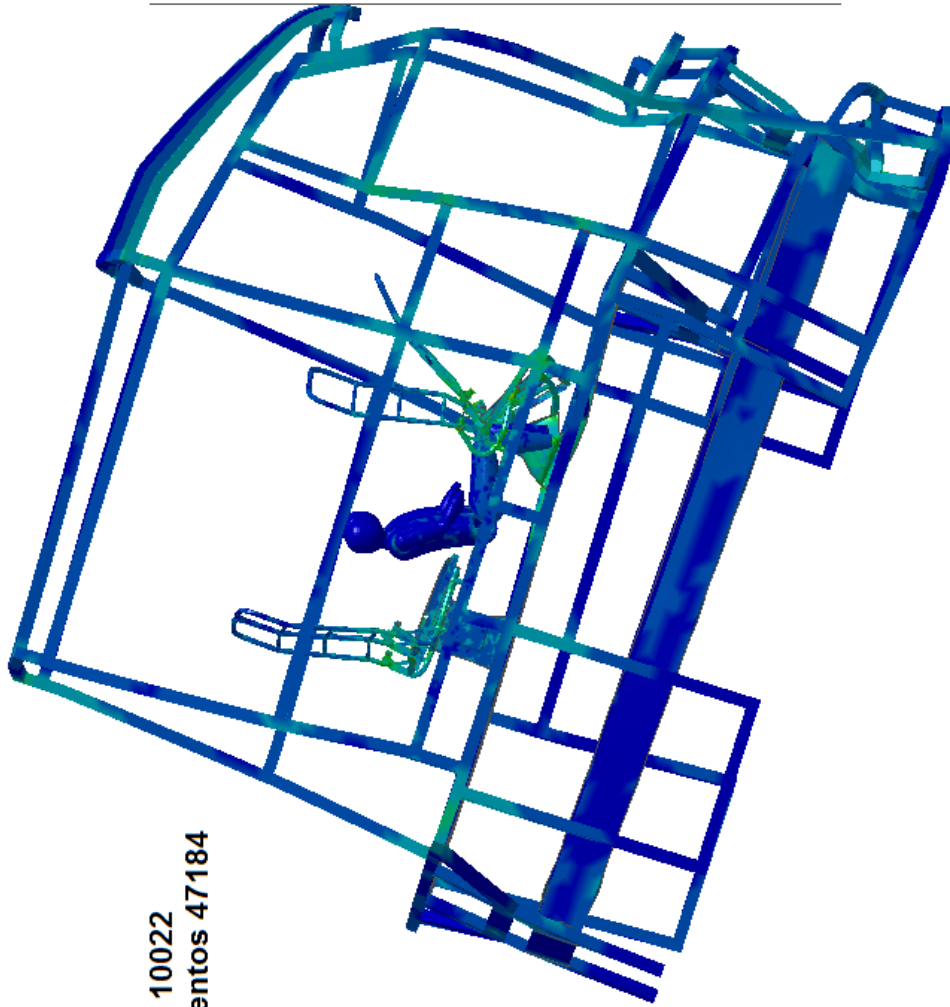
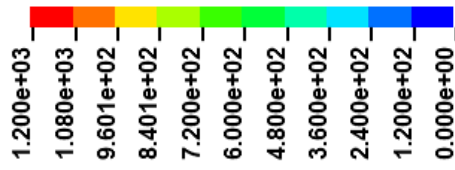


Niveles marginales

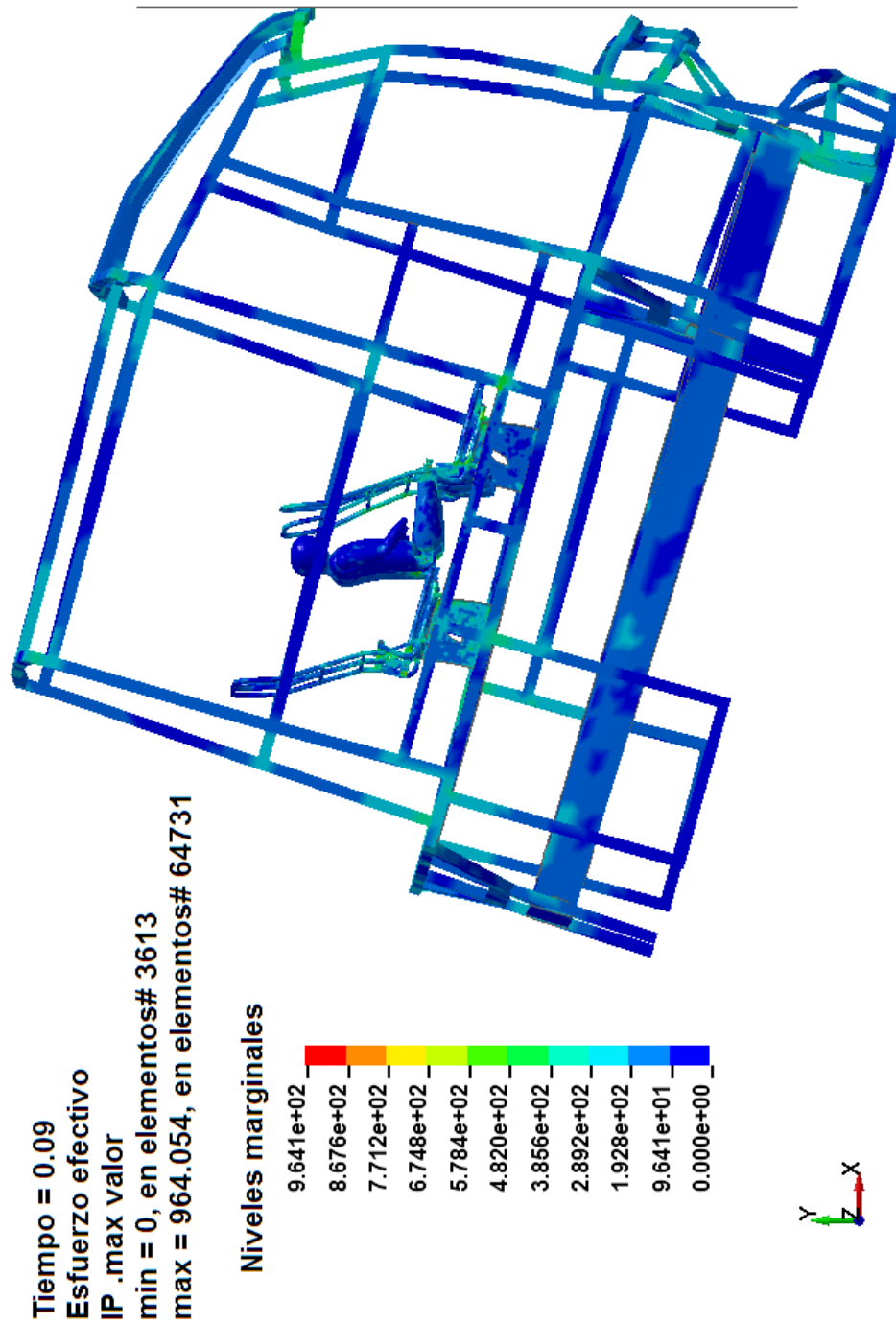


Tiempo = 0.09
Esfuerzo efectivo
IP.max valor
min=0 , en elementos # 10022
max= 1200,08, en elementos 47184

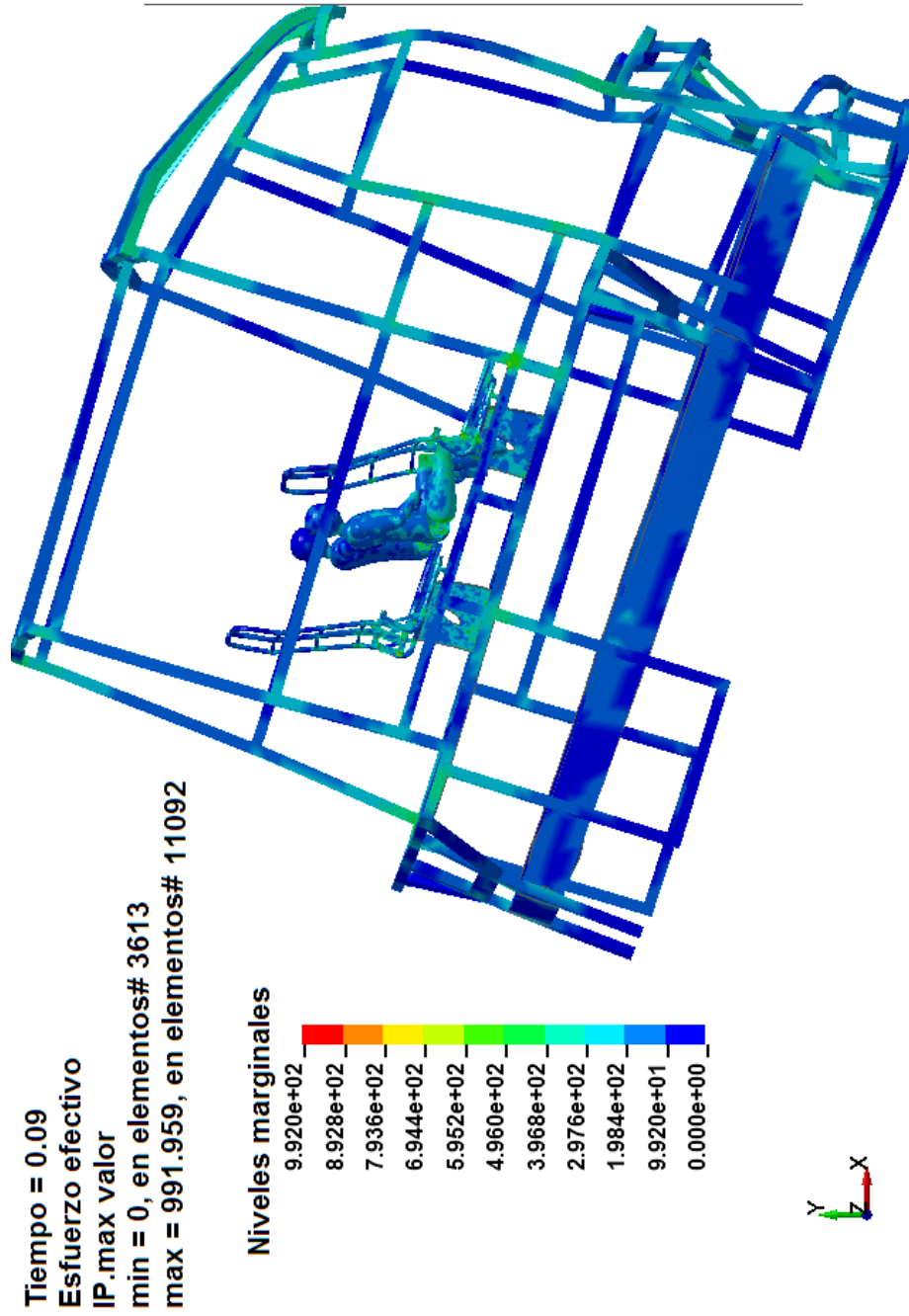
Niveles marginales



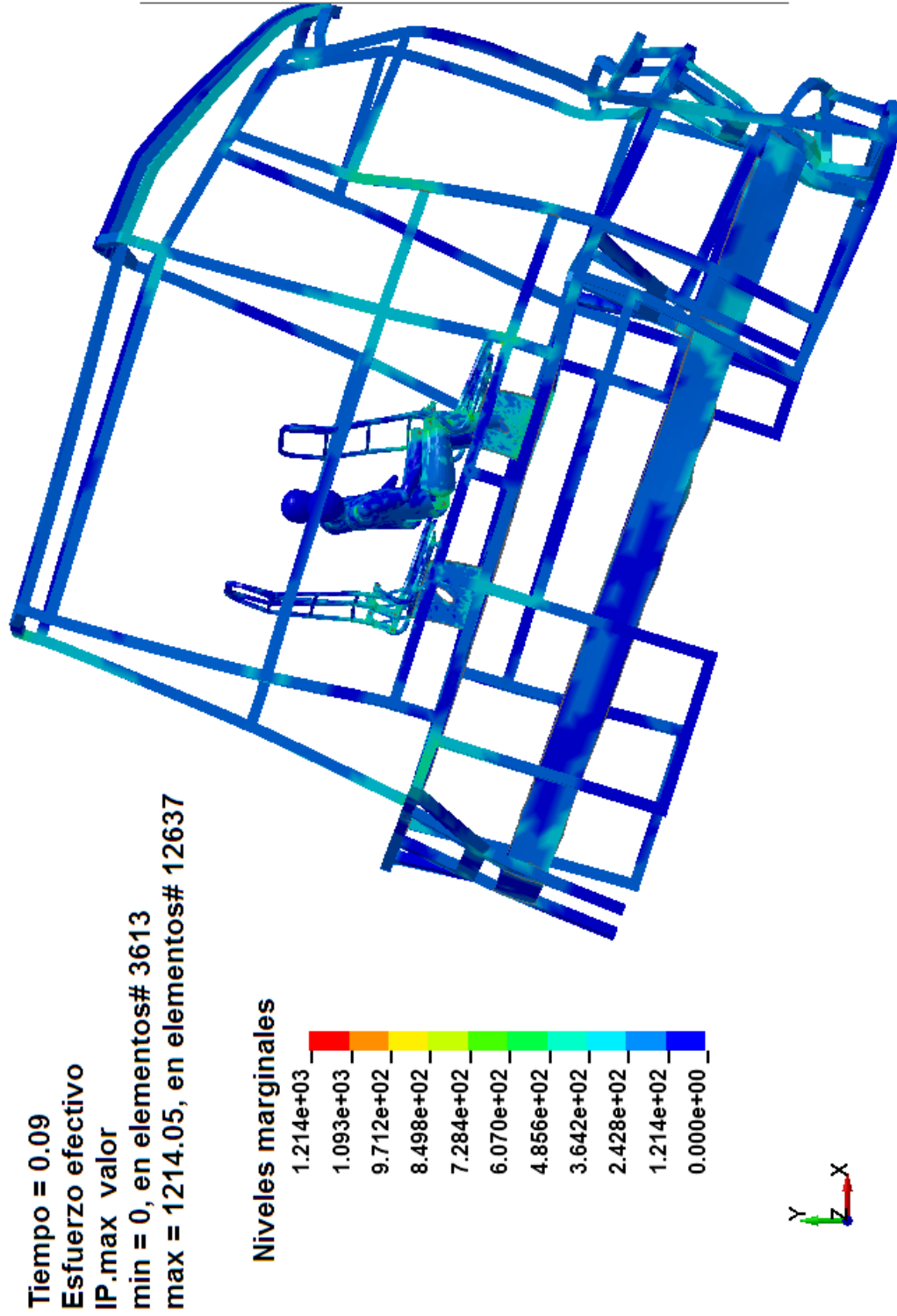
Anexo B2: Esfuerzo máximo de la propuesta del impacto frontal a 56, 75 y 90 km/h



Esfuerzo máximo de la propuesta del impacto a 75 km/h



Esfuerzo máximo de la propuesta del impacto a 90 km/h



Anexo B3: Certificado de aceptación para realizar la tesis



Ambato 11 de julio del 2014

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN PARA DESARROLLO DE LA TESIS EN LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A

A petición de la parte interesada, certifico que el señor:

Agustin Danilo Remache Gutiérrez con cedula de identidad 0503213001, egresado de la Carrera de Ingeniería Mecánica, ha sido aceptado para realice el estudio de tipos de anclajes de asientos en un impacto frontal para determinar las deformaciones y esfuerzos máximos en la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A.

El proyecto de tesis no se ha desarrollado en la empresa por lo que es necesario realizar el estudio ya que aportara a mejorar la calidad de los productos cumpliendo con los reglamentos establecidos.

Sin otro particular por el momento, hago propicia la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente:



Ing. José Javier Miranda Villacis

CI: 1803593464

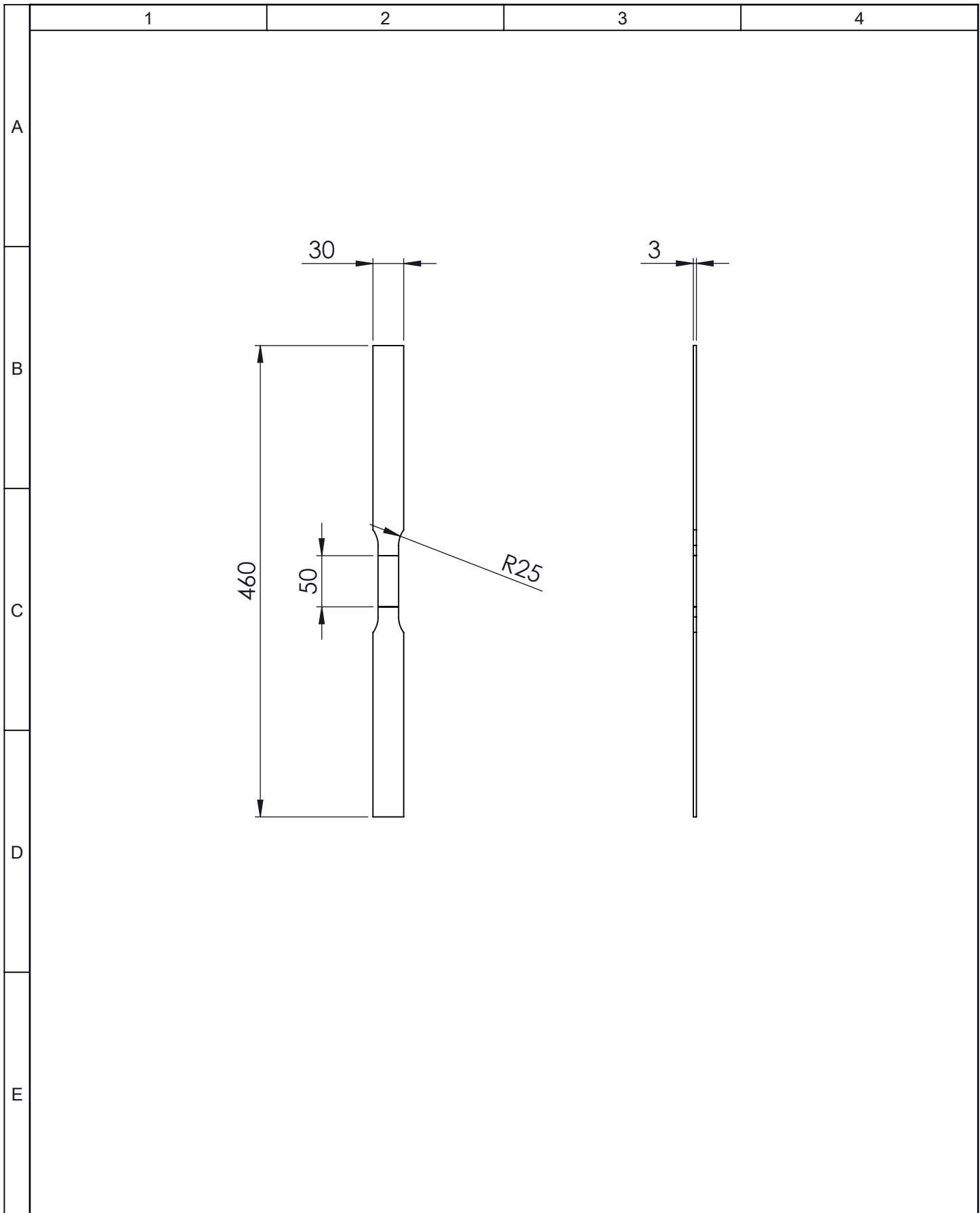
GERENTE GENERAL

MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A

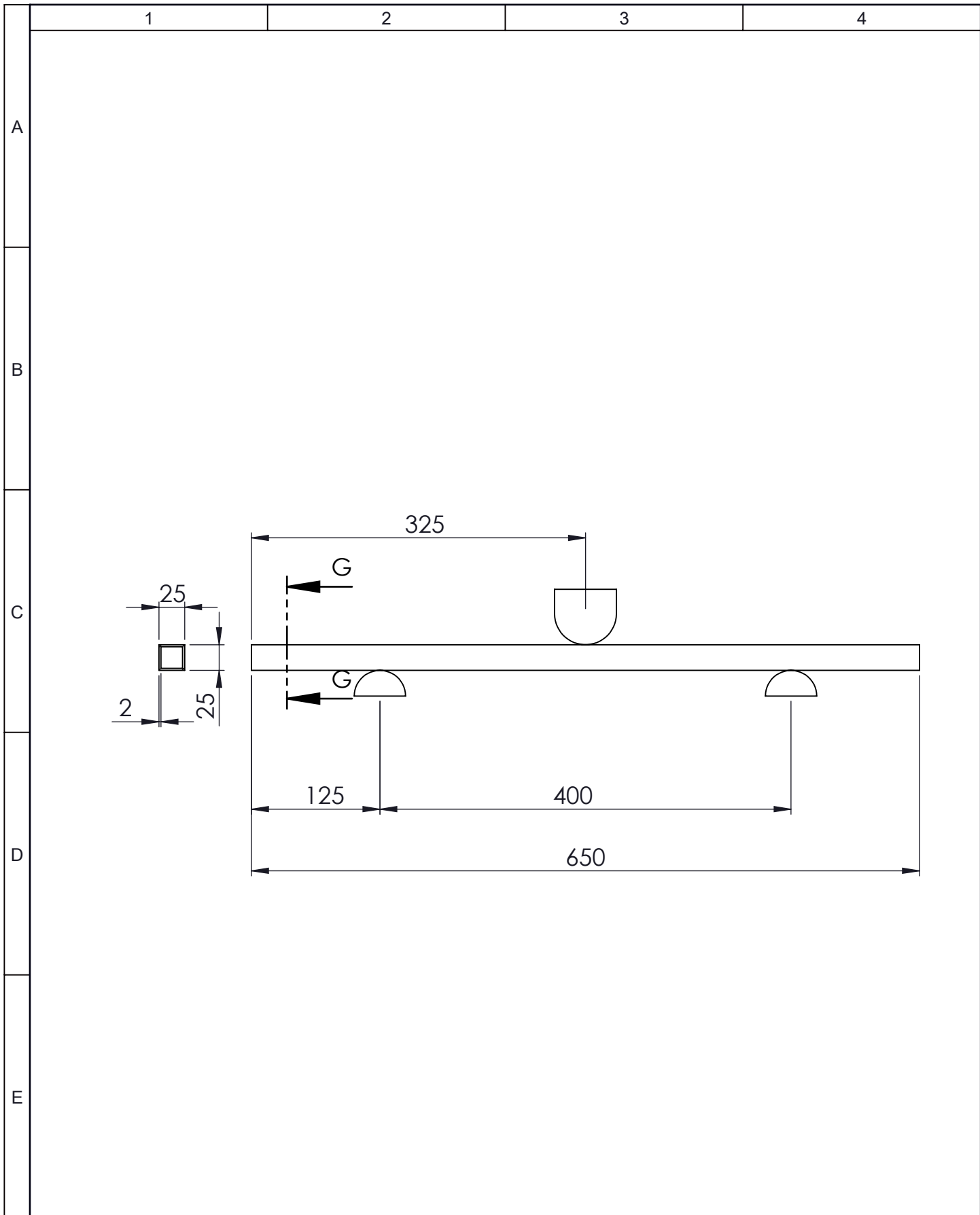
Dirección: Calle 5 y Avenida D. Esquina, Parque Industrial
Fax: 593 32434164 Telf. 593 32434164

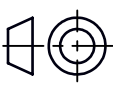
www.miviltech.com

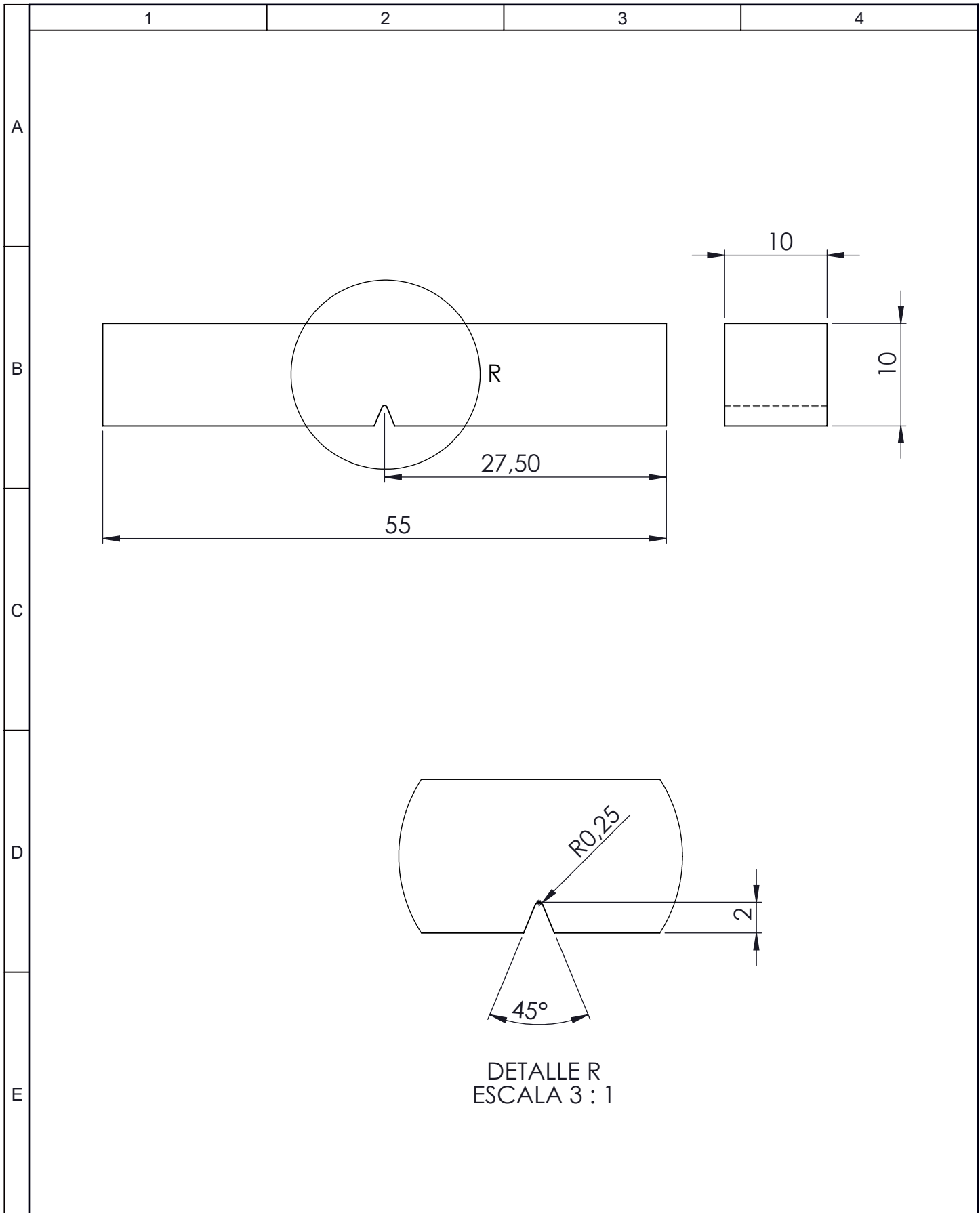
Anexo B4: Planos



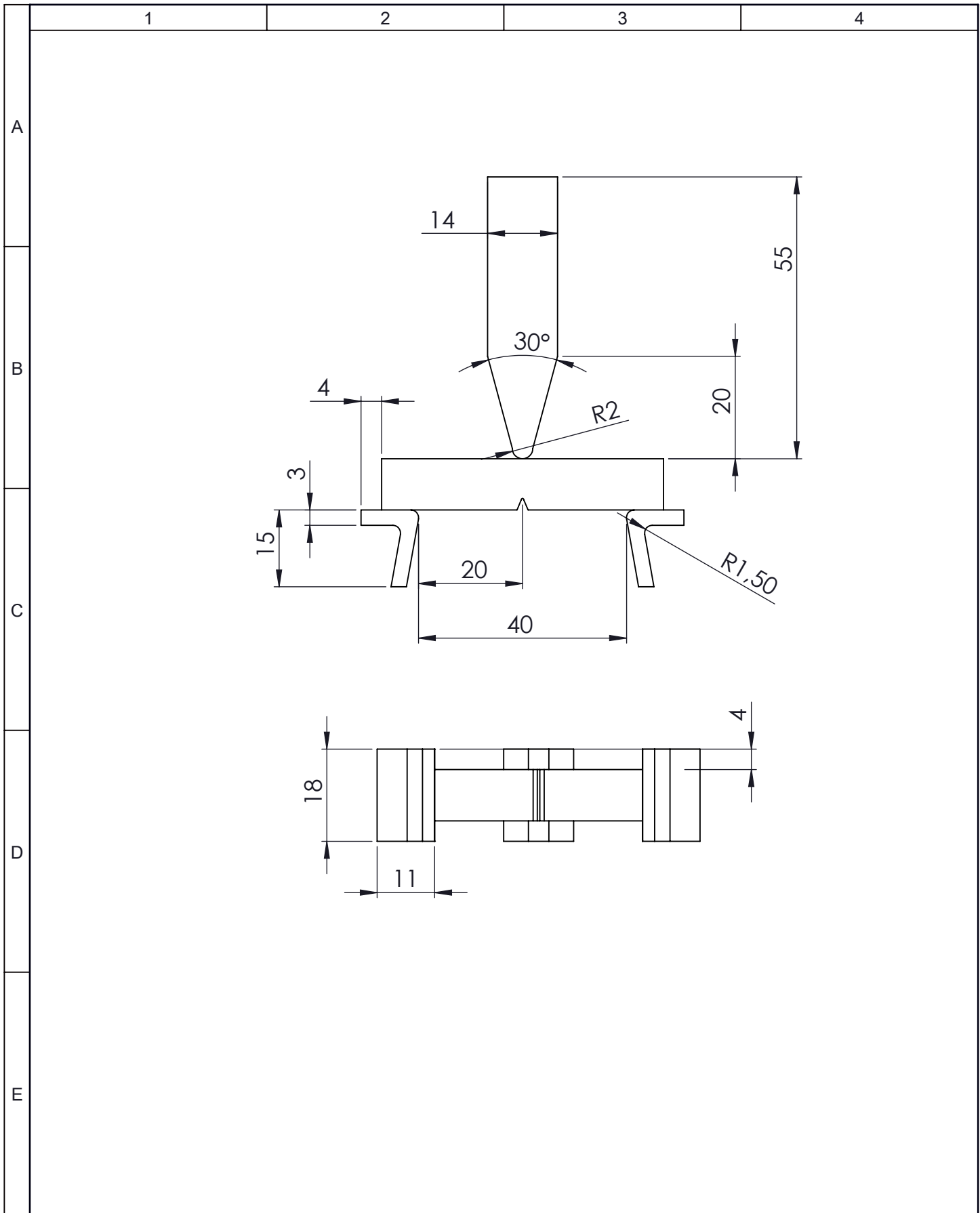
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	0.58Kg	Acero ASTM A-36			
					Fecha	Nombre	Probeta Traccion		Escala:
				Dibujó:	22/02/15	Remache.A			1:5
				Revisó:	22/02/15	Ing. Arroba C.			
				Aprobó:	22/02/15	Ing. Arroba C.	Número del dibujo: 01 de 10		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica			(Sustitución)		



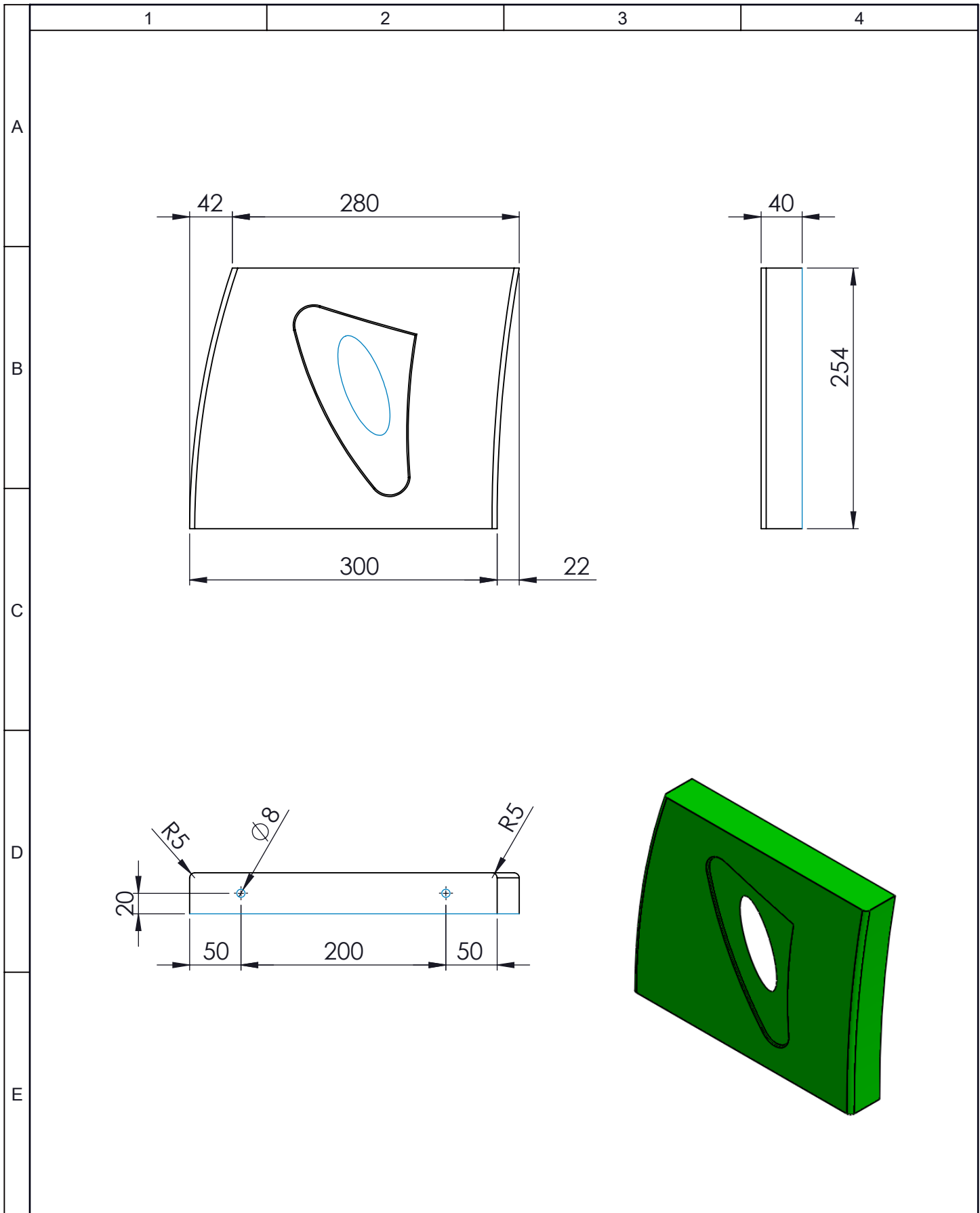
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,645 Kg	Acero ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 22/02/15	Remache A.		
				Revisó: 22/02/15	Ing. Arroba C.		
				Aprobó: 22/02/15	Ing. Arroba C.	<h2 style="text-align: center;">Probeta flexion</h2>	1:5
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
							



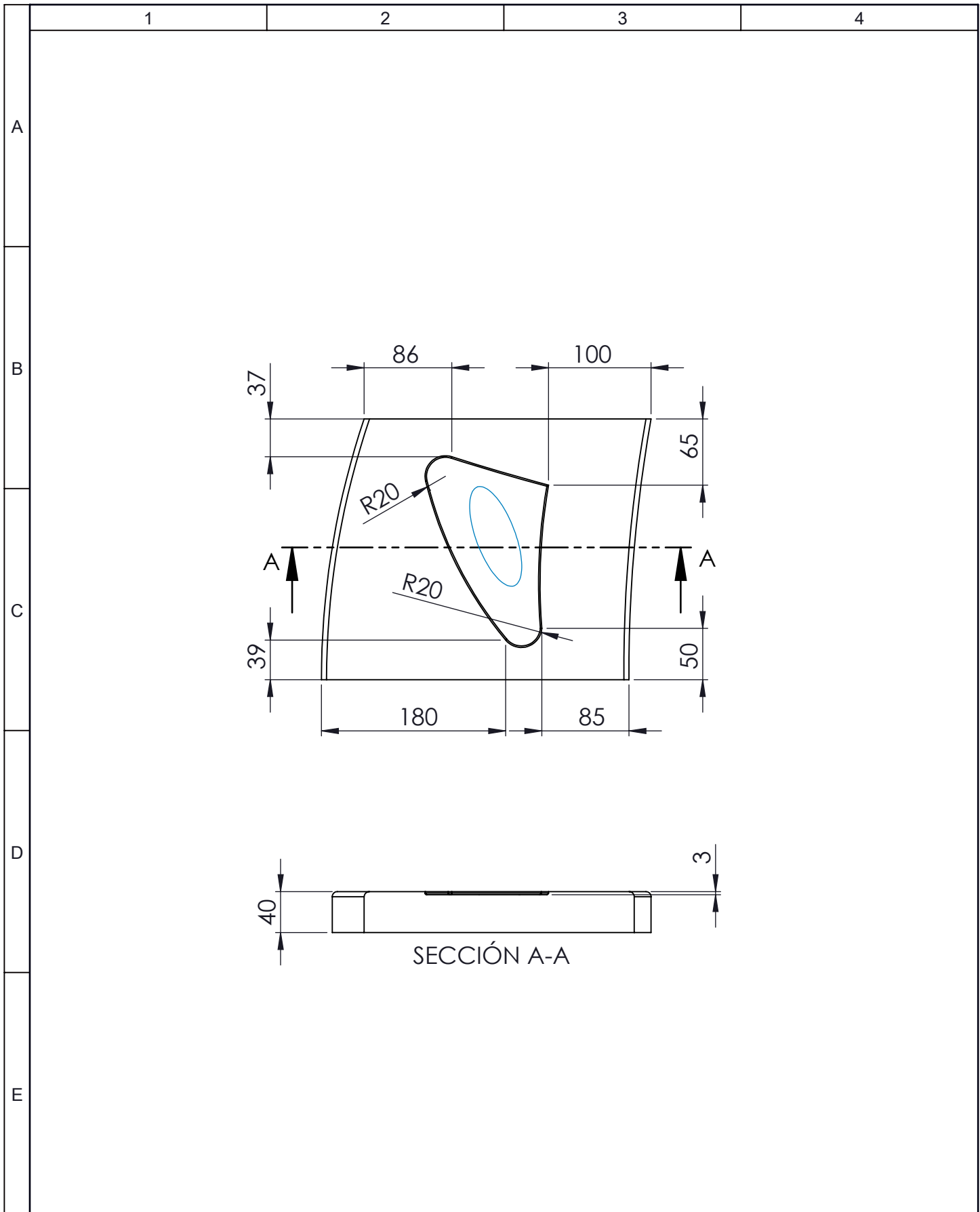
					Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
					±0,1	0.0458Kg	Acero ASTM A-36		
					Fecha	Nombre	Probeta Charpy		Escala:
				Dibujó:	22/02/15	Remache.A			2:1
				Revisó:	22/02/15	Ing. Arroba C.			
				Aprobó:	22/02/15	Ing. Arroba C.			
					UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo:	03 de 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



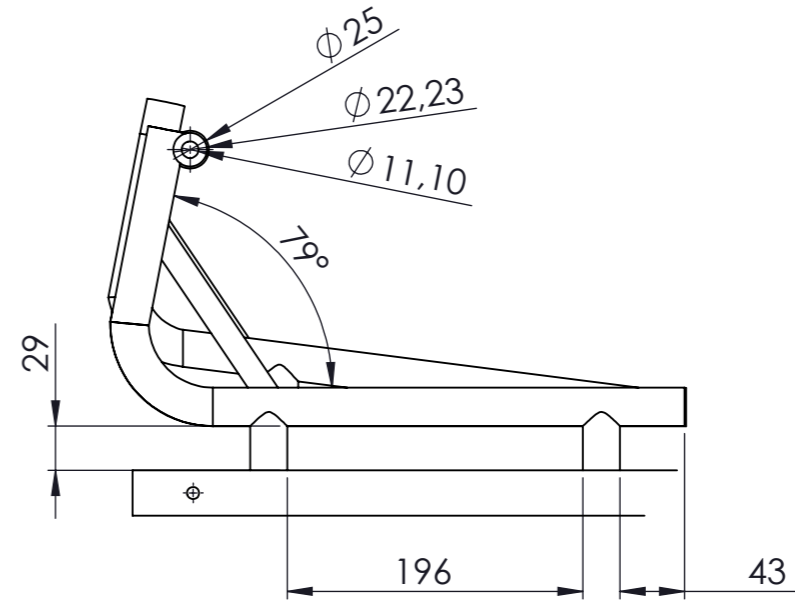
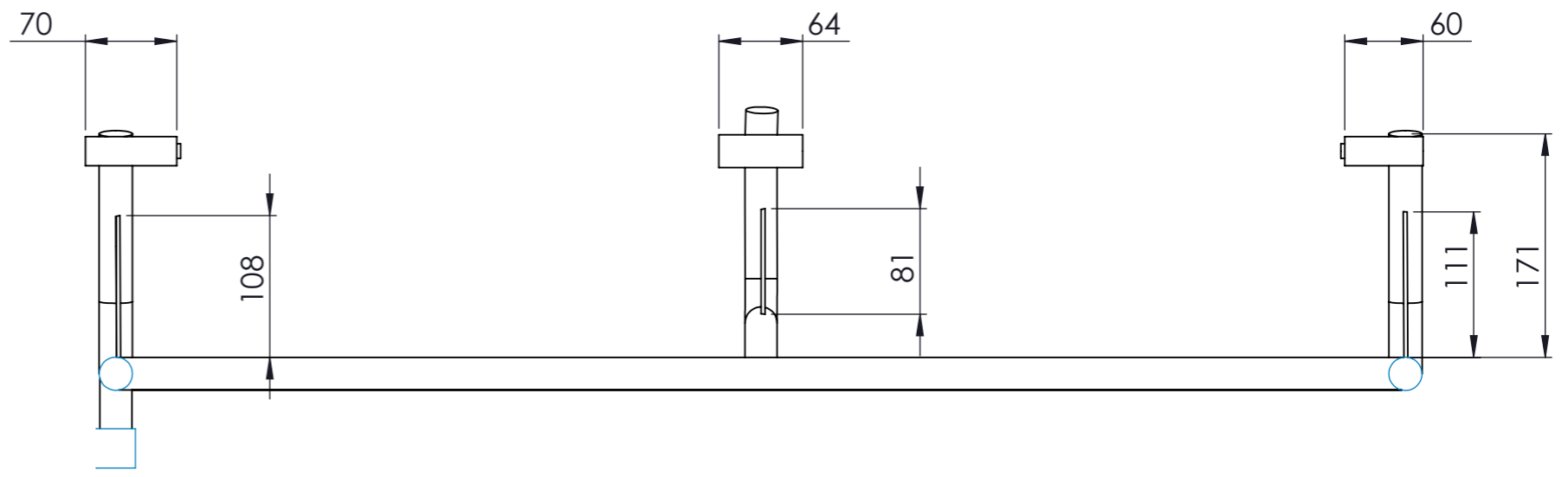
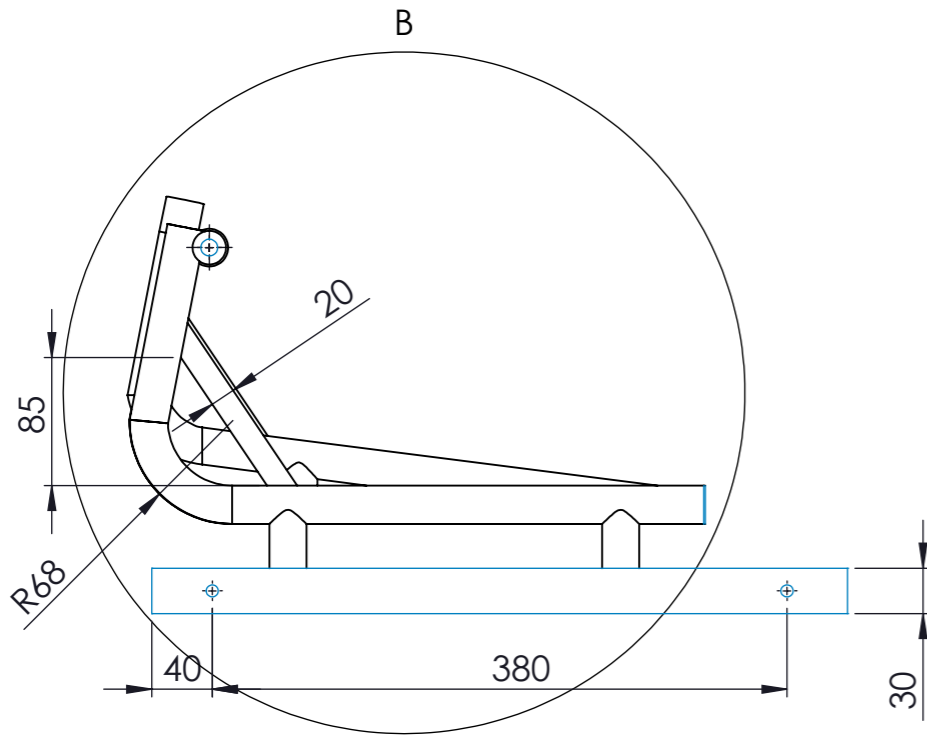
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	12 Kg	Acero ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 22/02/15	Remache.A		
				Revisó: 22/02/15	Ing. Arroba C.		
				Aprobó: 22/02/15	Ing. Arroba C.	<h1 style="text-align: center;">Ensayo charpy</h1>	1:1
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



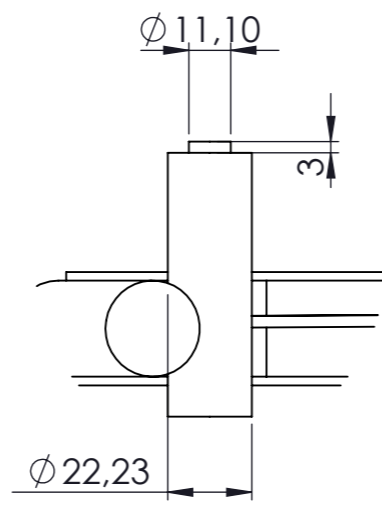
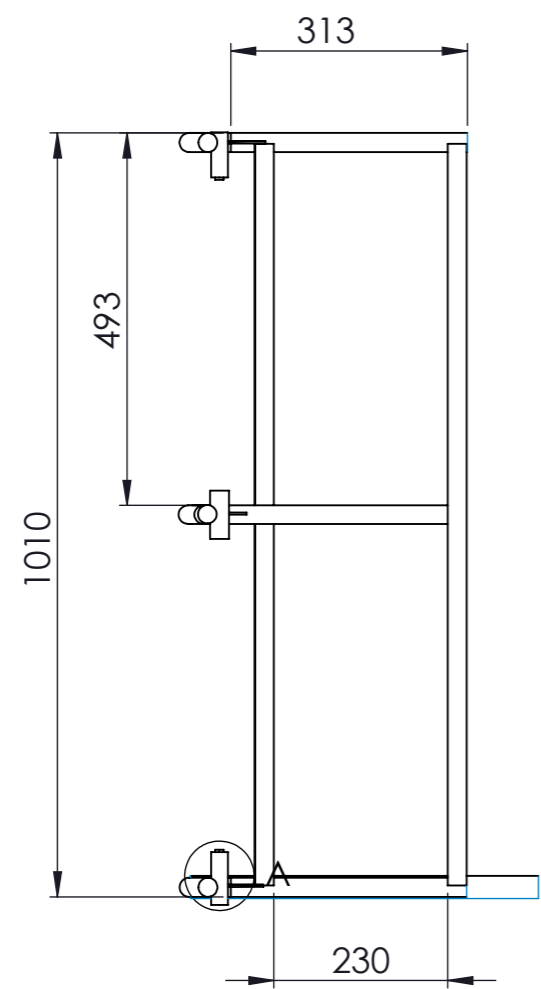
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0,578 Kg	ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 03/10/15	A. Remache		
				Revisó: 03/10/15	Ing. Arroba C.		
				Aprobó: 03/10/15	Ing. Arroba C.	PATA DE ASIENTO	1:5
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,578Kg	ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 03/10/15	A. Remache		
				Revisó: 03/10/15	Ing. Arroba C.		
				Aprobó: 03/10/15	Ing. Arroba C.	PATA DE ASIENTO	1:5
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

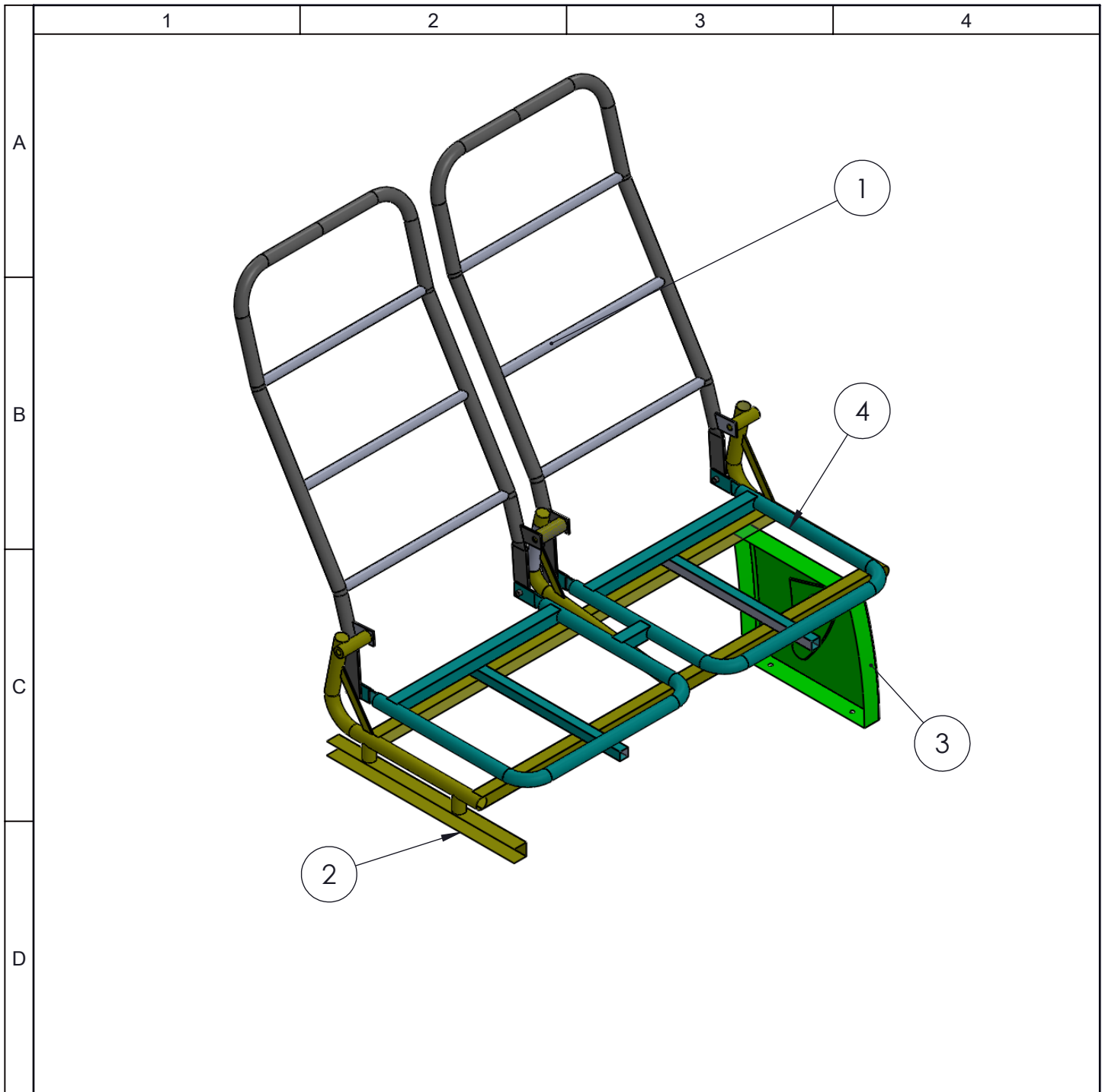


DETALLE B
ESCALA 1 : 5



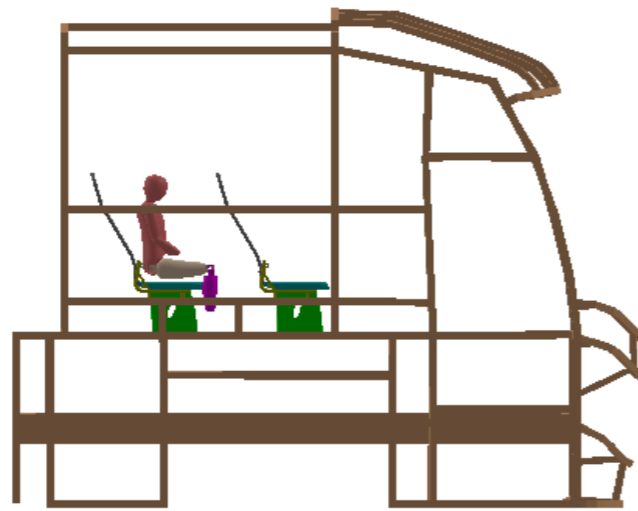
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	5 Kg	Acero ASTM A-36	
					Fecha	Nombre	Denominación: Base anclaje asiento
					Dibujó: 22/09/15	A. Remache	
					Revisó: 22/09/15	Ing.C. Arroba	
					Aprobó: 22/09/15	Ing.C. Arroba	Escala: 1:5
					UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 08 de 10
							(Sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

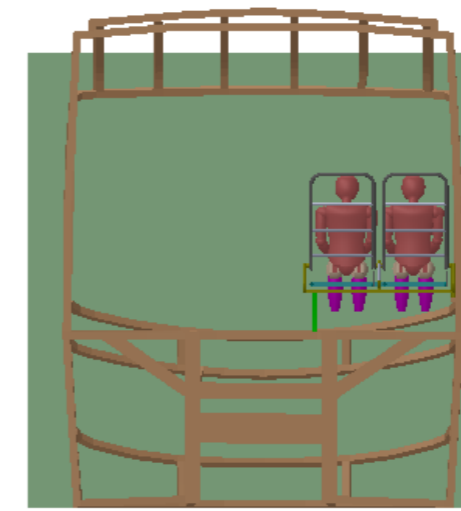


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Espaldar		1
2	Anclaje propuesta		1
3	Pata propuesta		1
4	Base propuesta		1

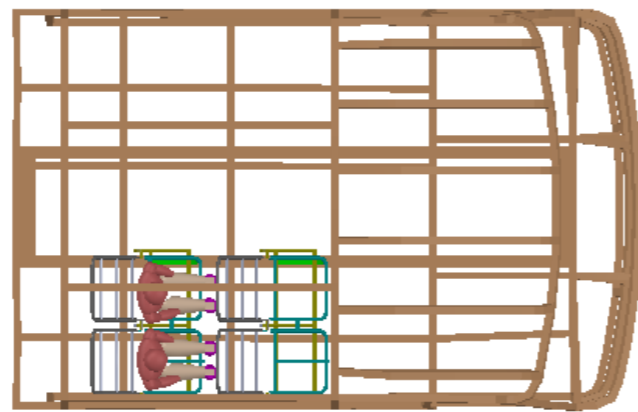
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	10 Kg	ASTM A-36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 03/10/15	Remache.A		
				Revisó: 03/10/15	Ing. Arroba C.		
				Aprobó: 03/10/15	Ing. Arroba C.	<h1>ASIENTO</h1>	1:20
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



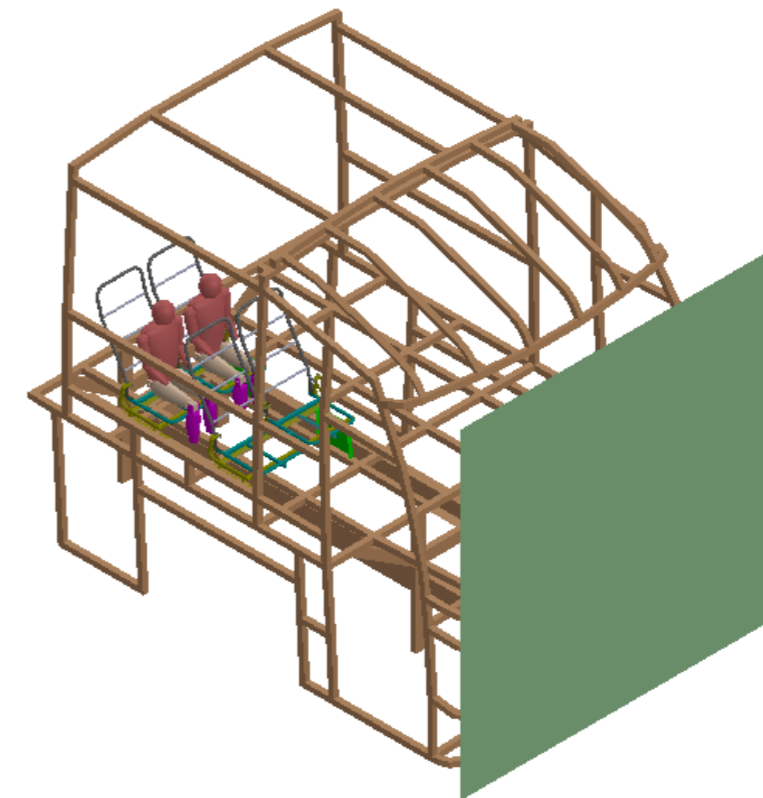
Frontal



Lateral



Superior



Isometrica

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	1986.36 Kg	ASTM A-36	
					Fecha	Nombre	Denominación: ENSAMBLE DEL ASIENTO
				Dibujó:	03/10/15	Remache.A	
				Revisó:	03/10/15	Ing.C.Arroba	
				Aprobó:	03/10/15	Ing.C.Arroba	Número del dibujo: 10 de 10 (Sustitución)
							Escala: 1:40
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica			