



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“Diseño y construcción de un banco de pruebas para el estudio del comportamiento de los anclajes de asientos de autobús en la Empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A.”

**Villegas Chulunchano, Ronald Renato;
Escobar Guevara, Héctor Andrés**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**RIOBAMBA – ECUADOR
2017**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-05-06

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparada por:

VILLEGAS CHULUNCHANO RONALD RENATO

Titulada:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ANCLAJES DE
ASIENTOS DE AUTOBÚS EN LA EMPRESA MIVILTECH
SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A.”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano
DIRECTOR

Ing. Celin Abad Padilla Padilla
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN

2016-05-06

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparada por:

ESCOBAR GUEVARA HÉCTOR ANDRÉS

Titulada:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ANCLAJES DE
ASIENTOS DE AUTOBÚS EN LA EMPRESA MIVILTECH
SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A.”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano
DIRECTOR

Ing. Celin Abad Padilla Padilla
ASESOR

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: VILLEGAS CHULUNCHANO RONALD RENATO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ANCLAJES DE ASIENTOS DE AUTOBÚS EN LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A.”

Fecha de Examinación: 2017-07-13

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

	COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
R	Ing. José Francisco Pérez Fiallos			
E	PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
C	Ing. Luis Fernando Buenaño			
O	Moyano			
M	DIRECTOR			
E	Ing. Celin Abad Padilla Padilla			
N	ASESOR			
D				

ACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ESCOBAR GUEVARA HÉCTOR ANDRÉS

TRABAJO DE TITULACIÓN:“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ANCLAJES DE ASIENTOS DE AUTOBÚS EN LA EMPRESA MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A.”

Fecha de Examinación: 2017-07-13

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano DIRECTOR			
Ing. Celin Abad Padilla Padilla ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Villegas Chulunchano Ronald Renato

Escobar Guevara Héctor Andrés

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Ronald Renato Villegas Chulunchano y Héctor Andrés Escobar Guevara, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Villegas Chulunchano Ronald Renato
Cédula de Identidad: 180418837-1

Escobar Guevara Héctor Andrés
Cédula de Identidad: 060425051- 4

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a Dios por haberme dado el valor y la sabiduría a lo largo de toda la carrera, así también a mi madre Blanca que a pesar de la distancia siempre estuvo pendiente de mi bienestar, luchando día a día para que cumpla con este objetivo en el cual su esfuerzo se ve reflejado junto al mío. Mi hermano Marcelo quien desde mi infancia supo orientarme en cada paso de mi vida. Mi padre Marcelo y mi hermana Tannia quienes con su apoyo incondicional siempre estuvieron pendientes de mi avance. Gabriela una mujer incondicional, la misma que logró contagiarme con su amor, fortaleza y temple los mismos que me han servido a lo largo de toda la carrera que en este día se culmina.

Ronald Villegas Chulunchano

Dedico esta tesis a mis padres **Ciro Escobar, Marcelo Guevara**, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional de la Patria.

A mis hermanos, **Marielita y José Luis**, primos y amigos que siempre con su granito de arena, ánimos y consejos lograron ayudarme para salir adelante, solo quiero decirles Dios los bendiga.

Héctor Escobar Guevara

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme guiado cada momento de mi vida hasta el día de hoy, a mi madre Blanca que ha sabido confiar y apoyarme durante toda mi vida, mi padre Marcelo que a pesar de las adversidades no dejó de apoyarme en esta etapa final y mis hermanos quienes estuvieron junto a mí con sus consejos y demás apoyo, también agradezco a Gabriela quien luchó a mi lado cuando estuve a punto de quebrantarme tomándome de la mano y ayudándome a seguir adelante.

A los Ingenieros Luis Buenaño y Celin Padilla quienes supieron guiarme de inicio a fin en el desarrollo de este trabajo de investigación para lograr el objetivo.

En fin, un agradecimiento infinito a toda la familia politécnica y la carrera de Ingeniería Automotriz que me supieron abrir las puertas y formar de mí un gran profesional.

Ronald Villegas Chulunchano

Agradezco primeramente a Dios por darme la salud y la vida, sabiduría e inteligencia. Ya que sin Él nada soy, y nada puedo hacer. A mi familia por brindarme todo el cariño y confianza para ver culminada una meta más de la vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por darme la oportunidad de obtener una profesión, y ser una persona útil a la sociedad.

Agradezco al Ing. Luis Buenaño e Ing. Celin Padilla, por brindarme su amistad y asesoramiento de la tesis, quienes con la ayuda de su conocimiento y experiencia se logró elaborar el presente documento.

Héctor Escobar Guevara

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 GENERALIDADES.....	13
1.2 ANTECEDENTES	13
1.3 PROBLEMA	14
1.4 JUSTIFICACIÓN	14
1.5 OBJETIVOS	15
<i>1.5.1 Objetivo General.....</i>	<i>15</i>
<i>1.5.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>15</i>
2. HOMOLOGACIÓN DE ASIENTOS BIPERSONALES DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES INTERPROVINCIALES	16
2.1 LOS ASIENTOS EN LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES	16
<i>2.1.1 Introducción.</i>	<i>16</i>
<i>2.1.2 Asiento automotriz en autobuses interprovinciales.</i>	<i>17</i>
<i>2.1.2.1 Funciones de un asiento automotriz en autobuses.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.3 Partes constitutivas de un asiento automotriz.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.4 Tipos de asientos automotrices.....</i>	<i>19</i>
2.2 LESIONES GENERADAS POR ACCIÓN DEL ASIENTO EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO 20	
<i>2.2.1 Lesiones en el conductor.....</i>	<i>21</i>
<i>2.2.2 Lesiones en los pasajeros.....</i>	<i>22</i>
2.3 NORMATIVA PARA ANCLAJES DE ASIENTOS DE AUTOBUSES.....	23
<i>2.3.1 Normativa RTE INEN 034..</i>	<i>23</i>
<i>2.3.1.1 Objeto.....</i>	<i>23</i>
<i>2.3.1.2 Campo de aplicación</i>	<i>23</i>
<i>2.3.1.3 Requisitos de las condiciones ergonómicas de asientos y sus anclajes.....</i>	<i>24</i>
<i>2.3.2 Reglamento R80 de la (CEPE)</i>	<i>25</i>
<i>2.3.2.1 Ámbito de aplicación.</i>	<i>25</i>
<i>2.3.2.2 Requisitos para los asientos.....</i>	<i>25</i>
<i>2.3.2.3 Requisitos aplicables a los anclajes de los asientos de un tipo de vehículo.....</i>	<i>26</i>
<i>2.3.2.4 Conformidad de la producción</i>	<i>26</i>
2.4 ELEMENTOS ESTRUCTURALES UTILIZADOS EN EL BANCO DE PRUEBAS ESTÁTICAS	27
<i>2.4.1 Viga tipo IPN.....</i>	<i>27</i>

2.4.1.1	<i>Aplicaciones</i>	28
2.4.2	Perfil tipo Correa	28
2.4.2.1	<i>Aplicaciones</i>	29
2.4.3	Perfil estructural cuadrado	29
2.4.3.1	<i>Aplicaciones</i>	30
2.4.4	Perfil estructural tipo ángulo	30
2.4.4.1	<i>Aplicaciones</i>	31
2.5	TECNOLOGÍA NEUMÁTICA INDUSTRIAL	31
2.5.1	Ventajas y desventajas de la implantación de la tecnología neumática	32
2.5.2	Propiedades físicas del aire	33
2.5.2.1	<i>Compresibilidad</i>	33
2.5.2.2	<i>Difusibilidad</i>	34
2.5.2.3	<i>Elasticidad</i>	34
2.5.2.4	<i>Expansibilidad</i>	34
2.5.2.5	<i>Peso del Aire</i>	35
2.5.3	Actuadores neumáticos utilizados en el banco de pruebas de anclajes de asientos para autobuses	36
2.5.3.1	<i>Compresor de aire</i>	36
2.5.3.2	<i>Cilindro neumático</i>	37
2.5.3.3	<i>Elementos de mantenimiento del aire comprimido</i>	39
3.	DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS DE ANCLAJES DE ASIENTOS	40
3.1	PARÁMETROS DE DISEÑO CAD	40
3.2	CRITERIOS DE ESPACIO	41
3.3	DESARROLLO DE LAS FASES DE DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS	41
3.3.1	<i>Diseño conceptual</i>	41
3.3.2	<i>Modelado asistido por software</i>	42
3.3.2.1	Modelado geométrico del banco de pruebas de los anclajes para asientos de autobuses interprovinciales.....	42
3.4	ANÁLISIS DEL BANCO DE PRUEBAS Y ASIENTO (ESTRUCTURA) EN ANSYSWORKBENCH	43
3.4.1	Preproceso	44
3.4.1.1	Asignación de propiedades del material de la estructura	44
3.4.1.2	Calidad y criterio de aceptación del mallado.	44
3.4.1.3	Carga relacionada a H1	45
3.4.1.4	Carga relacionada a H2	46
3.4.2	Resolución	47
3.4.3	Posproceso	47

3.4.3.1	Deformación total	48
3.4.3.2	Esfuerzo de Von-Mises.....	48
3.4.3.3	Esfuerzo principal máximo.....	49
3.4.3.4	Factor de seguridad.....	49
3.4.4	<i>Posproceso</i>	50
3.4.4.1	Deformación total	50
3.4.4.2	Esfuerzo de Von-Mises.....	51
3.4.4.3	Esfuerzo principal máximo	52
3.4.4.4	Factor de seguridad.....	52
3.5	CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE ACTUADORES NEUMÁTICOS	53
3.5.1	<i>Fuerzas externas de los actuadores</i>	53
3.5.2	<i>Cálculo de elementos neumáticos</i>	54
3.5.2.1	Cilindro neumático 1.....	55
3.5.2.2	Cilindro neumático 2.....	61
3.5.2.3	Lista de componentes del sistema neumático	67
3.5.2.4	Conexión del sistema neumático.....	67
4.	CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE ENSAYOS ESTÁTICOS Y FASE DE PRUEBAS	69
4.1	SELECCIÓN DE MATERIAL PARA SU CONSTRUCCIÓN	69
4.2	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE SOLDADURA	69
4.2.1	<i>Por arco eléctrico</i>	70
4.2.2	<i>Electrodos para soldadura eléctrica</i>	71
4.2.2.1	Electrodo 6011.....	72
4.2.2.2	Electrodo 6013	72
4.3	ANÁLISIS DE TIEMPOS EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	73
4.4	DIAGRAMA DE DESARROLLO DEL BANCO DE PRUEBAS	74
4.5	MANUFACTURA DEL BANCO DE ENSAYOS ESTÁTICOS	75
4.5.1	<i>Preparación de perfiles estructurales</i>	75
4.5.2	<i>Construcción de la estructura del banco de pruebas</i>	75
4.5.2.1	Construcción de la estructura del banco.....	75
4.5.2.2	Construcción del JIG.....	77
4.6	INSTALACIÓN DEL CIRCUITO NEUMÁTICO	79
4.6.1	<i>Esquema funcional</i>	80
4.6.2	<i>Elementos del circuito neumático</i>	80
4.6.3	<i>Montaje de elementos neumáticos al banco de ensayos</i>	81
4.6.3.1	Actuadores neumáticos	81
4.6.3.2	Red de distribución	81

4.6.3.3	Válvulas de mando.....	82
4.6.3.4	Filtro.....	83
5.	VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS RESTRICCIONES SEGÚN LA RTE INEN 034 Y CEPE R80	84
5.1	DIMENSIONES DEL APARATO DE ENSAYO ESTÁTICO.....	84
5.2	APLICACIÓN DE FUERZAS EXTERNAS	85
6.	ANÁLISIS DE COSTO DEL BANCO DE PRUEBAS ESTÁTICAS	88
6.1	COSTOS DIRECTOS.....	88
6.2	COSTOS INDIRECTOS.	90
6.3	COSTOS TOTALES.	90
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
7.1	CONCLUSIONES	91
7.2	RECOMENDACIONES.....	93

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1-2. Especificaciones generales del perfil IPN.....	28
Tabla2-2. Especificaciones generales del perfil tipo C	29
Tabla3-2. Especificaciones generales del perfil cuadrado	30
Tabla4-2. Especificaciones generales del perfil tipo ángulo	30
Tabla5-2. Perfiles estructurales del banco de pruebas de anclajes de asientos	31
Tabla6-2. Características técnicas de los cilindros neumáticos.....	38
Tabla7-2. Materiales de los cilindros neumáticos	38
Tabla1-3. Tipos de perfiles estructurales	43
Tabla2-3. Resultados del análisis de la estructura sin asiento.....	50
Tabla3-3. Resultados del análisis de la estructura con asiento.....	53
Tabla1-4. Análisis de tiempos en la construcción de la estructura.....	73
Tabla1-6. Costos de materiales y construcción de la estructura.....	88
Tabla2-6. Costos de elementos del circuito neumático	89
Tabla3-6. Costo de alquiler de equipos	89
Tabla4-6. Costos de mano de obra	89
Tabla5-6. Costos indirectos.....	90
Tabla6-6. Costos totales del proyecto	90

INDICE DE ILUSTRACIONES

Pág.

Figura 1-2. Asiento automotriz para autobuses interprovinciales.....	17
Figura 2-2. Partes constitutivas de un asiento automotriz.....	19
Figura 3-2. Lesiones generadas en accidentes de tránsito.....	21
Figura 4-2. Puntos de impacto sobre el conductor	22
Figura 5-2. Perfil estructural IPN.....	28
Figura 6-2. Perfil estructural tipo correa C	29
Figura 7-2. Perfil estructural cuadrado.....	29
Figura 8-2. Perfil estructural tipo ángulo	30
Figura 9-2. Tecnología neumática industrial en el campo automotriz	32
Figura 10-2. Propiedad de compresibilidad del aire	34
Figura 11-2. Propiedad de difusibilidad del aire	34
Figura 12-2. Propiedad de elasticidad del aire	34
Figura 13-2. Propiedad de expansibilidad del aire	35
Figura 14-2. Propiedad del peso del aire.....	35
Figura 15-2. Extracción de aire a través de una bomba de vacío.....	35
Figura 16-2. Peso del aire utilizando una balanza.....	36
Figura 17-2. Producción y distribución de aire comprimido según el tipo de compresor.....	36
Figura 18-2. Clasificación de los compresores de aire.....	37
Figura 19-2. Cilindro neumático	37
Figura 20-2. Partes constitutivas de un cilindro neumático	38
Figura 21-2. Unidad de mantenimiento FRL neumático.....	39
Figura1-3. Vista isométrica del banco de pruebas	43
Figura2-3. Propiedades del material ASTM A36	44
Figura3-3. Calidad de malla.....	45
Figura4-3. Cargas generadas en relación a H1.....	46
Figura 5-3. Cargas generadas en relación con H2.....	47
Figura6-3. Solución de por método de elementos finitos.....	47
Figura7-3. Deformación total del banco de pruebas	48
Figura8-3. Esfuerzo de Von-Mises del banco de pruebas.....	49
Figura9-3. Esfuerzo principal máximo del banco de pruebas	49
Figura10-3. Factor de seguridad del banco de pruebas.....	50
Figura11-3. Deformación total del banco de pruebas con asiento	51
Figura12-3. Esfuerzo de Von-Mises del banco de pruebas.....	51
Figura13-3. Esfuerzo principal máximo del banco de pruebas	52
Figura14-3. Factor de seguridad del banco de pruebas.....	52
Figura15-3. Fuerzas paralelas en el actuadorneumático 1	53
Figura16-3. Fuerzas paralelas en el actuadorneumático 2	54
Figura17-3. Dimensiones del actuador neumático 1	55
Figura18-3. Gráfico de presión real en el actuador neumático 1 considerando F1 y F2.....	59
Figura19-3. Gráfico de consumo de aire en los actuadores neumáticos	61
Figura20-3. Dimensiones del actuador neumático 2.....	61
Figura21-3. Gráfico de presión real en el actuador neumático 2 considerando F1 y F2.....	65
Figura22-3. Consumo de aire en los actuadores neumáticos	67
Figura23-3. Circuito neumático del banco de pruebas.....	68
Figura1-4. Perfiles estructurales A-36	69
Figura2-4. Soldadura por arco eléctrico.....	70
Figura3-4. Conexión del Proceso SMAW	71
Figura4-4. Soldador por arco eléctrico.....	71
Figura5-4. Características generales del electrodo 6011	72

Figura6-4. Características generales del electrodo 6011	73
Figura7-4. Diagrama de desarrollo del banco de pruebas estáticas	74
Figura8-4. Preparación de perfiles estructurales	75
Figura9-4. Base de la estructura con perfiles cuadrados	76
Figura10-4. Cordones de soldadura inclinados a tope con penetración profunda.....	76
Figura11-4. Perfiles IPN soldados verticalmente a la base	77
Figura12-4. Estructura del banco de pruebas estáticas	77
Figura13-4. Estructura del JIG.....	78
Figura14-4. Anclaje del JIG a la estructura del banco	78
Figura15-4. Anclaje del JIG a la estructura del banco	79
Figura16-4. Circuito neumático del banco de pruebas estáticas	80
Figura17-4. a) Filtro, b) cañerías de distribución, c) válvulas de mando, d) actuadores	81
Figura18-4. Montaje de actuadores neumáticos.....	81
Figura19-4. Red de distribución de fluido	82
Figura20-4. Válvulas de mando de control	82
Figura21-4. Filtro de aire comprimido.....	83
Figura22-4. Estructura del banco de ensayos completa	83
Figura1-5. Aparato de ensayo estático	84
Figura2-5. Ubicación de las fuerzas externas	85
Figura3-5. Empotramiento de la estructura en ángulo	87
Figura4-5. CheckList del banco de pruebas	87

SIMBOLOGÍA

F1	Fuerza relacionada a H1	N
F2	Fuerza relacionada a H2	N
MF1	Momento respecto a F1	N*m
MF2	Momento respecto a F1	N*m
S avance	Superficie de avance	cm ²
S retroceso	Superficie de retroceso	cm ²
P real	Presión real	N/cm ²
P teórica avance	Presión teórica de avance	N/cm ²
P teórica retroceso	Presión teórica de retroceso	N/cm ²
V avance	Volumen de avance	cm ³
V retroceso	Volumen de retroceso	cm ³
V total	Volumen total	cm ³
Q	Caudal	Litro/min

LISTA DE ABREVIACIONES

RTE	Reglamento Técnico Ecuatoriano
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
CEPE	Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa
CNC	Control Numérico Computarizado
FEA	Finite Element Analysis
ANSYS	Computer-AidedEngineering Software
ASTM	American Society for Testing and Materials
MEF	Métodos de elementos finitos
CAD	Computer-Aided Design and Drafting
CAE	Computer-AidedEngineering

LISTA DE ANEXOS

- A** Reglamentación RTE INEN 034
- B** Reglamento CEPE R80
- C** Circuito neumático del banco de pruebas
- D** CheckList de verificación del funcionamiento del banco de pruebas
- E** Planos de la estructura del banco de ensayos

RESUMEN

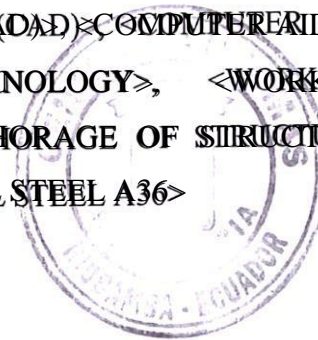
La aplicación de las normas RTE INEN 034 nacional y la CEPE R80, internacional pertenecientes a estructuras que permiten realizar ensayos en los anclajes de los asientos de transportación de personas destinados a vehículos interprovinciales. El desarrollo de la estructura del banco y el JIG (Construcción de soporte) conlleva una serie de parámetros y normas nacionales e internacionales a considerar. Todos estos parámetros como la forma y espacio de la estructura, ubicación de los elementos del circuito neumático, materiales y procesos, se han aplicado a un modelo computacional, por medio del uso de herramientas informáticas como es el método de elementos finitos (MEF), utilizando el análisis estático por tensión plana, permitiendo establecer un diseño y resultados estructurales adecuados a las condiciones del ensayo respectivo. Para manufacturar la estructura del banco y el soporte JIG, se consideraron varias opciones de procesos tales como el tipo de material y método de soldadura a emplear. No obstante, el uso del acero estructural A36 como perfiles constitutivos del banco de ensayos se predefinió anteriormente. Uno de los objetivos principales consistió en construir un banco de ensayos estáticos funcional, tomando en cuenta el costo de materiales, procesos de manufactura y sobre todo que las fuerzas de ensayo se ejecuten según las normas que rigen a la estructura. Posteriormente analizado los distintos parámetros en el software de elementos finitos determina que la estructura del banco de pruebas puede suministrar un grado de seguridad considerable para el usuario, además de soportar las cargas de ensayo respectivas producidas por los elementos del circuito neumático. Este banco de pruebas tiene la ventaja de estar construido para soportar la realización de nuevos proyectos relacionados con la mejora continua en el ámbito de los asientos para transporte de pasajeros y sus anclajes.

PALABRAS CLAVE:<DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)>, <INGENIERIA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAE)>, <TECNOLOGIA DEL DISEÑO>, <TRABAJO EN MATERIALES>, <CIRCUITOS NEUMÁTICOS>, <ANCLAJE DE ESTRUCTURAS>, <PROCESOS DE MANUFACTURA>, <ACERO ESTRUCTURAL A36>

ABSTRACT

This research is about the application of the national standard RTE - INEN 034 (Ecuadorian Technical Regulation) - National Statistical Institute, and the international standards CEPE R80, (United Nations Economic Commission for Europe) -(Regulation 80) belonging to structures that allow to carry out tests on the anchorages of the seats of transportation of persons destined to interprovincial vehicles. The development of the bench structure and the JIG (Support structure) involves a series of parameters and national and international standards to consider. All these parameters, such as the shape and space of the structure, location of the elements of the pneumatic circuit, materials and processes have been applied to a computational model through the use of computer tools as MEF (Finite Element Method), using the static analysis by flat tension, allowing to establish a design and structural results adapted to the conditions of the respective test. In order to manufacture the bench structure and the JIG support, several process options were considered, such as the type of material and welding method to be used. However, the use of structural steel A36 as constituent profiles of the test bench was previously predefined. One of the main objectives was to build a functional static test bench, taking into account the cost of materials, manufacturing processes and above all that the test forces are executed according to the rules governing the structure. After analyzing the different parameters in the finite elements software, it is determined that the structure of the test bench can provide a considerable degree of security for the user, in addition to supporting the respective test loads produced by the elements of the pneumatic circuit. This test bench has the advantage of being built to support the realization of new projects related to the continuous improvement in the area of passenger seats and their anchorages.

KEY WORDS: <COMPUTER - AIDED DESIGN (CAD)>, <COMPUTER AIDED ENGINEERING (CAE)>, <DESIGN TECHNOLOGY>, <WORK ON MATERIALS>, <PNEUMATIC CIRCUITS>, <ANCHORAGE OF STRUCTURES>, <MANUFACTURING PROCESS>, <STRUCTURAL STEEL A36>



CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

Refiriéndose al trabajo de titulación, a lo largo de la historia carrocera, los asientos son componentes importantes para el conductor y sobre todo para los pasajeros que son quienes utilizan para sentarse cómodamente y disfrutar de la movilización de acuerdo a los requerimientos de los usuarios en los buses interprovinciales.

En el marco de la investigación planteada, refiriéndose al análisis de deformación de los anclajes de los asientos y construcción de un banco de pruebas que permita realizar estos ensayos a los asientos bipersonales que produce la Empresa Miviltech, los cuales serán validados a través de la recolección de datos, hasta alcanzar los objetivos propuestos.

Los requerimientos para elementos de condiciones ergonómicas en vehículos automotores interprovinciales en el presente trabajo, establecen características técnicas de diseño que están detalladas en la INEN RTE 034 y en el Reglamento 80 de la CEPE.

1.2 Antecedentes

El país ocupa el segundo lugar en mortalidad por accidentes de tránsito en América Latina, según el Reporte del Estado Global sobre la seguridad de las vías de la Organización Mundial de la Salud (OMS), Ecuador alcanza, según la entidad, 28 muertes por cada 100.000 habitantes, del 100% de accidentes el 13.2% se da por incumplimiento de normas de seguridad en los anclajes de asientos de transportación de pasajeros, en enero del 2016 según la ANT se registró 4475 siniestros vehiculares de los cuales 266 que equivale al 6% de accidentes, fueron en buses en los cuales se presenta un número importante de pérdidas humanas así como lesiones por causa de distintos motivos, entre ellos resaltando un fallo en las estructuras de los asientos, por eso, existe la necesidad de precautelar el bienestar y seguridad de los pasajeros de los distintos medios de transporte. Esto obliga a que continuamente se busque mejoras en la seguridad tanto pasiva como activa de los pasajeros, derivando en la creación de reglamentaciones

y normativas en países con un alto nivel de desarrollo. En el Ecuador existe el reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 034 “ELEMENTOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES”; en el mismo se toma como referencia a la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), la cual menciona el Reglamento de Resistencia de Asientos y sus Anclajes (Reglamento R80). El trabajo investigativo es de gran interés porque permite analizar de forma real las distintas mejoras en los anclajes de los asientos así también respaldar y complementar los estudios realizados anteriormente mediante simulaciones para ver el comportamiento de los anclajes de los asientos de autobús.

1.3 Problema

En el Ecuador existe un gran número de empresas que se dedican a la fabricación de asientos para autobús de las cuales la mayoría realizan este trabajo sin poder brindar una certeza de que sus productos cumplirán con el objetivo de precautelar la seguridad del usuario, otras en cambio lo sustentan mediante la simulación de elementos finitos, por lo cual se crea la necesidad de diseñar y construir un banco de pruebas para el estudio del comportamiento de los anclajes de asientos de autobús en la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A. para complementar y evidenciar los resultados obtenidos mediante las investigaciones dadas anteriormente.

1.4 Justificación

Realizar el diseño, construcción y análisis de un banco de ensayos en pruebas estáticas de asientos utilizados para la transportación de pasajeros en autobuses interprovinciales que cumplan con los requerimientos establecidos por la RTE INEN 034 y el reglamento 80 de la CEPE, además aportar a la Empresa Miviltech con este prototipo que ayudara en el crecimiento industrial de la misma a nivel nacional e internacional.

El trabajo investigativo es de gran interés porque permite mejorar el tipo de anclajes utilizados en los asientos bipersonales en autobuses interprovinciales producidos por la Empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A, mismo permite dar mayor resistencia, o en casos críticos cambiar de material en la elaboración de anclaje en los asientos durante los ensayos estáticos que se plantean realizar según las normativas estudiadas.

Es factible ejecutar este trabajo, gracias a que existe el consentimiento de la Empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A, para alcanzar mejoras en sus productos automotrices, específicamente en sus anclajes de asientos para autobuses interprovinciales de tipo bipersonales.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo General.* Diseñar y construir un banco de pruebas para el estudio del comportamiento de los anclajes de asientos de autobús en la empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A.

1.5.2 *Objetivos Específicos:*

- Recopilar información y normas vigentes que permitan construir el banco de ensayos estáticos para el estudio del comportamiento de anclajes en asientos, en función del Estado Actual del Arte.
- Diseñar la estructura de un banco de pruebas para el anclaje de asientos de autobús mediante el uso de software CAD para poder realizar una correcta ubicación de los distintos elementos neumáticos.
- Construir la estructura diseñada para obtener un banco de pruebas funcional y a la vez que preste las garantías necesarias para su utilización.
- Analizar los parámetros de trabajo de los actuadores neumáticos para la realización de las pruebas estáticas.
- Realizar un checklist para la verificación del cumplimiento de los parámetros de las pruebas estáticas.
- Realizar un estudio de costo utilizados en el desarrollo del banco de pruebas estáticas.

CAPÍTULO II

2. HOMOLOGACIÓN DE ASIENTOS BIPERSONALES DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES INTERPROVINCIALES

El presente capítulo se refiere a la información fundamental sobre el tipo de asientos que existen disponibles para vehículos utilizados para la transportación de pasajeros interprovincialmente. Inicialmente se presentan las definiciones básicas, importancia y la necesidad de los asientos dentro de un autobús, como también su seguridad, ergonomía que proporciona a sus usuarios durante la movilización. Seguidamente se tratará sobre las normativas RTE INEN 034 y la Reglamentación 80 de la CEPE que rigen en el control de las condiciones ergonómicas en asientos y sus anclajes para buses interprovinciales. Estas directrices internacionales son utilizadas debido a la falta de reglamentos nacionales específicos en la homologación que regule este tipo de autopartes en la industria automotriz. Se hacen referencia a estas normativas debido a que en ellas se detalla los tipos de ensayos que se realizan a los asientos de tipo bipersonales para la línea de autobuses, además de los criterios de aceptación que se debe cumplir para ser aceptado un nuevo modelo.

2.1 Los asientos en los vehículos automotores

2.1.1 Introducción. El asiento en los vehículos automotores utilizados son elemento que brinda seguridad activa y pasiva a sus pasajeros, por lo que la Empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A. hace énfasis en el diseño y construcción de un banco de pruebas para ensayos de anclajes de asientos de tipo bipersonal, utilizados en autobuses interprovinciales. Estos elementos además de aportar con seguridad y confort a sus ocupantes es necesario que sean ergonómicamente diseñados, para viajes a largas distancias y permitan un descanso óptimo para los que los utilizan.

En los últimos años, la industria automotriz ha visto la necesidad de construir asientos con espaldares de gran durabilidad y estética, debido a que los asientos construidos no presentan las características requeridas por los usuarios. Por tal razón la Empresa Miviltech está innovando diariamente y tratan de encontrar materiales que permitan mejorar las propiedades en los anclajes para asientos en autobuses interprovinciales que

ayuden a cumplir con las exigencias de las normativas nacionales e internacionales a más de las exigencias de los clientes.

En la actualidad los asientos para autobuses interprovinciales son construidos con una base metálica en el espaldar, una bandeja plástica donde va el asiento, el relleno consta de espuma de poliuretano, y para el tapizado se opta por la utilización de fibras naturales como segunda piel las cuales proporcionan excelentes propiedades mecánicas y químicas, que cumplan los requerimientos de las normativas y de los clientes.

Para completar un producto exitoso, se requiere un equipo que permita realizar pruebas estáticas a los asientos bipersonales utilizados en autobuses interprovinciales, que permitan garantizar la calidad del tipo de asientos y sus anclajes respectivos que van sujetos al bastidor del vehículo. En Ecuador se requiere contar con un banco de pruebas que permita ensayar y homologar estos elementos automotrices. Por esta razón, se diseña y se construye un banco de pruebas para el estudio del comportamiento de los anclajes de asientos de autobús en la Empresa Miviltech Soluciones Industriales S.A.

2.1.2 Asiento automotriz en autobuses interprovinciales. Es un elemento que permite unir directamente al conductor y ocupantes con el vehículo, llegando a ser importante por las condiciones ergonómicas que proporciona a sus usuarios. (NAVARRO, 2010)

Este elemento debe presentar un diseño con un apoyo lumbar óptimo, un acolchado y relleno equilibrado que minimice las sacudidas producidas por las irregularidades que se encuentran presentes en la carretera y debido a los ciclos de conducción son transmitidos hacia la carrocería y demás elementos.(NAVARRO, 2010)



Figura 1-2. Asiento automotriz para autobuses interprovinciales

Fuente: <http://www.miviltech.com/imagenes/as-in.gif>

2.1.2.1 Funciones de un asiento automotriz en autobuses. Un asiento a, más de proporcional ergonomía y comodidad al conductor y sus ocupantes tiene como funciones:

- Permitir la sujeción, tanto del conductor y sus pasajeros durante la conducción por ejemplo en curvas pronunciadas, evitando el deslizamiento de las caderas hacia adelante la cual está controlada por los puntos de fijación y anclajes del mismo.(NAVARRO, 2010)
- La seguridad en un asiento, se tiene cuando trabaja conjuntamente con el cinturón de seguridad por ejemplo al ejercer la acción del frenado del vehículo cuando se presentan obstáculos en la carretera.(NAVARRO, 2010)
- Al tener reposacabezas, ayuda a prevenir lesiones cervicales al conductor y los ocupantes en el vehículo en situaciones bruscas de aceleración y frenado.(NAVARRO, 2010)
- Los apoyabrazos, ayudan a prevenir cansancio excesivo en los miembros superiores de los ocupantes del automotor, puesto que en ellos reposan los mismos de manera adecuada y ergonómica.(NAVARRO, 2010)
- Una función adicional que se trata de añadir a los asientos para pasajeros es construirlos reclinables, es decir que tengan posiciones que permitan un descanso optimo a sus usuarios durante viajes a largas distancias.(NAVARRO, 2010)
- En el tapizado, utiliza materiales ignífugos que permitan la protección del conductor y sus ocupantes en caso de incendio durante un accidente de tránsito o un mecánico.(NAVARRO, 2010)

2.1.3 Partes constitutivas de un asiento automotriz. Básicamente consta de una serie de elementos que en conjunto forman una butaca que proporcione comodidad y sea ergonómico, a continuación, detallamos cada una de ellas:

- *Plataforma:* Se considera a toda la estructura metálica, la cual está formada por perfiles de acero estructural en su mayoría acero 1018, que alojan los materiales de relleno que lo harán cómodo para el conductor y sus ocupantes. (NAVARRO, 2010)

- *Anclajes:* Se considera al elemento que permite unir al asiento con el bastidor del vehículo por medio de pernos de fijación los cuales están constantemente sometidos a esfuerzos de tracción y corte. Su misión es soportar la carga viva o peso del conductor, evitando deformarse y evitar fallas en su estructura. (NAVARRO, 2010)
- *Asiento:* Generalmente está fabricado por una carcasa soplada de plástico, pero su cojín está constituido por espuma de poliuretano pegada a la estructura metálica que va sujeta por la parte inferior del asiento. (NAVARRO, 2010)
- *Reposacabezas:* Otro elemento importante en la anatomía de un asiento para vehículos, este debe ser regulable para acoplarse a la altura de la cabeza del conductor o de los pasajeros. Evitando el efecto látigo, que es el desplazamiento hacia adelante y luego hacia atrás, o viceversa.(NAVARRO, 2010)
- *Apoyabrazos:* Permite el alojamiento y descanso de los brazos, presenta una estructura de tubo de acero, la cual se une al respaldo mediante tornillos y lleva un recubrimiento de plástico. En los autobuses es indispensable su colocación por requerimiento de normativas que controlan estos elementos.(NAVARRO, 2010)
- *Cinturón de seguridad:* Son elementos de seguridad pasiva diseñados para sujetar al conductor y los ocupantes de un vehículo cuando ocurre una colisión y trata de mantenerlo unido al asiento. (NAVARRO, 2010)



Figura 2-2. Partes constitutivas de un asiento automotriz

Fuente: Autores

2.1.4 Tipos de asientos automotrices. Dentro de la industria carrocería existen diversos tipos de asientos para el conductor como para sus pasajeros. A continuación, se detalla el tipo de butacas que existentes en el mercado según:

- *Estructura.* Básicamente se dividen en:

Asiento individual: Se considera individual a los utilizados en las plazas delanteras de vehículos convencionales y en buses es utilizado por el conductor. (NAVARRO, 2010)

Asientos corridos: Se consideran asientos corridos a los utilizados en las plazas traseras de los vehículos convencionales, es decir consta de un solo elemento de comodidad y seguridad para sus ocupantes.(NAVARRO, 2010)

- *Funcionalidad.* Su clasificación está basada la disposición de espacio del interior del vehículo o de la carrocería, se divide en:

Fijos: Se pueden considerar asientos fijos a los que ocupan los conductores, permitiendo ciertos movimientos de regulación y presentan una estructura rígida a los cuales van adicionados los cinturones de seguridad.(NAVARRO, 2010)

Regulables: Se pueden considerar asientos regulables, a aquellos que permiten variar la posición de descanso de acuerdo a la comodidad del ocupante y es empleado principalmente en vehículos de transporte interprovincial.(NAVARRO, 2010)

- *Confort.* Según las características del material de relleno interno en el asiento se dividen en:

Duros: Se consideran asientos duros, a los que presentan una estructura plástica, y son utilizados en vehículos de competición y para el transporte urbano. (NAVARRO, 2010)

Blandos: Se consideran asientos blandos, a aquellos que presentan una estructura blanda proporcionada por la espuma de poliuretano que se utiliza en su relleno y son empleados para el transporte interprovincial, estos proporcionan comodidad y seguridad a sus usuarios durante la transportación.(NAVARRO, 2010)

2.2 Lesiones generadas por acción del asiento en accidentes de tránsito

Es de mucha importancia identificar las lesiones a las cuales están sometidos el conductor y pasajeros durante un accidente de tránsito. Refiriéndonos a esto, se pueden identificar de acuerdo a la posición de sus usuarios., como se muestra en la Figura 3-2.



Figura 3-2. Lesiones generadas en accidentes de tránsito

Fuente: Youth and Road Safety

2.2.1 Lesiones en el conductor. Las lesiones frecuentes que se presentan en accidentes de tránsito generalmente se dan en la cara y tórax, producidos por el golpe contra el tablero de instrumentos del automotor y el volante. Según (BARRAL, 2013), en Aspectos de Medicina Legal en la Práctica Diaria, las lesiones comunes que sufre un conductor son:

- *Región frontal:* Esta lesión aparece generalmente cuando el conductor impacta justo en la mitad izquierda del marco de parabrisas.
- *Cara:* Esta lesión es producida por las excoriaciones y heridas incisivas causadas por vidrios desprendidos del parabrisas.
- *Cuello:* Esta lesión se presenta cuando la columna cervical sufre el movimiento conocido como latigazo (movimiento hacia adelante, atrás y viceversa).
- *Tórax:* Esta lesión se presenta cuando el conductor impacta directamente en la mitad izquierda de volante.
- *Abdomen:* Esta lesión principalmente genera laceraciones en los órganos como el hígado, bazo, páncreas y mesenterio.
- *Miembros superiores:* Esta lesión generalmente ocasiona fracturas en los miembros superiores del conductor como son los antebrazos, debido a que se encuentran tensos sobre el volante del vehículo.
- *Miembros inferiores:* Este tipo de lesiones sufren principalmente las extremidades inferiores, entre ellas tenemos la fractura de hueso ilíaco y cuello de fémur.

Las lesiones están relacionadas con el desplazamiento del conductor en el interior del vehículo, que puede ser de dos formas y se muestra en la Figura 4:

- *Inmersión (desplazamiento abajo y debajo):* Generalmente el primer impacto ocurre en la mitad inferior del cuerpo con fracturas que afectan la rótula, fémur, además de luxación posterior de cadera por rotura de la ceja posterior de cótilo.

Acompañado de un segundo efecto durante el impacto, es el golpe en el tórax con el volante del conductor, produciendo fracturas de esternón, costillas, laceraciones pulmonares, desgarros cardíacos, ruptura de vasos especialmente la aorta y hemotórax. (GISBERT, J., 2004)

- *Desplazamiento tipo arriba y encima:* Principalmente ocurre cuando existe un desplazamiento de la cabeza hacia el parabrisas, espejo retrovisor, transmitiendo directamente a la columna vertebral quien recibe la energía del impacto, originando esguinces por ruptura de ligamentos, luxaciones, fracturas, lesiones medulares de simple contusiones a sección transversal, las cuales se producen con velocidades de 120 – 140 Km por hora. (GISBERT, J., 2004)



Figura. 4-2. Puntos de impacto sobre el conductor

Fuente: 911tuguiafamiliar.com, 2011

2.2.2 Lesiones en los pasajeros. Este tipo de lesiones generalmente sufren los pasajeros de vehículos de transporte interprovincial o urbano en ocasiones menos severas y podrían reducirse con el uso del cinturón de seguridad. Las personas expuestas a este tipo de lesiones principalmente son las que se colocan en los asientos delanteros o las que van junto al conductor, pero sin las lesiones producidas por el volante de conducción, además la causa más frecuente de las heridas graves en pasajeros se debe a que son lanzados bruscamente fuera del vehículo.

Las lesiones frecuentes que sufren los pasajeros son: fractura de clavículas, de las costillas, pelvis, lesiones craneoencefálicas, contusiones en extremidades superiores, 22

rotura de órganos como hígado y bazo, estas lesiones se presentan usualmente en impactos laterales, volcamientos e impactos rotacionales llegando a ser múltiples y graves, dependiendo de la ubicación de los pasajeros son más intensos y violentos.(GISBERT, J., 2004)

2.3 Normativa para anclajes de asientos de autobuses

Para el control y homologación de “Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores”, nuestra propuesta se basa en la Reglamentación Técnica Ecuatoriana RTE INEN 034 del Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN) y en el Reglamento R80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), donde se detalla su definición, alcance y los requisitos que debe cumplir un elemento de seguridad para ser certificado, y posteriormente ser utilizado en vehículos interprovinciales.

2.3.1 Normativa RTE INEN 034. Con el fin de conseguir vehículos más seguros que circulen por nuestras carreteras se realiza la TERCERA REVISIÓN del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN – 034 “ELEMENTOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES”; dicho reglamento ha sido rigurosamente analizado por los distintos entes del gobierno los cuales tienen como alcance regular los distintos ámbitos que envuelven los medios de transporte terrestre en nuestro país.

2.3.1.1 Objeto. El presente reglamento técnico establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos automotores que circulen en el territorio ecuatoriano, con la finalidad de proteger la vida e integridad de las personas; así como el fomentar mejores prácticas al conductor, pasajero y peatón.

2.3.1.2 Campo de aplicación. Este Reglamento Técnico Ecuatoriano se aplica a todo vehículo que va a ingresar al parque automotor ecuatoriano, sean importados, ensamblados o fabricados en el país, que deben contener los elementos mínimos de seguridad obligatorios especificados en la misma. (INEN, 2014)

- Reglamento Técnico Ecuatoriano hace una excepción a los vehículos prototipos destinados para el desarrollo de un nuevo modelo que pertenezcan a

ensambladoras o comercializadoras, estos no podrán ser comercializados mientras se encuentren en esta etapa.(INEN, 2014)

- Este Reglamento Técnico Ecuatoriano aplica a los vehículos automotores especificados en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2656 de “Clasificación vehicular” y en lo específico a las categorías de vehículos que se determina en el texto de cada requisito o en la normativa referida en el mismo.(INEN, 2014)
- Este Reglamento Técnico Ecuatoriano no aplica a transporte ferroviario, equipo caminero y agrícola, a vehículos de competencia deportiva, vehículos clásicos, históricos y de colección.(INEN, 2014)

2.3.1.3 *Requisitos de las condiciones ergonómicas de asientos y sus anclajes.* En la RTE INEN 034, presenta una variedad de requerimientos los cuales se detallan en los siguientes literales.

- En la RTE INEN 034, literal 4.2.1.1 Todos los asientos de los vehículos automotores deben tener apoya cabezas. Se exceptúan de esta obligación las motocicletas, los asientos de pasajeros de autobuses de transporte urbano, los asientos plegables y los asientos ubicados en sentido paralelo al eje longitudinal del vehículo. Se exceptúan la posición central trasera siempre y cuando el modelo no tenga en ninguna versión mundial del apoya cabezas en la posición central trasera.
- En la RTE INEN 034, literal 4.2.1.2. Los apoya cabezas deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No. 25 de la ONU “UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF HEAD RESTRAINTS (HEADRESTS), WHETHER OR NOT INCORPORATED IN VEHICLE SEATS” – “Disposiciones Relativas Uniformes a la aprobación de apoya cabezas (reposacabezas), incorporados o no en asientos de vehículos” vigente en su última versión para el cual fue homologado el modelo en el o los laboratorio(s) acreditado(s) para certificar el reglamento técnico ONU mencionado. Este requisito afecta a las categorías de vehículos que la reglamentación mencionada en su texto.

Los apoya cabezas deben cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico Global GTR 7 Apoya cabezas - HEADRESTRAINTS en su última versión lo cual afecta a la categoría de vehículos que el reglamento técnico mencionado indica en su texto.

- En la RTE INEN 034, literal 4.2.1.3 menciona que los asientos deben cumplir con lo establecido en la Reglamentación Técnica No.17 de la ONU “UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF VEHICLES WITH REGARD TO THE SEATS, THEIR ANCHORAGES AND ANY HEAD RESTRAINTS” – Prescripciones.

2.3.2 Reglamento R80 de la (CEPE). Este reglamenta básicamente se centra en los requerimientos que se debe cumplir para la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones utilizados para el transporte de pasajeros, además de verificar lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes. (CEPE, 2010)

2.3.2.1 *Ámbito de aplicación.* El presente Reglamento se aplica a:

- Asientos de pasajeros para instalación orientada hacia adelante en vehículos de las categorías M 2 y M3, de las clases II, III y B.
- Vehículos de las categorías M2 y M3, de las clases II, III y B, con respecto a los anclajes de los asientos de pasajeros y la instalación de asientos.
- A solicitud del fabricante, se considerará que los vehículos de la categoría M2 homologados con arreglo al Reglamento N°17 cumplen los requisitos del presente Reglamento.
- Los vehículos con varios asientos a los que les sea aplicable la excepción establecida en el punto 7.4 del Reglamento N°14 se homologarán con arreglo al presente Reglamento.

2.3.2.2 *Requisitos para los asientos.*

- En el ítem 5.1 de la R80, 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.

- En el ítem 5.2 de la R80, 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.
- En el ítem 5.3 de la R80, todo sistema de regulación y de desplazamiento instalado deberá incluir un sistema de bloqueo, que funcionará automáticamente.
- En el ítem 5.4 de la R80, no será obligatorio que los sistemas de regulación y bloqueo funcionen de manera normal después del ensayo.

2.3.2.3 *Requisitos aplicables a los anclajes de los asientos de un tipo de vehículo.*

Los anclajes de los asientos del vehículo deberán cumplir los siguientes ensayos:

- 6.1.1. El ensayo descrito en el apéndice 2. (CEPE, 2010)
- 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.(CEPE, 2010)
- 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.(CEPE, 2010)
- 6.3. En caso de que haya más de un tipo de anclaje en un vehículo, se ensayará cada una de las variantes para obtener su homologación en el vehículo.(CEPE, 2010)
- 6.4. Podrá efectuarse un solo ensayo para homologar al mismo tiempo un asiento y un vehículo.(CEPE, 2010)
- 6.5. En el caso de los vehículos de la categoría M3, se considerará que los anclajes de los asientos cumplen los requisitos 6.1 y 6.2 si los anclajes de los cinturones de seguridad de las plazas de asientos, están montados directamente en los asientos que han de instalarse y cumplen a su vez los requisitos del Reglamento N°14, en caso necesario con la excepción prevista en el punto 7.4.(CEPE, 2010)

2.3.2.4 *Conformidad de la producción.* Los procedimientos de conformidad de la producción deberán ajustarse a lo establecido en el apéndice 2 del Acuerdo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev. 2), con los requisitos siguientes:(CEPE, 2010)

- 8.1. Los asientos y vehículos homologados con respecto al presente Reglamento serán fabricados de modo que se ajusten al tipo homologado cumpliendo los requisitos establecidos en los puntos 5, 6 y 7.(CEPE, 2010)
- 8.2. Se realizarán controles adecuados de la producción para verificar el cumplimiento de los requisitos 8.1. En este caso, tales controles consistirán en comprobar las dimensiones del producto y la existencia de procedimientos para el control efectivo de la calidad de los productos.(CEPE, 2010)
- 8.3. La autoridad competente que haya concedido la homologación de tipo podrá en cualquier momento verificar los métodos de control de la conformidad aplicables a cada unidad de producción y efectuar con muestras cualquier ensayo que considere necesario entre los llevados a cabo para la homologación. La frecuencia normal de dichas verificaciones será de una vez al año.(CEPE, 2010)

2.4 Elementos estructurales utilizados en el banco de pruebas estáticas

Se puede definir como elemento estructural a las diferentes partes que forman parte de una estructura atendiendo a su diseño. El diseño y comprobación de cada uno de los elementos se lleva a cabo tomando en consideración la resistencia de material y la ingeniería estructural. Los elementos estructurales poseen nombres propios que los identifican, estos habitualmente cambian según el país.

Dentro del mercado ecuatoriano tenemos tubos con costura conformados en frío los cuales vienen soldados mediante el proceso Soldadura por Resistencia Eléctrica (ERW) utilizando flejes que pueden ser: acero laminado en caliente, laminados en frío o galvanizados.

Los perfiles estructurales son empleados en la mayor parte de la industria, sin dejar a un lado la automotriz que específicamente fabrica tubos de escape, amortiguadores, asientos, carrocerías, entre otros usos y la utilización de estos tubos darán forma a la construcción de nuestro banco de pruebas estáticas para anclajes de asientos de buses interprovinciales. A continuación, detallaremos cada uno de los perfiles existentes en el mercado ecuatoriano utilizados para la construcción del banco de ensayos.

2.4.1 *Viga tipo IPN.* El perfil IPN es un tipo de elemento estructural laminado

cuya sección tiene forma I y con el espesor denominado normal, a continuación, se muestra la Figura 5-2, y Tabla 1-2, donde indica las dimensiones necesarias a considerar para su selección.

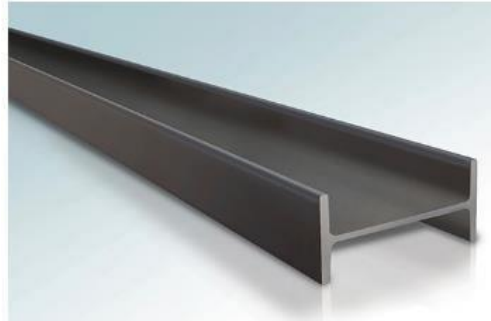


Figura 5-2. Perfil estructural IPN

Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=46>

Tabla 1-2. Especificaciones generales del perfil IPN

Largo normal	6 metros / 12 metros
Recubrimiento	Negro
Calidad de acero	ASTM A-36/ ASTM A572 Gr.50
Nombre de fabricación	INEN 2230/ EN 10034
Observaciones	Otras dimensiones y largos, previa consulta

Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=46>

2.4.1.1 *Aplicaciones.*

- Estructuras
- Soporte de polipasto en puente grúas o tecles
- Puentes
- Rieles

2.4.2 Perfil tipo Correa. El perfil estructural de tipo U o canal como su nombre lo indica, también existe en forma de canal o C, se utiliza para vigas y columnas que se unen y sueldan, en usos de rendimiento medio, como se muestra en la Figura 6-2.

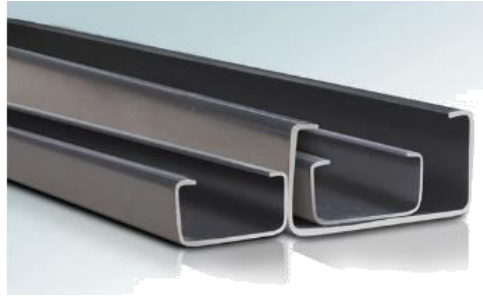


Figura 6-2. Perfil estructural tipo correa C
 Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=16>

Tabla 2-2. Especificaciones generales del perfil tipo C

Largo normal	6 metros
Recubrimiento	Negro o Galvanizado
Calidad de acero	ASTM A-36/ ASTM A572 Gr.50
Nombre de fabricación	NTE INEN 1623
Espesores	Desde 1,50 a 4,00 mm
Observaciones	Otras dimensiones y largos, previa consulta

Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=16>

2.4.2.1 Aplicaciones

- Conformado de elementos estructurales: Vigas, Viguetas, Columnas.
- Estructura para cubiertas
- Estructura para galpones
- Estructuras en general

2.4.3 Perfil estructural cuadrado. Este tipo de perfil es en sí un tubo hueco de acero estructural cuya sección transversal es cuadrada, como se muestra en la Figura 7-2.



Figura 7-2. Perfil estructural cuadrado
 Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=9>

Tabla 3-2. Especificaciones generales del perfil cuadrado

Largo normal	6 metros
Recubrimiento	Negro o Galvanizado
Calidad de acero	ASTM A500 Gr. A, B, C
Nombre de fabricación	NTE INEN 2415
Espesores	Desde 1,50 a 6,00 mm
Observaciones	Otras dimensiones y largos, previa consulta

Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=9>

2.4.3.1 Aplicaciones

- Automotriz y de autopartes: carrocería y remolques
- Agro ganadera: maquinaria e implementos industriales, agrícolas, avícolas y ganaderos
- Señalización y vialidad: soportes
- Aparatos de gimnasia y fitness
- Construcción: columnas
- Estructuras: galpones y naves industriales, edificios, soporte de techos

2.4.4 Perfil estructural tipo ángulo. Este tipo de perfil estructural tiene dimensiones que puede ser de lados iguales o desiguales, se utiliza en dinteles, columnas, vigas de rendimiento, estructuras secundarias, como se muestra en la Figura 8-2.

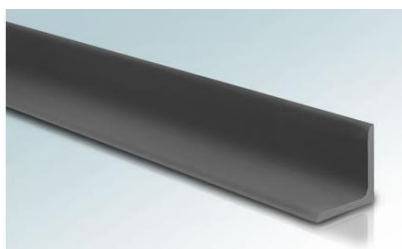


Figura 8-2. Perfil estructural tipo ángulo

Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=19>

Tabla 4-2. Especificaciones generales del perfil tipo ángulo

Largo normal	6 metros
Recubrimiento	Negro

Calidad de acero	DIN 17100 / ST 37-2 / ASTM A-36
Nombre de calidad	ASTM A-36
Espesores	Desde 2,00 a 12,70 mm
Observaciones	Otras dimensiones y largos, previa consulta

Fuente: <http://www.ipac-acero.com/producto-detalle.php?id=19>

2.4.4.1 Aplicaciones

- Torres metálicas
- Muebles metálicos
- Carpintería metálica

A continuación, se detalla las dimensiones de los perfiles estructurales existentes en el mercado ecuatoriano en la Tabla 5-2, que utilizaremos en la construcción del banco de pruebas de anclajes de asientos de autobuses interprovinciales.

Tabla 5-2. Perfiles estructurales del banco de pruebas de anclajes de asientos

ESTRUCTURA BANCO DE PRUEBAS		
Perfil	Longitud (m)	Número de perfiles
Viga IPN 140 x 73 mm	5,50	1
Viga IPN 120 x 64 mm	1,94	1
Correa 120 x 55 mm	4,98	1
Tubo estructural cuadrado 125 x 3 mm	5,70	1
Ángulo 50 x 50 x 5 mm	0,40	1
ESTRUCTURA JIG		
Perfil	Longitud (m)	Número de perfiles
Tubo estructural cuadrado 40 x 3 mm	6,02	1
Tubo estructural cuadrado 30 x 3 mm	0,70	1
Ángulo 50 x 50 x 5 mm	1,34	1

Fuente: Autores

2.5 Tecnología neumática industrial

Es una técnica utilizada actualmente a gran escala para la implementación en el trabajo industrial y cada vez gana mayor campo de aplicación. Actualmente, el control del aire comprimido presenta buenos resultados con respecto a eficiencia, disminución de fatiga, reduciendo tiempos de operación y aportando al fortalecimiento de la seguridad al trabajar dentro del mundo industria. (PARKER, H., 2003), en la Figura 9-2 se muestra cómo se encuentra actualmente involucrada en el campo automotriz.



Figura. 9-2. Tecnología neumática industrial en el campo automotriz
Fuente: <http://www.quicklyseal.com/wp-content/uploads/2015/04/Industria-Automotriz-Quickly-Seal.jpg>

2.5.1 Ventajas y desventajas de la implantación de la tecnología neumática.

Dentro de la utilización de la neumática en la industria automotriz es amplia, lo que implica ventajas como:

- Incremento en la producción con una inversión económica relativamente accesible.
- Reducción de los costos operacionales, llegando a el aumento del ritmo de trabajo, productividad y, por tanto, generan un menor costo operacional.
- Robustez de los componentes neumáticos, llegando a convertirlos relativamente insensibles a vibraciones y golpes, además son de fácil mantenimiento.
- Facilidad de implantación, se realizan pequeñas modificaciones en las máquinas convencionales para adicionar la disponibilidad de aire comprimido y posteriormente la implementación de los controles neumáticos.
- Resistencia a ambientes hostiles, como por ejemplo polvo, atmósfera corrosiva, oscilaciones de temperatura, humedad, sumersión en líquidos, raramente son perjudicados los componentes neumáticos.
- Simplicidad de manipulación, los controles neumáticos no necesitan de operadores súper- especializados para su manipulación.
- Seguridad, dentro de sus equipos neumáticos implican siempre presiones moderadas, llegan a ser seguro contra posibles accidentes: en los equipos y con, el personal, además de evitar problemas de explosiones.

- Reducción del número de accidentes, la fatiga del operador es uno de los principales factores en crear accidentes laborales; y con la implementación de controles neumáticos, se reduce su incidencia del operario.

Además de presentar ventajas en la utilización del aire comprimido en la industria automotriz o en otras áreas de la industria presenta inconvenientes como:

- El aire comprimido requiere retirar las impurezas, eliminar la humedad para evitar corrosión en los equipos, atascamientos u obstrucciones, así como mayores desgastes en los elementos propios del sistema.
- Las fuerzas que genera los sistemas neumáticos normalmente proyectan una presión máxima de 1723,6 kPa. Por lo tanto, no es conveniente el uso de controles neumáticos en operaciones de extrucción de metales debido que requieren una cantidad de potencia.
- Velocidades muy bajas son difíciles de ser obtenidas con el aire comprimido, debido a sus propiedades físicas. En este caso, se recurre a sistemas hidráulicos.
- El aire es un fluido altamente compresible, por lo que, es imposible conseguir paradas intermedias o de emergencia y velocidades uniformes. El aire comprimido es un contaminante del medio cuando se efectúa las liberaciones del aire llegando a generar una contaminación auditiva hacia la atmósfera.

2.5.2 Propiedades físicas del aire. El aire al poseer propiedades de ser insípido, inodoro e incoloro, se puede percibir el aire a través de corrientes de vientos, aviones que se suspende en los cielos y pájaros que en él flotan y se mueven; además sentimos su impacto sobre nuestro cuerpo. El aire tiene en si presenta propiedades útiles para el trabajo con maquinaria industrial como:

2.5.2.1 Compresibilidad. El aire, así como todos los gases, cuenta con la propiedad de ocupar todo el volumen de cualquier recipiente, adquiriendo su forma propia. De esta forma indica que se lo puede colocar en un distinto recipiente, prestando la opción a variar su volumen a la conveniencia de quien lo ocupe.

La compresibilidad del aire permite reducir su volumen cuando se aplica una fuerza exterior, como se muestra en la Figura 10-2.

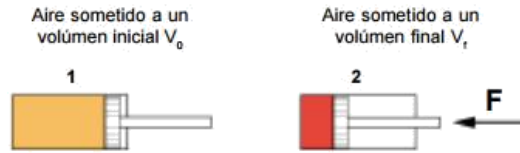


Figura 10-2. Propiedad de compresibilidad del aire
Fuente: (PARKER, H., 2003)

2.5.2.2 Difusibilidad. Propiedad del aire que le permite mezclarse homogéneamente con cualquier medio gaseoso que no esté saturado, como se muestra en la Figura 11-2.



Figura 11-2. Propiedad de difusibilidad del aire
Fuente:(PARKER, H., 2003)

2.5.2.3 Elasticidad. Propiedad que permite al aire volver a su volumen inicial una vez desaparecido el efecto (fuerza) responsable de la reducción del volumen, como se muestra en la Figura 12-2.

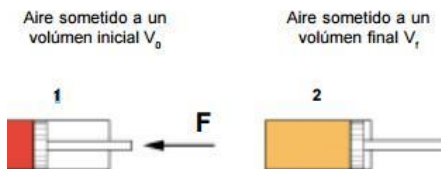


Figura 12-2. Propiedad de elasticidad del aire
Fuente: (PARKER, H., 2003)

2.5.2.4 Expansibilidad. Propiedad del aire que le permite ocupar totalmente el volumen de cualquier recipiente, adquiriendo su forma, como se muestra en la Figura 13-2.

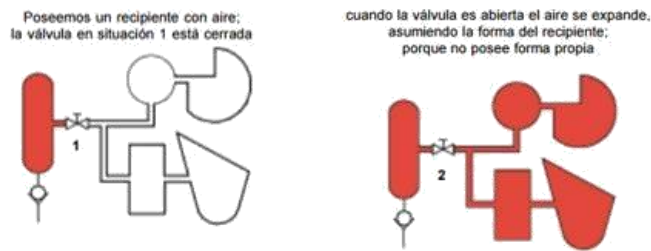


Figura 13-2. Propiedad de expansibilidad del aire
Fuente:(PARKER, H., 2003)

2.5.2.5 Peso del Aire. El aire al igual que los distintos materiales presente un peso determinado. La figura 14-2, muestra un ejemplo práctico para determinar el peso del aire, utilizando dos balones idénticos, herméticamente cerrados, conteniendo el aire con la misma presión y temperatura. Colocándolos en una balanza de precisión, los platos se equilibran.

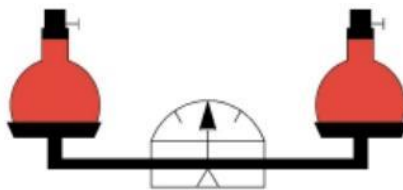


Figura 14-2. Propiedad del peso del aire
Fuente:(PARKER, H., 2003)

De uno de los balones, se retira el aire a través de una bomba de vacío.

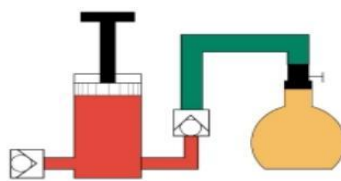


Figura 15-2. Extracción de aire a través de una bomba de vacío
Fuente:(PARKER, H., 2003)

Se coloca otra vez el balón en la balanza (ya sin aire) y habrá un desequilibrio causado por la falta del aire. Un litro de aire, a 0°C y al nivel del mar, pesa $1,293 \times 10^{-3}$ Kgf.

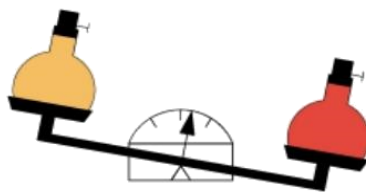


Figura 16-2. Peso del aire utilizando una balanza

Fuente:(PARKER, H., 2003)

2.5.3 Actuadores neumáticos utilizados en el banco de pruebas de anclajes de asientos para autobuses. Los elementos neumáticos incluyen cilindros de simple y doble efecto, actuadores rotativos los cuales proporcionan potencia y movimiento a sistemas automatizados, máquinas y procesos mediante el consumo de aire comprimido dentro de la industria.

La presión máxima de trabajo depende del diseño de cada uno de los elementos que son parte del sistema neumático, la norma VDMA permite trabajar de 3 -16 bar. A continuación, hablaremos sobre los elementos neumáticos a utilizar en nuestro banco de pruebas de anclajes para asientos de tipo bipersonal en autobuses interprovinciales.

2.5.3.1 Compresor de aire. Los compresores son máquinas utilizadas para elevar la presión de una cierta cantidad de volumen de aire, admitido en condiciones atmosféricas hasta alcanzar una determinada presión según el trabajo a realizar dentro del campo industrial o cualquier otro.

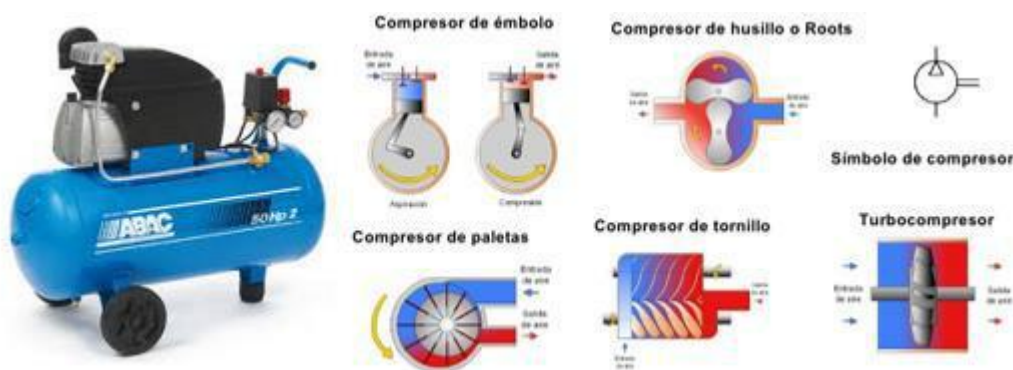


Figura 17-2. Producción y distribución de aire comprimido según el tipo de compresor

Fuente:<http://image.slidesharecdn.com/unidadneumatica4v1c-100407161937-phpapp01/95/unidad-neumatica-4-v1-c-20-728.jpg?cb=1270657238>

Dentro de los compresores de tiene una clasificación extensa de acuerdo al tipo de desplazamiento que realiza, la cual se muestra en la Figura 18-2.

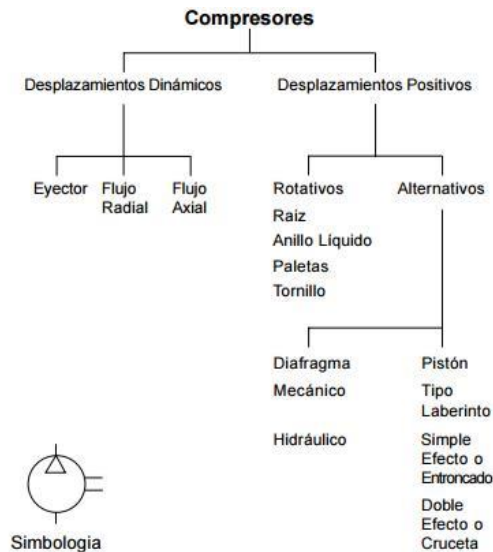


Figura. 18-2. Clasificación de los compresores de aire
Fuente:(PARKER, H., 2003)

2.5.3.2 Cilindro neumático. Es un elemento de constitución sencilla, de bajo costo y fácil de instalar; es ideal para producir movimientos lineales, tomando en consideración la carrera del cilindro determina el movimiento máximo que este puede ejercer.

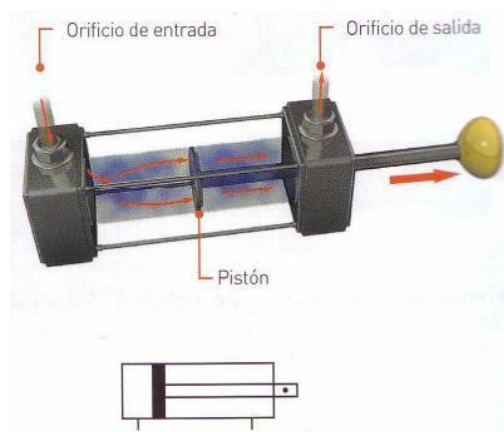


Figura 19-2. Cilindro neumático

Fuente:<http://www.edu.xunta.gal/centros/cpiantonioorzacouto/files/TEORIANEUMATICA.pdf>

El diámetro del cilindro y su presión de trabajo determinan la fuerza máxima que este puede hacer, la cual es controlable a través de un regulador de presión además su velocidad tiene un amplio margen de ajuste y posee una tolerancia a las condiciones

adversas como elevada humedad y ambientes polvorientos presentando facilidad en su limpieza. A continuación, los componentes de un cilindro neumático (Figura20-2).

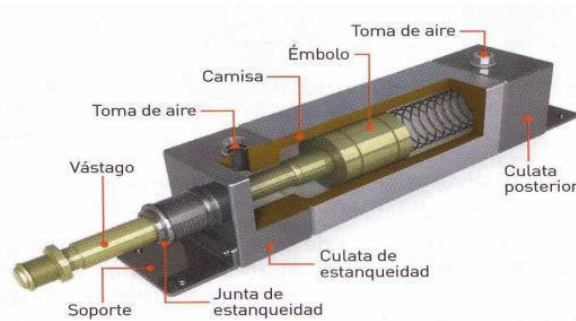


Figura 20-2. Partes constitutivas de un cilindro neumático

Fuente: <http://www.edu.xunta.gal/centros/cpiantonioorzacouto/system/files/TEORIANEUMATICA.pdf>

Dentro de los cilindros neumáticos tenemos una clasificación según su trabajo a desempeñar de simple y doble efecto para conocimiento de estudio, pero para la implementación en el banco de pruebas es de simple efecto debido a los requerimientos que se necesita para realizar las pruebas estáticas en los anclajes, se detallan sus características técnicas y especificaciones sobre los materiales de su construcción (Tabla 6-2 y 7-2):

Tabla 6-2. Características técnicas de los cilindros neumáticos

Diámetros	12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80 e 100 mm
Tipo	Doble acción
Rango de presión	Hasta 10 bar
Rango de temperatura	-20°C a +80°C (Estándar) -10°C a +150°C (Viton)
Fluido	Aire Comprimido Filtrado, Lubricado o No

Fuente:(PARKER, H., 2003)

Tabla 7-2. Materiales de los cilindros neumáticos

Vástago	Acero inoxidable
Sellos de vástago	Poliuretano
Cabezales	Aluminio anodizado
Sellos	Poliuretano y buna -N
Cuerpo del cilindro	Aluminio

Fuente:(PARKER, H., 2003)

2.5.3.3 Elementos de mantenimiento del aire comprimido. El aire comprimido debe llegar en condiciones adecuadas de presión y limpieza a los diferentes elementos que constan del circuito neumático, por lo que se utiliza unidades de mantenimiento, la cual está formada por los siguientes elementos:

- Filtro. Elemento encargado de impedir el paso de partículas de suciedad que hayan ingresado al interior de las instalaciones del circuito, así como las impurezas generadas por el deterioro de las tuberías y evitando daños en los elementos propios del sistema. Además, tiene como función condensar el vapor de agua (humedad) existente en el aire permitiendo, que llegue limpio y seco a los actuadores neumáticos para realizar su trabajo para el cual se lo coloca dentro del mismo.
- Reductor de presión. Su función principal, está en ajustar la presión del aire requerida dentro del circuito neumático, para lo cual lleva incorporado un manómetro para visualizar la presión de entrada al sistema.
- Lubricador. Tiene como misión de inyectar unas pequeñas gotas de aceite en el flujo de aire para conseguir una lubricación adecuada en cada uno de los componentes del sistema neumático obteniendo aire comprimido pulverizado.

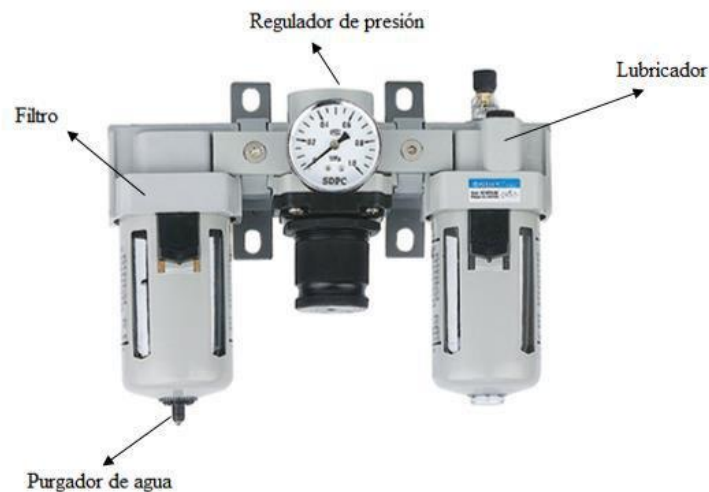


Figura. 21-2. Unidad de mantenimiento FRL neumático

Fuente: <https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1dxLNKFXXXbEXFXXq6xXFXXX6/Pneumatic-FRL-Units-Filter-Regulator-Lubricator-SMC.jpg>

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS DE ANCLAJES DE ASIENTOS

A la hora de diseñar un banco de pruebas de ensayos estáticos para anclajes de asientos es importante tener en consideración, múltiples y diversos factores como por ejemplo el peso del conductor o pasajeros, puntos de anclaje a la carrocería, montaje, fabricación, etc.

En este proyecto se pretende ejecutar un análisis estático estructural, para determinar el comportamiento cuando se aplica las fuerzas actuantes y determinar si se puede utilizar o no los elementos estructurales de los asientos bipersonales para buses interprovinciales.

3.1 Parámetros de diseño CAD

El proceso de diseño del banco de pruebas de anclajes para asientos bipersonales se base a lo establecido en el reglamento nacional RTE INEN 034 y reglamento europeo R80 de la CEPE., descrito anteriormente en los literales 2.3.1 y 2.3.2, donde establece ciertas condiciones de seguridad y confiabilidad que debe reunir los elementos para ser utilizados posteriormente en una carrocería con el servicio de transporte de pasajeros y conductor. Además, se debe tomar en cuenta otros parámetros de gran importancia como son:

- Dimensiones del asiento interprovincial
- Tipo de anclajes (geometría del anclaje y material)
- Distancia entre anclajes
- Altura de anclajes (zócalo)
- Geometría del asiento
- Ubicación de elementos neumáticos

Los cuales no son reglamentados actualmente y varían de acuerdo al diseño de cada uno de los fabricantes. Por dicho motivo, es primordial la utilización de diferentes

programas CAD para diseño del banco de pruebas, llegando a tener sus características propias en geometría, y originalidad.

3.2 Criterios de espacio

Es de gran importancia el espacio disponible para realizar los ensayos estáticos en los diferentes tipos de asientos para la transportación de pasajeros, por lo cual se tomará en cuenta lo siguiente:

- Ubicación de elementos neumáticos que permitan su fácil accionamiento y mantenimiento.
- Se debe garantizar la facilidad de acceso al interior del banco de pruebas y demás componentes durante los ensayos estáticos respectivos.
- La estructura del banco de ensayos debe presentar y soportar cargas reales durante su ejecución.
- La ubicación de los soportes para los anclajes debe ser regulable para los distintos asientos interprovinciales, donde se debe garantizar seguridad a su operario.

En el diseño del banco de pruebas de ensayos estáticos para anclajes de asientos bipersonales utilizados en buses interprovinciales se determinará las necesidades de espacio que va a tener en el interior del mismo.

3.3 Desarrollo de las fases de diseño del banco de pruebas

3.3.1 *Diseño conceptual.* En esta fase del diseño se plantea los primeros bocetos del banco de ensayos estáticos para anclajes de asientos interprovinciales, a través de dibujos a mano para plantear y tener una idea clara de nuestro trabajo para posteriormente ser modelado en el SolidWorks.

Para iniciar con el diseño, se toma en consideración la ubicación de elementos neumáticos y demás accesorios que serán utilizados en su ejecución, y reglamentación

de la RTE INEN 034 y reglamento R80 de la CEPE. Además, se toma los parámetros de diseño indicados en los literales 3.1 y 3.1.1 para el anclaje del asiento a la estructura, de acuerdo a las dimensiones reales, dejando libre acceso para los diferentes componentes.

3.3.2 Modelado asistido por software. Una vez obtenido el diseño conceptual del banco de ensayos para anclajes de asientos interprovinciales según las dimensiones generales de espacio interior de la estructura y en base a las restricciones de la RTE INEN 034 y reglamento R80 de la CEPE, procedemos a realizar el modelado geométrico con la ayuda del software computacional.

Para el estudio del ensayo estático se debe tomar en cuenta las fuerzas descritas en el Reglamento CEPE R80. Estos serán los principales factores para un rendimiento óptimo durante las pruebas en los anclajes de asientos interprovinciales.

El diseño se lo realiza con ayuda de (SolidWorks), donde se realiza el modelado en croquis 3D y posteriormente la creación de perfiles estructurales y en el software CAE (Ansys) el respectivo análisis estructural del banco de pruebas de ensayos estáticos para anclajes de asientos de tipo interprovincial.

3.3.2.1 Modelado geométrico del banco de pruebas de los anclajes para asientos de autobuses interprovinciales. En primer lugar, se realizará un croquis 3D, mediante líneas que indique el perfil estructural que lleva el banco de ensayos. Estas líneas posteriormente ayudan en la asignación de los diferentes perfiles estructurales que se emplea de en diseño propio del banco de pruebas de anclajes (Figura 1-3).

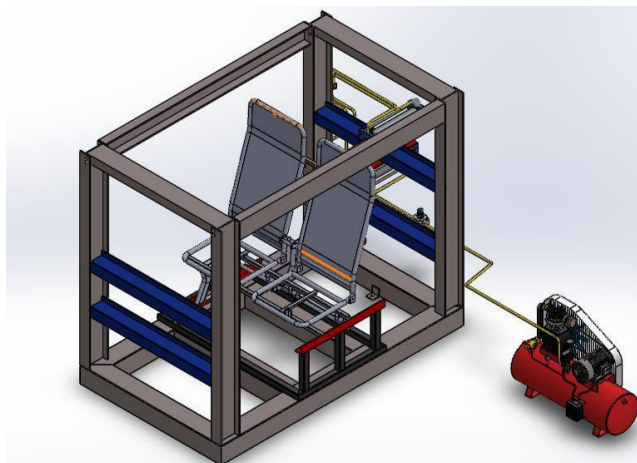


Figura 1-3. Vista isométrica del banco de pruebas

Fuente: Autores

Una vez terminado el modelado en 3D, procedemos a definir cada uno de los elementos constitutivos del banco de ensayos que permita su funcionalidad y facilidad en el acceso a los diferentes actuadores neumáticos, teniendo detallados los perfiles constitutivos de la estructura en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3. Tipos de perfiles estructurales

ESTRUCTURA BANCO DE PRUEBAS		
Perfil	Longitud (m)	Número de perfiles requeridos
Correa 120 x 55 mm	4,98	1
Tubo estructural cuadrado 125 x 3 mm	5,70	2
Ángulo 50 x 50 x 5 mm	0,40	4
ESTRUCTURA JIG		
Perfil	Longitud (m)	Número de perfiles requeridos
Tubo estructural cuadrado 40 x 3 mm	6,02	2
Tubo estructural cuadrado 30 x 3 mm	0,70	3
Ángulo 50 x 50 x 5 mm	1,34	2

Fuente: Autores

3.4 Análisis del banco de pruebas y asiento (estructura) en Ansys Workbench

Una vez finalizado el diseño del banco de ensayos y teniendo en consideración los parámetros de análisis establecidos por la CEPE, se procederá a realizar un Static Structural del banco de pruebas de anclajes para asientos, donde se realizará la simulación con su respectiva validación en el programa computacional Ansys Workbench, con un mallado de acuerdo a las dimensiones de la estructura, la cual llega a tener una precisión totalmente fina que permita la aceptación del prototipo y posteriormente proceder con su construcción.(STOLARSKI, 2006).

Mediante los parámetros establecidos y posteriormente cálculos realizados por el software se llega a analizar los esfuerzos producidos en el banco de ensayos, además del factor de seguridad que ayudará en la aceptación para su posterior manufactura, para lo cual tenemos tres etapas para su análisis correspondiente.(STOLARSKI, 2006)

3.4.1 Preproceso. En esta fase del análisis consiste en la construcción del prototipo utilizando software para su modelado utilizando la información necesaria, como: propiedades del material seleccionado en la estructura, fuerzas externas planteadas por la CEPE, restricciones a la cual estará sometido el banco de ensayos y mallado en base a un dominio finito de elementos.

3.4.1.1 Asignación de propiedades del material de la estructura. En esta parte se procede a llenar las propiedades isotrópicas lineales correspondientes al material ASTM A-36 dentro de la ventana de Engineering Data que presenta Ansys, como se indica en la Figura 2-3.

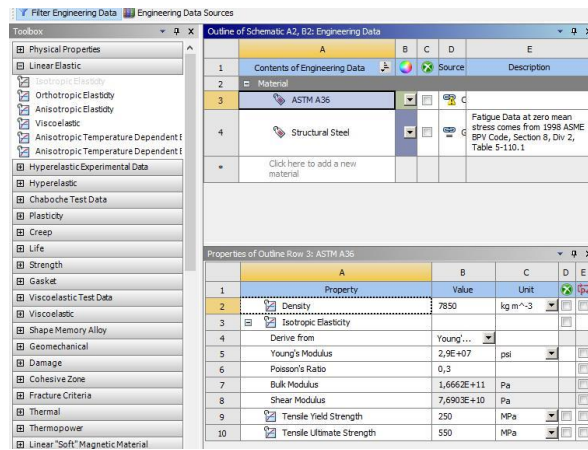


Figura 2-3. Propiedades del material ASTM A36
Fuente: Autores

3.4.1.2 Calidad y criterio de aceptación del mallado. Dentro del mallado que se utiliza para este análisis, se emplea el método de malla tipo tetraedro al presentar algoritmos de alta precisión y para el control de la calidad de elemento se basa de acuerdo al número de nodos, número de elementos, los cuales se pueden apreciar en la Figura 3-3.

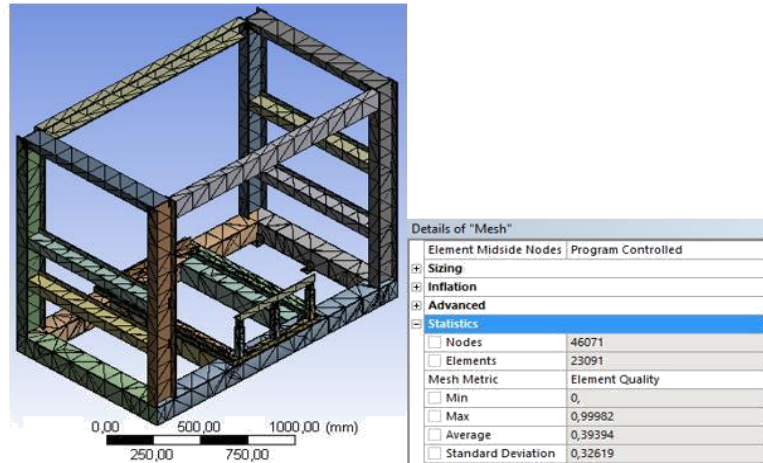


Figura 3-3. Calidad de malla

Fuente: Autores

3.4.1.3 Carga relacionada a H1. Esta fuerza es generada por la expresión enunciada en el ítem 3.4.1, donde está relacionada a una altura H1.

$$\frac{000}{H} \quad 50 \text{ N}$$

La dirección de aplicación de la fuerza estará situada en el plano vertical mediano de la plaza de asiento correspondiente; la cual se situará a una altura H1= 0,80 m.

$$\frac{000}{\text{---}} \quad 50 \text{ N}$$

Esta F1 al estar alejada del centro de coordenadas de plano de referencia genera un momento el cual esta detallado a continuación:

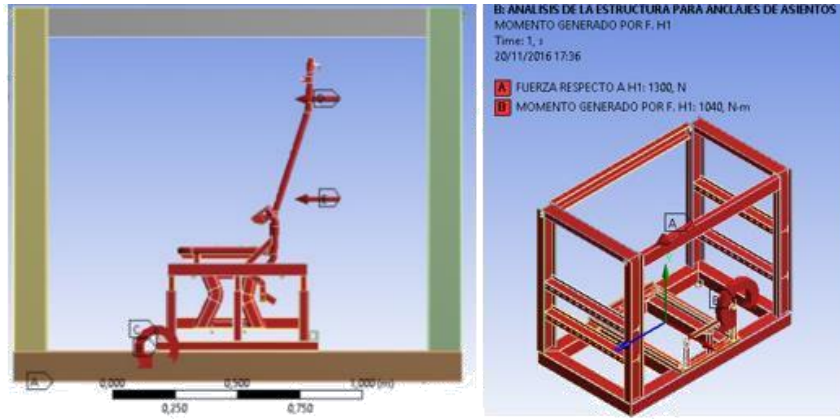


Figura 4-3. Cargas generadas en relación a H1

Fuente: Autores

3.4.1.4 Carga relacionada a H2. Esta fuerza es generada por la expresión enunciada en el ítem 3.4.1, donde está relacionada a una altura H2 respectivamente.

$$\frac{2000}{0,55} = 3636,36 \text{ N}$$

La dirección de aplicación de la fuerza estará situada en el plano vertical mediano de la plaza de asiento correspondiente; la cual se situará a una altura H2= 0,55 m.

$$\frac{2000}{0,55} = 3636,36 \text{ N}$$

La F2 al estar alejada del centro de coordenadas de plano de referencia genera un momento el cual esta detallado a continuación:

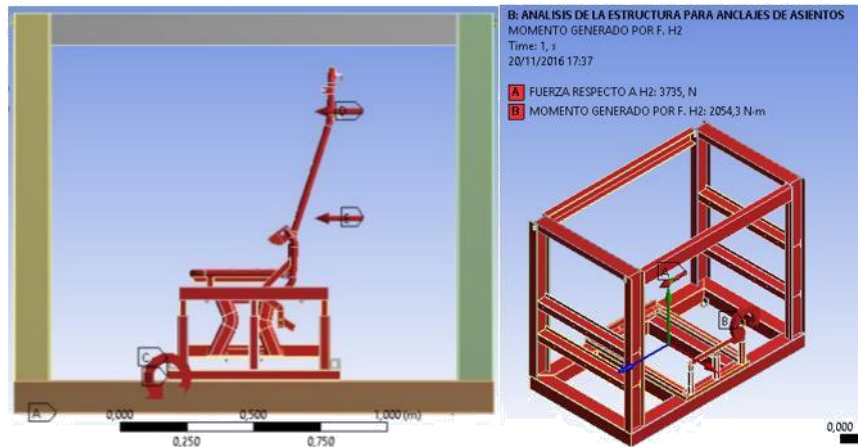


Figura 5-3. Cargas generadas en relación con H2

Fuente: Autores

3.4.2 Resolución. En esta fase del análisis se caracteriza por la realización del cálculo numérico en función a los parámetros asignados a la estructura los cuales son seleccionados de acuerdo a las consideraciones de la RTE INEN 034 y el reglamento R80 de la CEPE.

La solución del conjunto de ecuaciones planteadas por Ansys Workbench, permite conocer y visualizar el comportamiento del banco de prueba.

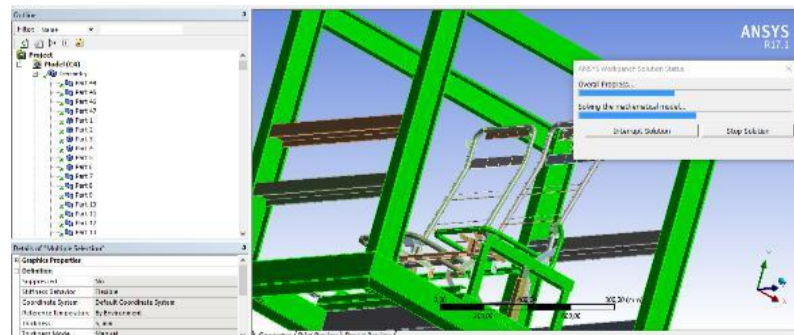


Figura 6-3. Solución de por método de elementos finitos

Fuente: Autores

3.4.3 Posproceso. En esta última fase del análisis se observará deformaciones, esfuerzos y factor de seguridad de la estructura y al ser analizados los resultados respectivos permiten su aceptación. El análisis y la validación del banco de pruebas estáticas de anclajes de asientos de transportación de personas tipo interprovincial se ejecutará en el software Ansys Workbench utilizando el tipo de análisis estructural

estático, en la que se puede observar el comportamiento del banco de ensayos y llegar a obtener los esfuerzos, factores de seguridad generados por las cargas aplicadas inicialmente a la estructura en evaluación.

3.4.3.1 Deformación total. Los resultados obtenidos en la simulación del análisis estructural tipo estático de la estructura se llega a tener valores máximos de 0,072 mm ubicado en la parte superior del banco de pruebas (Figura 7-3). Esto se debe a que en la parte superior está anclado con pernos de ajuste, mientras que el resto de la misma posee miembros estructurales soldados los cuales ayudan a convertirla en una estructura rígida.

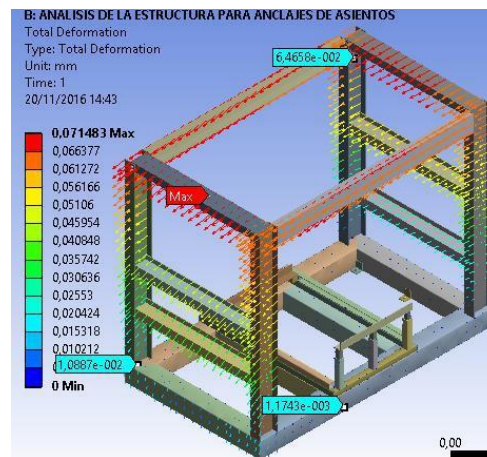


Figura 7-3. Deformación total del banco de pruebas

Fuente: Autores

3.4.3.2 Esfuerzo de Von-Mises. El esfuerzo de Von-Mises que aparece como resultado de la simulación de la estructura del banco de ensayos estáticos llega a tener un valor máximo de 20 MPa, los cuales están situados en la parte inferior de la estructura del banco de pruebas donde se une los elementos estructurales por medio de soldadura (Figura 8-3).

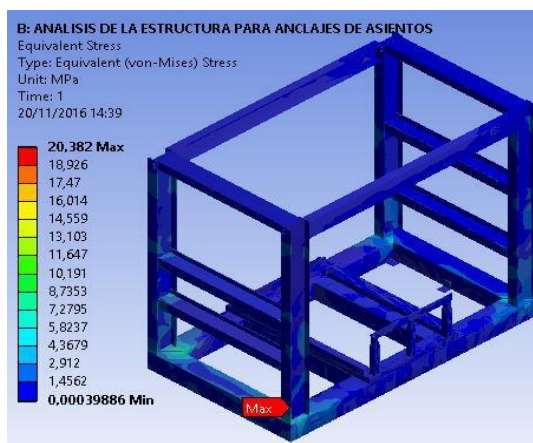


Figura 8-3. Esfuerzo de Von-Mises del banco de pruebas
Fuente: Autores

3.4.3.3 Esfuerzo principal máximo. El esfuerzo principal alcanzado en la simulación corresponde a un valor máximo de 18 MPa el cual está localizado en la base de la estructura que se une a otros elementos estructurales por medio de soldadura (Figura 30).

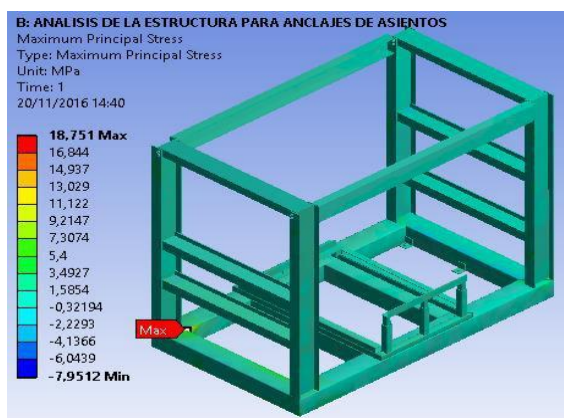


Figura 9-3. Esfuerzo principal máximo del banco de pruebas
Fuente: Autores

3.4.3.4 Factor de seguridad. El factor de seguridad que arroja la simulación y el cual permite validar el diseño estructural para su posterior manufactura posee un valor máximo de 15, lo que quiere decir que el banco de pruebas para anclajes de asientos de tipo interprovincial podrá soportar 15 veces el valor de las cargas asignadas (Figura 10-3).

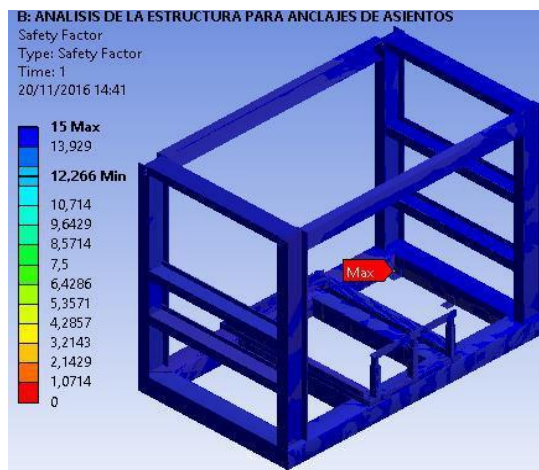


Figura 10-3. Factor de seguridad del banco de pruebas
 Fuente: Autores

Tabla 2-3. Resultados del análisis de la estructura sin asiento

Deformación total [mm]	0,072
Esfuerzo VON-MISES [MPa]	20,382
Esfuerzo principal máximo [MPa]	18,751
Factor de seguridad	15

Fuente: Autores

El análisis y la validación de la estructura correspondiente a los anclajes de asientos de transportación de personas tipo interprovincial se ejecutará en el software Ansys Workbench 16.1 utilizando el tipo de análisis estructural estático, en la que se puede observar el comportamiento de la estructura y llegar a obtener los esfuerzos, factores de seguridad generados por las cargas aplicadas inicialmente a la estructura en evaluación (Tabla 3-3).

3.4.4 Posproceso. De la misma manera que en el literal 3.4.3 esta es la etapa del análisis y la validación, pero de la estructura de asiento. Se puede observar el comportamiento de la estructura y llegar a obtener los esfuerzos, factores de seguridad generados por las cargas aplicadas inicialmente.

3.4.4.1 Deformación total. Los resultados obtenidos en la simulación del análisis estructural tipo estático de la estructura se llega a tener valores máximos de 75,58 mm ubicado en la parte superior del asiento bipersonal (Figura 11-3). Esto se debe a que en la parte superior se coloca la fuerza F1 a una altura H1, mientras que el resto posee 50

miembros estructurales soldados los cuales ayudan a convertirla en una estructura rígida.

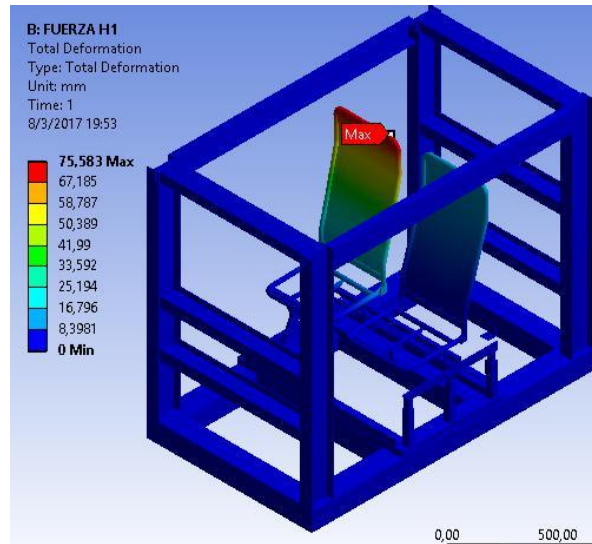


Figura 11-3. Deformación total del banco de pruebas con asiento
Fuente: Autores

3.4.4.2 Esfuerzo de Von-Mises. El esfuerzo de Von-Mises que aparece como resultado de la simulación de la estructura del banco de ensayos estáticos con el asiento de transportación bipersonal llega a tener un valor máximo de 78,10MPa, los cuales están situados en la parte inferior de la estructura de la butaca donde se une con la estructura del espaldar (Figura 12-3).

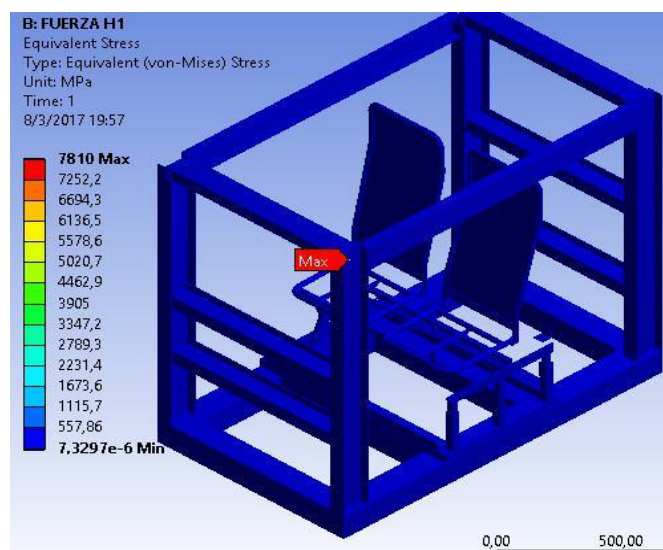


Figura 12-3. Esfuerzo de Von-Mises del banco de pruebas
Fuente: Autores

3.4.4.3 Esfuerzo principal máximo. El esfuerzo principal alcanzado en la simulación corresponde a un valor máximo de 48,60MPa el cual está localizado en la base de la estructura que se une a otros elementos estructurales por medio de soldadura (Figura 13-3).

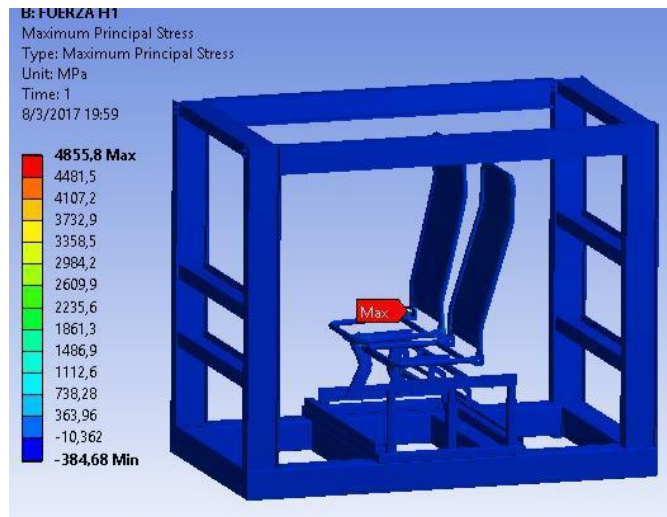


Figura 13-3. Esfuerzo principal máximo del banco de pruebas
Fuente: Autores

3.4.4.4 Factor de seguridad. El factor de seguridad que arroja la simulación y el cual permite validar el diseño estructural para su posterior manufactura posee un valor máximo de 15, lo que quiere decir que el banco de pruebas para anclajes de asientos podrá soportar 15 veces el valor de las cargas asignadas en este caso de estudio (Figura 14-3).

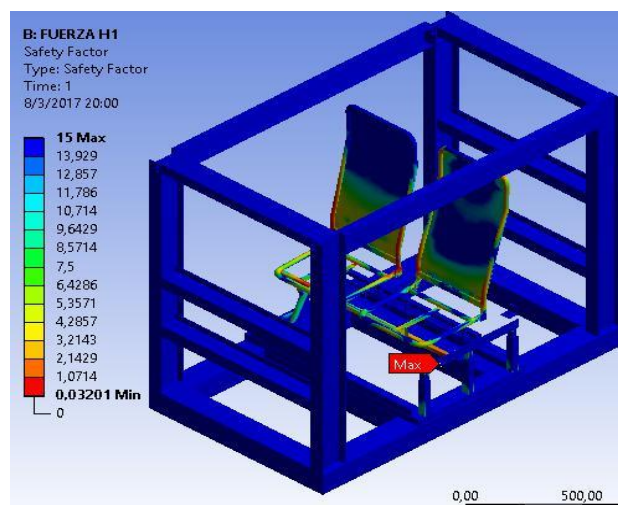


Figura 14-3. Factor de seguridad del banco de pruebas
Fuente: Autores

Tabla 3-3. Resultados del análisis de la estructura con asiento

Deformación total [mm]	75,58
Esfuerzo VON-MISES [MPa]	78,10
Esfuerzo principal máximo [MPa]	40,60
Factor de seguridad	15

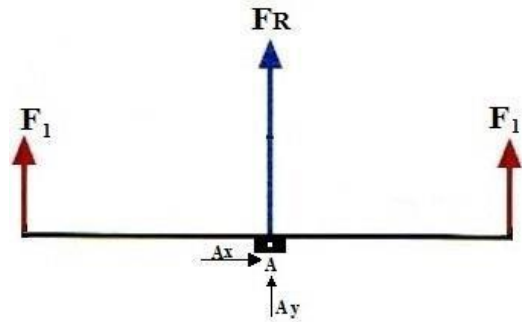
Fuente: Autores

3.5 Cálculo para selección de actuadores neumáticos

La selección de los actuadores y otros elementos neumáticos que formaran parte del sistema del banco de pruebas tenemos el a continuación el cálculo real de los mismos.

3.5.1 Fuerzas externas de los actuadores. Al tener un sistema de fuerzas paralelas en los actuadores neumáticos se procede a calcular una resultante la cual ayudara en el cálculo de la siguiente manera:

Figura 15-3. Fuerzas paralelas en el actuador neumático 1

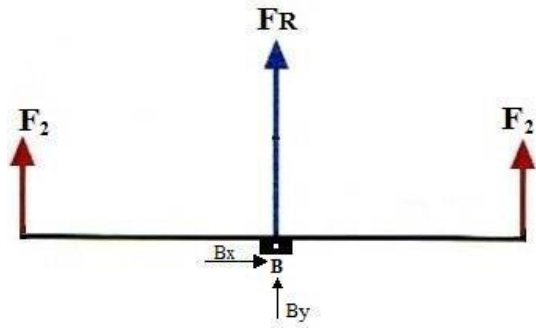


Fuente: Autores

Σ

Σ

Figura 16-3. Fuerzas paralelas en el actuador neumático 2



Fuente: Autores

Σ

Σ

3.5.2 Cálculo de elementos neumáticos. En esta parte se procede a calcular los distintos parámetros para posteriormente realizar la selección de los actuadores 54

neumáticos que serán empleados en el banco de ensayos estáticos para anclajes de asientos interprovinciales de tipo bipersonal.

3.5.2.1 Cilindro neumático 1. Las dimensiones del actuador se detallan en la Figura 38, donde se puede apreciar los diámetros del cilindro, del vástago y su carrera respectiva:

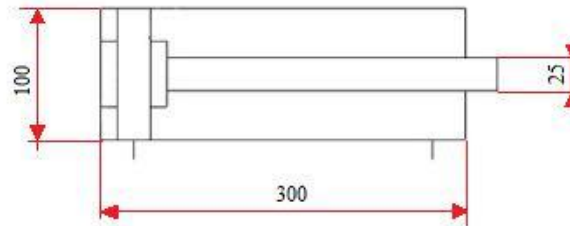


Figura 17-3. Dimensiones del actuador neumático 1

Fuente: Autores

—

Donde:

P = Presión ejercida sobre el fluido

F = Fuerza ejercida sobre el fluido

S = Área sobre el fluido

D = Diámetro del cilindro (mm)

d = Diámetro del vástago (mm)

V = Volumen del cilindro

- Para $F = 2600 \text{ N}$, en el cálculo real se considera la presión teórica mayor para posteriormente realizar su selección por medio de catálogo el actuador número 1, con el área calculada y la $F = 2600 \text{ N}$ obtenida se procede a calcular las presiones de avance y retroceso así:

- Presión real del actuador neumático 1. En esta parte consideramos las pérdidas reales que se presentan en el trabajo realizado por el actuador 1 en avance y retroceso.

— (—)

—

— (—)

—

- Para $F = 7472$ N, en el cálculo real se considera la presión teórica mayor para posteriormente realizar su selección por medio de catálogo el actuador número 2, con el área calculada y la $F = 7472$ N obtenida se procede a calcular las presiones de avance y retroceso así:

—

—

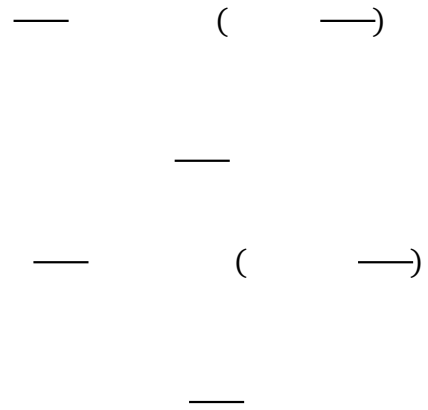
—

—

—

—

- Presión real del actuador neumático 2. En esta parte consideramos las pérdidas reales que se presentan en el trabajo realizado por el actuador 2 en avance y retroceso.



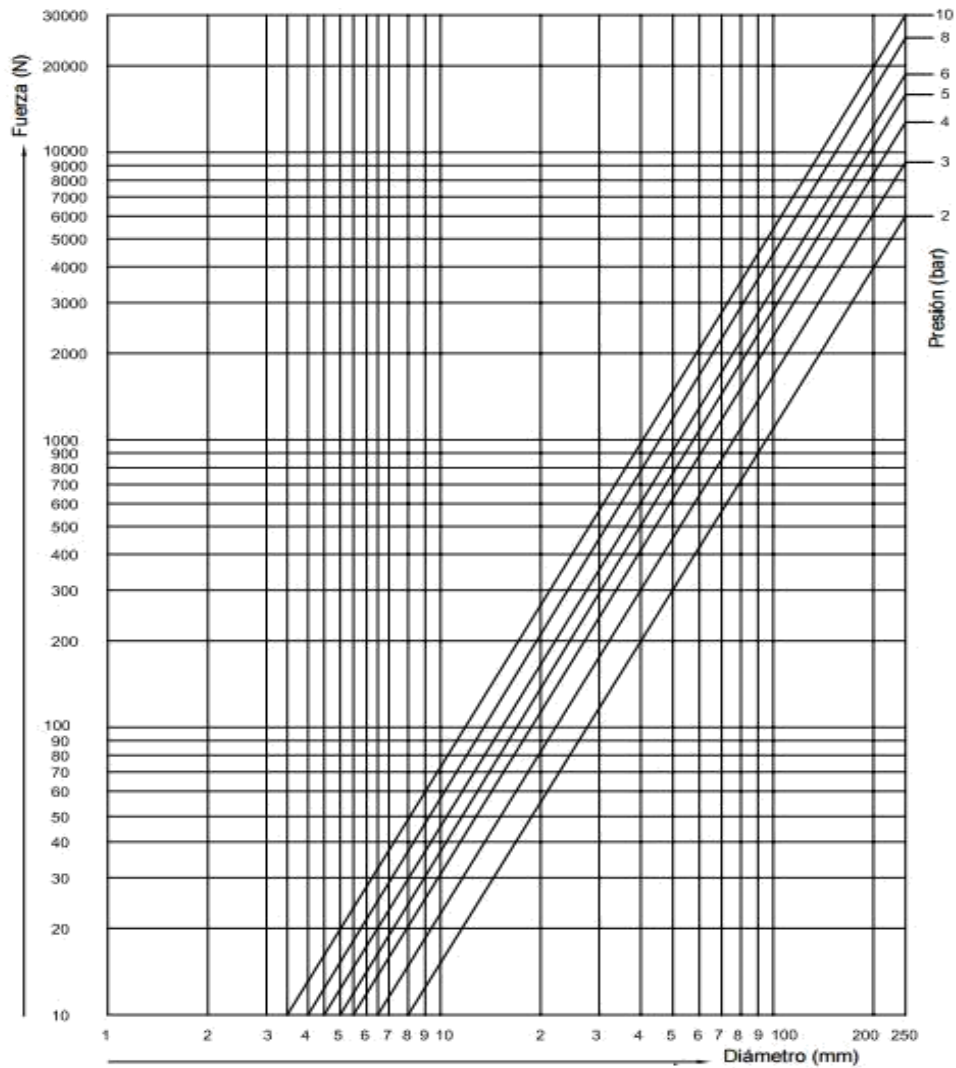
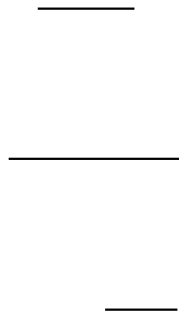


Figura 18-3. Gráfico de presión real en el actuador neumático 1 considerando F1 y F2

Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

- Una vez calculado el área de avance y retroceso que realiza el cilindro neumático 1 precedemos a calcular el volumen de avance y retroceso para obtener datos sobre volumen total y caudal, llegando a obtener una selección óptima del actuador neumático:

- Ahora encontramos el volumen total que tendrá el actuador neumático 1 considerando las secciones S avance y S retroceso, para posteriormente calcular su caudal y proceder a su selección del actuador de manera correcta dentro del circuito neumático:



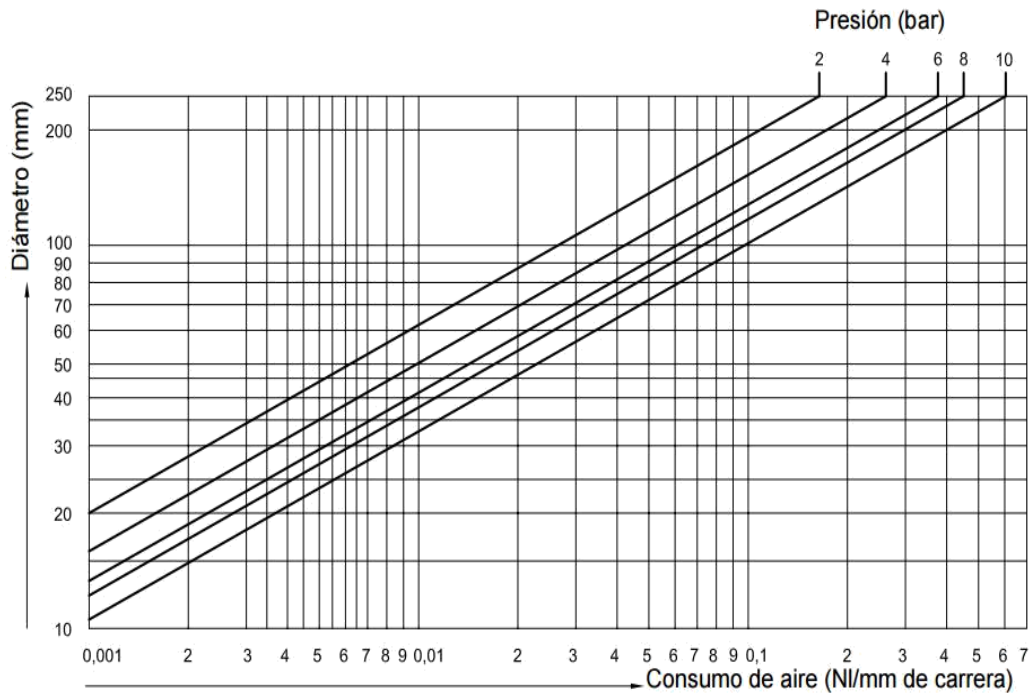


Figura 19-3. Gráfico de consumo de aire en los actuadores neumáticos

Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

3.5.2.2 Cilindro neumático 2. Las dimensiones del actuador se detallan en la Figura 41, donde se puede apreciar los diámetros del cilindro, del vástago y su respectiva carrera:

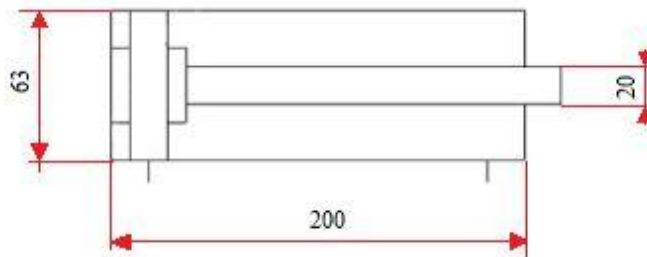


Figura 20-3. Dimensiones del actuador neumático 2

Fuente: Autores

Donde:

P = Presión ejercida sobre el fluido

F = Fuerza ejercida sobre el fluido

S = Área sobre el fluido

D = Diámetro del cilindro (mm)

d = Diámetro del vástago (mm)

V = Volumen del cilindro

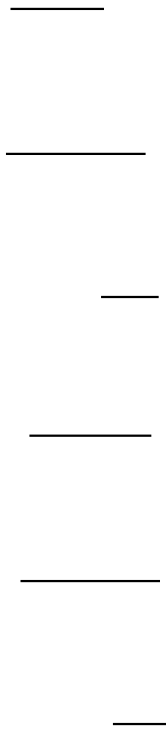
- Para $F = 2600 \text{ N}$, en el cálculo real se considera la presión teórica mayor para posteriormente realizar su selección por medio de catálogo el actuador número 1, con el área calculada y la $F = 2600 \text{ N}$ obtenida se procede a calcular las presiones de avance y retroceso así:

- Presión real del actuador neumático 1. En esta parte consideramos las pérdidas reales que se presentan en el trabajo realizado por el actuador 1 en avance y retroceso.

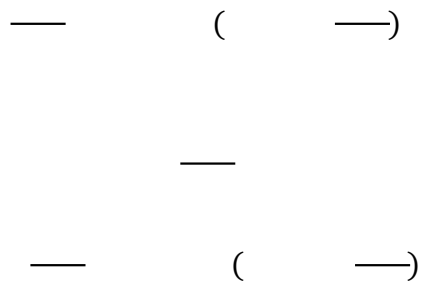
_____ (_____)

_____ (_____)

- Para $F = 7472$ N, en el cálculo real se considera la presión teórica mayor para posteriormente realizar su selección por medio de catálogo el actuador número 2, con el área calculada y la $F = 7472$ N obtenida se procede a calcular las presiones de avance y retroceso así:



- Presión real del actuador neumático 2. En esta parte consideramos las pérdidas reales que se presentan en el trabajo realizado por el actuador 2 en avance y retroceso.



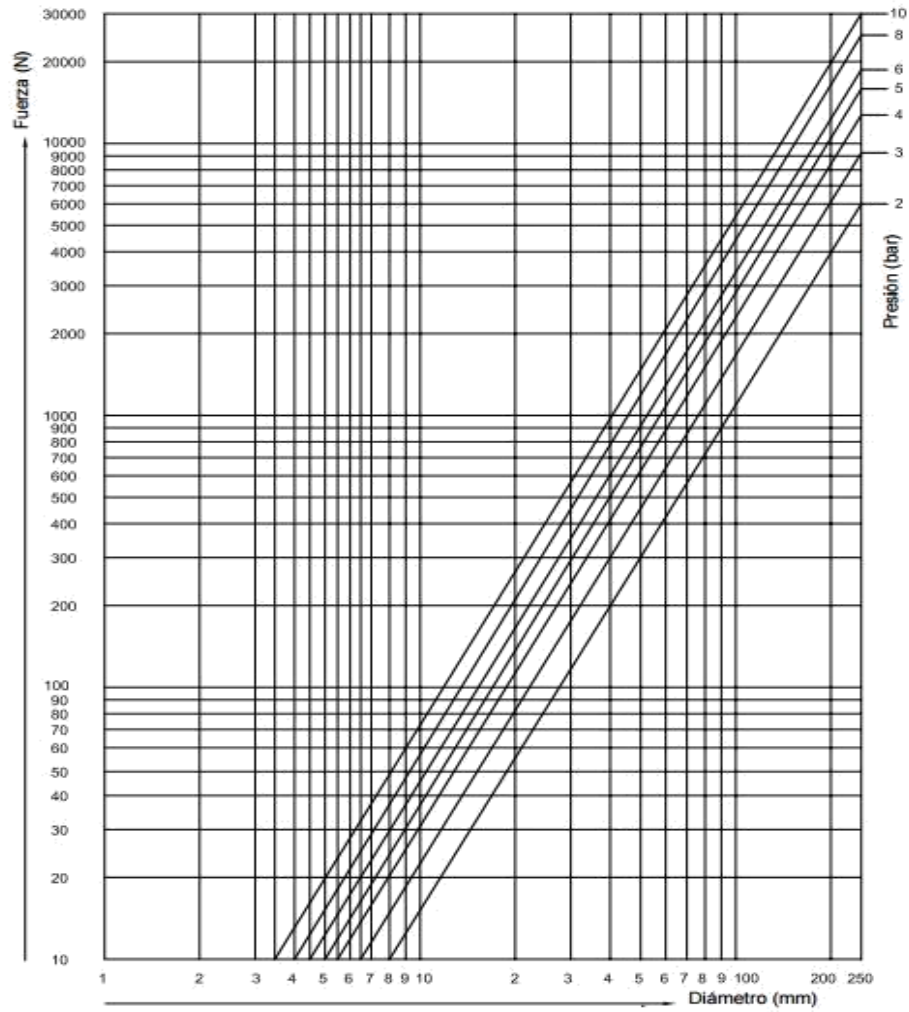


Figura 21-3. Gráfico de presión real en el actuador neumático 2 considerando F1 y F2

Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

- Una vez calculado el área de avance y retroceso que realiza el cilindro neumático precedemos a calcular el volumen de avance y retroceso:

- Ahora encontramos el volumen total que tendrá el actuador neumático 1 considerando las secciones S avance y S retroceso, para posteriormente calcular su caudal y proceder a su selección del actuador de manera correcta dentro del circuito neumático:

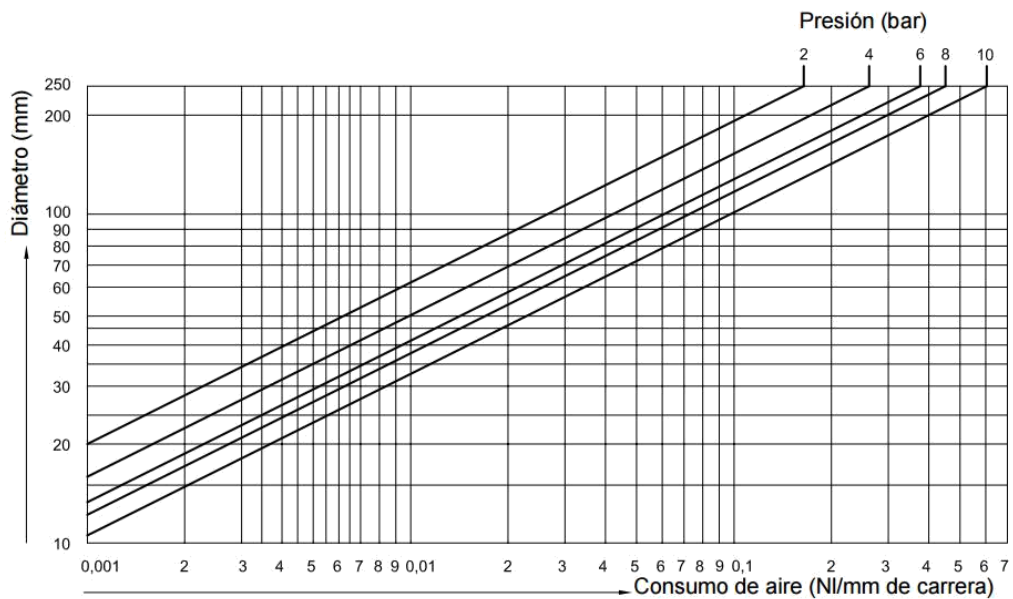


Figura 22-3. Consumo de aire en los actuadores neumáticos

Fuente: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

3.5.2.3 Lista de componentes del sistema neumático. Los componentes constitutivos del circuito neumático implementado en el banco de pruebas estática para anclajes de asientos de buses constan de:

- Acople rápido 1/2
- Filtro regulador 1/2
- Válvula 5/2 vías
- Racores
- T 12 mm
- Actuador neumático 63x200
- Actuador neumático 100x300
- Manguera de 12 mm
- Regulador de caudal

3.5.2.4 Conexión del sistema neumático. Dentro de la conexión realizada en el circuito neumático tenemos dos etapas de recorrido de los actuadores, una de avance donde se realiza en ensayo estático al asiento respectivo aplicando las fuerzas correspondientes al reglamento R80 de la CEPE y la otra fase de retroceso donde los actuadores regresan a su posición inicial. Para lo cual debemos:

- Fijar los pistones neumáticos, una válvula 5/2 y el filtro regulador al contorno del banco de pruebas, además conectar una manguera de 12 mm del filtro regulador a la válvula principal 5/2 vías.
- De la válvula 5/2, la primera salida va hacia una T y las salientes de la misma se distribuye: primera saliente entra a una válvula reguladora, que conecta al primer cilindro neumático de 63x200, la segunda saliente entra al segundo cilindro neumático de 100x300.
- De la válvula 5/2, la segunda salida va hacia una T y las salientes de la misma se distribuyen: primera saliente entra al primer pistón de 63x200, la segunda saliente entra al segundo pistón de 100x300.

Una vez terminado la instalación en el banco de pruebas, se verifica su funcionamiento como esta en el diagrama neumático realizado, Figura 44.

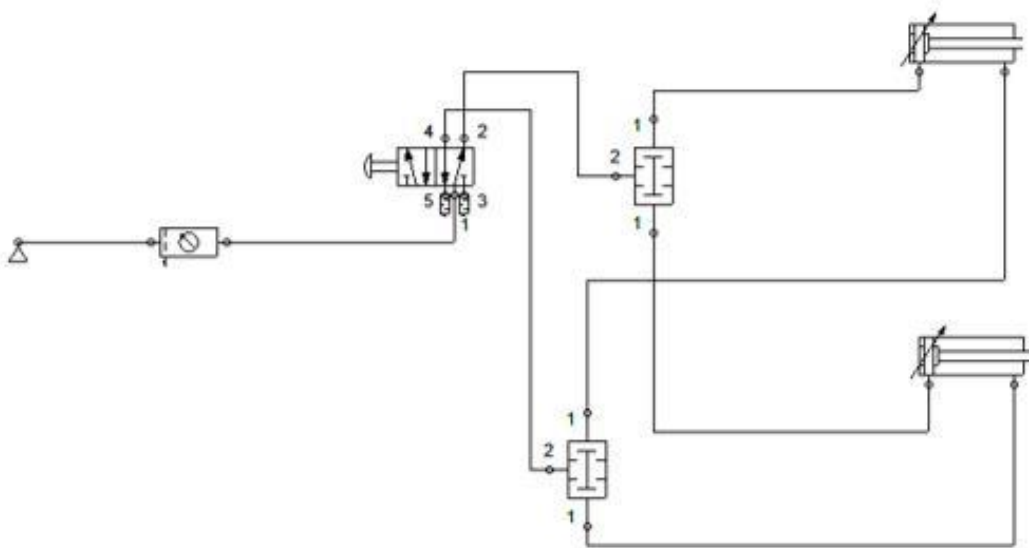


Figura 23-3. Circuito neumático del banco de pruebas

Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE ENSAYOS ESTÁTICOS Y FASE DE PRUEBAS

Para la obtención de la estructura del banco de ensayos estáticos para anclajes de asientos de buses de tipo interprovincial se parte desde la selección y adquisición del material para su construcción correspondiente.

4.1 Selección de material para su construcción

El material que se emplea generalmente en la fabricación de estructuras de este tipo como por ejemplo bancos de ensayos estáticos para probar anclajes de asientos interprovinciales de tipo bipersonal, por lo cual se utiliza el acero A-36 teniendo como objetivo obtener propiedades adecuadas entre resistencia, pueden ser unidas fácilmente por cualquier proceso de soldadura, además de bajo costo económico en su adquisición y se lo puede encontrar con facilidad en el mercado ecuatoriano.

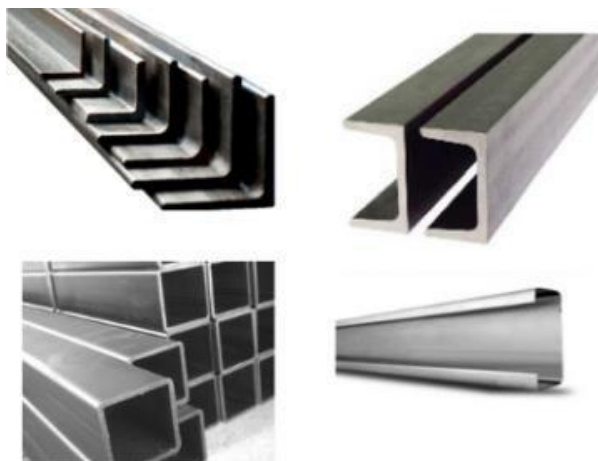


Figura 1-4. Perfiles estructurales A-36

Fuente: <http://www.grupocfc.com.co/LADECA/perfiles.html>

4.2 Selección del método de soldadura

Para la selección del proceso de soldadura fue importante tomar en consideración que se va a realizar la unión entre metales por la acción del calor. Para tener los mejores

resultados en este proceso deben evitarse porosidades y grietas utilizando apropiados elementos de aleación al metal de aportación, y sujetando firmemente las piezas que se quieren soldar para evitar deformaciones.(SENCICO, 2013)

Una vez que se tomó en cuenta estos parámetros se eligió el método de Soldadura por Arco Eléctrico con electrodo revestido el mismo que tiene varias ventajas como fácil utilización, es un proceso rápido y a su vez económico.

4.2.1 Por arco eléctrico. Soldadura por arco eléctrico en la actualidad, resulta indispensable para un gran número de industrias, el cual es un sistema de reducido costo económico, de fácil y rápida utilización, resultados perfectos y aplicable a toda clase de elementos estructurales.

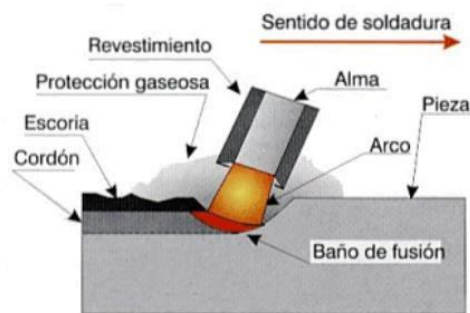


Figura 2-4. Soldadura por arco eléctrico

Fuente: <https://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf>

El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante la transferencia de calor intenso desarrollado por un arco eléctrico. Los bordes de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezclan conjuntamente, formando una pieza única, resistente una vez que se enfría.

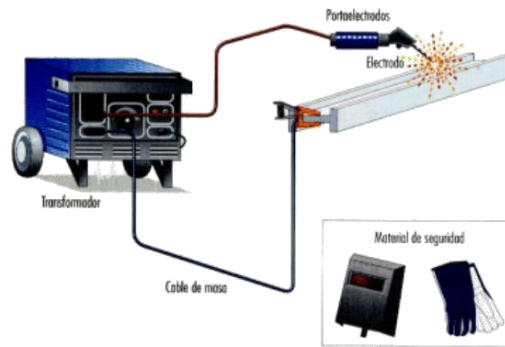


Figura 3-4. Conexión del Proceso SMAW
Fuente:(SENCICO, 2013)

Antes de iniciar el trabajo de soldadura se deben anclar las piezas sobre una mesa o banco de trabajo, para que no se puedan mover durante el proceso de soldadura y afecta al normal desarrollo, el soldador debe evitar la acumulación de escoria.

El electrodo se deberá mantenerse siempre inclinado, formando un ángulo de 15° aproximadamente sobre el plano horizontal de la pieza, realizando un movimiento lento en zigzag se asegurará una distribución uniforme del metal que se va desprendiendo del electrodo.



Figura 4-4. Soldador por arco eléctrico
Fuente:(SENCICO, 2013)

4.2.2 Electrodo para soldadura eléctrica. Dentro del mundo de estructuras

metálicas unidas por soldadura se emplea electrodos de diferente material, por lo cual se utilizará el E6011 y E6013, debido al trabajo que desempeñará nuestro banco de ensayos.

4.2.2.1 Electrodo 6011. Contiene hierro en polvo en su revestimiento, presenta una rápida solidificación del metal depositado, facilita la soldadura en posición vertical y sobre cabeza. Es apto para ser ocupado en variadas aplicaciones de soldadura, especialmente en trabajos que se requiera alta penetración (SENCICO, 2013).

Sus aplicaciones típicas se encuentran en cordón de raíz de cañerías, reparaciones generales, estructuras y planchas galvanizadas.

Análisis Típico del metal depositado (% en peso)							
C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %	Cr, %	Ni, %	Mo, %
0,11	0,41	0,23	0,010	0,017	0,02	0,02	0,01

Propiedades Mecánicas Típicas del Metal Depositado				
Tratamiento Térmico	Esf. Fluencia en 0.2%, MPa	Esf. Máx. de Tracción, MPa	Elongación (L=4d), %	E. Absorbida Ch-v
S/T.T	424	495	27	34J a -30° C

Parámetros de Soldadura y Datos				
Diámetro, mm	2.4	3.2	4.0	4.8
Longitud, mm	300	350	350	350
Int. de Corr., A	50 - 90	80 - 120	120 - 160	160 - 220
Nº elect/Kg	74	34	24	17

Figura 5-4. Características generales del electrodo 6011

Fuente: <http://www.indura.com.ec/Web/CL/2000578/indura-6011-3-32-2-4-mm>

4.2.2.2 Electrodo 6013. Este tipo de electrodo principalmente diseñado para trabajos de alto rendimiento, es de fácil aplicación en trabajos de lámina delgada como ventanas, así como en perfiles estructurales huecos, tanques, recipientes, carrocerías y muebles metálicos (SENCICO, 2013).

Dentro de sus características tenemos su fácil remoción de escoria, se puede soldar con amperajes relativamente bajos, produce cordones de superficie suave, de aspecto liso y limpia con poca penetración.

PROPIEDADES MECÁNICAS^{MI}. DE ACUERDO CON AWS A5.1/A5.1M: 2004

	Resistencia a la Cedencia ^{MI} Mpa (ksi)	Resistencia a la Tensión Mpa (ksi)	Elongación %	Charpy V-Notch J(ft*lbft) @ °C (°F)
Requerimientos AWS E6013	330 (48) mín.	430 (60) mín.	17 mín.	No especificado
Resultados Típicos ^{MI} Tal como se soldó, Diámetro del Electrodo 1/8" (3.2 mm)	535 (78)	591 (86)	31	No especificado

COMPOSICIÓN QUÍMICA^{MI}. DE ACUERDO CON AWS A5.1/A5.1M: 2004

	%C	%Mn	%Si	%Ni	%Cr
Requerimientos AWS E4043	0.20 máx.	1.20 máx.	1.00 máx.	0.30 máx.	0.20 máx.
Resultados Típicos ^{MI}	0.069	0.43	0.34	0.01	0.02
	%Mo		%V		
Requerimientos AWS E4043	0.30 máx.		0.08 máx.		
Resultados Típicos ^{MI}	0.00		0.018		

PROCEDIMIENTOS TÍPICOS DE OPERACIÓN

Polaridad ^{MI}	Corriente (Amps)			
	3/32 pulg. (2.4 mm)	1/8 pulg. (3.2 mm)	5/32 pulg. (4.0 mm)	3/16 pulg. (4.8 mm)
C.A	75 – 85	110 – 140	160 – 200	205 – 260
C.D ±	70 – 105	100 – 135	145 – 180	185 – 235

^{MI}Típico todo metal de soldadura. ^{MI} Medido con un 0,2% de desviación. ^{MI} Ver notas de resultados de prueba abajo. ^{MI} Datos de Especificación de Industria (AWS no obligatorio). ^{MI} Polaridad Sugerida aparece en primer lugar.

Figura 6-4. Características generales del electrodo 6011

Fuente: <http://www.indura.com.ec/Web/CL/2000578/indura-6011-3-32-2-4-mm>

4.3 Análisis de tiempos en el proceso de construcción

Tabla 1-4. Análisis de tiempos en la construcción de la estructura

Actividad	Duración
Adquisición de materia prima	
Perfiles estructurales	24 horas
Accesorios para el anclaje	10 horas
Elementos neumáticos	48 horas
Fabricación del prototipo	
Preparación de material estructural	6 horas
Método de soldadura a utilizar	30 min
Armado de la estructura por suelda de arco eléctrico	48 horas
Verificación de medidas en base a los planos de diseño	20 min por elemento
Instalación de elementos neumáticos	
Determinación de la ubicación de los componentes neumáticos	5 horas
Instalación de actuadores neumáticos y válvulas de regulación	48 horas
Proceso de verificación del circuito neumático	24 hora

Pruebas de funcionamiento del banco de pruebas	
Accionamiento de elementos neumáticos	1 horas
Montaje de la estructura del asiento de tipo interprovincial a ensayar	20 min
Aplicación de fuerzas determinadas para el ensayo	20 min
Visualización de las deformaciones en los anclajes de la estructural del asiento bipersonal de tipo interprovincial	20 min
Verificación del cumplimiento de las normas empleadas para los ensayos estáticos correspondientes al banco de pruebas	45 min

Fuente: Autores

En el proceso de manufactura de la estructura del banco de pruebas estáticas para anclajes de asientos de buses interprovinciales de tipo bipersonal se llega a realizar un análisis de tiempos aproximado de cada una de las operaciones a realizar.

En este estudio se pretende optimizar el tiempo para así evitar desperdicio de materia prima y gastos económicos innecesarios dentro del proceso de construcción (Tabla 1-4).

4.4 Diagrama de desarrollo del banco de pruebas.

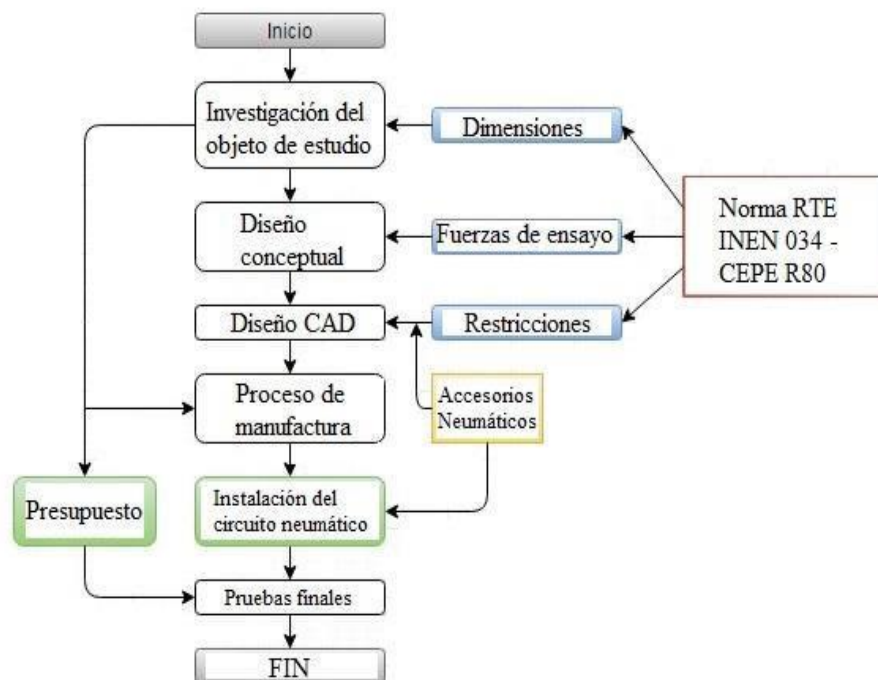


Figura 7-4. Diagrama de desarrollo del banco de pruebas estáticas

Fuente: Autores

4.5 Manufactura del banco de ensayos estáticos

La estructura metálica del banco de ensayos estáticos para anclajes de asientos de buses interprovinciales de tipo bipersonal, presenta una forma original para posteriormente colocar los accesorios correspondientes al circuito neumático y así evitar ocupar un espacio considerable dentro del centro de ensayos (NONNAST, 1994). A continuación, se detalla el proceso de manufactura del mismo.

4.5.1 Preparación de perfiles estructurales. En esta fase de la construcción consistió en cortar cada uno de los perfiles estructurales que forman parte del banco de ensayos estáticos (Figura 8-4), cuyas medidas están detalladas en los planos de diseño.

Los perfiles a utilizar son de tipo cuadrado, correa C, ángulos, perfiles IPN, sus dimensiones están detalladas en el apartado 2.4. Los cortes correspondientes se los realizara a 45° respectivamente.



Figura 8-4. Preparación de perfiles estructurales

Fuente: Autores

4.5.2 Construcción de la estructura del banco de pruebas. En esta fase de la manufactura se presenta dos etapas las cuales son descritas a continuación, con el cumplimiento correspondiente a la reglamentación RTE INEN 034 y CEPE R80.

4.5.2.1 Construcción de la estructura del banco. En esta etapa consiste en la construcción de la estructura del banco de pruebas, con la utilización de perfiles cuadrados correspondientes a la base y mientras tanto para los verticales se emplea

perfiles de tipo IPN (Figura 9-4), sus medidas correspondientes están descritos en el apartado 2.4 (NONNAST, 1994).



Figura 9-4. Base de la estructura con perfiles cuadrados

Fuente: Autores

Dentro del proceso de soldadura en los diferentes elementos estructurales se emplea cordones de soldadura horizontales, verticales e inclinados, con uniones a tope con penetración profunda para los diferentes elementos (Figura 10-4).



Figura 10-4. Cordones de soldadura inclinados a tope con penetración profunda

Fuente: Autores

Una vez terminado la base de la estructura, se procedió a soldar los elementos estructurales verticales de tipo IPN, con un tipo de unión a tope con penetración profunda en forma de L (Figura 11-4).



Figura 11-4. Perfiles IPN soldados verticalmente a la base
Fuente: Autores

Finalmente, para dar por concluido la construcción del banco de ensayos estáticos para anclajes de asientos de transportación de personas tipo bipersonal, se procedió a colocar las correas C en la parte superior las cuales serán atornilladas a las vigas IPN que se encuentran soldadas verticalmente, como se indica en la Figura 12-4. Llegando a tener una estructura rígida y funcional para proceder con la fabricación de los elementos auxiliares de la estructura del JIG.



Figura 12-4. Estructura del banco de pruebas estáticas
Fuente: Autores

4.5.2.2 Construcción del JIG. Dentro de la construcción del soporte conocido como JIG, esta estructura básicamente servirá de soporte para la estructura de asiento a utilizar

en el ensayo estático por lo cual está fabricada de perfiles cuadrados, ángulos y correas C con dimensiones descritas en el apartado 2.4(NONNAST, 1994).

El proceso de soldadura seleccionado de igual manera que para la estructura se utilizó soldadura por arco eléctrico, con uniones por penetración total a cada uno de los elementos estructurales empleados, como se indica en la Figura13-4.



Figura 13-4. Estructura del JIG
Fuente: Autores

Durante el procedimiento de anclaje de la estructura del JIG a la del banco de ensayos se determina su ubicación exacta al colocar la estructura metálica del asiento que se va a ensayar (Figura 14-4), la cual permite ser sujeta por medio de pernos de ajuste y así posteriormente realizar el ensayo respectivo.



Figura 14-4. Anclaje del JIG a la estructura del banco
Fuente: Autores

Una vez finalizado la construcción del banco de ensayos y el JIG se llega a tener una estructura funcional como la que se observa en la Figura 15-4, la cual presentó todos los detalles requeridos para realizar el ensayo estático correspondiente para comprobar la funcionalidad de los anclajes en la estructura del asiento de transportación de personas de tipo bipersonal.



Figura 15-4. Anclaje del JIG a la estructura del banco

Fuente: Autores

4.6 Instalación del circuito neumático

En la mayoría de los procesos industriales podemos encontrar sistemas neumáticos para una infinidad de trabajos, aplicaciones como, por ejemplo: sujeción, posicionamiento, orientación desplazamiento de piezas, accionamiento de ejes, abrir y cerrar puertas, separar, estampar, prensar piezas, alimentar y expulsar materiales, procesos de mecanizados, etc. Los sistemas neumáticos presentan una infinidad de ventajas al utilizar aire comprimido para el funcionamiento de sus elementos constituyentes, llegando a ser circuitos sencillos y de fácil instalación, elementos baratos, ausencia de peligro por inflamabilidad, seguridad, aunque se produzcan escapes, facilidad de almacenamiento y transportación a largas distancias por medio de depósitos y cañerías de distribución(PARKER, H., 2003).

Las principales desventajas en el empleo del aire comprimido son: limitaciones en las velocidades y esfuerzos posibles en los actuadores, elevado ruido en fugas de aire, falta de precisión en los actuadores.

4.6.1 Esquema funcional. El esquema funcional se representó gráficamente en el circuito neumático (ANEXOC) que define el funcionamiento del circuito neumático, así como las conexiones de distribución entre los diferentes elementos. Estos elementos no se representan en su posición real por lo cual se los sitúan de forma clara y concisa. En este apartado se expone el circuito neumático que emplearemos en el banco de ensayos estáticos el cual consta de elementos como: actuadores de simple efecto, válvulas de regulación de presión, filtro, cañerías de distribución que son instalados en el banco de ensayos fabricado como se indica en la Figura 16-4.



Figura 16-4. Circuito neumático del banco de pruebas estáticas

Fuente: Autores

4.6.2 Elementos del circuito neumático. Con este fin de distribuir el aire a través de una serie de elementos antes de llegar al punto de consumo, por lo tanto, se verifica que el aire haya sido acondicionado adecuadamente debido que puede provocar un aumento en la cantidad de fallas y en consecuencia disminuye la vida útil de los componentes del sistema neumático.

A continuación, se muestra los componentes del sistema neumático empleado, su diseño, su descripción y demás detalles están descritos en el apartado 2.5 (Figura 17-4).



Figura 17-4. a) Filtro, b) cañerías de distribución, c) válvulas de mando, d) actuadores
 Fuente: Autores

4.6.3 Montaje de elementos neumáticos al banco de ensayos. Una vez seleccionado y adquirido los elementos del circuito neumático se procede a su montaje dentro de la estructura del banco de ensayos estáticos, teniendo en cuenta las alturas correspondientes para aplicar las fuerzas que ejercerán los actuadores.

4.6.3.1 Actuadores neumáticos. Se procedió a instalar los dos actuadores correspondientes que proporcionarían la fuerza especificada en la CEPE R80 a una cierta altura H1 y H2 respectivamente.



Figura 18-4. Montaje de actuadores neumáticos
 Fuente: Autores

4.6.3.2 Red de distribución. Se conectó las cañerías de alta presión que permitirán la distribución de aire comprimido a los correspondientes actuadores que proporcionarían la fuerza especificada en la CEPE R80, revisando que no exista fugas en el sistema.



Figura 19-4. Red de distribución de fluido
Fuente: Autores

4.6.3.3 Válvulas de mando. Se instaló las válvulas de mando, las cuales permitirán el accionamiento de los actuadores correspondientes que proporcionarán la fuerza especificada. Se instala en la parte lateral de la estructura del banco de ensayos para tener facilidad en su utilización y de rápido accionamiento.



Figura 20-4. Válvulas de mando de control
Fuente: Autores

4.6.3.4 Filtro. Se procedió a instalar el filtro de aire comprimido tienen por función detener las partículas sólidas que hay en el aire y eliminar el agua condensada en el fluido neumático y así prolongar la vida útil de los actuadores respectivamente.



Figura 21-4. Filtro de aire comprimido

Fuente: Autores

Finalmente se instaló el aparato de ensayo estático (identador) fabricado en madera el cual se pondrá en contacto con la estructura del asiento y transmitirá la fuerza ejercida por los actuadores, quedando la estructura queda completamente armada con todos los elementos neumáticos correspondientes al sistema que permitirá realizar el ensayo estático.

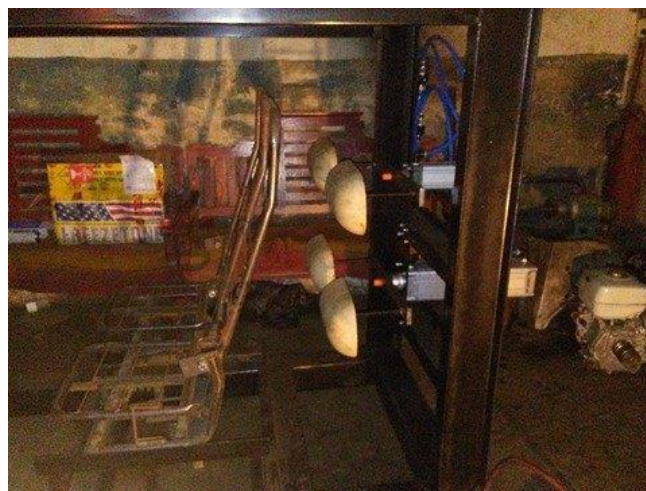


Figura 22-4. Estructura del banco de ensayos completa

Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS RESTRICCIONES SEGÚN LA RTE INEN 034 Y CEPE R80

Una vez obtenido la manufactura de la estructura del banco, JIG y la instalación de los elementos neumáticos respectivamente se procedió a realizar la verificación del cumplimiento de las restricciones de análisis mencionadas en el Capítulo 2, Literal 2.3 y Capítulo 3, Literal 3.4.1, para posteriormente recolectar estos datos y registrarlos en un CheckList, el cual está detallado en el anexo D y por consiguiente permitir la utilización del banco de pruebas y realizar los ensayos respectivos.

5.1 Dimensiones del aparato de ensayo estático

En esta parte se procedió a verificar el cumplimiento de las dimensiones del indentador que menciona la reglamentación CEPE R80, específicamente relacionados al apéndice 5.

De acuerdo al reglamento el aparato consistirá en superficies cilíndricas con un radio de curvatura de 82 ± 3 mm y una anchura igual como mínimo a la anchura del respaldo de cada plaza de asiento del asiento que se ensaye en lo que se refiere a la parte superior, de mm en la parte inferior, como se indica en la Figura 1-5.

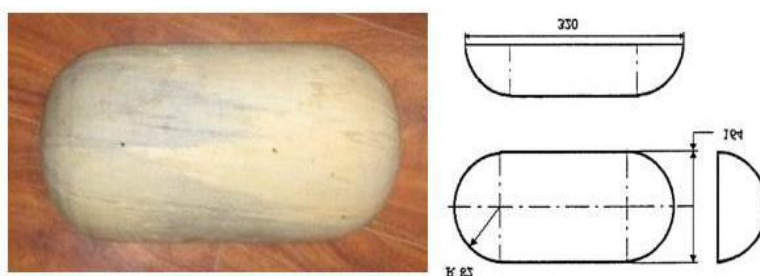


Figura 1-5. Aparato de ensayo estático

Fuente: Autores

5.2 Aplicación de fuerzas externas

En esta sección específicamente se verificó las fuerzas externas que se emplean en ensayo estático. A continuación de manera detallada y se podrán observar en la Figura 2-5. Se aplicaron a la parte posterior del asiento en cada una de las plazas de asiento una fuerza , utilizando el aparato de ensayo estático.

La dirección de aplicación de la fuerza estará situada en el plano vertical mediano de la plaza de asiento correspondiente; será horizontal y se ejecutó de atrás hacia adelante del asiento, esa dirección se situará a una altura $H1 = 0,80$ m por encima del plano de referencia determinado por el fabricante.

Se aplicaron simultáneamente una fuerza de ensayo a la parte posterior del asiento en cada plaza de asiento en el mismo plano vertical y en la misma dirección a una altura $H2 = 0,55$ m por encima del plano de referencia determinado por el fabricante.



Figura 2-5. Ubicación de las fuerzas externas

Fuente: Autores

Los maniqués de ensayo se mantendrán en contacto lo máximo posible con la parte posterior del asiento durante la aplicación de las fuerzas indicadas. Deberán poder girar en un plano horizontal. En caso de que un asiento tenga más de una plaza de asiento, deberán ejercerse simultáneamente las fuerzas en cada plaza, y habrá tantos maniqués en posición superior e inferior como plazas de asiento. (CEPE, 2010)

La posición inicial de cada plaza de asiento de cada uno de los maniqués se determinará poniendo en contacto los dispositivos de ensayo con el asiento con una fuerza igual a 20 N como mínimo. Cualquiera que sea la deformación y durante un mínimo de 0,2 segundos, deberán aplicarse lo más rápidamente posible y mantenerse unidas en un valor específico las fuerzas indicadas. (CEPE, 2010)

En caso de que el ensayo se haya llevado a cabo siendo una o más fuerzas, pero no todas, mayores que las indicadas y que el asiento cumpla los requisitos, se considerará que se ha superado el ensayo. (CEPE, 2010)

Una vez terminado el proceso de verificación del cumplimiento de los requerimientos de la Norma RTE INEN 034 y el reglamento R80 de la CEPE, procedemos al empotramiento de la estructura del banco de ensayos, llegando a tener una estructura estable, construyendo la cimentación adecuada para la colocación de los pernos de sujeción con una configuración en ángulo y un anclaje directo, la cual permite llegar a tener una estructura totalmente empotrada al piso y así proceder a realizar las pruebas estático correspondiente, por lo tanto al ser una estructura sumamente rígida y con un peso considerable no necesita utilizar el sistema de empotramiento seleccionado (Figura 3-5).



Figura 3-5. Empotramiento de la estructura en ángulo

Fuente: Autores

Ahora bien, una vez verificado todos los requerimientos del banco de pruebas estáticas se procede a registrarlos en el CheckList de manera que se pueda analizar cada uno de ellos. La hoja de verificación consta de ítems específicos a las normas RTE INEN 034 y la CEPE R80 además de otras consideraciones de los elementos constitutivos de la estructura.

	CHECK LIST - BANCO DE PRUEBAS ESTÁTICAS DE ANCALJES DE ASIENTOS			Código:	
				Versión	
				Fecha	
				Página 1 de 3	
Realizado por:			Firma del responsable del chequeo:		
Cargo:					
Fecha:	Sección:	Ciudad:			
Marque con X el estado C = Conforme NC = No conforme NA = No Aplica					
Elementos constitutivos del Banco de Pruebas Estáticas					
DESCRIPCIÓN	C	NC	N/A	Observaciones	
Actuador neumático de 100 x 300 mm en buen estado*.					
Actuador neumático de 63 x 200 mm en buen estado*.					
Estructura del JIG en buen estado*.					
Filtro de aire en buen estado*.					
Identador en buen estado*.					
Indicador de presión en buen estado*.					
Protección completa del equipo y en buenas condiciones.					
Puntos de anclaje de la estructura del asiento adecuado.					
Red de distribución en buen estado.					
Regulador de entrada de aire operativo*.					
Se encuentra conectada al generador de aire*.					
Tomas de aire en buenas condiciones.					
Válvulas de accionamiento en estados sin intervención*.					
Aristas vivas en los puntos de unión de los perfiles estructurales*.					

Figura 4-5. CheckList del banco de pruebas

Fuente: Autores

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTO DEL BANCO DE PRUEBAS ESTÁTICAS

Para la ejecución de este proyecto se basa en el proceso de manufactura relacionado con la estructura para ensayos estáticos para realizar su análisis de costos, debido a los materiales y recursos que se empleó para su ejecución.

6.1 Costos directos.

Los gastos directos empleados en el proyecto de construcción de la estructura de ensayos estáticos en anclajes de asientos de buses interprovinciales de tipo bipersonal tenemos: costos de los materiales, materia prima, mano de obra, etc. En la Tabla 1-6 se detallan el costo total y cantidad de elementos estructurales empleados en su desarrollo.

Tabla 1-6. Costos de materiales y construcción de la estructura

Descripción	Cantidad	Costo (USD)
Viga IPN 140 x 73 mm	4	42,00
Viga IPN 120 x 64 mm	2	32,00
Correa 120 x 55 mm	2	18,00
Tubo estructural cuadrado 125 x 3 mm	2	36,00
Ángulo 50 x 50 x 5 mm	2	10,00
Tubo estructural cuadrado 40 x 3 mm	1	15,00
Tubo estructural cuadrado 30 x 3 mm	1	12,00
Vidrio de soldar	2	6,00
Electrodos E6011 (Lb)	6	20,00
Electrodos E6013 (Lb)	8	28,00
Láminas de acrílico 3 mm	4	240,00
Fondo automotriz (gal)	2	30,00
Pintura color negro (gal)	2	60,00
Tiñer (Lt)	2	5,80
Lijas para acero	8	6,40
Pernos de anclaje	10	20,00
Guaípe (Lb)	4	4,00
Total		585,20 USD

Fuente: Autores

En la Tabla 2-6, se detallan en cambio los costos directos de los elementos utilizados en el circuito neumático, detallando la cantidad y su costo total.

Tabla 2-6. Costos de elementos del circuito neumático

Descripción	Cantidad	Costo (USD)
Cilindro neumático 63 x 200 mm	1	225,00
Cilindro neumático 100 x 300 mm	1	445,00
Válvulas de mando 5/2	2	6,00
Cañerías de distribución (12 mm)	3	10,50
Conectores neumáticos (12 mm x 1/4)	6	21,00
Conectores neumáticos (12 mm x 1/2)	2	9,00
Conectores neumáticos (12 mm x 3/8)	2	8,00
Conectores neumáticos T (12 mm x 1/2)	1	5,50
Conectores neumáticos T (12 mm)	2	7,60
Filtro de aire 1/2	1	95,00
Total		930,60 USD

Fuente: Autores

Finalmente, para la fabricación el costo de alquiler de los diferentes equipos utilizados en su ejecución está en la Tabla 3-6.

Tabla 3-6. Costo de alquiler de equipos

Descripción	Costo por hora	Cantidad (horas)	Costos (USD)
Compresor	3,00	10	30,00
Soldadora eléctrica	1,00	120	120,00
Pistola para pintura	1,50	10	15,00
Taladro manual	1,00	8	8,00
Amoladora	1,00	10	10,00
Taladro de pedestal	1,00	4	4,00
Total			187,00 USD

Fuente: Autores

Los costos de mano de obra y asesoría para la manufactura de la estructura correspondiente al bando de pruebas estáticas para anclajes de asientos de transportación de personas en buses interprovinciales de tipo bipersonal están detallados en la Tabla 4-6 respectivamente.

Tabla 4-6. Costos de mano de obra

Descripción	Costo (USD)
Mano de obra	180,00
Asesoría	100,00
Investigación	50,00
Total	330,00

Fuente: Autores

6.2 Costos indirectos.

Los costos indirectos no intervienen directamente en la ejecución del trabajo realizado, pero si se les toma en consideración en el análisis económico y están en la Tabla 5-6.

Tabla 5-6. Costos indirectos

Descripción	Costo (USD)
Imprevistos	200,00
Transporte y alimentación	320,00
Empastado	60,00
Total	580,00USD

Fuente: Autores

6.3 Costos totales.

Los costos totales en la construcción de la estructura correspondiente a la estructura de ensayos estáticos, es la suma de todos los gastos realizados en su ejecución, los cuales se detallan en la Tabla 6-6.

Tabla 6-6. Costos totales del proyecto

Costos directos	
Descripción	Costos (USD)
Costos de materiales y construcción de la estructura	585,20
Costos de elementos del circuito neumático	930,60
Costo de alquiler de equipos	187,00
Costos de mano de obra	330,00
Total, costos directos	2032,80 USD
Costos indirectos	
Total, costos indirectos	580,00
Costos Totales	2612,80 USD

Fuente: Autores

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se recopiló información y normas vigentes que permitan construir el banco de ensayos estáticos para el estudio del comportamiento de anclajes en asientos, en función del Estado Actual del Arte.

Se realizó el diseño de la estructura de un banco de pruebas para el anclaje de asientos de autobús mediante el uso de un software CAD (SolidWorks) para poder realizar una correcta ubicación de los distintos elementos del circuito neumático, aplicando las herramientas de miembros estructurales para un correcto modelado.

Se construyó un banco de pruebas para analizar el comportamiento de los anclajes de asientos tomando en cuenta el análisis estructural realizado sin utilización de la estructura del asiento bipersonal en Ansys Workbench se generaron deformaciones totales máximas de 0,072 mm ubicado en la parte superior de la estructura. El valor máximo de la tensión es de 20 MPa en la sección donde se une con los verticales además el esfuerzo máximo obtenido en la simulación es de 18 MPa el cual está ubicado en la base de la estructura y cuenta con un factor de seguridad de 15, este valor indica que el diseño es adecuado y lo valida previo a su construcción.

Se analizó los resultados obtenidos del análisis estructural con utilización de la estructura del asiento bipersonal en Ansys Workbench generaron deformaciones totales máximas de 75,58 mm ubicado en la parte superior de la estructura. El valor máximo de la tensión es de 78,10 MPa en la sección donde se une la base del asiento con el espaldar además el esfuerzo máximo obtenido en la simulación es de 48,60 MPa el cual está ubicado en la base de la estructura del asiento y el espaldar con un factor de seguridad de 15, dicho valor permite dar por válido el diseño para posteriormente ser construido.

Se analizó los parámetros de trabajo de los actuadores neumáticos para la realización de los ensayos, mediante revisión en catálogos para seleccionar el que presente la capacidad adecuada de trabajo.

Se realizó una CheckList para verificar el cumplimiento de los ensayos estáticos para asientos bipersonales de autobuses de servicio interprovincial.

Se realizó un estudio exhaustivo de costos para poder replicar con facilidad la fabricación de este banco de pruebas.

7.2 Recomendaciones

El banco de pruebas de este trabajo de titulación se encuentra diseñado y construido para resistir todos los ensayos que corresponden a los asientos de categoría M3, quedado abierta la posibilidad de que se continúe con la investigación de nuevos trabajos de titulación basados en los REGLAMENTOS 16, 17 Y 25 correspondientes a CINTURONES DE SEGURIDAD, RESISTENCIA DE ASIENTOS Y APOYA CABEZAS.

Antes de ejecutar el presente trabajo de titulación es indispensable estudiar la normativa RTN INEN 034 y la CEPE R80 referente a ensayos estáticos de anclajes de asientos de transportación de personas de tipo bipersonal para que la estructura del prototipo de pruebas cumpla con todos los requerimientos establecidos dentro de la norma.

Para el diseño de la estructura del banco de ensayos estáticos se debe tomar en consideración aspectos de suma importancia como son características mecánicas del material a utilizar, desempeño, eficiencia, costos de manufactura y ubicación de los elementos del circuito neumático. En el análisis tomar en consideración cada una de las restricciones planteadas por la CEPE R80, y tomar en consideración los planos de referencia planteados por los fabricantes de los asientos para posteriormente tomar las alturas H1 y H2 respectivamente y poder aplicar las fuerzas de ensayo para verificar si los anclajes resisten o no al ensayo correspondiente.

Para la construcción de la estructura del banco de pruebas es recomendable recibir capacitación sobre proceso de soldadura adecuada para el acero estructural A36, la utilización de la ropa adecuada, así como también equipo de protección para evitar quemaduras por el desprendimiento de partículas durante la duración del trabajo.

En la ejecución del ensayo colocarse a un costado de la estructura debido que los actuadores proporcionarán las fuerzas de ensayo en un solo golpe y podría existir desprendimiento de elementos estructurales correspondientes a la estructura del asiento.

BIBLIOGRAFIA

- ASKELAND, D.** *Ciencia e Ingeniería de materiales*. 3^{ra} ed. México - México: International Thomson, 1998. pp. 540-560.
- BARRAL, R. : NUÑEZ, J. & CABALLERO, D.** *Aspectos de Medicina legal en practica diaria*. [En línea]. Bolivia: OPS/OMS, 2013. pp. 14-24. [Consulta: 05 de Noviembre de 2016]. Disponible en: <http://www.nunezdearco.com/Lesiones.htm>.
- BHISE, Vivek D.** *Ergonomics in the Automotive Design Process*. New York -USA : CRC Press, 2011. pp.3-28.
- CEIT.** *Criterios de convergencia*. [En línea]. [Consulta el: 08 de Diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.ceit.es/asignaturas/estructuras2/criterios%20convergencia.pdf>
- 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*. [En línea]. Suiza, 2010. pp. 35 - 37. [Consulta el: 08 de Agosto de 2016]. Disponible en: <http://infonorma.gencat.cat/pdf/20193045.pdf>
- GISBERT, J.** *Mediina legal y toxicologia*. 6^{ta} ed. Barcelona-España: MASSON, 2004. pp. 17-25.
- GKIKAS, Nikolaos.** *Automotive Ergonomics : Driver-Vehicle Interaction*. New York - USA. [En línea]. CRC Press , 2012. pp. 187. [Consulta el: 08 de Agosto de 2016]. Disponible en: <https://issuu.com/lkscunha/docs/230182383-200362597-automotive-ergo>
- INEN.** *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 034 (3R)*. [En línea]. Quito - Ecuador. 2014. pp. 7-8. [Consulta el: 08 de Agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/10/RTE-034-3R-RESOLUCION-14453.pdf>
- KINDLER, Handles.** *Matemática aplicada para la técnica del automóvil*. 8^{va} ed. Barcelona-España. Reverté, 1986. pp.201-226.
- MAHMUD, Suhail : WISSAM, Mohamad.** *Introduction to Ansys Workbench*. [En línea]. Emiratos Arabes. Aviation College, 2013. pp. 4 - 24. [Consulta el: 08 de Octubre de 2016]. Disponible en: <https://web.cimne.upc.edu/users/xmartinez/MAE656/02-Workbench/MAE%20656%20-%2002-D02.pdf>
- MANOTOA LABRE, William Vinicio & GARCIA CALLE, Héctor Fabián.** *Diseño y construcción de un asiento ergonómico en fibra natural aplicado a un vehículo de competencia tipo fórmula SAE para la Epoch*. [En línea] (tesis). (Pregrado) Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 4-68. [Consulta: 20 de enero de 2017]. Disponible en:
<http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/5850/1/65T00195.pdf>

NAVARRO, J. *Elementos amovibles y fijos no estructurales*. 2^{da} ed. Madrid - España. Paraninfo, 2010. pp. 234 - 238.

NONNAST, Robert. *El proyectista de estructuras metálicas*. 10^{ma} ed. Madrid - España. Paraminfo, 1994. pp. 48-86.

PARKER, H. *Tecnología Neumática Industrial*. 2 da ed. Jacareí. Parker Hannifin Corporation, 2003. pp. 167-176.

REMACHE G. Agustín. *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 línea] (tesis). (Pregrado) Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador, 2015. pp. 6 - 116. [Consulta: 20 de enero de 2017]. Disponible en:
<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20106/1/Tesis%20I.M.%20306%20-%20Remache%20Gutierrez%20Agustin%20Danilo.pdf>

SENCICO. *Soldador de estructuras metálicas*. Lima - Perú. Sencico, 2013. pp. 22-46.

STOLARSKI, Tadeusz; et al. *Engineering analysis with ansys software*. 1^{ra} ed. Amsterdam - USA: ELSEVIER, 2006. pp. 112-250.

VARGAS, Eduardo. *Medicina Legal*. [En línea]. 4^{ta} ed. España: Trillas, 2012. pp. 137-173. [Consulta: 22 de Octubre de 2016]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/53108726/Medicina-Legal-Eduardo-Vargas-Alvarado>