



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

*Trabajo Estructurado de Manera Independiente Previo a la Obtención del
Título de Ingeniero Mecánico*

TEMA:

“ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA HERMETICIDAD
DE UN BUS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO EN LA
EMPRESA CARROCERÍAS VARMA S.A.”

AUTOR: Santiago Francisco Álvarez Arroyo

TUTOR: Ing. Mg. Juan Paredes

AMBATO – ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del presente Trabajo Estructurado de Manera Independiente previo a la obtención del Título de Ingeniería Mecánica, bajo el tema **“ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA HERMETICIDAD DE UN BUS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA CARROCERÍAS VARMA S.A”** ejecutado por el Sr. Santiago Francisco Álvarez Arroyo estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, CERTIFICO que el presente trabajo de investigación fue elaborado en su totalidad por el autor y ha sido concluida bajo el plan de tesis aprobado.

Ambato, Octubre 31 del 2014

.....
Ing. Mg. Juan Paredes
Tutor

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Yo, **SANTIAGO FRANCISCO ALVAREZ ARROYO**, con cédula de ciudadanía N° 1804003257, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el presente estudio bajo el tema: “ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA HERMETICIDAD DE UN BUS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA CARROCERÍAS VARMA S.A” así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, conclusiones, síntesis de datos y resultados son auténticos y de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor del presente trabajo de investigación.

.....
Egdo. Santiago Francisco Alvarez Arroyo
Autor

.....
Ing. Juan Gilberto Paredes Salinas
Tutor

DERECHOS DE AUTOR

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

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

.....
Egdo. Santiago Francisco Alvarez Arroyo

Autor

DEDICATORIA

A mis padres,

Con todo mi cariño y mi amor para ustedes que hicieron posible que mi esfuerzo se vea reflejado en este proyecto, esta tesis les dedico Juanito y Olguita.

A mis hermanos Sebastián y Paúl por sus palabras de coraje y motivación para no suspender, a mi abuelita Blanquita por su constante preocupación y a mi sobrina María Grazzia por ser la luz de la familia..

A tu paciencia, comprensión y sobre todo por la ilusión de ver finalizar este proyecto, gracias por insistir y seguir a mi lado, Gabriela.

Santiago

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi escudo en la batalla diaria de la vida, por iluminar mi mente y fortalecer mi corazón.

A mis padres Juanito y Olguita mi más profundo sentimiento de gratitud por el apoyo en toda mi vida estudiantil.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo de Investigación, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración maestros, compañeros, familiares y amigos.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A.- PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE TABLAS	¡Error! Marcador no definido.i
ÍNDICE DE GRÁFICOS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE FICHAS	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN EJECUTIVO.....	xx
ABSTRACT.....	xxi

B.- TEXTO: INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1. 1. TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO	3
1.2.3 PROGNOSIS.....	3
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES.....	4
1.2.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.6.1. De Contenido	4

1.2.6.2 Espacial.....	5
1.2.6.3 Temporal.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1.1.1 Ingeniería de materiales.....	8
2.1.1.2 Sistemas de métodos de uniones de elementos de la carrocería.....	8
2.1.1.3 Adhesivos estructurales.....	15
2.1.1.4. Unión con adhesivos.....	22
2.1.1.5. Elección del adhesivo.....	22
2.1.1.6. Diseño de la junta.....	23
2.1.1.7. Aplicación del adhesivo.....	30
2.1.1.8. Colocación de los elementos a unir.....	33
2.1.1.9. Método de Uniones pegadas-remachadas.....	33
2.1.2. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD ...	37
2.1.2.1. La Inspección de la Calidad.....	37
2.1.2.2. El Control de la Calidad.....	38
2.1.2.3. El Aseguramiento de la Calidad.....	39
2.1.2.4. La Gestión de la Calidad Total.....	40
2.1.2.5. Significados de la calidad según el contexto.....	41
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	43
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	43
2.4 RED DE CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	44
2.5. HIPÓTESIS.....	44

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	44
2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	44
2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	45
2.6.3 TÉRMINO DE RELACIÓN	45

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE INVESTIGATIVO.....	46
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.2.1. DE CAMPO.....	46
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.3.1. EXPLORATORIA.....	47
3.3.2 EXPLICATIVO	47
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	47
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	48
3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	48
3.5.2 VARAIABLE DEPENDIENTE.....	49
3.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	50
3.6.1 OBSERVACIÓN	50
3.6.2 DOCUMENTAL	50
3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	50
3.7.1. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	50

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANALISIS DE LOS RESULTADOS.	52
4.1.1 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE UNIÓN EN LA CARROCERÍA.....	54

4.1.2 DETERMINACIÓN DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES. .	55
4.1.3 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	59
4.1.3.1 Características y propiedades del material compuesto	59
4.1.3.2 Características y propiedades del aluzinc o galvalumen.....	60
4.1.3.3 Características y propiedades de la cinta 3M™ VHB™	61
4.1.3.4 Propiedades de los remaches.....	62
4.1.4 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.	62
4.2 CONTROLAR LA PRESENCIA DE AGUA HACIA EL INTERIOR DEL BUS	63
4.2.1 ANALISIS DE RESULTADOS EN PORCENTAJE DE HERMETICIDAD EN LAS DIFERENTES PARTES DEL BUS COMO EN LOS DIFERENTES TIPOS DE UNIÓN.....	72
4.3 ANALISIS DE LA ADHESIVIDAD EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE UNION.	74
4.3.1 EVALUACIÓN DE ADHERENCIA EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE MATERIALES MEDIANTE END (INSPECCIÓN VISUAL VT).....	74
4.3.2 EVALUACIÓN DE ADHERENCIA EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE MATERIALES MEDIANTE END (TEST DE LA MONEDA O GOLPETEO).....	82
4.3.3 EVALUACIÓN DE ADHERENCIA EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE MATERIALES MEDIANTE END (ULTRASONIDOS).	90
4.3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE UNIÓN Y COMBINACION DE MATERIALES MEDIANTE END.....	94
4.4 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE UNION Y COMBINACION DE MATERIALES MEDIANTE ED (TRACCIÓN).....	98

4.4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE UNIÓN Y COMBINACIÓN DE MATERIAL.....	106
4.5 CONTROL DEL DIMENSIONAMIENTO GENERAL DE LA CARROCERÍA.....	107
4.6 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	108

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.....	113
5.2 RECOMENDACIONES.....	114

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	116
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	116
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	117
6.4 OBJETIVOS.....	117
6.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	117
6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	117
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	118
6.5.1 FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA.....	118
6.5.2 FACTIBILIDAD AMBIENTAL.....	118
6.5.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	119
6.6 FUNDAMENTACIÓN.....	119

6.6.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE ACCESORIOS	122
6.6.1.1 Selección de Rociadores.....	122
6.6.1.2 Cálculo del diámetro de la tubería	124
6.6.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS	125
6.6.2.1 Cálculos de pérdidas primarias o por fricción	125
6.6.2.2 Cálculos de pérdidas secundarias o de accesorios.....	139
6.6.3 CÁLCULO TOTAL DE PÉRDIDAS Y TDH	146
6.6.3.1 Cálculo de Pérdidas en el Circuito	146
6.6.3.2 Cálculo del Thd (Total Dynamic Head).....	146
6.6.4 SELECCIÓN DE LA BOMBA	146
6.6.5 CIRCUITO DE POTENCIA Y COMANDO ELÉCTRICO.....	148
6.6.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SIMULACIÓN.....	150
6.6.6.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL MEDIANTE NEC 2011	150
6.6.6.2 Análisis de esfuerzos y deflexión de la estructura portante.....	181
6.6.6.3 Simulación en zonas críticas.....	186
6.7 ADMINISTRACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
6.7.1 COSTOS DIRECTOS.....	191
6.7.2 COSTOS INDIRECTOS.....	193
6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	194
6.8.1 PLAN DE OPERACIÓN	194
6.8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO.....	194

C.- MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFIA.....	195
2. ANEXOS.....	200

INDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Determinación de los puntos de unión de la carrocería.	54
Tabla 4.2: Determinación de las combinaciones de materiales de unión en los laterales	55
Tabla 4.3: Determinación del número de combinaciones de unión en los laterales	56
Tabla 4.4: Determinación de las combinaciones de materiales de unión en el techo.....	56
Tabla 4.5: Determinación del número de combinaciones de unión en el techo..	57
Tabla 4.6: Determinación de las combinaciones de materiales de unión de la parte frontal.....	57
Tabla 4.7: Determinación del número de combinaciones de unión en la parte frontal.....	57
Tabla 4.8: Determinación de las combinaciones de materiales de unión de la parte posterior.....	58
Tabla 4.9: Determinación del número de combinaciones de unión en la parte posterior	58
Tabla 4.10: Propiedades físicas y mecánicas de algunos tipos de fibra de vidrio.	59
Tabla 4.11: Propiedades físicas y mecánicas de algunos tipos de resina poliéster.....	60
Tabla 4.12: Características de la plancha de aluzinc según norma ASTM-A-792-86 AZ50	60
Tabla 4.13: Propiedades físicas de la plancha de aluzinc	60
Tabla 4.14: Características de desempeño típicas adicionales de la CINTA 3M TM VHB TM	61
Tabla 4.15: Propiedades físicas típicas del producto CINTA3M TM VHB TM	62
Tabla 4.16: Propiedades de resistencia de los remaches	62
Tabla 4.17: Análisis de las características de los materiales	62
Tabla 4.18: Criterios para Evaluar Frecuencias de Fallas.	63
Tabla 4.19: Criterios para Evaluar Impacto Operacional.	63

Tabla 4.20: Criterios para Evaluar Impacto Funcional.....	63
Tabla 4.21: Criterios para Evaluar Costo de Reparación.....	64
Tabla 4.22: Criterios para Evaluar Impacto de Seguridad Ambiental.....	64
Tabla 6.1: Velocidad máxima permisible.....	124
Tabla 6.2: Longitudes equivalentes en la línea de descarga.	139
Tabla 6.3: Longitudes equivalentes en la línea de descarga.	140
Tabla 6.4: Longitudes equivalentes en la línea de distribución.	141
Tabla 6.5: Longitudes equivalentes en la línea 1.	141
Tabla 6.6: Longitudes equivalentes en la línea 2.	142
Tabla 6.7: Longitudes equivalentes en la línea 3.	143
Tabla 6.8: Longitudes equivalentes en la línea 4.	144
Tabla 6.9: Longitudes equivalentes en la línea 5.	145
Tabla 6.10: Carga permanente o muerta.....	153
Tabla 6.11: Coeficiente de entorno/altura.....	155
Tabla 6.12: Coeficiente de forma	155
Tabla 6.13: Análisis de las combinaciones.	181
Tabla 6.14: Deflexiones máximas permisibles.	185
Tabla 6.15: Costos de materiales hidráulicos.....	191
Tabla 6.16: Costos de materiales eléctricos.	192
Tabla 6.17: Costo Directos	193
Tabla 6.18: Costo Mano de obra.	193
Tabla 6.19: Presupuesto final.....	193

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Matriz de Criticidad.	64
Gráfico 4.2. Matriz de Criticidad (Laterales).....	66
Gráfico 4.3. Matriz de Criticidad (Techo)	68
Gráfico 4.4. Matriz de Criticidad (Parte Frontal)\.....	70
Gráfico 4.5. Matriz de Criticidad (Parte Posterior)	71
Gráfico 6.1: Diagrama de proceso.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Tornillo-grapa.....	10
Figura 2.2: Grapas de sujeción utilizadas en los automóviles	11
Figura 2.3: Útiles para el desmontaje de los pasadores de las bisagras.....	12
Figura 2.4: Cabeza redonda cilíndrica.....	13
Figura 2.5: Cabeza avellanada	13
Figura 2.6: Adhesivos estructurales-plegables.....	21
Figura 2.7: Tipos de tensión que deben resistir las uniones con adhesivos.....	23
Figura 2.8: Variación de la resistencia de la unión adhesiva incrementando anchura y longitud de solapamiento	25
Figura 2.9: Variación de la resistencia de la unión adhesiva frente al solapamiento para diferentes grosores.....	25
Figura 2.10: Efecto del “factor de junta” sobre la resistencia de las uniones adhesivas	26
Figura 2.11: Soluciones de diseño para ensamblajes adheridos	27
Figura 2.12: Preparación de la superficie de contacto.....	28
Figura 2.13: Preparación de adhesivo bicomponente.....	30
Figura 2.14: Pistola de extrusión neumática	31
Figura 2.15: Pistola específica de extrusión	31
Figura 2.16. Aplicación-adhesivo con brocha.....	31
Figura 2.17: Aplicación-adhesivo con espátula	32
Figura 2.18: Método de Unión pegadas-remachadas	34
Figura 2.19: Método de Unión pegadas-remachadas	34
Figura 2.20: Método de Unión pegadas-remachadas	34
Figura 2.21: Método de Unión pegadas-remachadas	35
Figura 2.22: Método de Unión pegadas-remachadas	35
Figura 2.23: Método de Unión pegadas-remachadas	35
Figura 2.24: Método de Unión pegadas-remachadas	36
Figura 2.25: Método de Unión pegadas-remachadas	36
Figura 2.26: Método de Unión pegadas-remachadas	36
Figura 2.27: Red de categorías fundamentales	44

Figura 6.1: Diagrama Isométrico (Circuito Hidráulico).....	121
Figura 6.2: Disposición de líneas (Circuito Hidráulico).....	122
Figura 6.3: Rociador seleccionado.	122
Figura 6.4: Curvas de desempeño	147
Figura 6.5: Curvas de desempeño	147
Figura 6.6: Esquema del circuito de potencia y comando eléctrico.....	149
Figura 6.7: Masa de la estructura.	151
Figura 6.8: Masa de la tubería.....	152
Figura 6.9: Masa del agua del interior de la tubería.....	152
Figura 6.10: Masa de la plancha. (Acrílico).....	153
Figura 6.11: Aplicación de fuerzas combinación 1.....	158
Figura 6.12: Análisis estructural combinación 1.....	158
Figura 6.13: Zona crítica combinación 1.....	159
Figura 6.14: Deformación total combinación 1.....	159
Figura 6.15: Zoom deformación combinación 1.....	160
Figura 6.16: Aplicación de fuerzas combinación 2.....	161
Figura 6.17: Análisis estructural combinación 2.....	161
Figura 6.18: Zona crítica combinación 2.....	162
Figura 6.19: Deformación total combinación 2.....	162
Figura 6.20: Zoom deformación combinación 2.....	163
Figura 6.21: Aplicación de fuerzas combinación 3.....	164
Figura 6.22: Análisis estructural combinación 3.....	165
Figura 6.23: Zona crítica combinación 3.....	165
Figura 6.24: Deformación total combinación 3.....	166
Figura 6.25: Zoom Deformación combinación 3.....	166
Figura 6.26: Aplicación de fuerzas combinación 4.....	168
Figura 6.27: Análisis estructural combinación 4.....	168
Figura 6.28: Zona crítica combinación 4.....	169
Figura 6.29: Deformación total combinación 4.....	169
Figura 6.30: Zoom Deformación combinación 4.....	170
Figura 6.31: Aplicación de fuerzas combinación 5.....	171
Figura 6.32: Análisis estructural combinación 5.....	172

Figura 6.33: Zona crítica combinación 5.....	172
Figura 6.34: Deformación total combinación 5.....	173
Figura 6.35: Aplicación de fuerzas combinación 6.....	174
Figura 6.36: Análisis estructural combinación 6.....	175
Figura 6.37: Zona crítica combinación 6.....	175
Figura 6.38: Deformación total combinación 6.....	176
Figura 6.39: Zoom Deformación combinación 6.....	176
Figura 6.40: Aplicación de fuerzas combinación 7.....	178
Figura 6.41: Aplicación de fuerzas combinación 7.....	178
Figura 6.42: Análisis estructural combinación 7.....	179
Figura 6.43: Zona crítica combinación 7.....	179
Figura 6.44: Deformación total combinación 7.....	180
Figura 6.45: Zoom Deformación combinación 7.....	180
Figura 6.46: Deformación total combinación 5.....	185
Figura 6.47: Simulación en ventanas.....	187
Figura 6.48: Simulación en ventanas 2.....	187
Figura 6.49: Simulación claraboyas.....	188
Figura 6.50: Simulación claraboyas 2.....	188
Figura 6.51: Simulación puerta.....	189
Figura 6.52: Simulación puerta 2.....	189
Figura 6.53: Simulación cajuela.....	190
Figura 6.54: Simulación cajuela 2.....	190

ÍNDICE DE FICHAS

FICHA 4.1: Ponderación del nivel de hermeticidad en los laterales.....	65
FICHA 4.2: Ponderación del nivel de hermeticidad en el techo.....	67
FICHA 4.3: Ponderación del nivel de hermeticidad en la parte frontal.	69
FICHA 4.4: Ponderación del nivel de hermeticidad en la parte posterior.....	71
FICHA 4.5: Análisis de resultados de hermeticidad.	73
FICHA 4.6: Metal – Metal unidos con cinta VHB de 3M – método VT	74
FICHA 4.7: Metal – Compuesto unido con cinta VHB de 3M – método VT.	76
FICHA 4.8: Metal – Compuesto unido con adhesivo sellador 560 de 3M – método VT	78
FICHA 4.9: Compuesto – Compuesto unido con adhesivo sellador 560 de 3M – método VT	80
FICHA 4.10: Metal – Compuesto unido con adhesivo sellador 560 de 3M – método GOLPETEO	82
FICHA 4.11: Metal – Compuesto unido con cinta VHB de 3M – GOLPETEO	84
FICHA 4.12: Metal – Metal unido con cinta VHB de 3M – GOLPETEO.....	86
FICHA 4.13: Metal – Metal unido con adhesivo sellador 560 de 3M - GOLPETEO.....	88
FICHA 4.14: Sustrato: metal – adhesivo: adhesivo sellador 560 de 3M – método UT.....	90
FICHA 4.15: Sustrato: comp – adhesivo: adhesivo sellador 560 de 3M – método UT.....	92
FICHA 4.16: Análisis de resultados porcentaje de adherencia - método VT, GOLPETEO.....	94
FICHA 4.17: Análisis de resultados por porcentaje de adherencia – método GOLPETEO, UT	96
FICHA 4.18: Análisis de resultados por porcentaje de adherencia- método VT.	97
FICHA 4.19: Ensayo a tracción Metal - Metal unido con remache.	98
FICHA 4.20: Ensayo a tracción Compuesto – Metal unido con remache.	100
FICHA 4.21: Ensayo a tracción Metal – Metal unido con adhesivo.....	102

FICHA 4.22: Ensayo a tracción Compuesto – Metal unido con adhesivo.	104
FICHA 4.23: Análisis de resultados de las propiedades mecánicas.....	106
FICHA 4.24: Control del dimensionamiento general de la carrocería.....	107
FICHA 4.25: Parte de la ficha 4.5. (Gráfica de resultados).....	109
FICHA 4.26: Parte de la ficha 4.5. (Análisis de resultados).....	109
FICHA 4.27: Parte de la ficha 4.16 (Gráficas de adherencia promedio).....	110
FICHA 4.28: Parte de la ficha 4.17 (Gráficas de adherencia promedio).....	110
FICHA 4.29: Parte de la ficha 4.18 (Gráficas de adherencia promedio).....	111
FICHA 4.30: Parte de la ficha 4.23 (Gráficas promedio).....	111

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MÉCANICA

Autor: Santiago Alvarez Arroyo

Tutor: Ing. Mg. Juan Paredes

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación estuvo orientado al Estudio de los factores que influyen en la hermeticidad de un bus para garantizar la calidad del producto en la empresa Carrocerías Varma S.A. en donde se consideró factores como la hermeticidad, adhesividad, tipo de unión, combinación de material y propiedades mecánicas, factores que fueron analizados mediante Ensayos Destructivos (ED) como el ensayo a tracción según la Norma UNE-EN 1465:1994 de diferentes tipos de unión y combinación de material para determinar el módulo de tracción y el módulo de elasticidad, las probetas que fueron ensayadas se obtuvo mediante los resultados del análisis de la matriz de criticidad en donde se analizó los factores vulnerables a la hermeticidad, en donde el tipo de unión que presentó el mayor índice de tracción con 135.08 MPa y de elasticidad con 1890.98 MPa fueron los sustratos metal-metal unidos con remache mientras que las probetas para los Ensayos No Destructivos (END) como inspección visual (VT), ultrasonido (UT) y test de la moneda (GOLPETEO) fueron realizadas según informes, artículos técnicos y criterio propio con el fin de detectar anomalías como presencia de porosidad, despegues, y presencia de fisuras. Mediante este análisis de hermeticidad en el bus encontramos que el 20,02% de todos los puntos de unión expuestos a fallas presenta la posibilidad de que exista presencia de agua hacia el interior del mismo. Finalmente se diseñó una cámara de estanqueidad en donde se pueda controlar el hermetismo de los buses en los puntos anteriormente detectados previo a una corrección de construcción en el proceso.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
THE ENGINEER FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL

Author: Santiago Alvarez Arroyo

Tutor: Ing. Mg. Juan Paredes

ABSTRACT

This research was aimed to study the factors that affect the hermeticity of a bus to ensure product quality in the Carrocerías Varma SA where it was considered factors such as hermeticity, adhesiveness, joint type, combination of material and mechanical properties, factors were analyzed using Destructive Testing (ED) as the tensile test according to the UNE-EN 1465: 1994 for different joint types and combination of material to determine the tensile modulus and the elastic modulus, specimens that were tested was obtained by the results of the analysis of the matrix of criticality where was analyzed the vulnerable factors hermeticity, where the type of union that had the highest tensile index with 135.08 MPa and elasticity 1890.98 MPa were substrates metal-metal joined with rivet, while specimens for non destructive testing (NDT) like visual inspection (VT), ultrasonic (UT) and test of the coin (TAPPING) were performed according to reports, technical articles and own criterion in order to detect anomalies such as the presence of porosity, takeoffs, and the presence of cracks. Trough this analysis of hermeticity on the bus find us that 20.02% of all the junction points exposed to failure presents the possibility of the presence of water into the itself. Finally, was designed a sealing chamber where they can control the hermeticism of the buses in the previously detected points prior to a correction of construction in the process.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA:

ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA HERMETICIDAD DE UN BUS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA CARROCERÍAS VARMA S.A.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Las Empresas Carroceras a nivel mundial consideran a la producción un proceso de transformación de insumos en productos, bienes o servicios terminados, cumpliendo con las características necesarias para su fabricación.

A través del tiempo en los grandes países, la fabricación de carrocerías ha venido evolucionando de acuerdo a las exigencias de la colectividad y la implementación de nuevas tecnologías, es decir, todas estas empresas realizan un control permanente en los procesos, para obtener una producción con altos estándares técnicos, mediante la aplicación de Sistemas de Gestión de Calidad, con el objeto de detectar los posibles errores que puedan presentar y corregirlos a tiempo.

En el Ecuador existen un sinnúmero de empresas Carroceras, ubicadas alrededor del país, las mismas que tienen un objetivo en común, pero una visión y misión diferente entre sí.

Las Industrias Carroceras Ecuatorianas buscan satisfacer la demanda en: cantidad, calidad, precio y por sobre todo a tiempo, optimizando la utilización de la materia prima, insumos, recursos humanos, equipos e instalaciones, para poder obtener productos de buena Calidad.

Para lograr mayor participación en el mercado, en el sector carrocerero, consideran necesario definir cada uno de los procesos, minimizar tiempo, incrementar la producción, buscar alternativas para promocionar el producto que ofrece, realizando control general de Calidad en los procesos, de esta manera las empresas carroceras son más competitivas y logran expandirse en el mercado nacional.

Tomamos como referencia CARROCERÍAS CEPEDA, IBIMCO, PICOSA, VARMA, MIRAL, PATRICIO CEPEDA, IMCE, consideradas las mejores empresas carroceras en el centro del país, y sus logros se ven reflejados en sus productos, al momento que se utiliza una unidad de transporte sea este, interprovincial, urbano, turismo, escolar, ya que lo podemos identificar por su marca.

Las carrocerías concuerdan en que; lo necesario para la producción está ampliamente desarrollado en todos y cada uno de sus elementos, abunda la innovación y el desarrollo. Está estudiado y desarrollado en gran escala, incluyendo software de alta calidad que compite en el proceso normal de producción.

Todas estas empresas de industria Carrocera cumplen con las normas técnicas ecuatorianas (INEN), los cuales normalizan la industria carrocerera, de acuerdo al tipo de carrocería que se desee fabricar.

Carrocerías VARMA, empresa fabricante de carrocerías industriales, cuenta con un Sistema de Control de Calidad óptimo y calificado pero este no es capaz de detectar filtraciones de agua hacia el interior del bus, sea este de servicio

Interprovincial, Urbano, Escolar etc, esto se da por varios factores como son: el desconocimiento del personal, la falta de capacitación, la falta de conciencia por parte de los trabajadores sobre la correcta utilización de los materiales, la falta de los recursos económicos, ocasionando deficiencia en los procesos de producción, perdiendo participación en el mercado, dando ventajas a los competidores.

Todos estos factores, hacen que la empresa tenga dificultades, provocando problemas en la entrega final de las carrocerías de servicio interprovinciales.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

En la Empresa Varma S.A. del cantón Ambato ubicado en la Provincia de Tungurahua calle Pisacha sector Lungua Izamba, no existe un estudio sobre los factores que influyen en la hermeticidad de un bus, debido a la falta de estudios sobre los materiales que se utilizan en el proceso de acabado, o por el desconocimiento al manipular de manera correcta los materiales, motivo por el cual se pretende realizar un estudio minucioso de cada uno de los materiales que son utilizados en este proceso para controlar la calidad en el producto terminado, evitando así el malestar tanto del Gerente como de los usuarios al momento de la entrega final de la carrocería.

1.2.3 PROGNOSIS

Al no realizar el estudio de los factores que influyen en la hermeticidad de un bus se seguirá teniendo el mismo problema de la filtración de agua hacia el interior del mismo, lo que ocasionará un ambiente incomodo e insatisfactorio en los empleados y en las personas que adquieren la carrocería. Al realizar el presente estudio de hermeticidad se tendrá como resultado una carrocería totalmente hermética en todos sus puntos de unión, garantizando la calidad en el producto final, evitando demoras y re procesos de acabados.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El estudio de los factores principales que influyen en la hermeticidad de un bus permitirá reducir la filtración de agua hacia el interior del mismo?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿El análisis hermético en un bus de servicio Interprovincial en circulación permitirá obtener parámetros de evaluación contra filtraciones para las nuevas carrocerías?

¿Es necesario evaluar la hermeticidad de un bus de servicio interprovincial junto con los materiales actuales utilizados en la empresa para verificar su efectividad contra filtraciones de agua?

¿Con la inspección continua en la manipulación de los materiales en el pegado de diferentes partes del bus de servicio interprovincial garantizará reducir errores herméticos?

¿El control del dimensionamiento general de la carrocería bajo reglamentos técnicos de fabricación para unidades de transporte público (RTE INEN 043:2010) reducirá los problemas de hermeticidad en la parte final del producto?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1 De Contenido

Campo: Ingeniería Mecánica

Área: Diseño

1.2.6.2 Espacial

El desarrollo del presente trabajo investigativo se llevó a cabo en las instalaciones de la Empresa Varma S.A, ubicada en las Calles Pisacaha sector Lungua Barrio Izamba, Norte de la ciudad.

1.2.6.3 Temporal

El tiempo de desarrollo del presente estudio está comprendido en los meses Octubre 2013 y Agosto 2014.

1.3 JUSTIFICACIÓN

“CARROCERÍAS VARMA S.A.”, Es una empresa dedicada a la producción de carrocerías de varios tipos de servicios: Interprovinciales, Bus-Tipo, Turismo, Escolares, Carrocerías Especiales, que ofrecen sus productos a clientes nacionales con gran exigencia en calidad.

La empresa se ha visto en la obligación de ampliar su visión, para lograr competir dentro y fuera del país, mediante la aplicación de normas y estándares de calidad que permitan obtener un nivel productivo elevado. Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio se centra en analizar los factores principales que influyen en la hermeticidad en todos los puntos de unión del bus Interprovincial en la empresa Varma S.A. de la ciudad de Ambato, que es el producto de mayor demanda, de esta forma se verificará la filtración de agua hacia el interior de la carrocería, mejorando y controlando la calidad del producto final.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los factores principales que influyen en la hermeticidad de un bus interprovincial para garantizar la calidad de producto en la empresa carrocerías VARMA S.A.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el hermetismo de un bus Interprovincial en circulación en sus puntos de unión y puntos críticos en donde pueden existir filtraciones para obtener parámetros de evaluación para las nuevas carrocerías.
- Evaluar la hermeticidad de un bus interprovincial junto con los materiales actuales utilizados en la empresa para verificar su efectividad contra filtraciones de agua.
- Inspeccionar la manipulación de los materiales en el pegado de planchas laterales, pisos, techos, claraboyas, ventanas, parabrisas etc., con el fin de detectar errores.
- Controlar el dimensionamiento general de la carrocería bajo reglamentos técnicos de fabricación para unidades de transporte público interprovincial (RTE INEN 043:2010)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para el presente estudio se ha tomado como referencia investigaciones realizadas con anterioridad, las mismas que se detallan a continuación:

Control de Calidad en la Producción de plantas de caucho para calzado de la empresa Calzamatriz.

LLamuca (2005) afirma:

Se realizó una investigación sobre el Control de Calidad, porque afecta a los niveles de Producción, motivo por los cuales mediante la utilización de esta estrategia se pretende mejorar la organización en sus procesos, obtener mayores ingresos económicos que en la mayoría de las empresas es su finalidad, este trabajo investigativo tiene coherencia con el objeto en estudio, por lo tanto la investigación posee varios antecedentes investigativos por haber sido efectuada anteriormente y por contener una de las variables principales como es el Control de es el Control de Calidad. (p.10)

Control de calidad en las reparaciones de carrocería y pintura.

González (2009) afirma: La rentabilidad de un taller de reparación de vehículos está muy relacionada con la calidad de sus intervenciones. Realizar un control de calidad adecuado de las mismas por personal cualificado en las diferentes fases del trabajo y no sólo a su finalización, además de garantizar un buen resultado final, optimizar los recursos y reducir los tiempos de intervención. (p.48)

2.1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1.1 Ingeniería de Materiales

Todas las personas y especialmente los ingenieros tienen que ver con materiales, de manera cotidiana ya sea en manufactura, procesamientos, diseño y construcción de componentes o estructuras, ya que deben seleccionar y utilizar materiales y analizar fallas de los mismos.

El uso de los adhesivos en la industria carrocera es frecuente, empleándose tanto en la unión de guarnecidos revestimientos como en piezas de carrocería. El buen comportamiento de la unión pegada está garantizado si en las operaciones de aplicación se siguen fielmente las directrices del fabricante del adhesivo.

Entre las propiedades principales de este tipo de unión se encuentra la capacidad para unir elementos heterogéneos que no altera ni deforma las chapas finas, como sucede con las uniones hechas con soldadura, ni las debilita, como el remachado, garantiza más el hermetismo de las juntas y reparte uniformemente esfuerzos. Anónimo, (2013, 17 de abril). EAF del Automóvil

2.1.1.2 Sistemas de Métodos de Uniones de Elementos de la Carrocería

La carrocería es un conjunto coherente y complejo, formado por multitud de piezas unidas entre sí. Las técnicas de unión están condicionadas por una serie de necesidad, entre las que cabe citar las siguientes:

- Naturaleza de los materiales.
- Necesidades estructurales requeridas, ya que los diversos métodos de unión se comportan de modo muy distinto frente al mismo tipo de sollicitaciones.
- Accesibilidad a las distintas zonas, que puede condicionar el método de unión que se va a emplear.
- Frecuencia de sustitución de los distintos elementos.

Normalmente, en la fabricación de automóviles se habla de ensamblaje cuando se hace referencia a piezas que presentan un sistema de unión fijo, generalmente soldadura, y de montaje cuando se hace alusión a piezas que presentan un sistema de unión que permite su desmontaje y montaje de forma más sencilla. Los tipos de unión presentes en una carrocería pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Uniones amovibles: permiten retirar las piezas de su emplazamiento, tantas veces como se considere necesario.
 - Uniones articuladas: dejan cierta libertad de movimiento entre los elementos acoplados.
 - Uniones fijas: no permiten la separación de los elementos unidos. Para retirarlos, sería preciso destruir el sistema de unión, causando daños a las piezas.
- [1](Borreguero & Jiménez, 2001,p.2)

Sistemas de Unión

Tabla 2.1: Sistemas de Unión

SISTEMAS DE UNIÓN	
Uniones amovibles	1. Atornilladas
	2. Mediante grapas
Uniones articuladas	3. Mediante pasadores
Uniones fijas	4. Remachadas
	5. Plegadas o engatilladas
Soldadas	6. Pegadas

Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.3

1. Unión mediante Tornillos y Grapas

a. Unión mediante tornillos

Se emplea para la fijación de piezas que no presentan un compromiso estructural importante y para aquéllas que, con el fin de facilitar una reparación posterior, hayan de ser desmontadas y montadas con relativa frecuencia (aletas delanteras y traseras, frentes, paragolpes, etc.).

El montaje y desmontaje de un elemento atornillado es sencillo, no requiere ninguna herramienta o utillaje especial.

Existen diversos sistemas de atornillado; los siguientes son los más representativos:

b. Perno-tuerca

Método muy conocido, que consiste en el empleo de un tornillo corriente de mecánica y de una tuerca hexagonal. En estos casos, se suelen utilizar arandelas elásticas de seguridad o tuercas de interferencia, dotadas de una corona de material plástico que se autorrosca en el tornillo, evitando que se mueva. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.3)

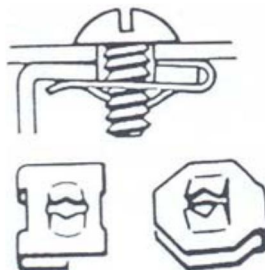
c. Perno-tuerca prisionera

La tuerca no es móvil y está colocada cerca de un taladro, bien soldada a la pieza, bien en una jaula soldada.

d. Tornillo-grapa

Las grapas hacen las veces de una tuerca elástica. Pueden ser simples o dobles y colocarse sin necesidad de roscarlas. Las grapas dobles se aseguran en una de las planchas para servir después de sólida sujeción al tornillo, generalmente de paso estrecho, que unirá las dos planchas.

Figura 2.1: Tornillo-grapa



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.4

e. Tornillos roscachapa o autorroscantes

Son tornillos templados de paso ancho, que se adaptan al grosor de la chapa, aterrajando en parte a la misma y quedando muy fijados en ella. Se utilizan, principalmente, para fijar guarnecidos, tapizados y accesorios de la carrocería. No deben emplearse para piezas que tengan que sufrir grandes esfuerzos.

2. Unión mediante Grapas

Existe una gran variedad de diseños y modelos de grapas de sujeción. Todas ellas sirven para la fijación de elementos de tapicería y guarnición interna o para la colocación de molduras y embellecedores exteriores. Las grapas se colocan a presión sobre orificios practicados directamente en la chapa de la carrocería. El chapista debería conocer el tipo de grapa empleado para evitar daños o roturas, cuando proceda a desmontar algún accesorio para su sustitución o para facilitar alguna operación concreta. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.4)

Figura 2.2: Grapas de sujeción utilizadas en los automóviles

Guardabarros				
Guarnecido del maletero				
Instalación eléctrica				
Guarnecidos de puerta				
Insonorizante del capó				
Cejilla de la puerta				
Fijación de tornillos roscachapa				

Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.5

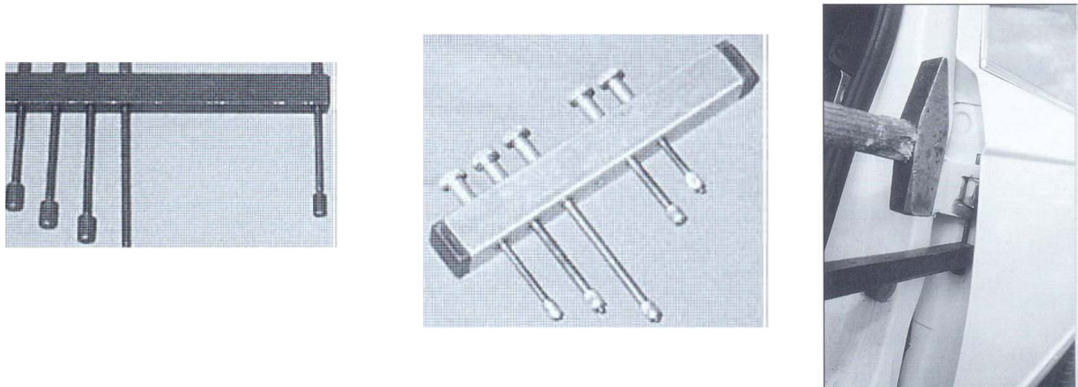
2. Uniones Articuladas mediante Pasadores

El dispositivo articulado más común en los automóviles es la clásica bisagra de pasador para la fijación de sus puertas. Estas bisagras constan de dos piezas, unidas entre sí mediante un pasador central. Cada una de esas piezas va fijada a su respectivo elemento (puerta o carrocería), permitiendo así el movimiento de rotación de la puerta sobre la carrocería. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.5)

Algunos vehículos poseen uniones articuladas denominadas de doble cinemática, que aúnan un movimiento de rotación y traslación. Así, la puerta, además de girar, realiza un pequeño desplazamiento para permitir un acceso al habitáculo más cómodo.

Los pasadores pueden ser macizos, tubulares o con rosca, precisándose útiles específicos para el desmontaje de los dos primeros tipos.

Figura 2.3: Útiles para el desmontaje de los pasadores de las bisagras



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.6

4. Uniones Remachadas

Consiste en unir las chapas, previamente taladradas, mediante vástagos metálicos, generalmente cilíndricos, cuyos extremos terminan en dos cabezas, una de las cuales ya está formada y la otra se forma en la operación de remachado. Los

remaches se utilizan con cierta frecuencia en la fabricación de grandes carrocerías para autobuses y autocares. Su uso está más limitado en la fabricación de carrocerías de turismos.

En este último caso, suele recurrirse a esta técnica si hay que unir materiales de distinta naturaleza, como sucede en las carrocerías de plástico o en ciertos capós y portones que disponen de un bastidor de acero y un panel de aluminio. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.6)

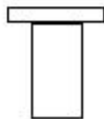
También se emplean para la colocación de accesorios un tanto especiales, como espóilers y cantoneras de aletas y estribos.

Determinados elementos no vienen montados con este sistema; sin embargo, a la hora de proceder a su sustitución, el reparador deberá recurrir a él, pues así lo recomiendan determinados fabricantes en su documentación técnica. Fundamentalmente, existen dos tipos de remaches:

Figura 2.4: Cabeza redonda cilíndrica



Figura 2.5: Cabeza avellanada



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.7

a. Remaches ordinarios

Con un cuerpo cilíndrico de alma llena, se emplean cuando el acceso es posible por ambos lados, pues la formación de la segunda cabeza se realizará por recalado manual, mediante un martillo.

b. Remaches especiales o ciegos

Este tipo de remaches se emplea cuando el lugar donde deben ser colocados únicamente es accesible por un lado. Tienen un cuerpo cilíndrico, tubular y ciego, una cabeza preformada y la otra perforada en su centro. La segunda cabeza se forma por tracción y rotura de un vástago abombado en su extremo. Para la colocación de estos remaches, deberá hacerse uso de una pistola remachadora, de accionamiento manual o neumático, que dispone de boquillas intercambiables para adaptarse a cualquier tamaño del remache. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.7)

En ambos casos, los remaches se fabrican con materiales que poseen cierta maleabilidad para evitar que se tengan que aplicar esfuerzos importantes, que pudieran deteriorar o deformar las chapas que van a unir. Por lo general, se fabrican de acero dulce, aluminio o aleaciones ligeras.

El remachado suele presentar dos problemas:

- El taladro debilita la zona de unión.
- La corrosión galvánica, que resulta de poner en contacto dos metales de distinta naturaleza y, por lo tanto, de distinto potencial en la serie galvánica.

Para la sustitución de un elemento remachado, es necesaria la eliminación del remache; bastará con taladrar el propio remache con una broca de diámetro ligeramente inferior al taladro inicial.

5. Uniones Plegadas o Engatilladas

Las uniones plegadas o engatilladas permiten unir los bordes de dos piezas de chapa doblándolos sobre sí mismos una o más veces. Se aplican, generalmente, en chapas delgadas, de espesores comprendidos entre 0,5 y 0,9 mm.

En este tipo de uniones se garantiza la estanqueidad de la junta mediante sellado de poliuretano.

En fabricación, este tipo de unión se lleva a cabo mediante prensas; en reparación, el chapista lo realizará manualmente, con la acción combinada del tas y el martillo, o bien recurriendo al empleo específico de una engatilladora neumática.

Para la sustitución de un panel engatillado bastará con pasar una radial por todo el borde del panel; de este modo, queda destruido el engatillado y separadas la pestaña y el panel propiamente dicho. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.8)

6. Uniones Pegadas

El uso de los adhesivos en la industria del automóvil es frecuente, empleándose tanto en la unión de guarnecidos como en piezas de carrocería. El buen comportamiento de la unión pegada está garantizado si en las operaciones de aplicación se siguen fielmente las directrices del fabricante del adhesivo.

Entre las propiedades principales de este tipo de unión encuentran la capacidad para unir elementos heterogéneos que no alteran ni deforman las chapas finas, como sucede en soldadura, ni las debilita, como el remachado. Garantiza, el hermetismo de las juntas y reparte uniformemente esfuerzos. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.9)

2.1.1.3 Adhesivos Estructurales

El empleo de adhesivos no es nuevo. En civilizaciones como las de Egipto, Roma y China ya se empleaban productos adhesivos de origen natural, obtenidos de animales y plantas. Sin embargo, no es hasta finales del siglo XIX cuando los adhesivos experimentan un gran desarrollo, de la mano de la creciente evolución de la química orgánica. Aparecen por entonces las primeras patentes de adhesivos orgánicos sintéticos (urea-formaldehidos, fenólicos, etc.).

La industria aeronáutica introduce, en los años cuarenta, el adhesivo como elemento de unión estructural, haciendo posible proyectos de difícil ejecución con métodos tradicionales de unión.

Tras la aeronáutica, la industria de la automoción es la segunda en su aplicación. No sólo se emplea como método de unión de algunos elementos (vidrios, revestimientos, juntas de estanqueidad, etc.), sino también en aplicaciones estructurales, en la construcción de carrocerías de vehículos turismos, cajas de camiones y carrozados diversos. Hasta el punto de que la unión con adhesivos se está considerando como una alternativa muy válida a las uniones mecánicas, soldaduras fuertes y blandas y a la soldadura por puntos de resistencia.

Los avances de la tecnología de las resinas han dado como resultado nuevas generaciones de adhesivos, que combinan una alta resistencia a las sollicitaciones mecánicas y gran estabilidad frente a los agentes físicos, químicos y biológicos. La unión con cualquier tipo de adhesivo requiere un buen conocimiento de los productos, directrices de fabricación y procesos de aplicación para obtener uniones de alta resistencia.

En el presente tema se dará una visión global del empleo de estos productos en el mundo del automóvil, prestando especial atención a su aplicación en la reparación de carrocerías.

Aplicación de adhesivos en el automóvil

La unión con adhesivos se utiliza actualmente en la carrocería del automóvil en multitud de aplicaciones, bien sea de forma exclusiva o en combinación con una unión mecánica complementaria (engatillado, remachado, puntos de soldadura por resistencia, etc.). [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.10)

Entre las principales aplicaciones están:

- Fijación de elementos de guarnicionería:

- Juntas de hermeticidad de goma.
- Paneles de revestimiento insonorizantes.
- Guarnecido de techos, etc.
- Unión de elementos metálicos entre sí, con una eventual unión mecánica complementaria; por ejemplo, unión de paneles de puertas y capós a sus armazones, pegado de aletas, etc.
- Unión de materiales plásticos entre sí en las carrocerías que disponen de paneles construidos con este tipo de material.
- Principalmente, los adhesivos tienen una especial aplicación en la unión de materiales de distinta naturaleza:
 - Vidrio-metal, unión típica en el automóvil para la fijación de las lunas parabrisas y vidrios traseros y laterales.
 - Plástico-metal, como las uniones que se dan en la fabricación de carrocerías con paneles exteriores en materiales compuestos, montados sobre un armazón metálico, y en algunos tipos de puertas, que combinan un armazón metálico con un panel de material compuesto.

Asimismo, tienen un campo de aplicación muy importante en la fabricación de cajas y carrocerías para vehículos industriales, autobuses, caravanas, etc. En los talleres dedicados a la reparación de carrocerías, el chapista tendrá que hacer uso de técnicas de adhesión en operaciones como la sustitución de vidrios pegados, sustitución total parcial de elementos exteriores de chapa, sustitución total o parcial de elementos exteriores de materiales compuestos, reparación de plásticos flexibles, semirrígidos y rígidos y un número variado más de aplicaciones. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.11)

Características de las uniones pegadas

Las uniones con adhesivos presentan una serie de ventajas frente a otros sistemas convencionales de unión, lo que hace especialmente atractivo el empleo de estos productos en determinadas aplicaciones. Los aspectos que caracterizan la utilización de adhesivos son:

- Elimina los problemas producidos por el calor en los procesos de soldadura (corrosión, cambios estructurales del material, deformaciones, etc.).
- No debilita la junta, como ocurre con el remachado.
- Reduce el riesgo de rotura por fatiga, al eliminar tensiones puntuales y la concentración de tensiones.
- Elimina la corrosión local en las juntas y la corrosión electroquímica entre materiales diferentes.
- Posibilita la unión de materiales de distinta naturaleza.
- Conserva prácticamente la protección anticorrosiva original.
- Da lugar a estructuras más ligeras.
- Proporciona una unión libre de fisuras.
- La unión es impermeable a los líquidos, evitándose el empleo de medidas adicionales de estanqueidad.
- Reduce el tiempo de reparación, pues, en determinados casos, evita el desmontaje de una serie de piezas inflamables o no resistentes al calor, tales como revestimientos interiores, asientos, depósitos de combustibles, etc.
- En cuanto a los principales inconvenientes que presentan las uniones pegadas están:
 - Resistencia limitada a la temperatura: no se pueden usar adhesivos en uniones sometidas a altas temperaturas.
 - Se reducen los tiempos de aplicación, pero es necesario un período de curado del adhesivo.
 - La tecnología de aplicación de adhesivos es muy sencilla, pero requiere la utilización de técnicas y equipos apropiados para cada aplicación, además de los materiales correspondientes.
 - No respeta estrictamente las condiciones de operación, sobre todo en cuanto a presiones, temperaturas y periodos de curado; puede afectar seriamente las condiciones de respuesta de la unión.
 - Hay que prestar especial atención a la preparación previa de las superficies a pegar.
 - El tiempo de almacenamiento de los adhesivos es limitado. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.12)

Tipos de Adhesivos estructurales

Un adhesivo es una sustancia que, aplicada entre dos cuerpos, es capaz de adherirse a ellos y mantenerlos unidos. Los factores que intervienen en una unión pegada son, además de los materiales a unir y de la preparación de las superficies, la adhesión y cohesión del adhesivo.

Adhesión: es la acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas que pertenecen a diferentes cuerpos. Dicho de otra forma, la fuerza con que el adhesivo se adhiere a la superficie a pegar.

Cohesión: es la acción de las fuerzas que se oponen a la separación de las moléculas de un mismo cuerpo. Hace alusión a la resistencia interna del propio adhesivo.

La ausencia de una de estas dos propiedades conduce a uniones deficientes. Los adhesivos estructurales proporcionan una fuerte cohesión, elevada resistencia mecánica y al calor y excelente durabilidad.

Los adhesivos más empleados en la industria del automóvil y, por lo tanto, en los talleres de reparación, son los de poliuretano o los de resina epoxi.

a. Poliuretano (PUR)

Son polímeros sintéticos a base de polisocianatos, que provienen de la reacción de un polioliol con un isocianato. Pueden usarse a bajas temperaturas manteniendo la adherencia y resistencia al agua. Se utilizan como productos de recubrimiento, y como adhesivos. Su formulación puede ser mono o bicomponente.

b. Poliuretanos monocomponentes

Sus principales características son: Presentan bajo contenido en disolventes. Secan mediante la absorción de humedad.

- Su proceso de secado es lento y de fuera hacia dentro. Tienen gran elasticidad.
- Son sensibles a los rayos ultravioletas, que les atacan y descomponen.
- Sus propiedades, desde el punto de vista estructural, son inferiores a las de los bicomponentes y resinas epoxi.
- Se presentan en tubos o bolsas para aplicar mediante extrusión.
- Se aplican en el pegado de lunas, unión de paneles de puerta, sellado de juntas. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.13)

c. Poliuretanos bicomponentes

Sus principales características son:

- No necesitan de la humedad ambiente para polimerizar.
- Su endurecimiento se produce por reacción química de sus componentes.
- Su proceso de secado es relativamente rápido.
- Son más rígidos que los monocomponentes.
- Son sensibles a los rayos ultravioletas, que les atacan y descomponen.
- Se presentan, generalmente, en cartuchos para aplicar por extrusión.
- Se aplican para el pegado de lunas y unión de piezas de carrocería (capó con sus refuerzos, aletas con pases de rueda, cerchas interiores del techo y unión de piezas plásticas). [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.14)

Figura 2.6: Adhesivos estructurales-plegables



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.14

d. Resinas epoxi (EP)

Se obtienen, generalmente, por condensación entre una sustancia que contiene un grupo epoxídico (oxígeno unido a dos átomos de carbono) y una sustancia que tenga átomos de hidrógeno reemplazables.

Sus principales características son:

- Son productos bicomponentes (resina y endurecedor o catalizador).
- Los componentes son de naturaleza más o menos pastosa y de diferente color para facilitar su mezcla correcta.
- La proporción de mezcla depende del tipo de resina, por lo que se deben observar las recomendaciones de cada fabricante.
- Presentan excelente adhesión en diferentes sustratos, como metales, plásticos, cerámicas, etc.
- La resistencia frente a fallos de cohesión es generalmente buena, en función del tipo de resina.
- El tiempo de secado oscila entre los cinco minutos y las 24 horas, a temperatura ambiente.
- Las resinas de curado rápido son más elásticas que las de curado lento.
- Se presentan en botes para aplicar con espátula o brocha.

- Se aplican en uniones metal-metal, plástico-plástico, metal-plástico.

2.1.1.4 Unión con adhesivos

En la unión con adhesivos, se ha de tener en cuenta una serie de consideraciones, que van desde la correcta elección y preparación del adhesivo, hasta el diseño de la junta y el proceso de curado. Obviar estos aspectos puede dar lugar a uniones que no respondan a las expectativas buscadas, por lo que los malos resultados son debidos más a fallos de diseño y de tecnología de aplicación que a limitaciones del procedimiento o del producto.

Entre las consideraciones que hay que tener en cuenta en el empleo de adhesivos estructurales están la elección del adhesivo, el diseño de la junta, la preparación de las superficies, la preparación y aplicación del adhesivo, la posición de los elementos que se van a unir y el curado del adhesivo. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.15)

2.1.1.5 Elección del adhesivo

En el mercado existen multitud de adhesivos estructurales, aunque en la reparación de automóviles se emplean fundamentalmente poliuretanos y resinas epoxi.

Para la correcta elección de un adhesivo se deben considerar diversos factores:

- Tipos de sustratos a unir, pues la adherencia de todos los adhesivos no es la misma.
- Acabado superficial de las partes que se van a unir.
- Tipos de disolventes, aceites u otros contaminantes que puedan estar en contacto con la unión.
- Temperaturas máximas y mínimas que soportará la unión, y si éstas serán constantes o intermitentes. Este factor hay que tenerlo muy presente en uniones de

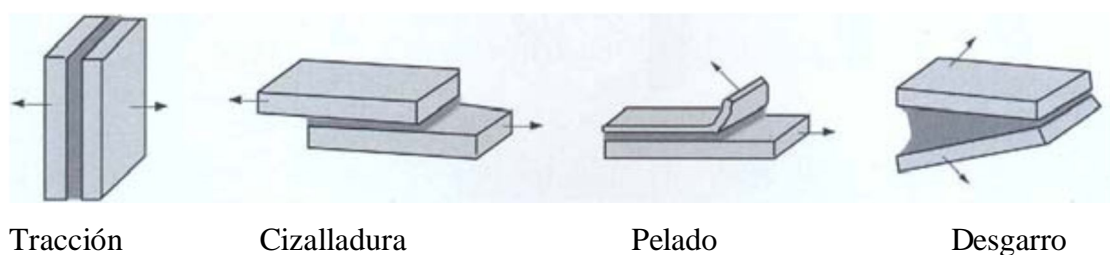
materiales con coeficientes térmicos distintos como, por ejemplo, metal plástico, debiéndose aplicar un adhesivo suficientemente elástico para permitir una buena distribución de las tensiones que originarán esas temperaturas.

- La rigidez de la unión y de los elementos que se van a unir condicionará en parte la rigidez del adhesivo empleado. La elasticidad del adhesivo se amoldará a la elasticidad del sustrato, no debiéndose emplear adhesivos rígidos para unir elementos flexibles.

2.1.1.6 Diseño de la junta

El empleo de adhesivos requiere juntas de diseño especial, no debiéndose emplear las destinadas para otros métodos de unión; no obstante, el campo de los adhesivos en aplicaciones estructurales está en rápida evolución y sus posibilidades de resistencia a diferentes estados de tensión se han incrementado notablemente. Hay que tener en cuenta que el adhesivo actúa en una zona entera y no sobre un único punto, como ocurre en las uniones mecánicas, con la consecuente pérdida de capacidad de resistencia del adhesivo. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.16)

Figura 2.7: Tipos de tensión que deben resistir las uniones con adhesivos



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.16

En una unión con adhesivos pueden producirse cuatro estados de tensión: tracción, cizalladura, peladura y desgarro.

En la peladura, la acción de esfuerzo se limita a una línea muy delgada en el borde de la unión, por lo que el adhesivo no refuerza el resto de la junta. En el desgarro,

la tensión actúa en uno de los lados de la unión, permaneciendo el resto de la junta sin apenas tensión. Estas dos formas de trabajo no son recomendables.

La tracción tampoco es idónea si la fuerza no ha actuado de forma perfectamente axial, producirán tensiones de desgarramiento. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.17)

Para conseguir ensamblajes adheridos correctos hay que plantear durante la etapa de diseño un trazado que evite en lo posible esfuerzos que no sean de tracción o de cortadura en las uniones adhesivas.

Un paso extremadamente importante durante el proceso de diseño de la junta adhesiva es establecer los requisitos de la aplicación.

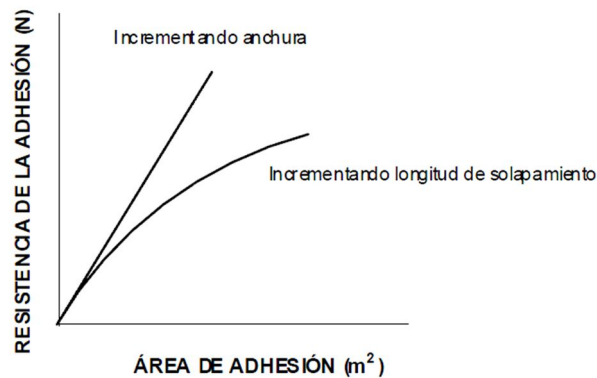
Propiedades como la resistencia a cortadura, la resistencia a impacto, la pérdida de resistencia por envejecimiento térmico, las tolerancias de montaje (holguras), la resistencia a la humedad, a nieblas salinas y a disolventes, los tiempos de manipulación requeridos y los límites aceptables para cualquiera de tales pruebas son ejemplos de características que deben ser especificadas.

Lo ideal es describir o identificar de forma fácilmente comprensible los métodos de prueba empleados para determinar las propiedades de la adhesión y del adhesivo a emplear, como hacen por ejemplo los ensayos normalizados de la ASTM y la ISO.

Tanto el diseño como la elección del adhesivo deben acomodarse a la aplicación, evitando en la medida de lo posible juntas adhesivas sobredimensionadas, que suelen encarecer de forma desproporcionada e innecesaria los costes de montaje. Los factores geométricos que se consideran en primer lugar son la anchura de la adhesión, la longitud de solapamiento y los espesores de adhesivo y sustratos.

La resistencia a cortadura es directamente proporcional a la anchura de solapamiento. Sin embargo, la relación entre longitud de solapamiento y resistencia a cizalla no es lineal, aunque se produce un incremento. Esto es debido a que las tensiones se acumulan en los extremos de la zona de solapamiento.

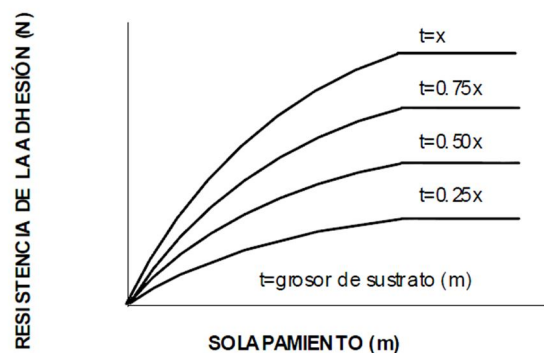
Figura 2.8: Variación de la resistencia de la unión adhesiva incrementando anchura y longitud de solapamiento



Fuente: Madrid, 2007, p.13

La longitud y la anchura no son las únicas variables geométricas que influyen en la resistencia de la adhesión. La carga a partir de la cual un sustrato comenzará a deformarse plásticamente depende de su rigidez y grosor. Sucede con frecuencia que la resistencia de adhesión de dos piezas delgadas supera el límite elástico y la resistencia última de los sustratos. [2](Madrid, 2007, p.13)

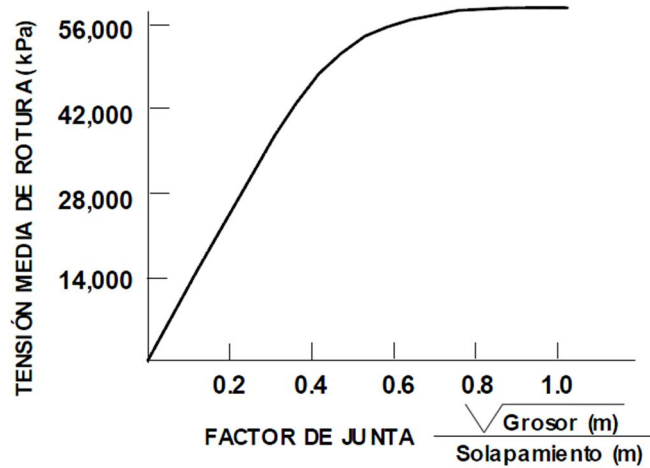
Figura 2.9: Variación de la resistencia de la unión adhesiva frente al solapamiento para diferentes grosores



Fuente: Madrid, 2007, p.14

De Bruine y Houwink analizaron la relación entre grosor, solapamiento y tensión, definiendo como "factor de junta" la relación entre la raíz cuadrada del grosor y la longitud de solapamiento.

Figura 2.10: Efecto del "factor de junta" sobre la resistencia de las uniones adhesivas



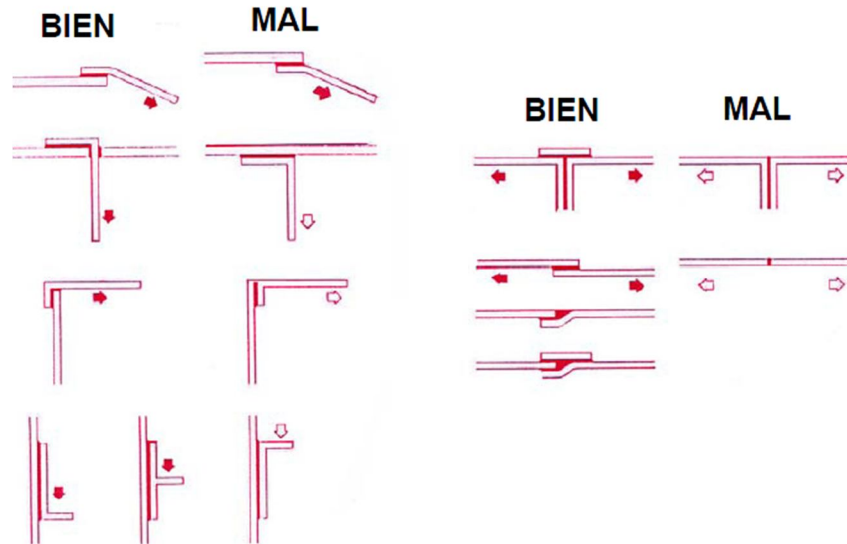
Fuente: Madrid, 2007, p.14

Algunas consideraciones de diseño importantes se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Utilizar siempre la mayor área posible, respetando las limitaciones de costo de la aplicación.
- Alinear correctamente las uniones de modo que las tensiones puedan ser absorbidas en la dirección de mayor resistencia de la unión. [2](Madrid, 2007, p.14)
- Maximizar esfuerzos de cortadura y minimizar esfuerzos de pelado y de desgarramiento.
- Recordar que debemos anticiparnos a todas las posibles solicitaciones (particularmente las de pelado y desgarramiento) que puedan aparecer durante el ensamblaje o las operaciones de manipulación, así como las que se puedan producir durante el funcionamiento de la pieza.
- Evitar partes con curvaturas complejas.

- A continuación se muestra un cuadro orientativo con soluciones de diseño a los problemas de ensamblaje que pueden darse en cada caso práctico.

Figura 2.11: Soluciones de diseño para ensamblajes adheridos



Fuente: Madrid, 2007, p.15

A menudo los adhesivos se combinan con operaciones de conformado, atornillado o soldado, resultando auténticas formas híbridas de ensamblaje. En cuanto al diseño, en general la idea consiste en eliminar la dependencia del tiempo de curado del adhesivo y minimizar los problemas debidos a esfuerzos de pelado y de desgarro durante el funcionamiento del conjunto. El adhesivo reduce la concentración de esfuerzos y mejora el rendimiento del ensamblaje frente a cargas dinámicas.

Para poder seleccionar un adhesivo y predecir su comportamiento en una aplicación se emplea la hoja de datos técnicos que elabora el fabricante. Los valores que se incluyen corresponden a ensayos normalizados. Dado el elevado número de factores que afectan en el rendimiento de un adhesivo, sólo son comparables entre sí los resultados obtenidos mediante un mismo tipo de ensayo. [2](Madrid, 2007, p.15)

a. Preparación de las superficies de contacto

Éste es un paso muy importante, pues las deficiencias que pueden presentarse en el pegado suelen deberse a una preparación pobre de las piezas a unir.

El primer paso de la preparación de superficies será eliminar las pinturas o barnices aplicados, así como eliminar los restos de aceite, grasa o cualquier otra suciedad con un desengrasante adecuado al adhesivo que se va a usar. La acetona, el tricloretileno y el percloroetileno pueden considerarse válidos; el alcohol, la gasolina o los disolventes de barnices, no.

No obstante, los fabricantes de adhesivos suelen disponer de una gama de productos de limpieza para las distintas superficies compatibles con sus adhesivos, siendo recomendable su empleo, pues, además de limpiar, activarán las superficies para el pegado.

Determinados materiales, antes de ser limpiados con disolvente, requieren una activación superficial con medios mecánicos (lijado, estropajo de níquel, etc.). La limpieza se realiza con un papel de celulosa impregnado en el limpiador, frotando la zona siempre en la misma dirección y cambiando frecuentemente el papel. Si se frotara en círculos, lo único que se conseguiría es una redistribución de la suciedad. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.18)

Figura 2.12: Preparación de la superficie de contacto



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.18

No es recomendable el uso de trapos de limpieza, ya que pueden ser reutilizados,

lo que comporta el riesgo de usar los sucios, dando lugar a una limpieza muy poco efectiva.

La mayoría de los fabricantes recomienda imprimaciones específicas para cada tipo de material que se quiere unir. Las imprimaciones cumplen tres funciones fundamentales:

1. Hacen las veces de barrera química de inhibición, que evitará que las superficies tratadas pierdan las condiciones que han obtenido; por ejemplo, evitar una oxidación superficial en el caso de los metales.
2. Contribuyen a que el adhesivo no trabaje por adhesión física, sino que exista una interface química (las imprimaciones suelen ser prepolímeros del adhesivo) entre el sustrato y el adhesivo, que hace que mejore la adhesión.
3. Actúan como protector en el caso de pegado de materiales transparentes, para evitar que la radiación ultravioleta de la luz solar degrade ciertos adhesivos.

La aplicación de las imprimaciones se realizará con un pincel o un hisopo, no debiendo aprovechar éstos para varios tipos de imprimaciones.

Siempre hay que respetar los tiempos de secado recomendados por los fabricantes, tanto de limpiadores como de imprimaciones.

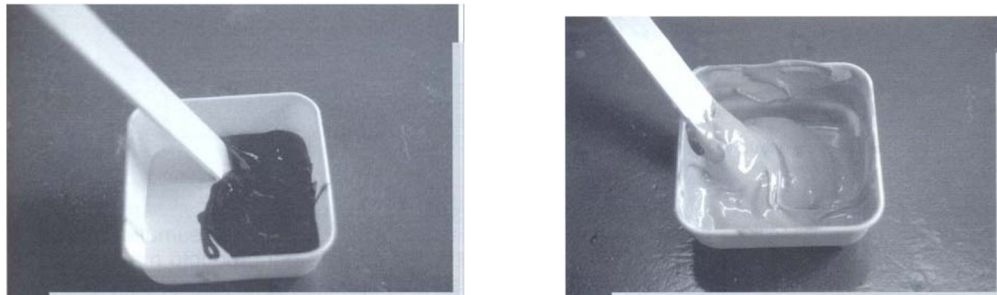
b. Preparación del adhesivo

En el caso de emplear adhesivo de dos componentes, adhesivo y catalizador, han de mezclarse cuidadosamente y en las cantidades especificadas por el fabricante, hasta la obtención de una mezcla perfectamente homogénea.

Algunos adhesivos, sobre todo los de poliuretano, se presentan en kits que disponen de boquillas mezcladoras, las cuales, acopladas a un cartucho doble, facilitan la operación, pudiéndose a aplicar de forma directa. De no ser así, la mezcla se realizará con la ayuda de espátulas o en recipientes, dependiendo de la viscosidad de los productos. En ambos casos, las espátulas y los recipientes deben

estar bien limpios. Nunca se pondrá en contacto la espátula de mezclado con el resto de adhesivos sin catalizar. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.19)

Figura 2.13: Preparación de adhesivo bicomponente



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.20

Una vez realizada la mezcla, el tiempo de aplicación es limitado, pues el catalizador comienza a actuar inmediatamente.

2.1.1.7 Aplicación del Adhesivo

El adhesivo debe estar en íntimo contacto con las superficies a unir. Se aplicará a temperatura ambiente, pues temperaturas altas disminuirían el tiempo de utilización y temperaturas bajas debilitarían la resistencia del adhesivo.

Dependiendo de cómo se suministre, se podrá aplicar por extrusión, con brocha o con espátula.

a. Por extrusión:

Cuando el adhesivo viene envasado en tubos o bolsas, se aplica por extrusión y puede realizarse con pistolas manuales o neumáticas.

Las pistolas de accionamiento manual se prestan mejor para aplicaciones intermitentes y puntuales. Las neumáticas permiten una aplicación continua y un

flujo del producto más constante. También existen pistolas especiales para la aplicación de productos bicomponentes. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.20)

Figura 2. 14: Pistola de extrusión neumática



Figura 2.15: Pistola específica de extrusión



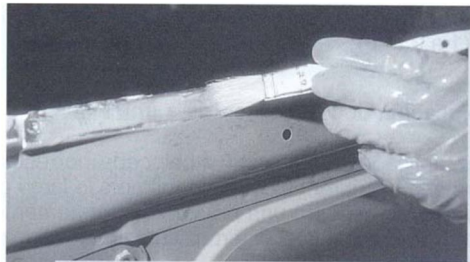
Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.21

b. Con brocha:

La brocha permitirá esparcir adhesivos líquidos o muy poco viscosos en una superficie amplia con un espesor delgado. Es muy importante limpiar las brochas después de cada aplicación.

Para ello, es preferible el empleo de brochas de pelo duro, como las de nylon.

Figura 2.16. Aplicación-adhesivo con brocha



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.21

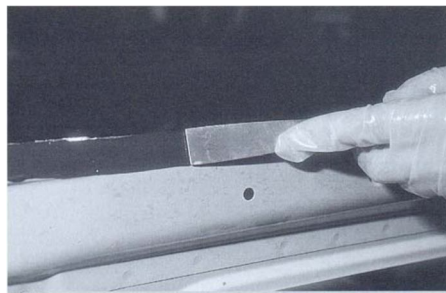
c. Con espátula:

La espátula se utiliza cuando el adhesivo es denso o pastoso; se consiguen mayores espesores.

Independientemente del sistema de aplicación empleado, hay que tener en cuenta el espesor de la capa de adhesivo. Varias razones apoyan la consideración de que espesores pequeños son los más adecuados:

- Cuanto mayor sea la cantidad de adhesivo, mayor será la probabilidad de aparición de burbujas de aire o de cuerpos extraños que debiliten la unión. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.21)
- El esfuerzo necesario para deformar una película delgada es superior al de una de mayor espesor.
- Las tensiones internas que se originan en el proceso de la unión están en relación con el espesor de la película aplicada.
- La posibilidad de que el adhesivo fluya o cristalice es mayor conforme aumenta el espesor.

Figura 2.17: Aplicación-adhesivo con espátula



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.22

La consecución de espesores delgados debe prever que la cantidad de adhesivos sea tal que permita cubrir las posibles ondulaciones de la superficie del sustrato, y tendrá en cuenta la disminución de volumen por difusión o que fluya.

Normalmente, con resinas epoxi se emplean pequeños espesores (0,2 mm), precisándose mayores espesores para los poliuretanos (1 a 3 mm).

2.1.1.8 Colocación de los elementos a unir

Una vez aplicado el adhesivo y colocada correctamente la pieza, habrá que asegurar su contacto íntimo a lo largo de toda la junta. Para ello, se ejercerá una presión, uniformemente repartida, sobre toda la superficie. Existen distintos métodos, en función de la accesibilidad de la zona:

a. Mordazas autoblocantes: Se emplearán en aquellos casos en los que sea posible su fijación, con pestañas, bordes de piezas, etc. Sólo se colocan varias en función de la longitud de la junta, mediando entre ellas una distancia aproximada de 10 cm. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.22)

En aquellos casos en los que no sea posible el empleo de mordazas, como en las líneas de corte de las sesiones de ahorro, se recurrirá a otros métodos.

b. Presillas: consiste en soldar una arandela en la pieza de la carrocería próxima a la junta, e introducir, a través de todas ellas, presillas, con una geometría en pendiente, de modo que su pie quedará apoyado sobre la junta, ejerciendo la presión necesaria.

c. Arandelas: cortadas por la mitad y soldadas en forma de puente a lo largo de la junta.

d. Dispositivos especiales: fijados con ventosas adhesivas o electromagnéticas. Cuando las piezas son de poliéster, suelen emplearse tornillos rosca-chapa fijados a las piezas y a la tira posterior. Cuando el adhesivo ha secado, se extrae y se rellena el hueco con resinas. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.23)

2.1.1.9 Método de Uniones pegadas-remachadas

Eliminación de la pintura, de la capa de zinc, en el caso de chapas pre vestidas de

la zona de unión. Escalonado de la chapa con alicate de filetear.

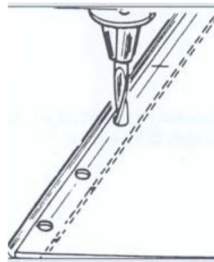
Figura 2.18: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.22

- Colocación de las chapas en posición correcta y taladrado de ambas según se indica en el dibujo.

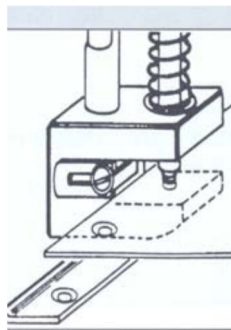
Figura 2.19: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.24

- Avellanado de los taladros por la cara vista de la chapa superior para ocultar la cabeza de los remaches.

Figura 2.20: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.24

- Limpieza y desengrasado de la zona donde va a aplicarse el adhesivo.

Figura 2.21: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.24

- Aplicación del adhesivo (resinas epoxi o poliuretanos). En este caso, mediante un cartucho provisto de boquilla mezcladora. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.24)

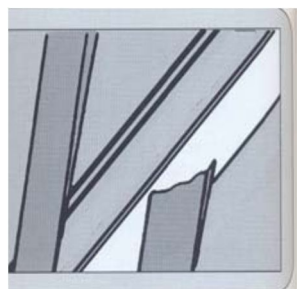
Figura 2.22: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.24

- Extensión del adhesivo por la costura, con la ayuda de una espátula.

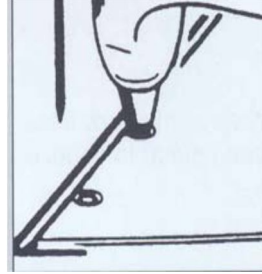
Figura 2.23: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.25

- Remachado de la zona con remaches huecos de cabeza avellanada.

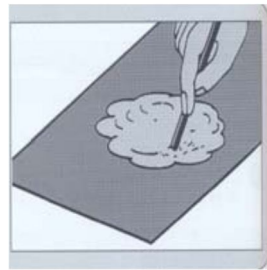
Figura 2.24: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.25

- Preparación de la masilla de acabado. Suelen emplearse masillas con cargas de zinc o aluminio.

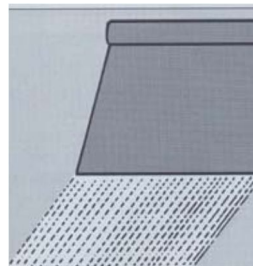
Figura 2.25: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.25

- Se aplica la masilla sobre la costura y, cuando se ha secado, se realiza el acabado mediante lijado. [1](Borreguero & Jiménez, 2001, p.25)

Figura 2.26: Método de Unión pegadas-remachadas



Fuente: Borreguero & Jiménez, 2001, p.25

2.1.2 DESARROLLO HISTÓRICO DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

El interés de la sociedad por la calidad es tan antiguo como el origen de las sociedades humanas, por lo que tanto el concepto como las formas de gestionar la calidad han ido evolucionando progresivamente.

Esta evolución está basada en la forma de conseguir la mejor calidad de los productos y servicios y, en ella, pueden ser identificados cuatro estadios, cada uno de los cuales integra al anterior de una forma armónica.

Dichos estadios son los siguientes:

1. Consecución de la calidad mediante la Inspección de la Calidad.
2. Consecución de la calidad mediante el Control de la Calidad.
3. Consecución de la calidad mediante el Aseguramiento de la Calidad.
4. Consecución de la calidad mediante la Gestión de la Calidad Total.

2.1.2.1 La Inspección de la Calidad

Constituye el primer estadio en el desarrollo científico de la gestión de la calidad y se inicia para algunos autores en 1910 en la organización Ford, la cual utilizaba equipos de inspectores para comparar los productos de su cadena de producción con los estándares establecidos en el proyecto. Esta metodología se amplió posteriormente, no solo para el producto final, sino para todo el proceso de producción y entrega. El propósito de la inspección era encontrar los productos de baja calidad y separarlos de los de calidad aceptable, antes de su colocación en el mercado.

La inspección de la calidad fue la técnica dominante durante la Revolución Industrial junto con la introducción de la dirección científica (Taylor) basada en el desglose de cada trabajo en actividades, lo que supone que cada tarea puede ser realizada por empleados sin gran cualificación.

Las actividades de inspección se asignaban a un grupo de empleados (inspectores) no relacionados con las personas que realizaban los productos.

2.1.2.2 El Control de la Calidad

El desarrollo de la producción en masa, la especialización, el incremento en la complejidad de los procesos de producción y la introducción de la economía de mercado centrada en la competencia y en la necesidad de reducir los precios, hecho que implica reducir costes de materiales y de proceso, determinó la puesta en marcha de métodos para mejorar la eficiencia de las líneas de producción. [3](Coello, 2007, p.4)

El aumento del uso de la tecnología hizo que la calidad se controlara mediante el desarrollo de métodos de supervisión más específicos, como por ejemplo:

- Establecimiento de especificaciones escritas,
- Métodos de medición apropiados que no precisarán la inspección del 100 por ciento de los productos,
- Desarrollo de estándares.

Toma el nombre como el estadio de control de la calidad o mejor de "control estadístico de la calidad", este desarrollo metodológico.

Dentro de los estadios de control de la calidad o control estadístico de la calidad se introducen una serie de técnicas para perfeccionar su inspección:

- Los manuales de estándares.
- Los manuales de procedimiento.
- El empleo de datos sobre funcionamiento.
- El ensayo de productos.
- Las técnicas de muestreo.
- Las gráficas de control.

- La introducción de la auto-inspección.
- La introducción de la planificación de la calidad. [3](Coello, 2007, p.5)

2.1.2.3 El Aseguramiento de la Calidad

Dentro de este periodo se estableció que la calidad podía quedar garantizada en el lugar de la fabricación mediante la implementación de un sistema de la calidad, que permitiría satisfacer las necesidades del cliente final.

Coello (2007) afirma: “Esta garantía podía ser llevada a cabo mediante el desarrollo de un sistema interno que, con el tiempo, generará datos, que nos señalará que el producto ha sido fabricado según las especificaciones y que cualquier error había sido detectado y eliminado del sistema” (p.6).

Para llevar a cabo este nuevo sistema se desarrollaron un conjunto de técnicas como, el establecimiento de los manuales de calidad, la utilización de “el coste de la calidad”, el desarrollo del control de los procesos y la introducción de la auditoría interna y externa del sistema de la calidad.

Coello (2007) afirma: “La implantación de un sistema de aseguramiento de la calidad permite identificar las características de la calidad que son apropiadas para el producto final, los factores que contribuyen a esas características y los procedimientos para evaluar y controlar dichos factores” (p.6).

Las organizaciones o empresas actualmente integran las actividades de control y aseguramiento de la calidad con la finalidad de producir productos o ejecutar servicios libres de defectos conocido como alta calidad de ejecución.

Del diferente enfoque que se da a la gestión de la calidad depende la diferencia entre los estadios de control y aseguramiento de la calidad:

- El aseguramiento se centra en la prevención de defectos, y así garantizar

un determinado nivel de calidad.

- El control de calidad se enfocaba a la detección de defectos. [3](Coello, 2007, p.6).

2.1.2.4 La Gestión de la Calidad Total

Su introducción implica la comprensión y la implantación de un conjunto de principios y conceptos de gestión en todos y cada uno de los diferentes niveles y actividades de la organización.

Los principios sobre los que se fundamenta la Gestión de Calidad Total son los tres siguientes:

1. Enfoque sobre los clientes.
2. Participación y trabajo en equipo.
3. La mejora continua como estrategia general.

Estos principios se apoyan e implantan a través de:

a. Una infraestructura organizacional integrada, donde los elementos principales son:

1. El liderazgo.
2. La planificación estratégica.
3. La gestión de los recursos.
4. La gestión de la información.
5. La gestión de los procesos.
6. La gestión de los proveedores.

b. Unas prácticas de gestión:

1. El diseño y desarrollo de una estructura organizativa.

2. El desarrollo del personal.
3. La definición de la calidad.
4. El establecimiento de metas y objetivos y su despliegue.

c. La aplicación de una gran variedad de instrumentos:

- Para el proceso de planificación y despliegue (dirección Hoshin, definición de factores críticos de éxito y procesos claves, QFD, las nuevas herramientas de gestión, etc.)
- Para el diseño de servicios, diseño y ejecución de procesos (QFD, técnicas para un diseño robusto, control estadístico de procesos, etc.)
- Para la medida, obtención y análisis de datos (aplicación de técnicas estadísticas).
- Para la resolución de problemas (ciclo SDCA y PDCA, herramientas clásicas, metodología de proyectos de mejora, etc.)
- Para el análisis de resultados (técnicas de control de calidad, diseño de experimentos, satisfacción, etc.) [3](Coello, 2007, p.7)

El concepto de calidad presenta una serie de posibles significados que pueden parecerse confusos, sin embargo, estos significados provienen de:

1. Diferentes puntos de vista de las personas, según su posición en los diferentes departamentos de la organización: marketing - diseño - producción - comercialización.
2. Nivel de desarrollo o madurez de la disciplina de Gestión de la Calidad.

2.1.2.5 Significados de la calidad según el contexto

Garvin, en 1988, sugirió que la calidad puede tener cinco diferentes significados o definiciones:

a. Transcendental: Calidad como sinónimo de superioridad o excelencia. Es un significado utilizado a menudo por los consumidores. La calidad sería reconocible, pero no definible de forma precisa, debido a que el significado de los estándares de excelencia, pueden variar entre las personas y en el tiempo. Para los gestores este enfoque puede ser poco útil, debido a la dificultad que se puede presentar al medir o evaluarlo que es o lo que no es calidad.

b. Basada en el producto: La calidad viene definida por la cantidad en la que un atributo deseable está presente en un producto o servicio. El consumidor, generalmente, entiende que cuanto más caro es el producto, más cantidad de atributo está presente en el producto; por ello, a veces, se confunde calidad con precio. La debilidad de este enfoque está en que la definición del atributo al que nos referimos, puede no depender de un estándar externo, al ser diferente la valoración que hacen las personas acerca de dicho atributo.

c. Basado en el usuario: La calidad viene determinada por lo que el consumidor desea. En este contexto la calidad se define como “lo que mejor se ajusta al uso que se pretende dar con el producto o servicio”. En esta relación entre el propósito del producto o servicio y su calidad, la debilidad reside en que diferentes personas o grupos sociales pueden tener diferentes deseos y necesidades y, por tanto, distintos estándares de calidad.

d. Basado en la producción: La calidad se define como conformidad a las especificaciones determinadas para la manufactura o realización de un producto o servicio. La organización asegura que su producto o servicio siempre es el mismo. En este enfoque la calidad se define como “el grado de conformidad a las especificaciones”. La debilidad de este concepto reside que dichas especificaciones pueden no tener un significado evidente para el consumidor.

[3](Coello, 2007, p.8)

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La fundamentación filosófica se basa en el paradigma crítico propositivo debido a que luego de la investigación se puede analizar cada una de las características tanto de la producción como de los procesos involucrados y se podrá proponer alternativas tanto tecnológicas como del comportamiento humano para mejorar la calidad en el producto, así también podemos decir que se basa en los paradigmas axiológicos y éticos, ya que permitirá desarrollar valores éticos, morales, económicos y un conjunto de reglas de conducta.

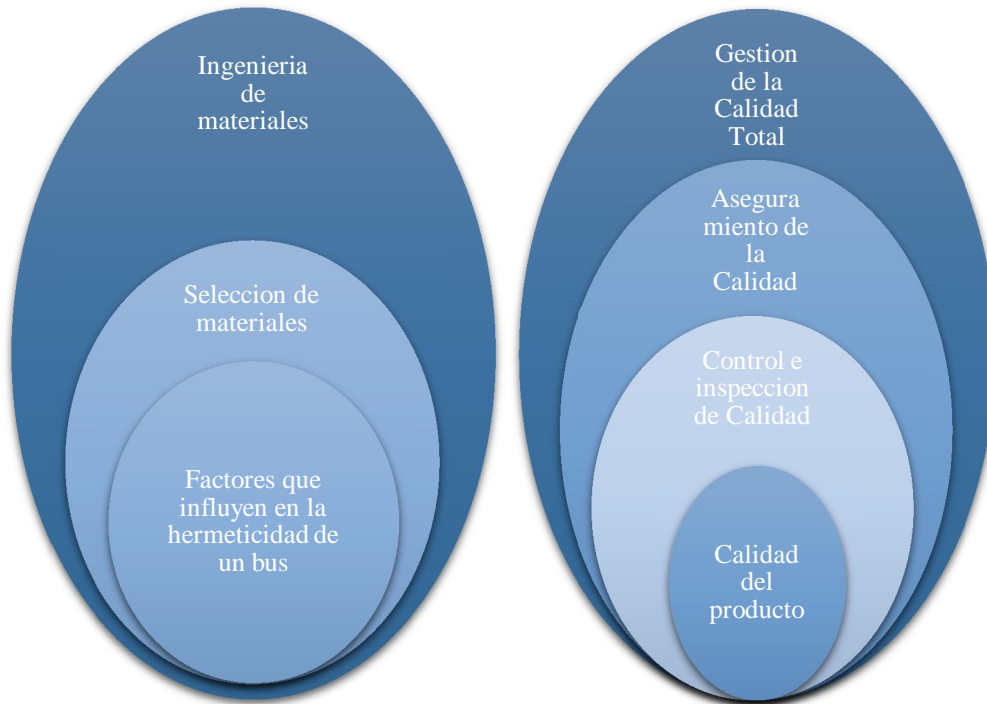
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El Ministerio de Industrias y Competitividad (MIPRO) ha establecido dentro de sus objetivos estratégicos incrementar la calidad en la producción nacional industrial con énfasis en los sectores priorizados siendo uno de estos el sector metal mecánico.

Dentro de todos estos sectores priorizados que deben estar sujetos al control de calidad se encuentran las carrocerías. Razón por la cual toda carrocería que se construya o se importe, debe cumplir con los requisitos señalados en los Reglamentos Técnicos emitidos por el (INEN RTE 043: 2010).

2.4 RED DE CATEGORIAS FUNDAMENTALES

Figura 2.27: Red de categorías fundamentales



Variable Independiente

Variable Dependiente

Fuente: Realizada por el Autor.

2.5 HIPÓTESIS

El estudio de los factores que influyen en la hermeticidad de un bus mejorará la calidad de producto en la empresa Carrocerías VARMA S.A.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Factores que influyen en la hermeticidad de un bus.

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del producto.

2.6.3 TÉRMINO DE RELACIÓN

Mejorará.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO

Para la presente investigación se utilizó el enfoque cuantitativo, ya que se manejaron variables predominantes y datos numéricos los cuales a su vez se convirtieron en explicativos debido a que se realizaron ensayos destructivos (ED) para determinar el módulo de elasticidad y el módulo de tracción del material que utiliza para la construcción de buses y ensayos no destructivos (END) para determinar el nivel de adherencia de cada junta pegada, en donde también se hizo un análisis cualitativo para determinar la mejor opción de pegado.

La información que fue necesaria para llevar a cabo este estudio, tuvo como fuentes primarias las Normas UNE-EN 1465:1994, INEN RTE 043: 2010, AISC 2011, NEC-11, mientras como fuentes secundarias tesis, artículos técnicos, publicaciones, libros, internet; así también para el análisis de resultados se utilizaron tablas y gráficos de barras.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 DE CAMPO

La modalidad del presente estudio es de campo, debido a que se mantiene una relación directa con el objeto en estudio por haber formado parte de la empresa, razón por la cual se facilita la información primaria del problema que se está presentando, de esta manera se podrá aplicar herramientas técnicas para la solución del problema.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 EXPLORATORIA

A través de este tipo de investigación exploratorio nos permitirá identificar el objeto en estudio, de esta manera podemos identificar el problema y a su vez formular la hipótesis que nos conducirá a la idea de soluciones mediante técnicas de mejoramiento de tipos de unión o combinación de material.

3.3.2 EXPLICATIVO

El estudio fue explicativo porque los resultados obtenidos de los diferentes tipos de ensayo dan la oportunidad de aclarar parámetros técnicos dentro de la industria carrocera como los tipos de unión, combinación de material y a su vez el tipo de adherencia que tiene cada material.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población o universo de estudio está integrado por el personal obrero y clientes de Carrocerías VARMA S.A.

3.5.2 Variable Dependiente: Calidad de producto.

Contextualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
<p>Calidad El control de calidad son todos los mecanismos, acciones, herramientas que realizamos para controlar la hermeticidad y así poder detectar la filtración de agua o presencia de humedad hacia el interior del bus.</p>	<p>Hermeticidad (Calidad)</p> <p>Adhesividad (END)</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Presencia de agua en el interior</p> <p>Porosidad en el pegante (VT)</p> <p>Despegues (GOLPETEO)</p> <p>Fisuras entre sustratos (UT)</p> <p>Resistente a la tracción</p>	<p>¿Cuál será el medio eficaz para detectar la presencia de agua en el interior del bus?</p> <p>Presencia de porosidad</p> <p>Cambio de sonido</p> <p>Presencia de fisuras</p> <p>Módulo de Tracción</p> <p>Módulo de elasticidad</p>	<p>Observación directa (Guías de Observación)</p> <p>Equipo de ultrasonido</p> <p>Accesorios de evaluación</p>

3.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Basándonos de acuerdo al desarrollo de la operacionalización de variables se recolectó la información de acuerdo a la siguiente estrategia con sus respectivos materiales.

3.6.1 OBSERVACIÓN

Por lo que fue necesario tomar notas de todo lo que se consideró importante en el proceso de construcción de un bus para de esta forma describir y analizar cada hecho de significación especial que ayudaron a tener una base informativa suficiente.

3.6.2 DOCUMENTAL

Necesario para la recolección de la información proporcionada por libros, artículos técnicos, internet, publicaciones, tesis, fichas técnicas y tabulaciones de resultados de los diferentes ensayos de probetas de combinación de material y tipo de unión.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.7.1 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Sabiendo que la interpretación de resultados es una de las partes más importantes, es necesario referirse de manera clara y concisa sobre los resultados que se obtendrán después de realizar el estudio

Para el correcto procesamiento:

- Tablas, fotografías, fichas de recolección de información que permitan la tabulación de los datos de acuerdo a los parámetros y relaciones que tiene cada variable dentro de la hipótesis.

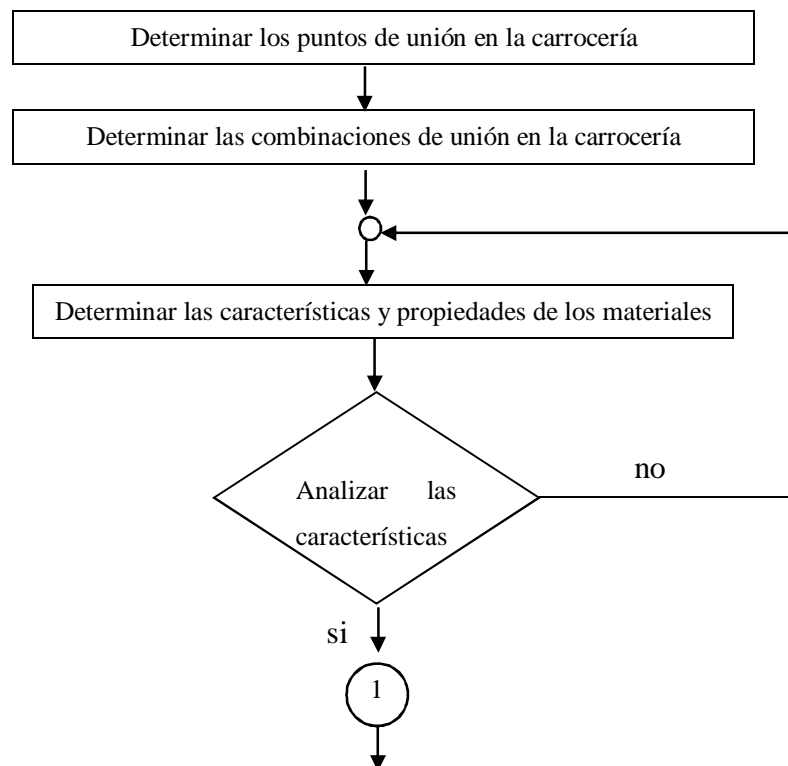
- Relación porcentual de la calidad de adherencia de cada material con respecto a los indicadores, para realizar los cuadros de resultados.
- Se analizará e interpretará los resultados obtenidos en el estudio.
- Analizar la hipótesis en relación con los resultados obtenidos para verificarla o rechazarla.

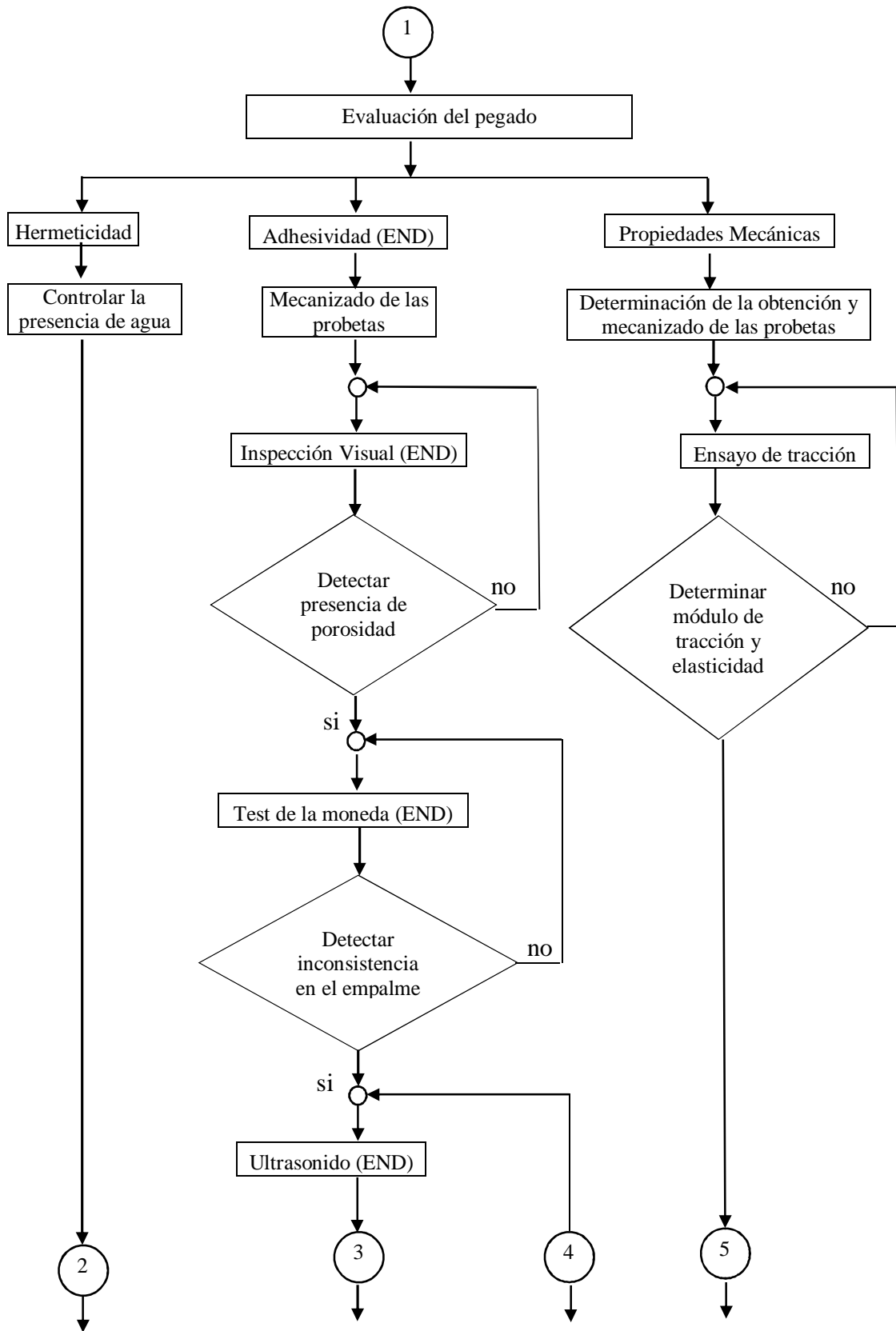
CAPÍTULO IV

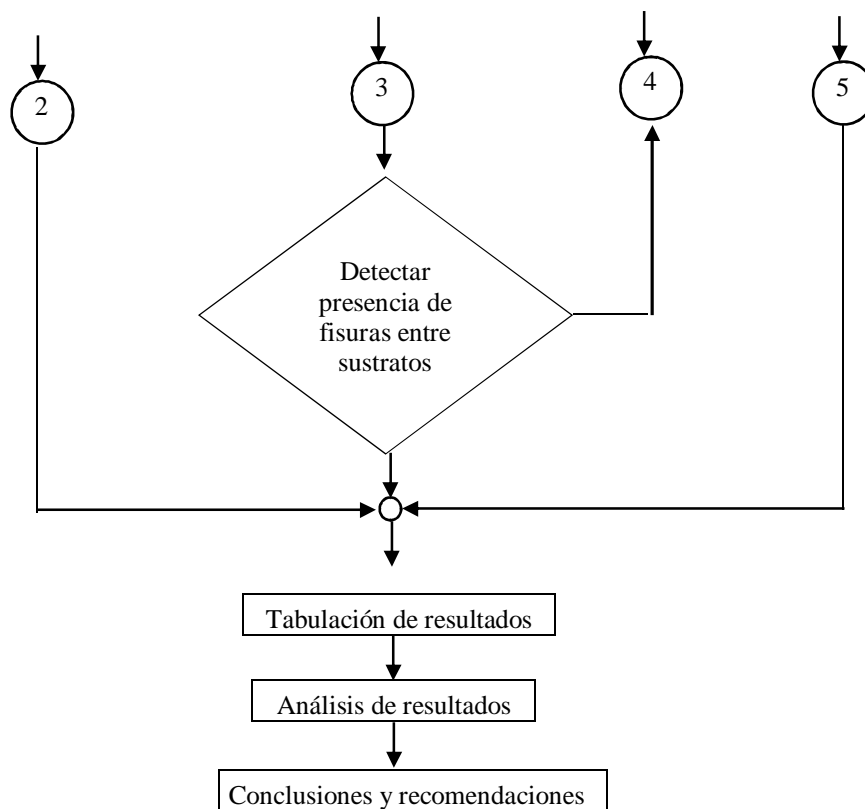
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso de obtención de resultados el cual ha sido adaptado al estudio de los factores que influyen en la hermeticidad de un bus para garantizar la calidad del producto.







4.1.1 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE UNIÓN EN LA CARROCERÍA

Para la determinación de los puntos de unión (movible, articulada, fija, soldada, remachada) en la carrocería, se realizó una inspección visual en el bus interprovincial terminado, cuyos puntos de unión se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.1: Determinación de los puntos de unión de la carrocería.

PUNTOS DE UNION	MOVIBLE	ARTICULADA	FIJA	SOLDADA	REMACHADA
LATERALES	V	V	V	F	V
TECHO	F	V	V	F	V
PISO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FRONTAL	F	V	V	F	V
POSTERIOR	F	F	V	F	F

Fuente: Realizada por el Autor.

NOMENCLATURA:

V= Verdadero; F= Falso; N/A= No aplica

Como resultado encontramos:

- En los laterales existe la presencia de puntos de unión: movable, articulada y fija.
- En el techo existe la presencia de puntos de unión: articulada, fija y remachada.
- El piso es una zona en donde no se aplica dicho estudio puesto que no existe filtraciones de agua hacia el interior.
- En la parte frontal existe la presencia de puntos de unión: articulada, fija y remachada.
- En la parte posterior existe la presencia de puntos de unión: fija.

4.1.2 DETERMINACIÓN DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE MATERIALES DE UNIÓN EN LA CARROCERÍA

Para la determinación de las combinaciones de los diferentes materiales se hizo una inspección individual de cada una de las partes del bus (laterales, techo, frontal y posterior) con el fin de encontrar el número casi exacto de dichas combinaciones como se muestra en las tablas.

Tabla 4.2: Determinación de las combinaciones de materiales de unión en los laterales.

PUNTOS DE UNION	LATERALES				
	MOVIBLE	ARTICULADA	FIJA	SOLDADA	REMACHADA
METAL-METAL	F	V	F	F	V
COMPUESTO-COMPUESTO	F	F	F	F	F
VIDRIO-METAL	F	F	V	F	F
VIDRIO-VIDRIO	V	F	F	F	F
COMPUESTO-METAL	F	F	V	F	F
PLASTICO-METAL	F	F	V	F	F
PLASTICO-VIDRIO	F	F	V	F	F

Fuente: Realizada por el Autor.

Tabla 4.3: Determinación del número de combinaciones de unión en los laterales.

LATERALES				
PUNTOS DE UNION	MOVIBLE	ARTICULADA	FIJA	REMACHADA
METAL-METAL		9		12
VIDRIO-VIDRIO	15			
COMP-METAL			4	
PLASTICO-METAL			4	
PLASTICO-VIDRIO			4	
VIDRIO-METAL			2	

Fuente: Realizada por el Autor.

Como resultado encontramos:

- 15 partes móviles de material vidrio-vidrio.
- 9 partes articuladas de material metal-metal.
- 4 partes fijas de material compuesto-metal.
- 4 partes fijas de material plástico-metal.
- 4 partes fijas de material plástico-vidrio.
- 2 partes fijas de material vidrio-metal.

Tabla 4.4: Determinación de las combinaciones de materiales de unión en el techo.

TECHO					
PUNTOS DE UNION	MOVIBLE	ARTICULADA	FIJA	SOLDADA	REMACHADA
METAL-METAL	F	V	V	F	V
COMPUESTO-COMPUESTO	F	F	F	F	F
VIDRIO-METAL	F	F	F	F	F
VIDRIO-VIDRIO	F	F	F	F	F
COMPUESTO-METAL	F	F	V	F	V
PLASTICO-METAL	F	F	F	F	F
PLASTICO-VIDRIO	F	F	F	F	F

Fuente: Realizada por el Autor.

Tabla 4.5: Determinación del número de combinaciones de unión en el techo.

TECHO			
PUNTOS DE UNION	ARTICULADA	FIJA	REMACHADA
METAL-METAL	1	2	6
COMPUESTO-METAL		4	16

Fuente: Realizada por el Autor.

Como resultado encontramos:

- 1 parte articulada de material metal-metal.
- 2 partes fijas de material metal-metal.
- 4 partes fijas de material compuesto-metal.
- 6 partes remachadas de material metal-metal.
- 16 partes remachadas de material compuesto-metal
-

Tabla 4.6: Determinación de las combinaciones de materiales de unión de la parte frontal.

FRONTAL					
PUNTOS DE UNION	MOVIBLE	ARTICULADA	FIJA	SOLDADA	REMACHADA
METAL-METAL	F	F	F	F	F
COMPUESTO-COMPUESTO	F	V	F	F	F
VIDRIO-METAL	F	F	F	F	F
VIDRIO-VIDRIO	F	F	F	F	F
COMPUESTO-METAL	F	F	F	F	V
PLASTICO-METAL	F	F	F	F	F
PLASTICO-VIDRIO	F	F	V	F	F
COMPUESTO-VIDRIO	F	F	V	F	F

Fuente: Realizada por el Autor.

Tabla 4.7: Determinación del número de combinaciones de unión en la parte frontal.

FRONTAL			
PUNTOS DE UNION	ARTICULADA	FIJA	REMACHES
COMPUESTO-COMPUESTO	1		
PLASTICO-VIDRIO		5	
COMPUESTO-VIDRIO		2	
COMPUESTO-METAL			16

Fuente: Realizada por el Autor.

Como resultado encontramos:

- 1 parte articulada de material compuesto-compuesto.
- 5 partes fijas de material plástico-vidrio.
- 2 partes fijas de material compuesto-vidrio.
- 16 partes remachadas de material compuesto-metal.

Tabla 4.8: Determinación de las combinaciones de materiales de unión de la parte posterior.

PUNTOS DE UNION	MOVIBLE	POSTERIOR			
		ARTICULADA	FIJA	SOLDADA	REMACHADA
METAL-METAL	F	F	F	F	F
COMPUESTO-COMPUESTO	F	F	F	F	F
VIDRIO-METAL	F	F	F	F	F
VIDRIO-VIDRIO	F	F	F	F	F
COMPUESTO-METAL	F	F	F	F	F
PLASTICO-METAL	F	F	F	F	F
PLASTICO-VIDRIO	F	F	V	F	F
COMPUESTO-VIDRIO	F	F	V	F	F

Fuente: Realizada por el Autor.

Tabla 4.9: Determinación del número de combinaciones de unión en la parte posterior.

POSTERIOR	
PUNTOS DE UNION	FIJA
PLASTICO-VIDRIO	4
COMPUESTO-VIDRIO	1

Fuente: Realizada por el Autor

Como resultado encontramos:

- 4 partes fijas de material plástico-vidrio.
- 1 parte fija de material compuesto-vidrio.

4.1.3 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Para el inicio del estudio propuesto se ha considerado importante determinar las características y propiedades de los materiales expuestos a presentar falla o anomalías ya sea por el tiempo de uso o en el proceso de construcción, con el fin de obtener un parámetro referencial que permita evaluar cualitativa y cuantitativamente el proceso de forrado y acabado en la construcción de buses y así detectar posibles filtraciones de agua hacia el interior.

4.1.3.1 Características y Propiedades del material Compuesto (Fibra de vidrio + Resina Poliéster)

a) Propiedades de la fibra de vidrio.

Tabla 4.10: Propiedades físicas y mecánicas de algunos tipos de fibra de vidrio

TIPO	Vidrio A	Vidrio E	Vidrio S	Vidrio R
Diámetro de hilo [μm]	5-13	10-20	10	10
Densidad [g/cm^3]	2,5	2,54	2,48	2,59
Módulo de elasticidad [GPa]	69	72,5	86	85
Resistencia a tracción [GPa]	3,1	3,4	4,59	3,4-4,4
Elongación a la Ruptura	4,3	4,5	-	5,2

Fuente: (Villacís, 2011, p.43)

Tabla 4.11: Propiedades físicas y mecánicas de algunos tipos de resina poliéster

Tipo de poliéster	Ortoftálico de reactividad				
	Alta	Mediana		Baja	
		Completado el curado	16 hrs a 40C o 28 días a temperatura ambiente	Completado el curado	16 hrs a 40C o 28 días a temperatura ambiente
Resistencia a la tracción [Mpa]	54	68	64	60	60
Módulo de elasticidad [GPa]	3,6	3,6	3	3,8	3,2
Deformación [%]	2	2,4	4,5	2	3
Resistencia a la compresión [Mpa]	130	134	–	137	–
Módulo a la compresión [Gpa]	3,7	3,7	–	4,4	–
Resistencia a la flexión [Mpa]	136	113	–	127	–
Módulo a la flexión [Gpa]	3,9	3,7	–	4,2	–
Máxima temperatura de uso [C]	110	75	57	65	55
Dureza Barcol	48	46	42	45	43
Gravedad específica	1,21	1,23	–	1,22	–
Adsorción de agua durante 24 hrs [mg]	30	20	16	16	15

Fuente: (Hollaway, 1994)

4.1.3.2 Características y Propiedades del Aluzinc o Galvalumen

Tabla 4.12: Características de la plancha de aluzinc según norma ASTM-A-792-86 AZ50

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	DETALLE
Ancho (mm)	100 - 1250	Conveniencia para doblarse
Espesores (mm)	0,3 - 1,5	Resistencia a la corrosión
Norma de calidad	JIS G3302, G3002,GB/T25	Resistencia de la temperatura hasta 315 °C
Diámetro interno de bobina (mm)	500 - 635	Superficie revestida
Técnica de fabricación	Laminado en caliente	Capa orgánica
Composición química	Al 55%, Zn 43,4%, Si 1.6%	

Fuente: Paucar, A. (2010). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

Tabla 4.13: Propiedades físicas de la plancha de aluzinc.

PROPIEDADES FISICAS DE LA PLANCHA DE ALUZINC Calibre 26 (0.55mm)	
PROPIEDAD	VALOR
Ancho de la Plancha	0.60 m = 24 pulg
Sección Transversal	4.33 cm ³ = 0.6 pulg ²
Momento de Inercia	8.824 cm ⁴ = 0.212 pulg ⁴
Módulo de Sección-Presión	5.844 cm ³ = 0.357 pulg ³
Módulo de Sección-Succión	4.457 cm ³ = 0.272 pulg ³
Módulo de Elasticidad	2.1 x 10 ⁶ kg/cm ² = 3 x 10 ⁶ psi
Módulo de Fluencia	5100 kg/cm ² = F2500 psi
Esf. Adm. por Flexión	3060 kg/cm ² = 43500 psi
Esf. Adm. por Cortante	2040 kg/cm ² = 29000 psi
Mom. Adm. Lado de Presión	178.83 kg-m = 1291.61 lb-pie
Mom. Adm. Lado de Succión	136.38 kg-m = 985.01 lb-pie

Fuente: INDUMECA, (2013).Industria metálica Caribe SRL: República Dominicana.

4.1.3.3 Características y Propiedades de la cinta 3M™ VHB™

Tabla 4.14: Características de desempeño típicas adicionales de la CINTA 3M™ VHB™

DESEMPEÑO DE ADHESION DINÁMICA							
Cintas 3M VHB	Espesor (pulg)	DINÁMICO AL TRASLAPE		ESFUERZO CORTANTE		TENSIÓN NORMAL	
		Lb/pulg	N/100mm	Lb/pulg ²	KPa	Lb/pulg ²	KPa
4941	0,045	22	385	85	585	70	480
5952	0,045	22	385	90	620	80	550
4950	0,045	25	440	140	970	80	550
4945	0,045	25	440	140	970	80	550
4952	0,045	25	440	80	550	80	550

Fuente: 3M CENTER, (2010).División de adhesivos y cintas industriales.

Tabla 4.15: Propiedades físicas típicas del producto curado CINTA 3M™ VHB™

Cintas 3M VHB	Espesor (pulg)	ESFUERZO CORTANTE ESTÁTICO Peso (gr) que sujetará ½ pulg ² 10000 min (7 días)				TOLERANCIA DE TEMPERATURA °C	
		22 °C	66 °C	93 °C	177 °C	A corto plazo (min, hr)	A largo plazo (días, semana)
4941	0.025	1000	500	500		149	93
5952	0.016	1000	500	500	250	149	121
4950	0.045	1500	500	500		149	93
4945	0.045	1500	500	500		149	93
4952	0.045	1500	500			93	71

Fuente: 3M CENTER, (2010). División de adhesivos y cintas industriales.

4.1.3.4 Propiedades de los Remaches

Tabla 4.16: Propiedades de resistencia de los remaches.

Resistencia a cortante (Min lb)					
Material cuerpo	Material mandril	31,75mm	39,67mm	47,63mm	63,5mm
Aluminio 5056	Aluminio 2017	340	550	760	138
Acero bajo carbono	Acero carbono	490	750	1090	1970
Aleación Ni-Cu	Aleación Ni-Cu	630	970	1400	2500

Fuente: CESVIMAP, (2011). Alternativas de unión.

4.1.4 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Tabla 4.17: Análisis de las características de los materiales

ANÁLISIS DE LOS MATERIALES			
Materiales	Resistencia a la tracción (Mpa)	Adherencia	Resistencia a la corrosión
Fibra tipo E	3445	Alta (FV-Matriz)	Resistencia excepcional
Cinta 3M	0.59	Mediana (Metal-Metal)	Resistencia excepcional
Aluzinc	199.95	N/A	Alta
Remaches	135	N/A	Alta

Fuente: Realizada por el Autor.

4.2 CONTROLAR LA PRESENCIA DE AGUA HACIA EL INTERIOR DEL BUS (HERMETICIDAD)

Para el análisis de la hermeticidad se tomó en cuenta el método de criticidad total necesario para llevar a cabo una ponderación que permita saber la calidad de sellado o nivel de hermeticidad en las diferentes uniones que poseen los buses a la entrega de los mismos hacia el cliente en la empresa Carrocerías Varma S.A. Los siguientes son los criterios que se utilizaron para la evaluación:

Tabla 4.18: Criterios para Evaluar Frecuencias de Fallas.

FRECUENCIA DE FALLAS	Valor FFF
4 o más buses/mes	4
3 buses/mes	3
2 buses/mes	2
1 bus/mes	1

Fuente: Realizada por el Autor.

Tabla 4.19: Criterios para Evaluar Impacto Operacional.

IMPACTO OPERACIONAL	Valor IP
Más de 2 hrs con más de 4 obreros	10
2 hrs con 4 obreros	8
2 hrs con 2 obreros	5
2 hrs con 1 obrero	1

Fuente: Realizada por el Autor

Tabla 4.20: Criterios para Evaluar Impacto Funcional.

IMPACTO FUNCIONAL	Valor IF
Filtraciones	4
Goteo	3
Humedad	2
No presenta	1

Fuente: Realizada por el Autor.

Tabla 4.21: Criterios para Evaluar Costo de Reparación.

COSTO DE REPARACIÓN	Valor CR
Mayor o igual a 201,00	10
Entre 101,00 a 200,00	7
Entre 20,00 a 100,00	4
Menor a 20,00	1

Fuente: Realizada por el Autor.

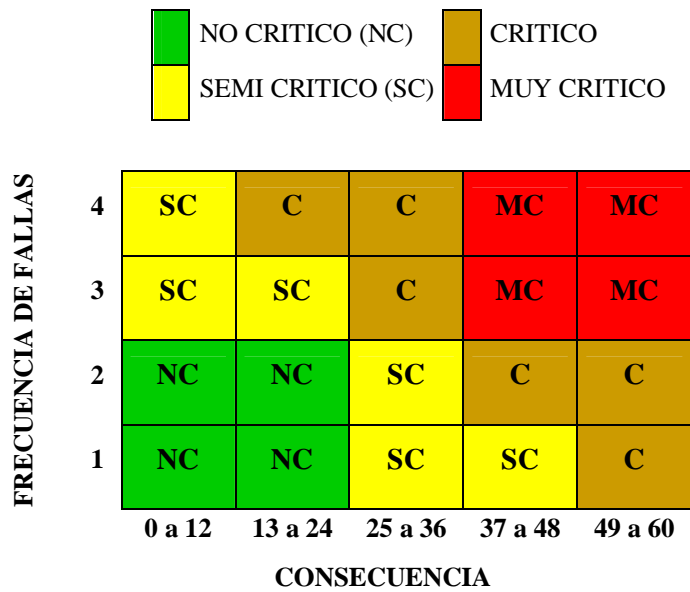
Tabla 4.22: Criterios para Evaluar Impacto de Seguridad Ambiental y Humana.

IMPACTO SAH	Valor SAH
Riesgos por cortes	10
Inseguridad del operario por altura	7
Produce desechos sólidos	4
Riesgo mínimo de personas e instalaciones	1

Fuente: Realizada por el Autor.

Una vez establecidos estos criterios para evaluación de criticidad se estableció el análisis de la matriz de criticidad con su respectiva nomenclatura de colores y parámetros de evaluación.

Gráfico 4.1. Matriz de Criticidad.



Fuente: Realizada por el Autor.

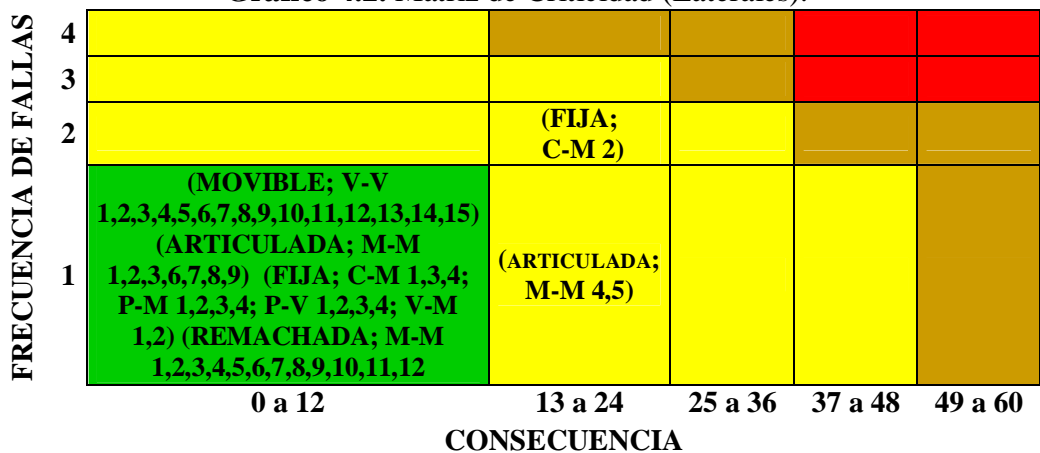
FICHA 4.1: Ponderación del nivel de hermeticidad en los laterales.

		CRITERIOS EVALUACIÓN					CÁLCULO DE CONSECUENCIA $C = (IP \times IF) + CR + SAH$			ESTADO DE CRITICIDAD
TIPOS/UNION	MATERIAL	PUNTOS/UNIÓN	IP	IF	CR	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD (FFF*CONS)	
MOVIBLE	VIDRIO/ VIDRIO	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	1	1	1	1	3	3	NC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	1	1	1	1	1	3	3	NC
		5	1	2	1	7	1	10	10	NC
		6	1	1	1	1	1	3	3	NC
		7	1	1	1	1	1	3	3	NC
		8	1	2	1	7	1	10	10	NC
		9	1	1	1	1	1	3	3	NC
		10	1	1	1	1	1	3	3	NC
		11	1	1	1	1	1	3	3	NC
		12	1	1	1	1	1	3	3	NC
		13	1	1	1	1	1	3	3	NC
		14	1	1	1	1	1	3	3	NC
		15	1	2	1	7	1	10	10	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD							1	4,4	4,4	
ARTICULADA	METAL/ METAL	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	2	1	1	1	4	4	NC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	5	3	1	1	1	17	17	SC
		5	5	4	1	1	1	22	22	SC
		6	1	1	1	1	1	3	3	NC
		7	1	1	1	1	1	3	3	NC

		8	1	2	1	1	1	4	4	NC
		9	1	1	1	1	1	3	3	NC
		PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	6,89	6,89	
FJA	COMPUEST/ METAL	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	5	3	1	7	2	23	46	SC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	1	1	1	1	1	3	3	NC
		PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	8	8	
	PLÁSTICO/ METAL	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	1	1	1	1	3	3	NC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	1	1	1	1	1	3	3	NC
		PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	3	3	
	PLÁSTICO/ VIDRIO	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	1	1	1	1	3	3	NC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	1	1	1	1	1	3	3	NC
		PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	3	3	
	VIDRIO/ METAL	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
2		1	1	1	1	1	3	3	NC	
PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	3	3			
REMACHADA	METAL/ METAL	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	1	1	1	1	3	3	NC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	1	1	1	1	1	3	3	NC
		5	1	1	1	1	1	3	3	NC
		6	1	1	1	1	1	3	3	NC
		7	1	1	1	1	1	3	3	NC
		8	1	1	1	1	1	3	3	NC
		9	1	1	1	1	1	3	3	NC
		10	1	1	1	1	1	3	3	NC
		11	1	1	1	1	1	3	3	NC
		12	1	1	1	1	1	3	3	NC
	PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	3	3		



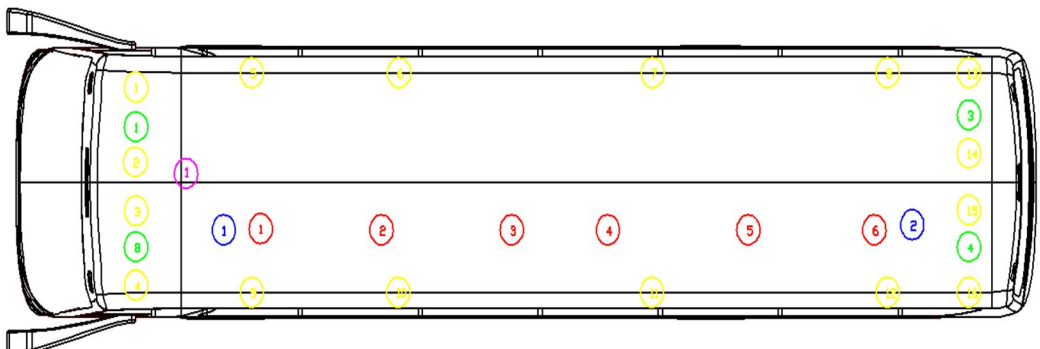
Fuente: Realizada por el Autor.

Gráfico 4.2. Matriz de Criticidad (Laterales).



Fuente: Realizada por el Autor.

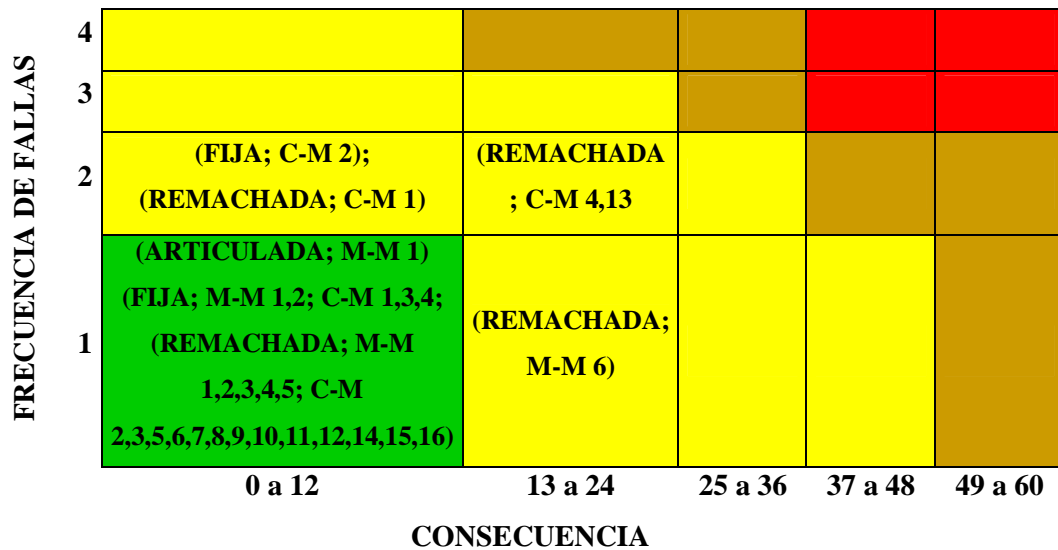
FICHA 4.2: Ponderación del nivel de hermeticidad en el techo.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						 REG: 4.2.2		
		TECHO								
										
TIPOS/ UNION	MATERIAL	PUNTOS/ UNIÓN	CRITERIOS EVALUACIÓN				CÁLCULO DE CONSECUENCIA $C = (IP \times IF) + CR + SAH$			ESTADO DE CRITICIDAD
			IP	IF	CR	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD (FFF*CONS)	
ART.	METAL/ METAL	1	1	2	1	1	1	4	4	NC
		PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	4	4	
FIJA	METAL/ METAL	1	1	2	1	1	1	4	4	NC
		2	1	2	1	1	1	4	4	NC
	PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	4	4		
	COMPUEST/ METAL	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	2	1	1	2	4	8	SC
		3	1	2	1	1	1	4	4	NC
4	1	1	1	1	1	3	3	NC		
PROMEDIO DE CRITICIDAD					1,25	3,5	4,375			
REMACHADA	METAL/ METAL	1	1	2	1	1	1	4	4	NC
		2	1	1	1	1	1	3	3	NC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	1	1	1	1	1	3	3	NC
		5	1	2	1	1	1	4	4	NC
		6	5	3	4	1	1	20	20	SC
	PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	6,17	6,17		
		1	1	2	1	1	2	4	8	SC
		2	1	2	1	1	1	4	4	NC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
4		5	3	4	1	2	20	40	SC	

COMPUEST/ METAL	5	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	6	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	7	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	8	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	9	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	10	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	11	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	12	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	13	5	3	4	1	2	20	40	SC	
	14	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	15	1	1	1	1	1	3	3	NC	
	16	1	2	1	1	1	4	4	NC	
	PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,188	5,3125	6,31	



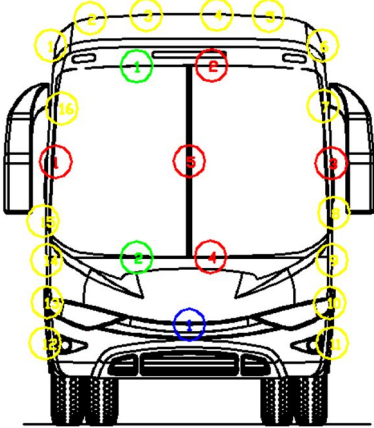
Fuente: Realizada por el Autor.

Gráfico 4.3: Matriz de Criticidad (Techo).



Fuente: Realizada por el Autor.

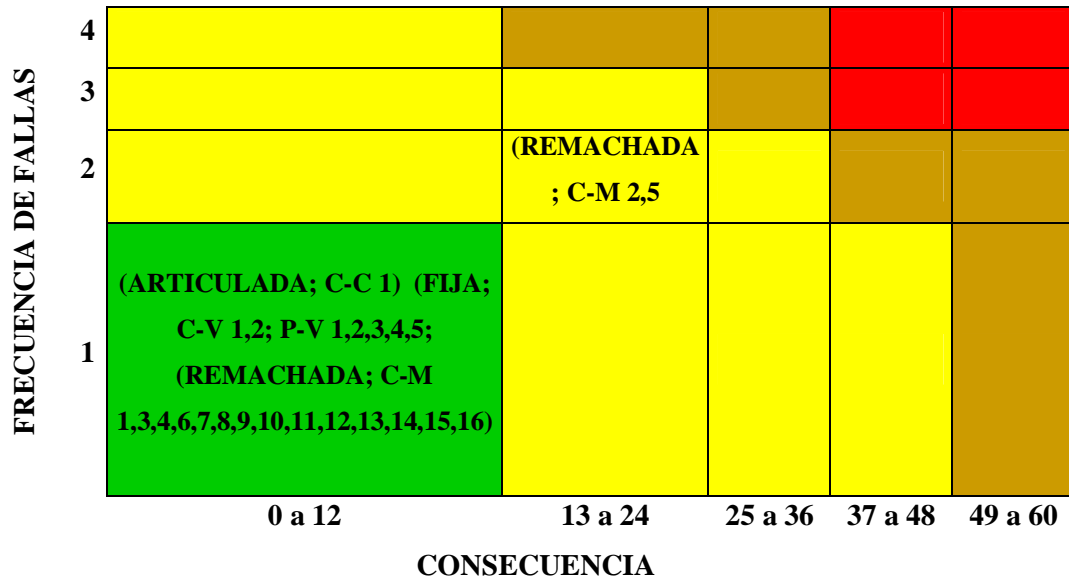
FICHA 4.3: Ponderación del nivel de hermeticidad en la parte frontal.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					 REG: 4.2.3			
FRONTAL										
										
			CRITERIOS EVALUACIÓN				CÁLCULO DE CONSECUENCIA $C = (IP \times IF) + CR + SAH$			ESTADO DE CRITICIDAD
TIPOS/UNION	MATERIAL	PUNTOS/UNIÓN	IP	IF	CR	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD (FFF*CONS)	
ART.	COMPUEST/ COMPUES	1	1	2	1	1	1	4	4	NC
		PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	4	4	
FIJA	COMPUEST/ VIDRIO	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	1	1	1	1	3	3	NC
	PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	3	3		
	PLÁSTICO/ VIDRIO	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	1	1	1	1	3	3	NC
		3	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	1	1	1	1	1	3	3	NC
		5	1	1	1	1	1	3	3	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD					1	3	3			
REMACHADA	COMPUEST/ METAL	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	5	3	4	1	2	20	40	SC
		3	1	2	1	1	1	4	4	NC
		4	1	2	1	1	1	4	4	NC
		5	5	3	4	1	2	20	40	SC
		6	1	1	1	1	1	3	3	NC
		7	1	1	1	1	1	3	3	NC
		8	1	1	1	1	1	3	3	NC
		9	1	1	1	1	1	3	3	NC
		10	1	1	1	1	1	3	3	NC

COMPUEST/ METAL	11	1	1	1	1	1	3	3	NC
	12	1	1	1	1	1	3	3	NC
	13	1	1	1	1	1	3	3	NC
	14	1	1	1	1	1	3	3	NC
	15	1	1	1	1	1	3	3	NC
	16	1	1	1	1	1	3	3	NC
	PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,125	5,25	5,91



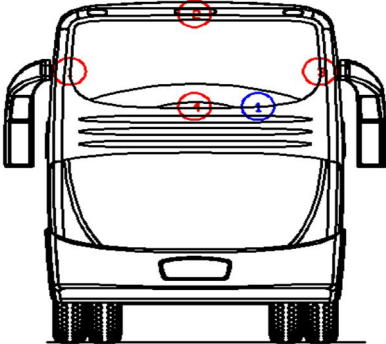
Fuente: Realizada por el Autor.

Gráfico 4.4: Matriz de Criticidad (Parte Frontal).



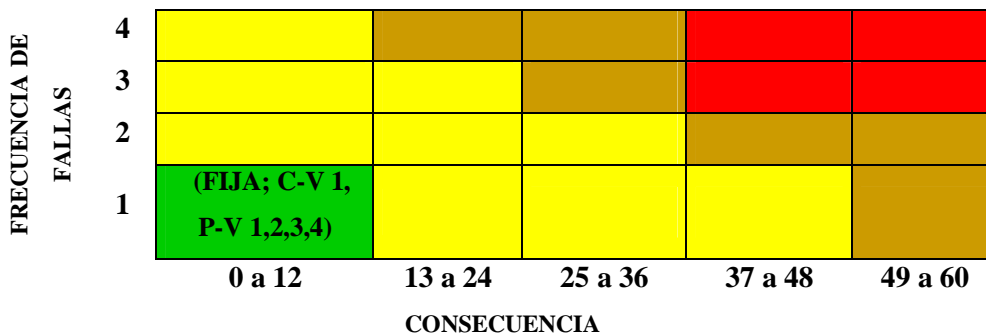
Fuente: Realizada por el Autor.

FICHA 4.4: Ponderación del nivel de hermeticidad en la parte posterior.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						 REG: 4.2.4			
		POSTERIOR									
											
			CRITERIOS EVALUACIÓN				CÁLCULO DE CONSECUENCIA $C = (IP \times IF) + CR + SAH$			ESTADO DE CRITICIDAD	
TIPOS/UNION	MATERIAL	PUNTOS/UNIÓN	IP	IF	CR	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD (FFF*CONS)		
FIJA	COMPUEST/VIDRIO	1	1	1	1	1	1	3	3	NC	
			PROMEDIO DE CRITICIDAD				1	3	3		
	PLÁSTICO/VIDRIO	1	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		2	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		3	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		4	1	1	1	1	1	1	3	3	NC
		PROMEDIO DE CRITICIDAD				1	3	3	NC		

Fuente: Realizada por el Autor.

Gráfico 4.5: Matriz de Criticidad (Parte Posterior).



Fuente: Realizada por el Autor.



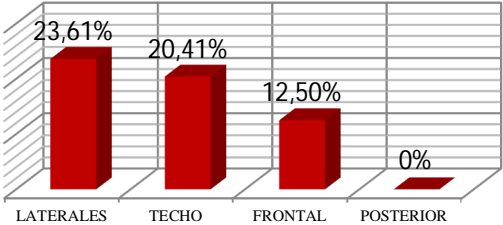
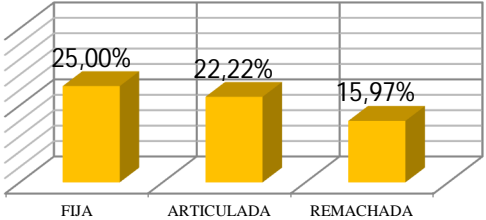
Mediante esta ponderación del nivel de hermeticidad en las diferentes partes del bus encontramos que la mayoría de combinaciones y puntos de unión se encuentran en una zona libre de inspección puesto que los índices o parámetros para poner énfasis en el mantenimiento o mejora de trabajos está considerado a partir de la consecuencia 13 en adelante o frecuencia de falla repetitivas, es decir a partir de 2, considerado como estado de criticidad semi crítico (SC).

Mediante los gráficos de matriz de criticidad podemos sacar la información de los puntos de unión y combinaciones de material que se encuentran en la zona semi crítica para dar un tipo de trabajo de corrección o mejoramiento para bajar este índice, datos que serán tomados en cuenta más adelante para la realización de los ensayos no destructivos (END) y ensayos destructivos (ED).

4.2.1 ANALISIS DE RESULTADOS EN PORCENTAJE DE HERMETICIDAD EN LAS DIFERENTES PARTES DEL BUS COMO EN LOS DIFERENTES TIPOS DE UNIÓN.

La siguiente ficha recoge el resumen del análisis de hermeticidad en cada una de las partes del bus como son laterales, techo, parte frontal y parte posterior junto con sus tipos de unión y combinaciones de material.

FICHA 4.5: Análisis de resultados de hermeticidad.

	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			 REG: 4.2.1.1																			
	ANALISIS DE RESULTADOS																						
PARTES DEL BUS	ESTADO DE CRITICIDAD (SC)		CANTIDAD (SC)	CANTIDAD TOTAL DE JUNTAS	PORCENTAJE																		
	TIPOS DE UNIÓN	COMBINACIONES DE MATERIAL																					
LATERALES	Fija	Compuesto-Metal	1	4	25,00%																		
	Articulada	Metal-Metal	2	9	22,22%																		
TECHO	Fija	Compuesto-Metal	1	4	25,00%																		
	Remachada	Compuesto-Metal	3	16	18,75%																		
		Metal-Metal	1	6	16,67%																		
PARTE FRONTAL	Remachada	Compuesto-Metal	2	16	12,50%																		
PARTE POSTERIOR	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A																		
PROMEDIO					20,02%																		
GRÁFICA DE RESULTADOS																							
<p style="text-align: center;">PORCENTAJE DE INGRESO DE AGUA EN LAS DIFERENTES PARTES DEL BUS</p>  <table border="1"> <caption>Data for Water Ingress by Part</caption> <thead> <tr> <th>Parte del Bus</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LATERALES</td> <td>23,61%</td> </tr> <tr> <td>TECHO</td> <td>20,41%</td> </tr> <tr> <td>FRONTAL</td> <td>12,50%</td> </tr> <tr> <td>POSTERIOR</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>			Parte del Bus	Porcentaje	LATERALES	23,61%	TECHO	20,41%	FRONTAL	12,50%	POSTERIOR	0%	<p style="text-align: center;">PORCENTAJE DE INGRESO DE AGUA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE UNIÓN</p>  <table border="1"> <caption>Data for Water Ingress by Joint Type</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de Unión</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FIJA</td> <td>25,00%</td> </tr> <tr> <td>ARTICULADA</td> <td>22,22%</td> </tr> <tr> <td>REMACHADA</td> <td>15,97%</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de Unión	Porcentaje	FIJA	25,00%	ARTICULADA	22,22%	REMACHADA	15,97%
Parte del Bus	Porcentaje																						
LATERALES	23,61%																						
TECHO	20,41%																						
FRONTAL	12,50%																						
POSTERIOR	0%																						
Tipo de Unión	Porcentaje																						
FIJA	25,00%																						
ARTICULADA	22,22%																						
REMACHADA	15,97%																						
EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES																							
Mediante este análisis de hermeticidad en el bus encontramos que el 20,02% de todos los puntos de unión expuestos a fallas presenta la posibilidad de que exista presencia de agua hacia el interior del mismo, quedando con una efectividad de hermetismo del 79,98% por unidad.																							
Elaborado: Egdo. Santiago Alvarez		Aprobado: Ing. Mg Juan Paredes		Fecha: 27 de julio del 2014																			
Revisado: Ing. Mg. Juan Paredes		Validado:																					


Fuente: Realizada por el Autor.

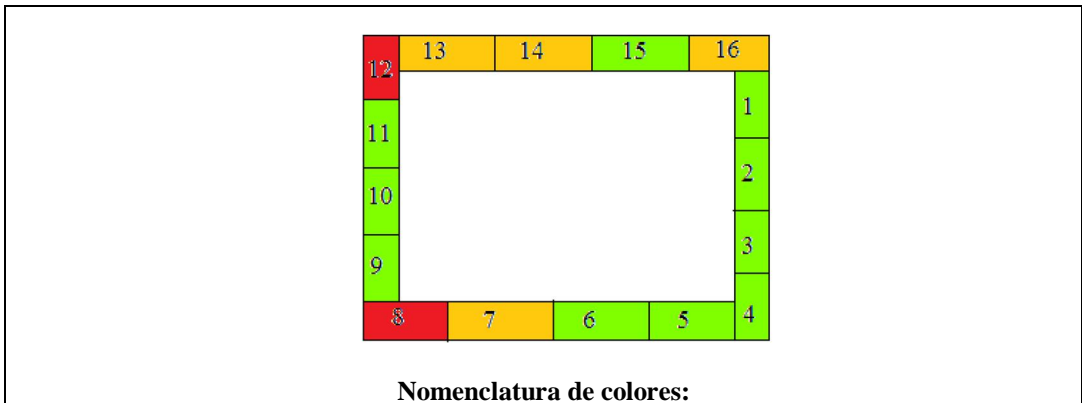
4.3 ANALISIS DE LA ADHESIVIDAD EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE UNION, UTILIZANDO END.

Los gráficos 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 anteriormente mostrados como matriz de criticidad que fueron realizados para cada una de las partes del bus como laterales, techo, parte frontal y parte posterior nos sirvieron para la selección de los puntos de unión y combinación de materiales en donde se necesita un análisis de la calidad de adherencia mediante END.

4.3.1 EVALUACIÓN DE ADHERENCIA EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE MATERIALES MEDIANTE END (INSPECCIÓN VISUAL VT).

FICHA 4.6: Metal – Metal unidos con cinta VHB de 3M – método VT.

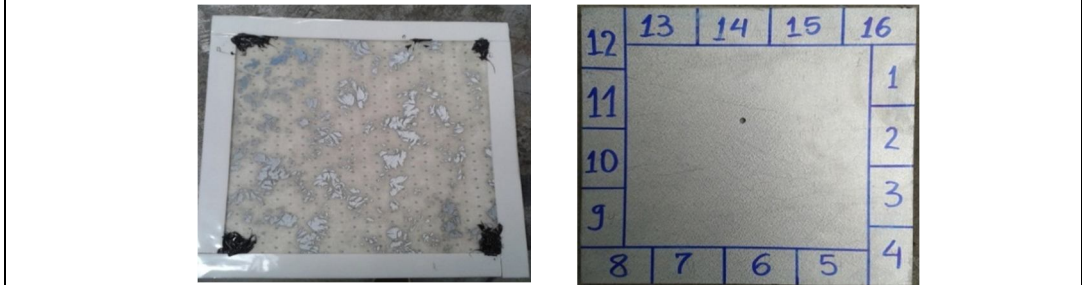
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
INSPECCIÓN VISUAL (END)			
DATOS INFORMATIVOS			
Lugar:	Carrocerías Varma S.A	Dimensión de las placas (mm):	250 x 250
Fecha:	28 de julio del 2014	Tiempo de curado:	168 hrs
Tipo de ensayo:	Inspección Visual (VT)	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C
Configuración:	Sust 1 Metal - Sust 2 Metal	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez
Tipo de unión:	Fija	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes
Tipo de pegante:	Cinta VHB de 3M		
ESQUEMA			
			
DATOS Y RESULTADOS			



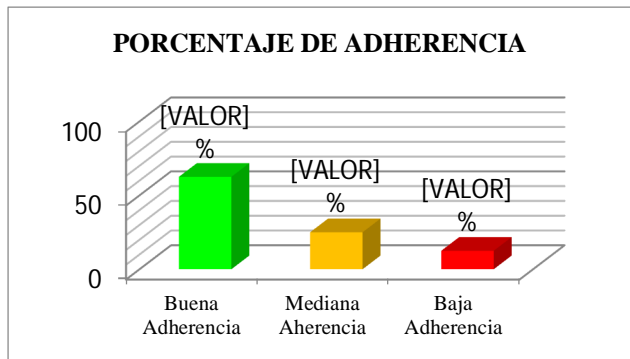
Nomenclatura de colores:

	NO EXISTE PRESENCIA DE AGUA = Buena Adherencia.
	PRESENCIA DE AGUA (HÚMEDAD) = Mediana Adherencia.
	GOTEO = Baja Adherencia.

FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO



GRÁFICAS





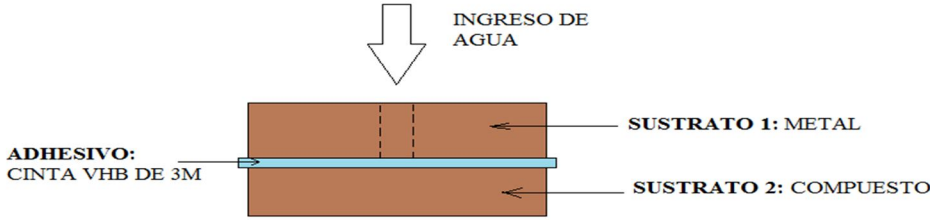
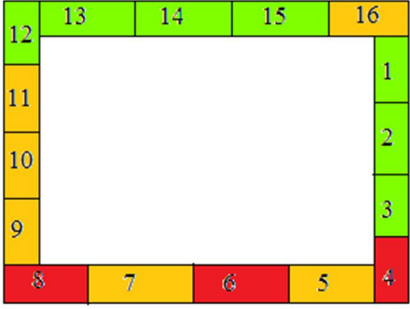



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES

Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:
 Utilizando la cinta VHB de 3M la junta tiene una buena adherencia con el 62,5 %

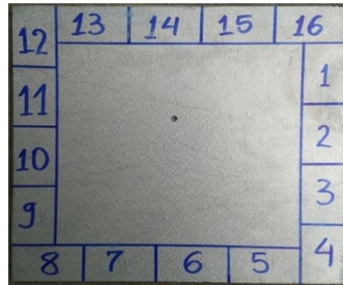
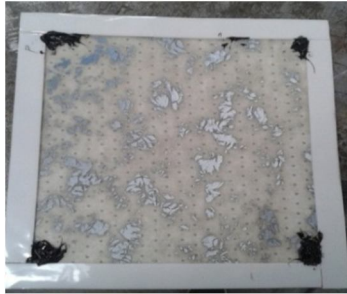
Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

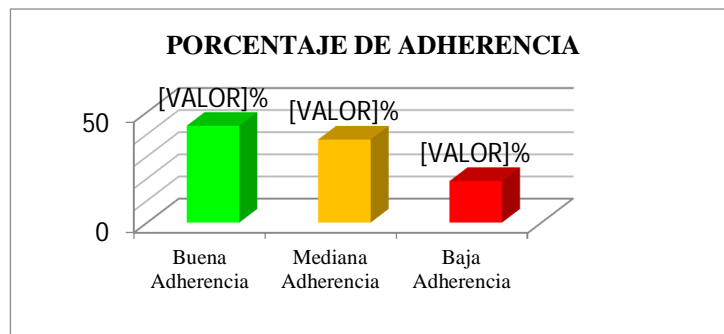
FICHA 4.7: Metal – Compuesto unido con cinta VHB de 3M – método VT.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		 REG: 4.3.1.2
	INSPECCIÓN VISUAL (END)		
DATOS INFORMATIVOS			
Lugar:	Carrocerías Varma S.A	Dimensión de las placas (mm):	250 x 250
Fecha:	28 de julio del 2014	Tiempo de curado:	168 hrs
Tipo de ensayo:	Inspección Visual (VT)	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C
Configuración:	Sust 1 Metal - Sust 2 Compuesto	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez
Tipo de unión:	Fija	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes
Tipo de pegante:	Cinta VHB de 3M		
ESQUEMA			
			
DATOS Y RESULTADOS			
			
Nomenclatura de colores:			
	NO EXISTE PRESENCIA DE AGUA = Buena Adherencia.		
	PRESENCIA DE AGUA (HÚMEDAD) = Mediana Adherencia.		
	GOTEO = Baja Adherencia.		

FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO



GRÁFICAS



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES



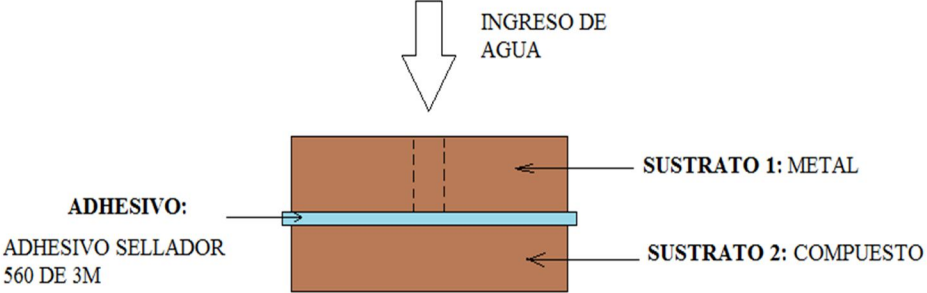
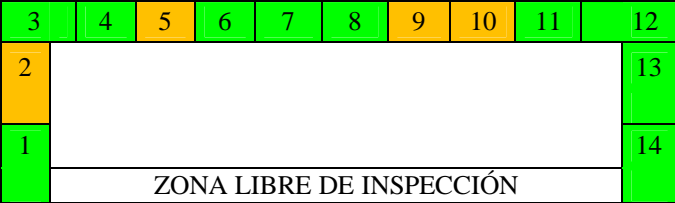
Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:

Utilizando la cinta VHB de 3M la junta tiene una buena adherencia con el 43,75 %

Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

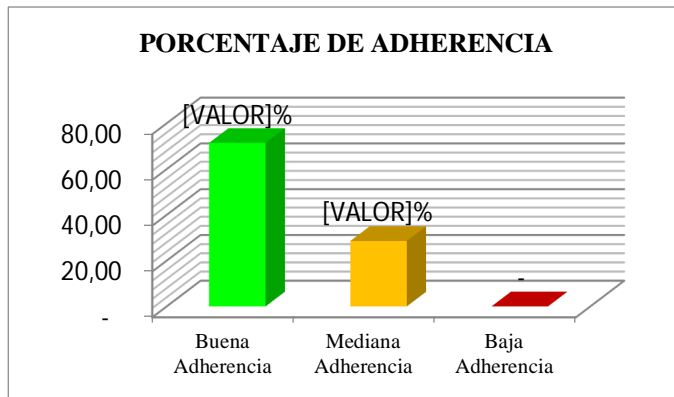
FICHA 4.8: Metal – Compuesto unido con adhesivo sellador 560 de 3M – método VT.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
		REG: 4.3.1.3	
INSPECCIÓN VISUAL (END)			
DATOS INFORMATIVOS			
Lugar:	Carrocerías Varma S.A	Dimensión de las placas (mm):	500 x 150
Fecha:	28 de julio del 2014	Tiempo de curado:	168 hrs
Tipo de ensayo:	Inspección Visual (VT)	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C
Configuración:	Sust 1 Metal - Sust 2 Compuesto	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez
Tipo de unión:	Fija - Remache	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes
Tipo de pegante:	Adhesivo Sellador 560 de 3M		
ESQUEMA			
			
DATOS Y RESULTADOS			
			
Nomenclatura de colores:			
	NO EXISTE PRESENCIA DE AGUA = Buena Adherencia.		
	PRESENCIA DE AGUA (HÚMEDAD) = Mediana Adherencia.		
	GOTEO = Baja Adherencia.		

FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO



GRÁFICAS



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES



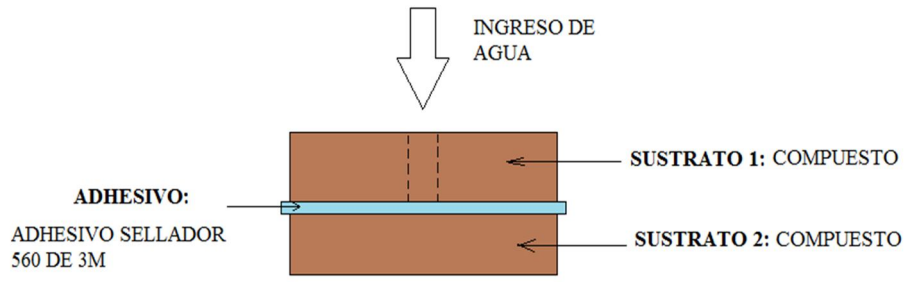
Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:

Utilizando la cinta VHB de 3M la junta tiene una buena adherencia con el 71,43 %

Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

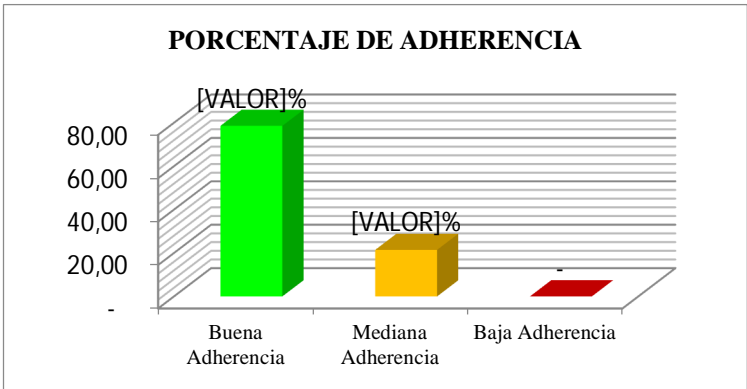
FICHA 4.9: Comp – Comp unido con adhesivo sellador 560 de 3M – método VT.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		 REG: 4.3.1.4																														
	INSPECCIÓN VISUAL (END)																																
DATOS INFORMATIVOS																																	
Lugar:	Carrocerías Varma S.A	Dimensión de las placas (mm):	500 x 150																														
Fecha:	28 de julio del 2014	Tiempo de curado:	168 hrs																														
Tipo de ensayo:	Inspección Visual (VT)	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C																														
Configuración:	Sust1 Compuesto - Sust 2 Compuesto	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez																														
Tipo de unión:	Fija - Remache	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes																														
Tipo de pegante:	Adhesivo Sellador 560 de 3M																																
ESQUEMA																																	
																																	
DATOS Y RESULTADOS																																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="background-color: #FFD700;">3</td> <td style="background-color: #00FF00;">4</td> <td style="background-color: #FFD700;">5</td> <td style="background-color: #00FF00;">6</td> <td style="background-color: #00FF00;">7</td> <td style="background-color: #00FF00;">8</td> <td style="background-color: #00FF00;">9</td> <td style="background-color: #00FF00;">10</td> <td style="background-color: #00FF00;">11</td> <td style="background-color: #00FF00;">12</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00FF00;">2</td> <td colspan="8" style="text-align: center; vertical-align: middle;">ZONA LIBRE DE INSPECCIÓN</td> <td style="background-color: #FFD700;">13</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00FF00;">1</td> <td colspan="8" style="text-align: center; vertical-align: middle;">ZONA LIBRE DE INSPECCIÓN</td> <td style="background-color: #00FF00;">14</td> </tr> </table>				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	ZONA LIBRE DE INSPECCIÓN								13	1	ZONA LIBRE DE INSPECCIÓN								14
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																								
2	ZONA LIBRE DE INSPECCIÓN								13																								
1	ZONA LIBRE DE INSPECCIÓN								14																								
Nomenclatura de colores:																																	
	NO EXISTE PRESENCIA DE AGUA = Buena Adherencia.																																
	PRESENCIA DE AGUA (HÚMEDAD) = Mediana Adherencia.																																
	GOTEO = Baja Adherencia.																																

FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO



GRÁFICAS



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES



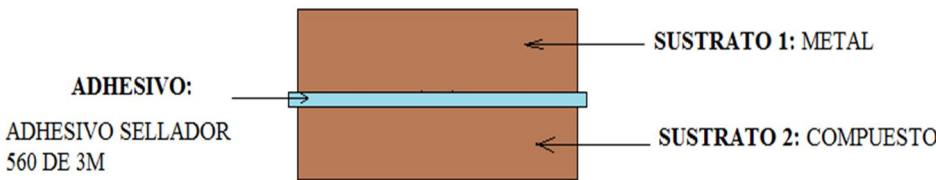
Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:
 Utilizando la cinta VHB de 3M la junta tiene una buena adherencia con el 78,57 %

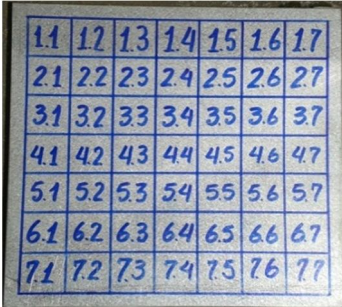

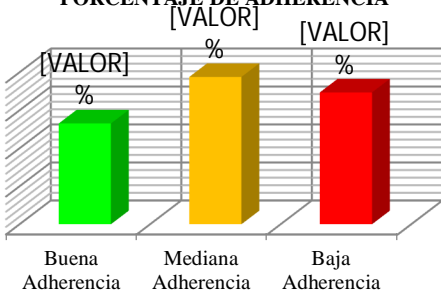
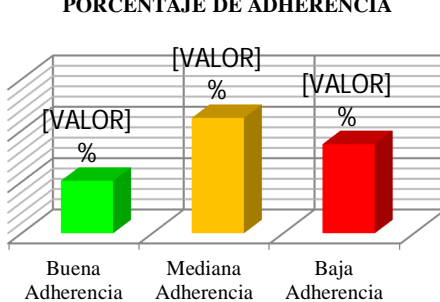
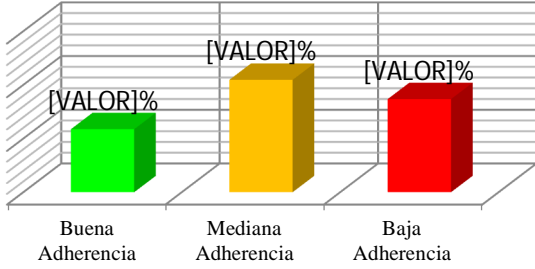
Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

4.3.2 EVALUACIÓN DE ADHERENCIA EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE MATERIALES MEDIANTE END (TEST DE LA MONEDA O GOLPETEO).



FICHA 4.10: Metal – Comp unido con adhesivo sellador 560 de 3M – método Golpeteo.

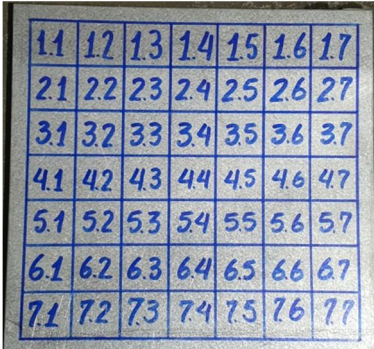

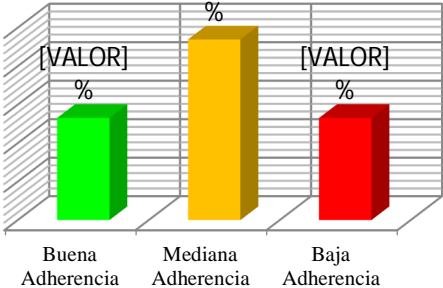
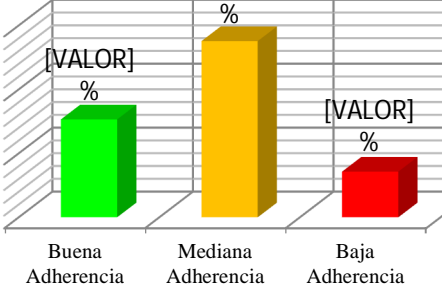
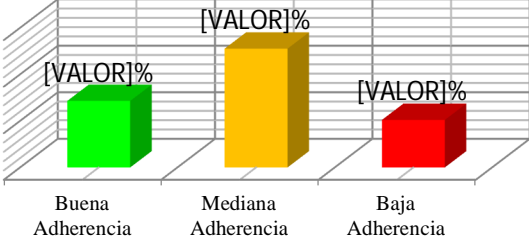
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		 REG: 4.3.2.1																																																																																																																
	TEST DE LA MONEDA (END)																																																																																																																		
DATOS INFORMATIVOS																																																																																																																			
Lugar:	Carrocerías Vrama S.A	Dimensión de las placas (mm):	250 x 250																																																																																																																
Fecha:	16 de julio del 2014	Tiempo de curado:	120 hrs																																																																																																																
Tipo de ensayo:	Test de la moneda - Golpeteo	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C																																																																																																																
Configuración:	Sust 1 Metal - Sust 2 Compuesto	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez																																																																																																																
Tipo de unión:	Fija	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes																																																																																																																
Tipo de pegante:	Adhesivo Sellador 560 de 3M																																																																																																																		
ESQUEMA																																																																																																																			
																																																																																																																			
DATOS Y RESULTADOS																																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="7" style="text-align: center;">PARTE METAL</th> <th colspan="7" style="text-align: center;">PARTE COMPUESTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.1</td><td>1.2</td><td>1.3</td><td>1.4</td><td>1.5</td><td>1.6</td><td>1.7</td><td>1.1</td><td>1.2</td><td>1.3</td><td>1.4</td><td>1.5</td><td>1.6</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>2.1</td><td>2.2</td><td>2.3</td><td>2.4</td><td>2.5</td><td>2.6</td><td>2.7</td><td>2.1</td><td>2.2</td><td>2.3</td><td>2.4</td><td>2.5</td><td>2.6</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>3.1</td><td>3.2</td><td>3.3</td><td>3.4</td><td>3.5</td><td>3.6</td><td>3.7</td><td>3.1</td><td>3.2</td><td>3.3</td><td>3.4</td><td>3.5</td><td>3.6</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>4.1</td><td>4.2</td><td>4.3</td><td>4.4</td><td>4.5</td><td>4.6</td><td>4.7</td><td>4.1</td><td>4.2</td><td>4.3</td><td>4.4</td><td>4.5</td><td>4.6</td><td>4.7</td></tr> <tr><td>5.1</td><td>5.2</td><td>5.3</td><td>5.4</td><td>5.5</td><td>5.6</td><td>5.7</td><td>5.1</td><td>5.2</td><td>5.3</td><td>5.4</td><td>5.5</td><td>5.6</td><td>5.7</td></tr> <tr><td>6.1</td><td>6.2</td><td>6.3</td><td>6.4</td><td>6.5</td><td>6.6</td><td>6.7</td><td>6.1</td><td>6.2</td><td>6.3</td><td>6.4</td><td>6.5</td><td>6.6</td><td>6.7</td></tr> <tr><td>7.1</td><td>7.2</td><td>7.3</td><td>7.4</td><td>7.5</td><td>7.6</td><td>7.7</td><td>7.1</td><td>7.2</td><td>7.3</td><td>7.4</td><td>7.5</td><td>7.6</td><td>7.7</td></tr> </tbody> </table>				PARTE METAL							PARTE COMPUESTO							1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7
PARTE METAL							PARTE COMPUESTO																																																																																																												
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7																																																																																																						
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7																																																																																																						
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7																																																																																																						
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7																																																																																																						
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7																																																																																																						
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7																																																																																																						
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7																																																																																																						
<p>Nomenclatura de colores:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #00FF00;"></td> <td>TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FFD700;"></td> <td>TONO MEDIO = Mediana Adherencia.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FF0000;"></td> <td>TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm</td> </tr> </table>					TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.		TONO MEDIO = Mediana Adherencia.		TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm																																																																																																										
	TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.																																																																																																																		
	TONO MEDIO = Mediana Adherencia.																																																																																																																		
	TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm																																																																																																																		

FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO					
PARTE METAL			PARTE COMPUESTO		
					
GRÁFICAS					
PARTE METAL			PARTE COMPUESTO		
<p>PORCENTAJE DE ADHERENCIA</p>  <p>[VALOR] % [VALOR] % [VALOR] %</p> <p>Buena Adherencia Mediana Adherencia Baja Adherencia</p>			<p>PORCENTAJE DE ADHERENCIA</p>  <p>[VALOR] % [VALOR] % [VALOR] %</p> <p>Buena Adherencia Mediana Adherencia Baja Adherencia</p>		
<p>PORCENTAJE DE ADHERENCIA PROMEDIO</p>  <p>[VALOR] % [VALOR] % [VALOR] %</p> <p>Buena Adherencia Mediana Adherencia Baja Adherencia</p>					
EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES					
Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:					
La parte metal tiene una mediana adherencia con el 44,90 %			La parte compuesto tiene una mediana adherencia con el 38,78 %		
Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

FICHA 4.11: Metal – Compuesto unido con cinta VHB de 3M – método Golpeteo.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	 REG: 4.3.2.2																																																																																																																			
TEST DE LA MONEDA (END)																																																																																																																					
DATOS INFORMATIVOS																																																																																																																					
Lugar:	Carrocerías Vrama S.A	Dimensión de las placas (mm):	250 x 250																																																																																																																		
Fecha:	16 de julio del 2014	Tiempo de curado:	120 hrs																																																																																																																		
Tipo de ensayo:	Test de la moneda - Golpeteo	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C																																																																																																																		
Configuración:	Sust 1 Metal - Sust 2 Compuesto	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez																																																																																																																		
Tipode unión:	Fija	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes																																																																																																																		
Tipo de pegante:	Cinta VHB de 3M																																																																																																																				
ESQUEMA																																																																																																																					
DATOS Y RESULTADOS																																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">PARTE METAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.1</td><td>1.2</td><td>1.3</td><td>1.4</td><td>1.5</td><td>1.6</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>2.1</td><td>2.2</td><td>2.3</td><td>2.4</td><td>2.5</td><td>2.6</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>3.1</td><td>3.2</td><td>3.3</td><td>3.4</td><td>3.5</td><td>3.6</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>4.1</td><td>4.2</td><td>4.3</td><td>4.4</td><td>4.5</td><td>4.6</td><td>4.7</td></tr> <tr><td>5.1</td><td>5.2</td><td>5.3</td><td>5.4</td><td>5.5</td><td>5.6</td><td>5.7</td></tr> <tr><td>6.1</td><td>6.2</td><td>6.3</td><td>6.4</td><td>6.5</td><td>6.6</td><td>6.7</td></tr> <tr><td>7.1</td><td>7.2</td><td>7.3</td><td>7.4</td><td>7.5</td><td>7.6</td><td>7.7</td></tr> </tbody> </table>			PARTE METAL							1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">PARTE COMPUESTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.1</td><td>1.2</td><td>1.3</td><td>1.4</td><td>1.5</td><td>1.6</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>2.1</td><td>2.2</td><td>2.3</td><td>2.4</td><td>2.5</td><td>2.6</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>3.1</td><td>3.2</td><td>3.3</td><td>3.4</td><td>3.5</td><td>3.6</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>4.1</td><td>4.2</td><td>4.3</td><td>4.4</td><td>4.5</td><td>4.6</td><td>4.7</td></tr> <tr><td>5.1</td><td>5.2</td><td>5.3</td><td>5.4</td><td>5.5</td><td>5.6</td><td>5.7</td></tr> <tr><td>6.1</td><td>6.2</td><td>6.3</td><td>6.4</td><td>6.5</td><td>6.6</td><td>6.7</td></tr> <tr><td>7.1</td><td>7.2</td><td>7.3</td><td>7.4</td><td>7.5</td><td>7.6</td><td>7.7</td></tr> </tbody> </table>			PARTE COMPUESTO							1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7
PARTE METAL																																																																																																																					
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7																																																																																																															
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7																																																																																																															
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7																																																																																																															
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7																																																																																																															
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7																																																																																																															
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7																																																																																																															
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7																																																																																																															
PARTE COMPUESTO																																																																																																																					
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7																																																																																																															
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7																																																																																																															
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7																																																																																																															
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7																																																																																																															
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7																																																																																																															
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7																																																																																																															
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7																																																																																																															
<p>Nomenclatura de colores:</p> <table border="0"> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black;"></td> <td>TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></td> <td>TONO MEDIO = Mediana Adherencia.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black;"></td> <td>TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm</td> </tr> </table>				TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.		TONO MEDIO = Mediana Adherencia.		TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm																																																																																																													
	TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.																																																																																																																				
	TONO MEDIO = Mediana Adherencia.																																																																																																																				
	TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm																																																																																																																				

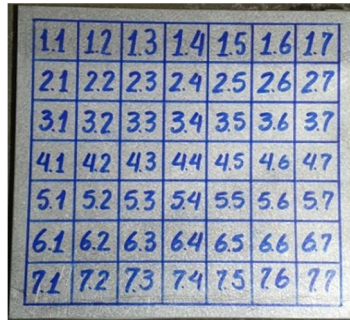
FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO					
PARTE METAL			PARTE COMPUESTO		
					
GRÁFICAS					
PARTE METAL			PARTE COMPUESTO		
<p style="text-align: center;">PORCENTAJE DE ADHERENCIA [VALOR]</p>  <p style="text-align: center;">Buena Adherencia Mediana Adherencia Baja Adherencia</p>			<p style="text-align: center;">PORCENTAJE DE ADHERENCIA [VALOR]</p>  <p style="text-align: center;">Buena Adherencia Mediana Adherencia Baja Adherencia</p>		
<p>PORCENTAJE DE ADHERENCIA PROMEDIO</p>  <p style="text-align: center;">Buena Adherencia Mediana Adherencia Baja Adherencia</p>					
EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES					
Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:					
La parte metal tiene una mediana adherencia con el 46,94 %			La parte compuesto tiene una mediana adherencia con el 55,10 %		
Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

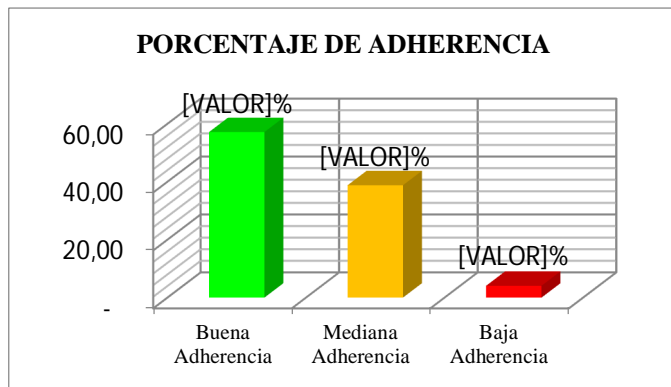
FICHA 4.12: Metal – Metal unido con cinta VHB de 3M – método Golpeteo.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		 REG: 4.3.2.3																																																	
	TEST DE LA MONEDA (END)																																																			
DATOS INFORMATIVOS																																																				
Lugar:	Carrocerías Vrama S.A	Dimensión de las placas (mm):	250 x 250																																																	
Fecha:	16 de julio del 2014	Tiempo de curado:	120 hrs																																																	
Tipo de ensayo:	Test de la moneda - Golpeteo	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C																																																	
Configuración:	Sust 1 Metal - Sust 2 Metal	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez																																																	
Tipo de unión:	Fija	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes																																																	
Tipo de pegante (adhesivo):	Cinta VHB de 3M																																																			
ESQUEMA																																																				
																																																				
DATOS Y RESULTADOS																																																				
<table border="1"> <tr><td>1.1</td><td>1.2</td><td>1.3</td><td>1.4</td><td>1.5</td><td>1.6</td><td>1.7</td></tr> <tr><td>2.1</td><td>2.2</td><td>2.3</td><td>2.4</td><td>2.5</td><td>2.6</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>3.1</td><td>3.2</td><td>3.3</td><td>3.4</td><td>3.5</td><td>3.6</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>4.1</td><td>4.2</td><td>4.3</td><td>4.4</td><td>4.5</td><td>4.6</td><td>4.7</td></tr> <tr><td>5.1</td><td>5.2</td><td>5.3</td><td>5.4</td><td>5.5</td><td>5.6</td><td>5.7</td></tr> <tr><td>6.1</td><td>6.2</td><td>6.3</td><td>6.4</td><td>6.5</td><td>6.6</td><td>6.7</td></tr> <tr><td>7.1</td><td>7.2</td><td>7.3</td><td>7.4</td><td>7.5</td><td>7.6</td><td>7.7</td></tr> </table>				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7																																														
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7																																														
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7																																														
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7																																														
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7																																														
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7																																														
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7																																														
Nomenclatura de colores:																																																				
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #00FF00;"></td> <td>TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FFD700;"></td> <td>TONO MEDIO = Mediana Adherencia.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FF0000;"></td> <td>TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm</td> </tr> </table>					TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.		TONO MEDIO = Mediana Adherencia.		TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm																																											
	TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.																																																			
	TONO MEDIO = Mediana Adherencia.																																																			
	TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm																																																			

FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO



GRÁFICAS






EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES

Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:
 Utilizando la cinta VHB de 3M la junta tiene una buena adherencia con el 57,14 %

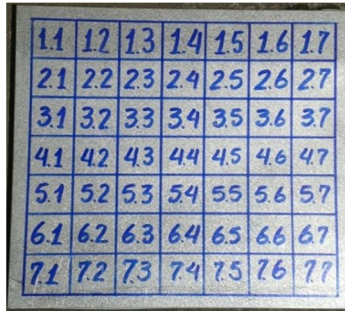
Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

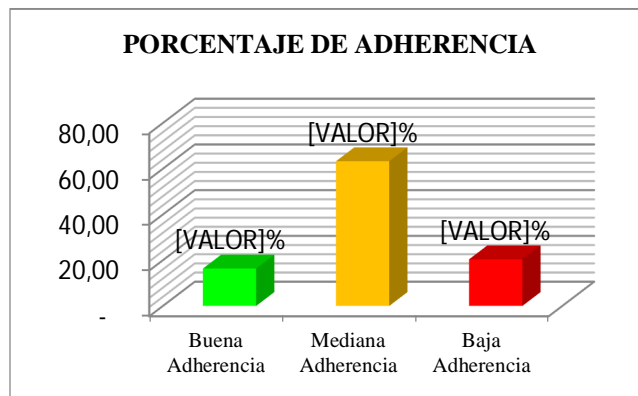
FICHA 4.13: Metal – Metal unido con adhesivo sellador 560 de 3M – método Golpeteo.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		 REG: 4.3.2.4																																																	
	TEST DE LA MONEDA (END)																																																			
DATOS INFORMATIVOS																																																				
Lugar:	Carrocerías Vrama S.A	Dimensión de las placas (mm):	250 x 250																																																	
Fecha:	16 de julio del 2014	Tiempo de curado:	120 hrs																																																	
Tipo de ensayo:	Test de la moneda - Golpeteo	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C																																																	
Configuración:	Sust 1 Metal - Sust 2 Metal	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez																																																	
Tipo de unión:	Fija	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes																																																	
Tipo de pegante:	Adhesivo Sellador 560 de 3M																																																			
ESQUEMA																																																				
																																																				
DATOS Y RESULTADOS																																																				
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>1.1</td><td>1.2</td><td>1.3</td><td>1.4</td><td>1.5</td><td>1.6</td><td>1.7</td> </tr> <tr> <td>2.1</td><td>2.2</td><td>2.3</td><td>2.4</td><td>2.5</td><td>2.6</td><td>2.7</td> </tr> <tr> <td>3.1</td><td>3.2</td><td>3.3</td><td>3.4</td><td>3.5</td><td>3.6</td><td>3.7</td> </tr> <tr> <td>4.1</td><td>4.2</td><td>4.3</td><td>4.4</td><td>4.5</td><td>4.6</td><td>4.7</td> </tr> <tr> <td>5.1</td><td>5.2</td><td>5.3</td><td>5.4</td><td>5.5</td><td>5.6</td><td>5.7</td> </tr> <tr> <td>6.1</td><td>6.2</td><td>6.3</td><td>6.4</td><td>6.5</td><td>6.6</td><td>6.7</td> </tr> <tr> <td>7.1</td><td>7.2</td><td>7.3</td><td>7.4</td><td>7.5</td><td>7.6</td><td>7.7</td> </tr> </tbody> </table>				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7																																														
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7																																														
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7																																														
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7																																														
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7																																														
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7																																														
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7																																														
Nomenclatura de colores:																																																				
<table> <tbody> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #00FF00;"></td> <td>TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FFD700;"></td> <td>TONO MEDIO = Mediana Adherencia.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FF0000;"></td> <td>TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm</td> </tr> </tbody> </table>					TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.		TONO MEDIO = Mediana Adherencia.		TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm																																											
	TONO CLARO AGUDO = Buena Adherencia, pegamento presente.																																																			
	TONO MEDIO = Mediana Adherencia.																																																			
	TONO HUECO EMBOTADO = Baja Adherencia, despegues grandes del orden de 38 mm																																																			

FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO



GRÁFICAS



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES

Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:



Utilizando el adhesivo sellador 560 de 3M la junta presenta una buena adherencia con el 63,27 %

Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

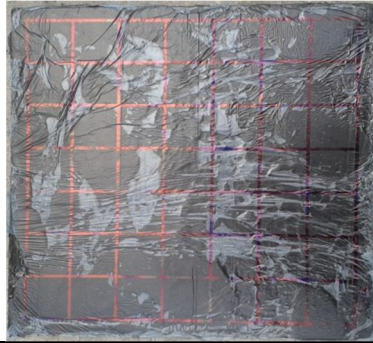
Fuente: Realizada por el Autor.

4.3.3 EVALUACIÓN DE ADHERENCIA EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE MATERIALES MEDIANTE END (ULTRASONIDOS).

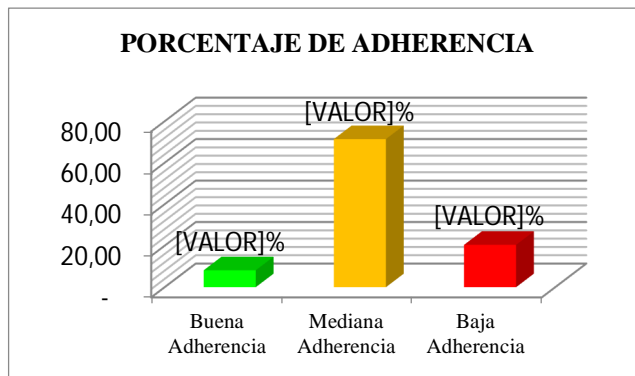
FICHA 4.14: Sustrato: metal – adhesivo: adhesivo sellador 560 de 3M – método UT.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		 REG: 4.3.3.1																																																	
	ULTRASONIDOS (END)																																																			
DATOS INFORMATIVOS																																																				
Lugar:	Carrocerías Vrama S.A	Dimensión de las placas (mm):	250 x 250																																																	
Fecha:	29 de julio del 2014	Tiempo de curado:	168 hrs																																																	
Tipo de ensayo:	Ultrasonido	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C																																																	
Configuración:	Sustrato Metal - Adhesivo	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez																																																	
Tipo de pegante:	Adhesivo Sellador 560 de 3M	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes																																																	
ESQUEMA																																																				
DATOS Y RESULTADOS																																																				
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>1,6</td><td>1,8</td><td>1,2</td><td>0,7</td><td>0,9</td><td>1,5</td><td>1</td></tr> <tr> <td>2</td><td>0,4</td><td>1,2</td><td>1,1</td><td>1</td><td>1</td><td>0,7</td></tr> <tr> <td>1,8</td><td>1,5</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>0,5</td><td>0,9</td><td>0,5</td></tr> <tr> <td>1,2</td><td>1,7</td><td>0,8</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>1</td><td>1,1</td></tr> <tr> <td>1,5</td><td>1,2</td><td>1,6</td><td>1,7</td><td>1,4</td><td>1,1</td><td>1,7</td></tr> <tr> <td>1,4</td><td>2</td><td>1,6</td><td>1,8</td><td>2</td><td>1,6</td><td>1,6</td></tr> <tr> <td>1,1</td><td>1,4</td><td>1,4</td><td>1,5</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>2,2</td></tr> </tbody> </table>				1,6	1,8	1,2	0,7	0,9	1,5	1	2	0,4	1,2	1,1	1	1	0,7	1,8	1,5	1,1	1,1	0,5	0,9	0,5	1,2	1,7	0,8	0,8	0,7	1	1,1	1,5	1,2	1,6	1,7	1,4	1,1	1,7	1,4	2	1,6	1,8	2	1,6	1,6	1,1	1,4	1,4	1,5	1,1	1,1	2,2
1,6	1,8	1,2	0,7	0,9	1,5	1																																														
2	0,4	1,2	1,1	1	1	0,7																																														
1,8	1,5	1,1	1,1	0,5	0,9	0,5																																														
1,2	1,7	0,8	0,8	0,7	1	1,1																																														
1,5	1,2	1,6	1,7	1,4	1,1	1,7																																														
1,4	2	1,6	1,8	2	1,6	1,6																																														
1,1	1,4	1,4	1,5	1,1	1,1	2,2																																														
Nomenclatura de colores:																																																				
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #00FF00;"></td> <td>Rango de 2 mm o más = Buena Adherencia.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FFD700;"></td> <td>Rango de 1 mm a 1,9 mm = Mediana Adherencia.</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: #FF0000;"></td> <td>Rango 0,1 mm a 0,9 mm = Baja Adherencia.</td> </tr> </table>					Rango de 2 mm o más = Buena Adherencia.		Rango de 1 mm a 1,9 mm = Mediana Adherencia.		Rango 0,1 mm a 0,9 mm = Baja Adherencia.																																											
	Rango de 2 mm o más = Buena Adherencia.																																																			
	Rango de 1 mm a 1,9 mm = Mediana Adherencia.																																																			
	Rango 0,1 mm a 0,9 mm = Baja Adherencia.																																																			

FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO



GRÁFICAS



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES



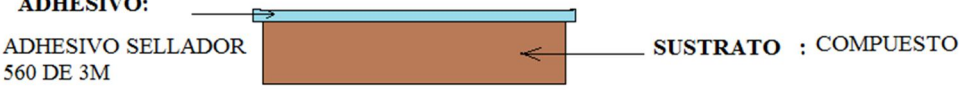



Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:

Utilizando como adhesivo el adhesivo sellador 560 de 3M la junta tiene una mediana adherencia con el 71,43%

Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

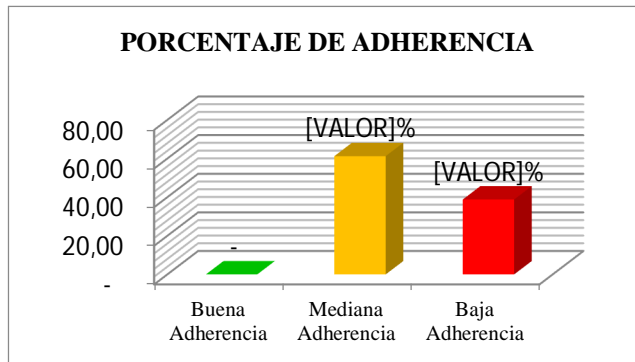
FICHA 4.15: Sustrato: comp – adhesivo: adhesivo sellador 560 de 3M – método UT.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		 REG: 4.3.3.2																																																	
	ULTRASONIDOS (END)																																																			
DATOS INFORMATIVOS																																																				
Lugar:	Carrocerías Vrama S.A	Dimensión de las placas (mm):	250 x 250																																																	
Fecha:	29 de julio del 2014	Tiempo de curado:	168 hrs																																																	
Tipo de ensayo:	Ultrasonido	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C																																																	
Configuración:	Sustrato Compuesto - Adhesivo	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez																																																	
Tipo de pegante:	Adhesivo Sellador 560 de 3M	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes																																																	
ESQUEMA																																																				
<p>ADHESIVO:</p> 																																																				
DATOS Y RESULTADOS																																																				
<table border="1"> <tr><td>0,8</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>1,1</td><td>1,3</td><td>1,4</td><td>1,4</td></tr> <tr><td>0,6</td><td>0,6</td><td>0,9</td><td>1,3</td><td>1,4</td><td>0,8</td><td>0,9</td></tr> <tr><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,8</td><td>1,4</td><td>1,6</td><td>1</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>0,7</td><td>1</td><td>0,09</td><td>1,2</td><td>1,2</td><td>1,2</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>0,8</td><td>1,2</td><td>0,6</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>1,4</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>0,9</td><td>1,3</td><td>0,5</td><td>1,6</td><td>1,1</td><td>1,6</td><td>1,1</td></tr> <tr><td>0,9</td><td>1,5</td><td>1,1</td><td>1,4</td><td>1,3</td><td>1,1</td><td>0,9</td></tr> </table>				0,8	0,6	0,7	1,1	1,3	1,4	1,4	0,6	0,6	0,9	1,3	1,4	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	1,4	1,6	1	1,2	0,7	1	0,09	1,2	1,2	1,2	1,5	0,8	1,2	0,6	1,1	1,1	1,4	1,2	0,9	1,3	0,5	1,6	1,1	1,6	1,1	0,9	1,5	1,1	1,4	1,3	1,1	0,9
0,8	0,6	0,7	1,1	1,3	1,4	1,4																																														
0,6	0,6	0,9	1,3	1,4	0,8	0,9																																														
0,7	0,8	0,8	1,4	1,6	1	1,2																																														
0,7	1	0,09	1,2	1,2	1,2	1,5																																														
0,8	1,2	0,6	1,1	1,1	1,4	1,2																																														
0,9	1,3	0,5	1,6	1,1	1,6	1,1																																														
0,9	1,5	1,1	1,4	1,3	1,1	0,9																																														
Nomenclatura de colores:																																																				
	Rango de 2 mm o más = Buena Adherencia.																																																			
	Rango de 1 mm a 1,9 mm = Mediana Adherencia.																																																			
	Rango 0,1 mm a 0,9 mm = Baja Adherencia.																																																			

FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO



GRAFICAS



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES

Del análisis de este tipo de ensayo se determina que:

Utilizando como adhesivo el adhesivo sellador 560 de 3M la junta tiene una mediana adherencia con el 61,22 %



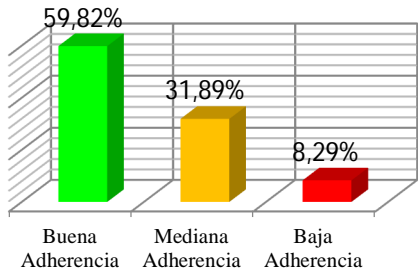
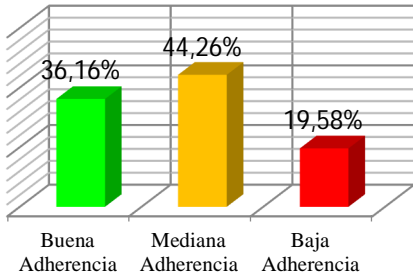
Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			

Fuente: Realizada por el Autor.

4.3.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE UNIÓN Y COMBINACION DE MATERIALES MEDIANTE END.

Las siguientes fichas recoge el resumen del análisis de adherencia en los diferentes tipos de unión junto con las diferentes combinaciones de material como Metal- Metal, Compuesto-Metal.

FICHA 4.16: Análisis de resultados porcentaje de adherencia- método VT, Golpeteo.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			 REG: 4.3.4.1					
	DATOS INFORMATIVOS								
Tipos de ensayo:	VT, Test de la moneda		Tiempo de curado:	168 hrs; 120 hrs					
Configuraciones:	Metal-Metal; Compuesto-Metal		Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C					
Dimensión de las placas (mm):	250 x 250 mm		Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez					
Tipo de pegante:	Cinta VHB de 3M		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes					
Tipo de Unión:	Fija								
ANÁLISIS DE RESULTADOS									
CONFIGURACIÓN	INSPECCIÓN VISUAL (VT)			TEST DE LA MONEDA			PROMEDIO		
	Evaluación de adherencia			Evaluación de adherencia			Evaluación de adherencia		
	Buena	Mediana	Baja	Buena	Mediana	Baja	Buena	Mediana	Baja
METAL-METAL	62,50%	25,00%	12,50%	57,14%	38,78%	4,08%	59,82%	31,89%	8,29%
COMP-METAL	43,75%	37,50%	18,75%	28,57%	51,02%	20,41%	36,16%	44,26%	19,58%
GRÁFICAS DE ADHERENCIA PROMEDIO									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">SUSTRATOS: METAL - METAL ADHESIVO: CINTA VHB DE 3M</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">SUSTRATOS; COMPUESTO - METAL ADHESIVO: CINTA VHB DE 3M</p>  </div> </div>									

EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES



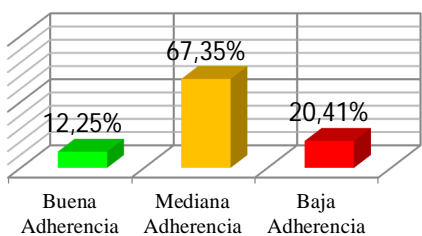
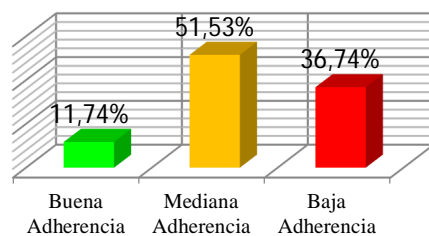
Los sustratos metal-metal pegados con cinta VHB de 3M presentan los siguientes datos: Buena adherencia con el 59,82%, Mediana adherencia con el 31,89% y Baja adherencia con el 8,29%.

Los sustratos compuesto-metal pegados con cinta VHB de 3M presentan los siguientes datos: Buena adherencia con el 36,16%, Mediana adherencia con el 44,26% y Baja adherencia con el 19,58%.

Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	29 de julio del 2014
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:			



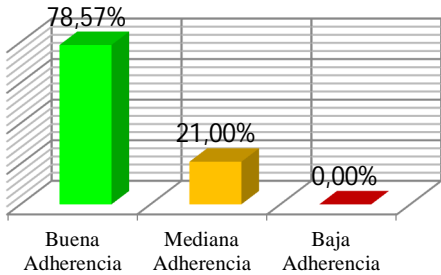
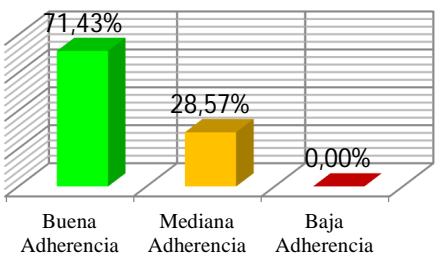
Fuente: Realizada por el Autor.

FICHA 4.17: Análisis de resultados por porcentaje de adherencia- método Golpeteo, UT.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
				REG: 4.3.4.2					
DATOS INFORMATIVOS									
Tipos de ensayo:	Test de la moneda, UT	Tiempo de curado:	168 hrs; 120 hrs						
Configuraciones:	Metal-Metal; Compuesto-Metal	Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C						
Dimensión de las placas (mm):	250 x 250 mm	Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez						
Tipo de pegante:	Adhesivo Sellador 560 de 3M	Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes						
Tipo de Unión:	Fija								
ANÁLISIS DE RESULTADOS									
CONFIGURACIÓN	TEST DE LA MONEDA			ULTRASONIDO (UT)			PROMEDIO		
	Evaluación de adherencia			Evaluación de adherencia			Evaluación de adherencia		
	Buena	Mediana	Baja	Buena	Mediana	Baja	Buena	Mediana	Baja
METAL-METAL	16,33%	63,27%	20,41%	8,16%	71,43%	20,41%	12,25%	67,35%	20,41%
COMP-METAL	23,47%	41,84%	34,69%	0,00%	61,22%	38,78%	11,74%	51,53%	36,74%
GRÁFICAS DE ADHERENCIA PROMEDIO									
<p style="text-align: center;">SUSTRATOS: METAL - METAL ADHESIVO: ADHESIVO SELLADOR 560 DE 3M</p> 			<p style="text-align: center;">SUSTRATOS: COMPUESTO-METAL ADHESIVO: ADHESIVO SELLADOR 560 DE 3M</p> 						
EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES									
<p>Los sustratos metal-metal pegados con adhesivo sellador 560 de 3M presentan los siguientes datos: Buena adherencia con el 12,95%, Mediana adherencia con el 67,35% y Baja adherencia con el 20,41%.</p> <p>Los sustratos compuesto-metal pegados con adhesivo sellador de 3M presentan los siguientes datos: Buena adherencia con el 11,74%, Mediana adherencia con el 51,53% y Baja adherencia con el 36,74%.</p>									

Fuente: Realizada por el Autor.

FICHA 4.18: Análisis de resultados por porcentaje de adherencia- método VT.





	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			 REG: 4.3.4.3					
	DATOS INFORMATIVOS								
Tipos de ensayo:	VT		Tiempo de curado:	168 hrs; 120 hrs					
Configuraciones:	Compuesto-Compuesto; Compuesto-Metal		Temperatura de trabajo:	Ambiente 18 °C					
Dimensión de las placas (mm):	250 x 250 mm		Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez					
Tipo de pegante:	Adhesivo Sellador 560 de 3M		Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes					
Tipo de Unión:	Fija - Remache								
ANÁLISIS DE RESULTADOS									
CONFIGURACIÓN	INSPECCIÓN VISUAL (VT)			TEST DE LA MONEDA			PROMEDIO		
	Evaluación de adherencia			Evaluación de adherencia			Evaluación de adherencia		
	Buena	Mediana	Baja	Buena	Mediana	Baja	Buena	Mediana	Baja
METAL-METAL	78,57%	21,00%	0,00%	N/A	N/A	N/A	78,57%	21,00%	0,00%
COMP-METAL	71,43%	28,57%	0,00%	N/A	N/A	N/A	71,43%	28,57%	0,00%
GRÁFICAS DE ADHERENCIA PROMEDIO									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">SUSTRATOS: COMPUESTO-COMPUESTO ADHESIVO SELLADOR 560 DE 3M CON REMACHES</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">SUSTRATOS: COMPUESTO - METAL ADHESIVO SELLADOR 560 DE 3M CON REMACHES</p>  </div> </div>									
EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES									
<p>Los sustratos compuesto-compuesto pegados con adhesivo sellador 560 de 3M presentan los siguientes datos: Buena adherencia con el 78,57%, Mediana adherencia con el 21,00% y Baja adherencia con el 0,00%.</p> <p>Los sustratos compuesto-metal pegados con adhesivo sellador de 3M presentan los siguientes datos: Buena adherencia con el 71,43%, Mediana adherencia con el 28,57% y Baja adherencia con el 0,00%.</p>									

Fuente: Realizada por el Autor.

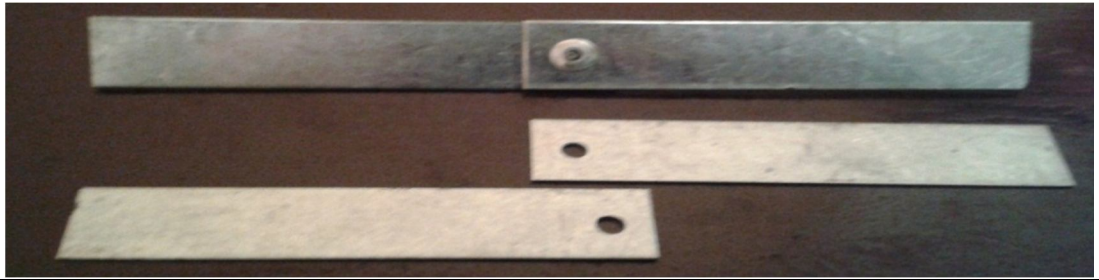
4.4 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE UNION Y COMBINACION DE MATERIALES MEDIANTE ED (TRACCIÓN).

Los tipos de unión y las combinaciones de materiales ensayadas fueron seleccionados de la matriz de criticidad del estado semi crítico en donde se requiere un análisis de este tipo de juntas.

FICHA 4.19: Ensayo a tracción Metal - Metal unido con remache.

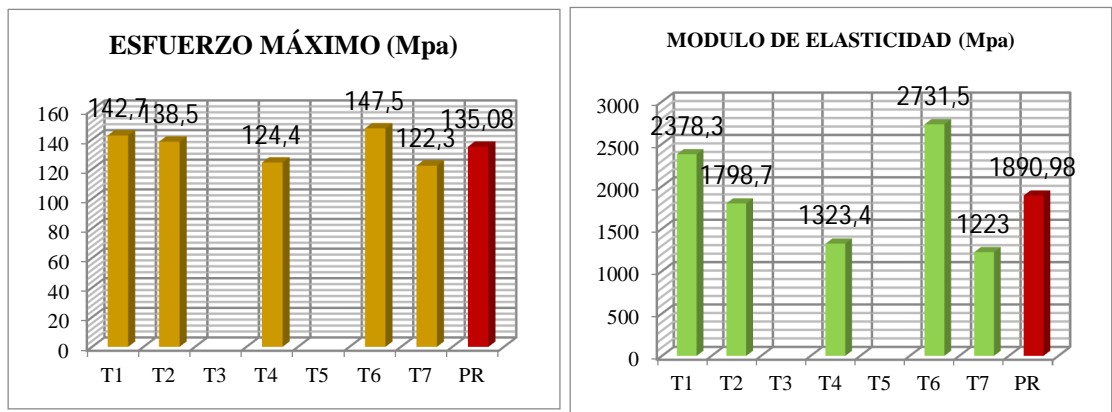
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						REG: 4.4.1	
ENSAYO DE TRACCIÓN (ED)									
DATOS INFORMATIVOS									
Fecha:		28 de marzo del 2014			Ciudad:		Quito		
Lugar:		Laboratorio de materiales de la Escuela Politécnica Nacional							
Máquina:		Máquina Universal Tinius Olsen							
Tipo de ensayo:		Tracción			Norma:		UNE-EN 1465		
Configuración:		Metal - Metal			Tipo de junta:		Remache		
Tipo de unión		Solape (Remache)			Velocidad de ensayo		5 mm/min		
Dimensión de las placas (mm)		100*20*0,8			Núm. probetas		7		
Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes.			Responsable:		Egdo. Santiago Alvarez		
Id.	Ancho Metal	Espesor Metal	Diámetro remache	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Elongación	Módulo de Elasticidad
	mm	mm	mm	lbf	N	Ksi	Mpa	mm	Mpa
T1	19,64	0,72	5,25	330	1,468	20,7	142,7	0,06	2378,3
T2	19,63	0,74	5,2	330	1,468	20,1	138,5	0,077	1798,7
T3	19,55	0,72	5,29	372	1,655	23,4	161,1	0,075	2148
T4	19,52	0,8	5	325	1,446	18	124,4	0,094	1323,4
T5	19,59	0,81	5,19	317	1,41	17,5	120,9	0,055	2198,2
T6	19,64	0,81	5,04	392	1,744	21,4	147,5	0,054	2731,5
T7	19,28	0,82	5,04	321	1,428	17,7	122,3	0,1	1223
PR	19,54	0,78	5,11	339,6	1,51	19,58	135,08	0,08	1890,98
Parámetros de Aceptación o Rechazo									
 Relleno Amarillo: Probetas rechazadas (Datos Anómalos)									
 Relleno Rojo oscuro: Datos promedio									

FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO



Zona de fractura:	Remache
Tipo de falla:	Ruptura del remache

GRÁFICAS



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES

Del análisis de este tipo de junta se determina que:





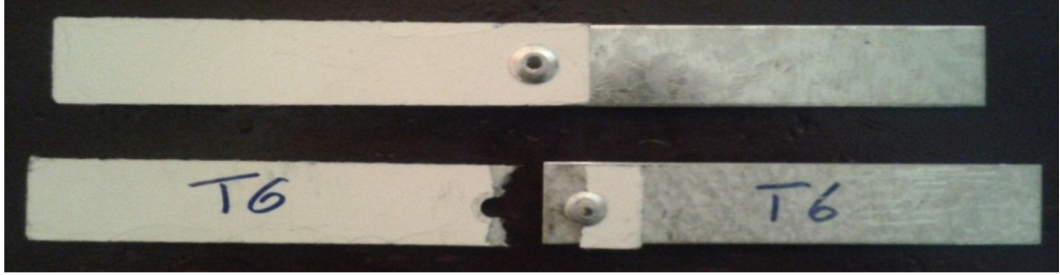
Módulo de Tracción promedio: 135,08 Mpa

Módulo de Elasticidad promedio: 1890,98 Mpa

Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	15 de Mayo del 2014	

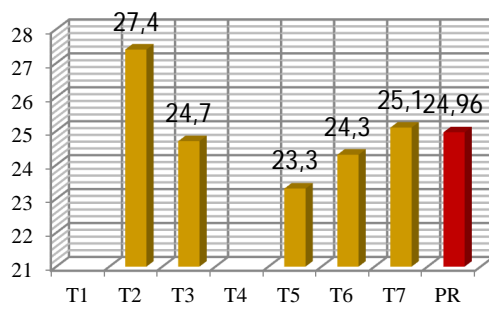
Fuente: Realizada por el Autor.

FICHA 4.20: Ensayo a tracción Compuesto – Metal unido con remache.

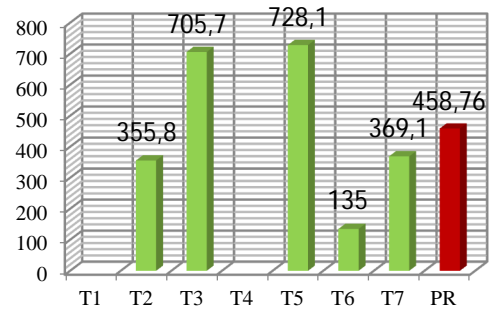
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
	REG: 4.4.2								
ENSAYO DE TRACCIÓN (ED)									
DATOS INFORMATIVOS									
Fecha:	28 de marzo del 2014			Ciudad:	Quito				
Lugar:	Laboratorio de materiales de la Escuela Politécnica Nacional								
Máquina:	Máquina Universal Tinius Olsen								
Tipo de ensayo:	Tracción			Norma:	UNE-EN 1465				
Configuración:	Metal - Compuesto			Tipo de junta:	Remache				
Tipo de unión	Solape (Remache)			Velocidad de ensayo	5 mm/min				
Dimensión de las placas (mm)	100*20*0,8 100*20*3,4			Núm. probetas	7				
Supervisor:	Ing. Mg. Juan Paredes.			Responsable:	Egdo. Santiago Alvarez				
DATOS Y RESULTADOS									
Id.	Ancho Metal	Espesor Compuesto	Diámetro remache	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Elongación	Módulo de Elasticidad
	mm	mm	mm	lbf	N	Ksi	Mpa	mm	Mpa
T1	19,44	3,19	5,2	284	1,263	4	27,8	0,064	434,4
T2	19,92	3,59	5,15	327	1,455	4	27,4	0,077	355,8
T3	19,87	3,59	5,25	292	1,299	3,6	24,7	0,035	705,7
T4	20,07	3,67	5,1	231	1,028	2,7	18,7	0,047	397,9
T5	19,63	3,33	5,16	252	1,121	3,4	23,3	0,032	728,1
T6	19,85	3,48	5,1	280	1,246	3,5	24,3	0,18	135
T7	19,53	3,22	5,05	263	1,17	3,6	25,1	0,068	369,1
PR	19,76	3,44	5,14	282,8	1,26	3,62	24,96	0,08	458,76
Parámetros de Aceptación o Rechazo									
 Relleno Amarillo: Probetas rechazadas (Datos Anómalos)									
 Relleno Rojo oscuro: Datos promedio									
FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO									
									
Zona de fractura:	Remache								
Tipo de falla:	Ruptura de la fibra de vidrio								

GRÁFICAS

ESFUERZO MÁXIMO (Mpa)



MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES

Del análisis de este tipo de junta se determina que:






Módulo de Tracción promedio: 24,96 Mpa

Módulo de Elasticidad promedio: 458,76 Mpa

Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	15 de Mayo del 2014	

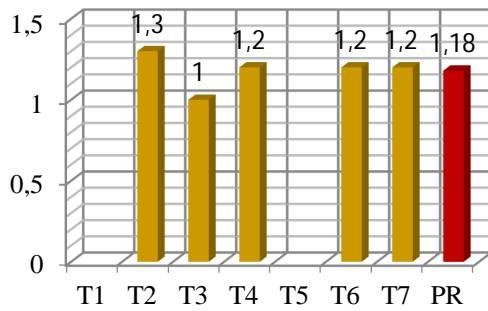
Fuente: Realizada por el Autor.

FICHA 4.21: Ensayo a tracción Metal – Metal unido con adhesivo.

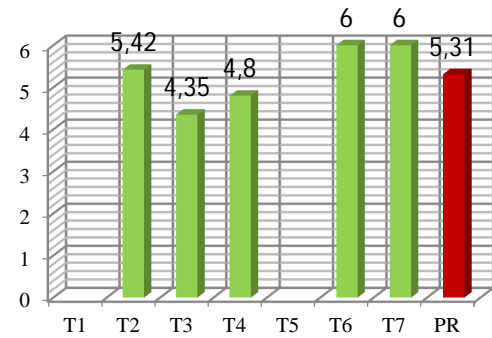
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							REG: 4.4.3	
									ENSAYO DE TRACCIÓN (ED)	
DATOS INFORMATIVOS										
Fecha:		28 de marzo del 2014			Ciudad:		Quito			
Lugar:		Laboratorio de materiales de la Escuela Politécnica Nacional								
Máquina:		Máquina Universal Tinius Olsen								
Tipo de ensayo:		Tracción			Norma:		UNE-EN 1465			
Configuración:		Metal - Metal			Tipo de junta:		Adhesivo			
Tipo de unión		Solape (Adhesivo)			Velocidad de ensayo		5 mm/min			
Dimensión de las placas (mm)		100*20*0,8			Núm. probetas		7			
Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes.			Responsable:		Egdo. Santiago Alvarez			
DATOS Y RESULTADOS										
Id.	Ancho Adhesivo	Largo Adhesivo	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Elongación	Módulo de Elasticidad		
	mm	mm	lbf	N	Ksi	Mpa	mm	Mpa		
T1	13,46	19,57	76	339	0,19	1,3	0,27	4,81		
T2	13,54	19,32	74	329	0,18	1,3	0,24	5,42		
T3	13,4	19,66	61	273	0,15	1	0,23	4,35		
T4	14,48	19,67	75	334	0,17	1,2	0,25	4,8		
T5	13,75	19,88	49	220	0,12	0,8	0,16	5		
T6	12,76	19,92	67	296	0,17	1,2	0,2	6		
T7	12,9	19,17	68	302	0,18	1,2	0,2	6		
PR	13,42	19,55	69	306,8	0,17	1,18	0,18	5,31		
<p style="text-align: center;">Parámetros de Aceptación o Rechazo</p> <p> Relleno Amarillo: Probetas rechazadas (Datos Anómalos)</p> <p> Relleno Rojo oscuro: Datos promedio</p>										
FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO										
										
Zona de fractura:		Adhesivo								
Tipo de falla:		Separación por cohesión								

GRÁFICAS

ESFUERZO MÁXIMO (Mpa)



MODULO DE ELASTICIDAD (Mpa)



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES

Del análisis de este tipo de junta se determina que:






Módulo de Tracción promedio: 1,18 Mpa

Módulo de Elasticidad promedio: 5,31 Mpa

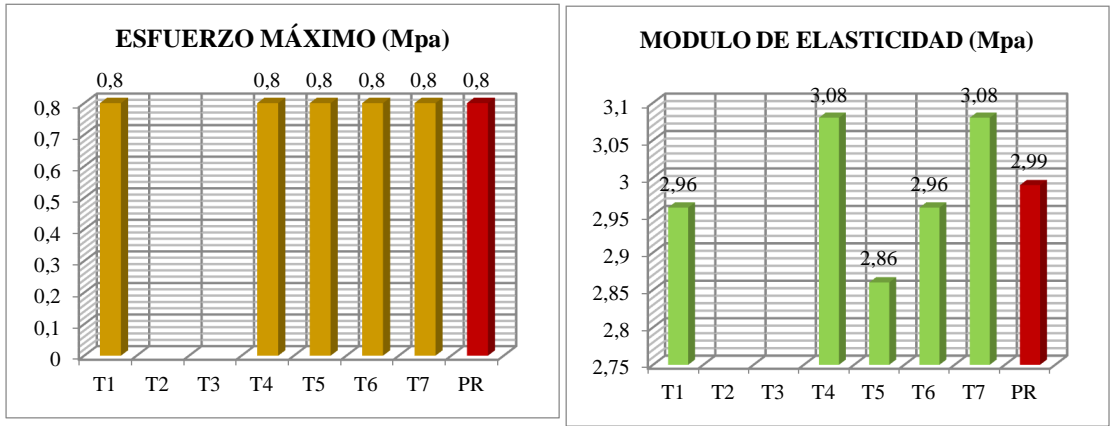
Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	15 de Mayo del 2014	

Fuente: Realizada por el Autor.

FICHA 4.22: Ensayo a tracción Compuesto – Metal unido con adhesivo.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
ENSAYO DE TRACCIÓN (ED)									
DATOS INFORMATIVOS									
Fecha:		28 de marzo del 2014			Ciudad:		Quito		
Lugar:		Laboratorio de materiales de la Escuela Politécnica Nacional							
Máquina:		Máquina Universal Tinius Olsen							
Tipo de ensayo:		Tracción			Norma:		UNE-EN 1465		
Configuración:		Metal - Compuesto			Tipo de junta:		Adhesivo		
Tipo de unión		Solape (Adhesivo)			Velocidad de ensayo		5 mm/min		
Dimensión de las placas (mm)		100*20*0,8			Núm. probetas		7		
Supervisor:		Ing. Mg. Juan Paredes.			Responsable:		Egdo. Santiago Alvarez		
DATOS Y RESULTADOS									
Id.	Ancho Adhesivo	Largo Adhesivo	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Elongación	Módulo de Elasticidad	
	mm	mm	lbf	N	Ksi	Mpa	mm	Mpa	
T1	12,16	20,27	47	207	0,12	0,8	0,27	2,96	
T2	12,51	19,92	48	215	0,13	0,9	0,25	3,6	
T3	12,49	19,47	48	214	0,13	0,9	0,27	3,33	
T4	12,31	19,19	44	198	0,12	0,8	0,26	3,08	
T5	12,79	19,51	48	212	0,12	0,8	0,28	2,86	
T6	12,87	19,78	44	195	0,11	0,8	0,27	2,96	
T7	12,75	19,67	45	199	0,12	0,8	0,26	3,08	
PR	12,58	19,68	45,6	202,2	0,12	0,8	0,16	2,99	
Parámetros de Aceptación o Rechazo									
 Relleno Amarillo: Probetas rechazadas (Datos Anómalos)									
 Relleno Rojo oscuro: Datos promedio									
FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO									
									
Zona de fractura:		Adhesivo							
Tipo de falla:		Separación por cohesión							

GRÁFICAS



EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES

Del análisis de este tipo de junta se determina que:

Módulo de Tracción promedio: 0,80 Mpa

Módulo de Elasticidad promedio: 2,99 Mpa



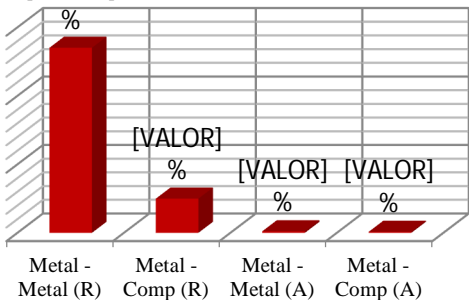
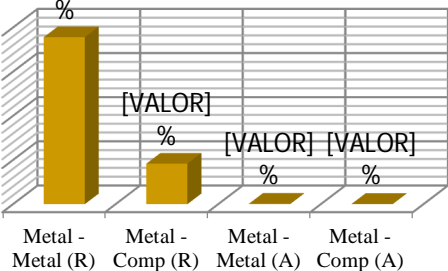
Elaborado:	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:
Revisado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Fecha:	15 de Mayo del 2014	

Fuente: Realizada por el Autor.

4.4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE UNIÓN Y COMBINACIÓN DE MATERIAL

Las siguientes fichas recoge el resumen del análisis del módulo de tracción y del módulo de elasticidad de las juntas metal – metal; compuesto – metal unidos con remache y metal – metal; compuesto – metal unidos con adhesivo.

FICHA 4.23: Análisis de resultados de las propiedades mecánicas.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
				REG: 4.4.1.1	
ANÁLISIS DE RESULTADOS					
CONFIGURACIÓN	TIPO DE UNIÓN	MÓDULO DE TRACCIÓN PROMEDIO (Mpa)	MÓDULO DE ELASTICIDAD PROMEDIO (Mpa)		
Metal - Metal (R)	Remache	135,08	1890,98		
Metal - Compuesto (R)	Remache	24,96	458,76		
Metal - Metal (A)	Adhesivo	1,18	5,31		
Metal - Compuesto (A)	Adhesivo	0,8	2,99		
GRÁFICAS PROMEDIO					
MÓDULO DE TRACCIÓN (Mpa) [VALOR]			MÓDULO DE ELASTICIDAD (Mpa) [VALOR]		
					
EVALUACIÓN Y OBSERVACIONES					
De este tipo de ensayo se analiza que los materiales unidos con remaches presentan un módulo de tracción y de elasticidad bastante significativos en comparación a los materiales unidos con adhesivo, como se muestra en las gráficas.					
Elaborado	Egdo. Santiago Alvarez	Aprobado:	Ing. Mg. Juan Paredes	Validado:	
Revisado:	Ing. Juan Paredes	Fecha:	15 de Mayo del 2014		

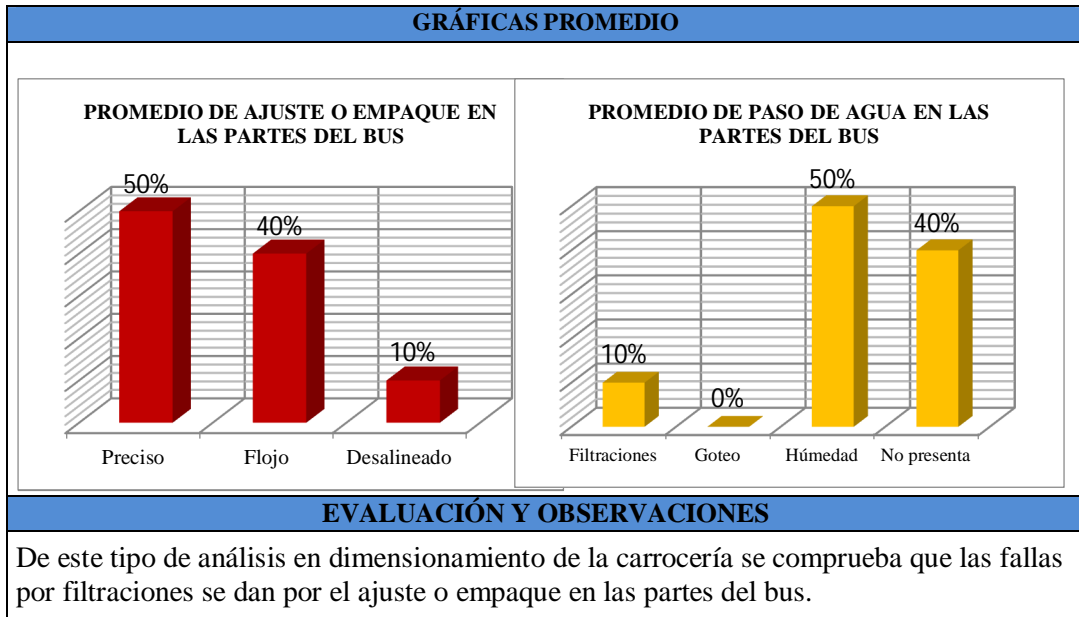
Fuente: Realizada por el Autor.

4.5 CONTROL DEL DIMENSIONAMIENTO GENERAL DE LA CARROCERÍA

El control del dimensionamiento de la carrocería se hizo bajo los reglamentos técnicos de fabricación para unidades de transporte público interprovincial (Norma Técnica Ecuatoriana RTE INEN 043) en cada una de sus partes así como en sus secciones en donde existe en ocasiones la presencia de mano de obra de proveedores como las ventanas, para controlar de esta forma el ajuste o empaque de los mismos.

FICHA 4.24: Control del dimensionamiento general de la carrocería.

ITEM		Dimensiones dentro de la Norma RTE-INEN 043	Ajuste o empaque			Paso de agua			
			Preciso	Flojo	Desalineado	Filtraciones	Goteo	Humedad	No presenta
Dimensiones Generales	Largo Total	✓	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Ancho Total	✓	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Altura Total	✓	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Partes Generales	Parachoque frontal	✓	✓					✓	
	Parachoque posterior	✓	✓						✓
	Puerta Principal	✓		✓				✓	
	Puerta secundaria	✓	✓						✓
	Ventana del conductor	✓		✓					✓
	Ventanas laterales	✓		✓				✓	
	Salidas de emergencia	✓	✓					✓	
	Parabrisas	✓	✓						✓
	Portaequipaje	✓			✓	✓			
	Claraboyas	✓		✓				✓	
PROMEDIO		100%	50%	40%	10%	10%	0%	50%	



Fuente: Realizada por el Autor.

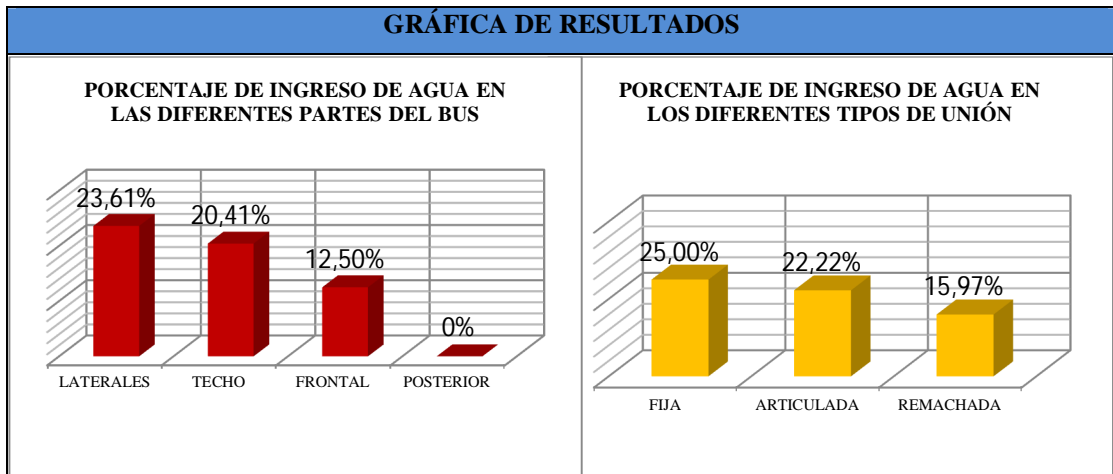
4.6 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

HIPÓTESIS: El estudio de los factores que influyen en la hermeticidad de un bus mejorará la calidad de producto en la empresa carrocerías Varma S.A.

Una vez realizados los estudios de los factores que influyen en la hermeticidad del bus como parte final a dicha investigación queda comprobada estadística y comparativamente la hipótesis planteada, ya que para cada factor analizado se realizó los ensayos respectivos:

Dado el análisis 4.2 en donde se controla la presencia de agua hacia el interior del bus tomando en cuenta los siguientes criterios de evaluación que se muestran en las tablas 18, 19, 20, 21 y 22 obtenemos los porcentajes de falla en cada parte del bus como laterales, techo, parte frontal y parte posterior, así como el porcentaje de falla en los diferentes tipos de unión como se muestra en la gráfica de resultados de la ficha con registro REG: 4.2.1.1.

FICHA 4.25: Parte de la ficha 4.5. (Gráfica de resultados).



Fuente: Realizada por el Autor.

Los datos obtenidos de la matriz de criticidad para controlar la hermeticidad en cada una de las partes del bus, entendiéndose estas como la parte frontal, parte posterior, techo y laterales resaltan la importancia de un análisis de los puntos de unión y combinación de materiales, ya que este parámetro de evaluación presenta un 20,02% de posibilidad en el ingreso de agua hacia el interior del bus como se puede ver en el análisis de resultados de la ficha con registro REG: 4.2.1.1.

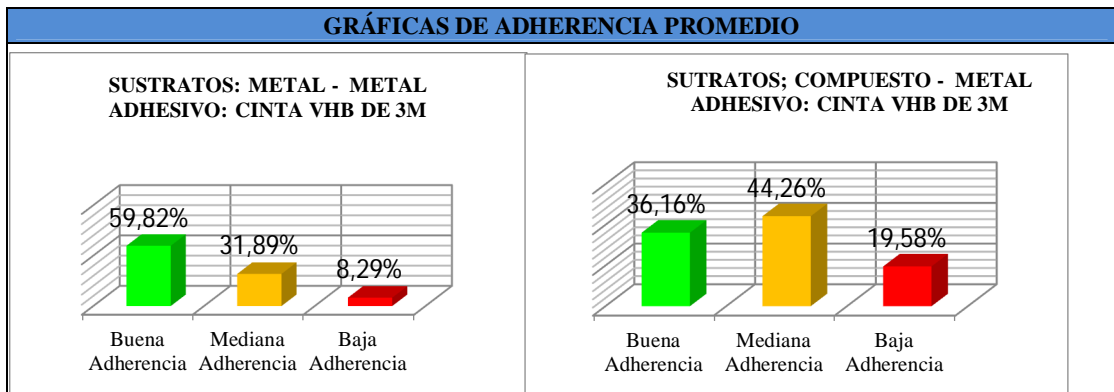
FICHA 4.26: Parte de la ficha 4.5. (Análisis de resultados).

ANÁLISIS DE RESULTADOS					
PARTES DEL BUS	ESTADO DE CRITICIDAD (SC)		CANTIDAD (SC)	CANTIDAD TOTAL DE JUNTAS	PORCENTAJE
	TIPOS DE UNIÓN	COMBINACIONES DE MATERIAL			
LATERALES	Fija	Compuesto-Metal	1	4	25,00%
	Articulada	Metal-Metal	2	9	22,22%
TECHO	Fija	Compuesto-Metal	1	4	25,00%
	Remachada	Compuesto-Metal	3	16	18,75%
		Metal-Metal	1	6	16,67%
PARTE FRONTAL	Remachada	Compuesto-Metal	2	16	12,50%
PARTE POSTERIOR	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PROMEDIO					20,02%

Fuente: Realizada por el Autor.

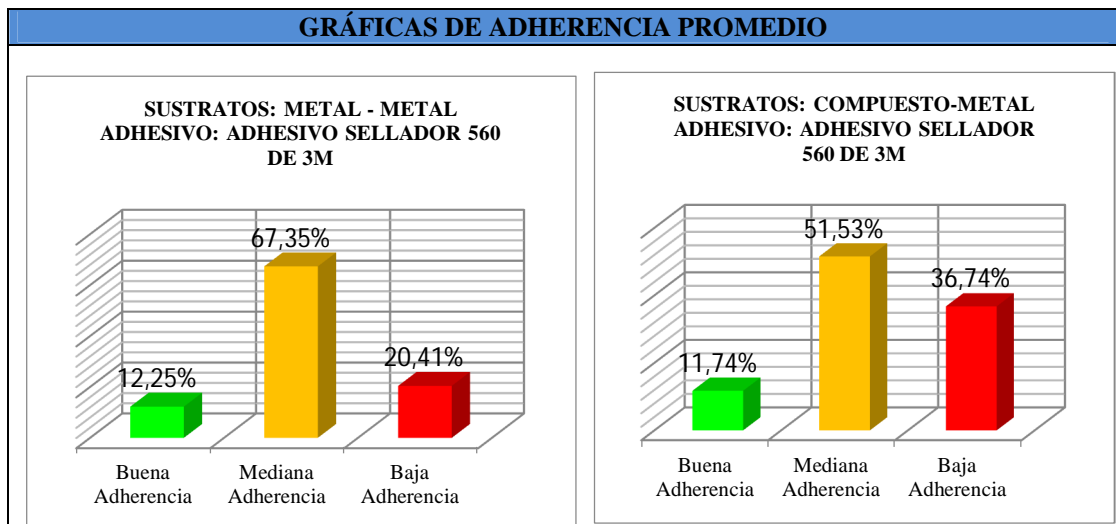
Una vez realizados los ensayos no destructivos (END) para el análisis de la calidad de adherencia en las diferentes combinaciones de materiales como Metal-Metal, Compuesto-Metal, Compuesto-Compuesto unidas con diferentes tipos de unión como remaches, adhesivo sellador 560 de 3M, cinta VHB de 3M, como muestran las gráficas de adherencia promedio de las fichas con registro REG: 4.3.4.1; 4.3.4.2; 4.3.4.3 se puede comprobar que la mayoría de materiales presentan mediana y baja adherencia, no así los materiales que son pegados con remaches.

FICHA 4.27: Parte de la ficha 4.16 (Gráficas de adherencia promedio).



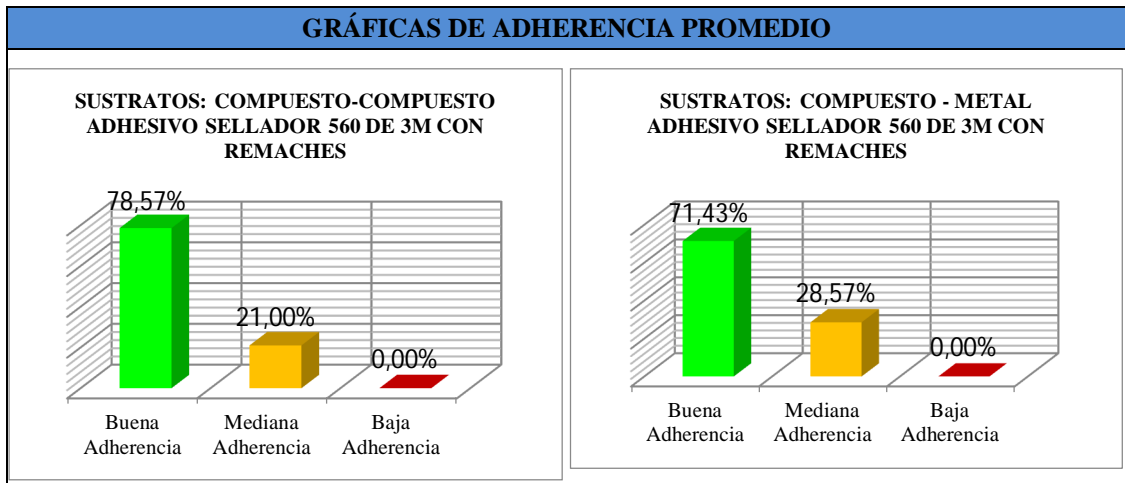
Fuente: Realizada por el Autor.

FICHA 4.28: Parte de la ficha 4.17 (Gráficas de adherencia promedio).



Fuente: Realizada por el Autor.

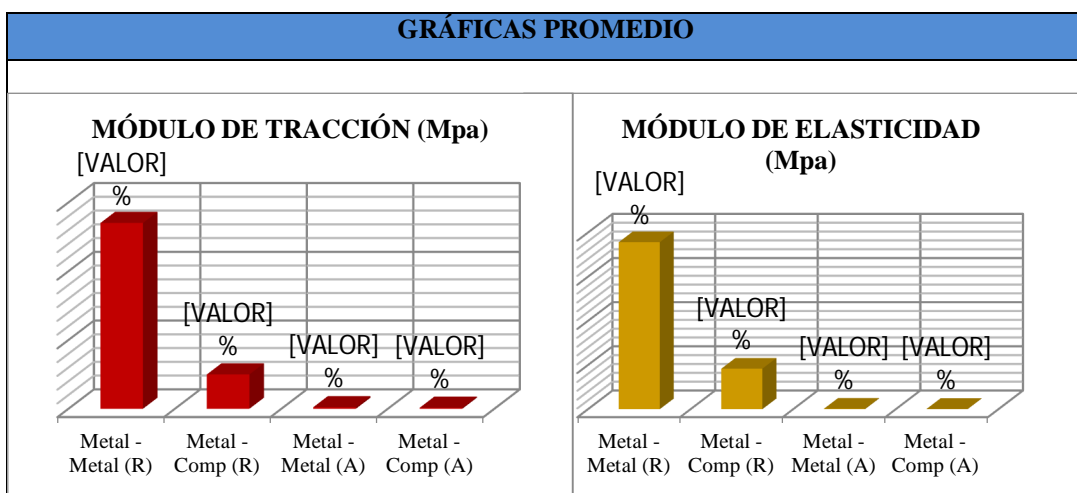
FICHA 4.29: Parte de la ficha 4.18 (Gráficas de adherencia promedio).



Fuente: Realizada por el Autor.

Los ensayos destructivos realizados para determinar las propiedades mecánicas de los materiales evaluados como Metal-Metal y Compuesto-Metal unidos con remache presentan un alto índice de superioridad tanto del módulo de tracción como del módulo de elasticidad con respecto a los materiales Metal-Metal, Compuesto-Metal unidos con cinta VHB de 3M como se muestra en la gráfica promedio de la ficha con registro REG: 4.4.1.1

FICHA 4.30: Parte de la ficha 4.23 (Gráficas promedio).



Fuente: Realizada por el Autor.

Entonces por los análisis anteriores se determina que el estudio de los factores que influyen en la hermeticidad de un bus sí mejorará la calidad de producto en la empresa Carrocería Varma S.A., porque se puede mejorar los tipos de unión entre diferentes sustratos como metal – metal, compuesto – metal y en la correcta manipulación del tipo de adhesivo a utilizar como la cinta VHB de 3M o el adhesivo sellador 560 de 3M.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Una vez realizado el estudio de los factores que influyen en la hermeticidad de un bus se pueden anotar las siguientes conclusiones.

Se analizó el hermetismo de un bus interprovincial mediante la matriz de criticidad total donde se evidencio que se encuentran en el estado de criticidad semi critico (SC) son los puntos de unión: fijas, articuladas y remachadas en combinación de materiales Metal-Metal, Compuesto-Metal los mismos que ya son detectados para controlar la hermeticidad en dichos puntos para las nuevas unidades.

Se evaluó el hermetismo en un bus interprovincial construido en la empresa con materiales propios de diseño y procesos constructivos dando como resultado el 79,98% de efectividad de hermetismo.

Se determinó que la manipulación de los materiales en el pegado de las planchas de acero galvanizado, partes de compuesto, claraboyas, ventanas, parabrisas, etc. depende a gran medida la correcta manipulación y volumen suficiente del adhesivo en especial cuando se trata de usar el adhesivo sellador 560 de 3M y cinta VHB de 3M para la buena, mediana y baja adherencia.

Se hizo un análisis respecto al ajuste y el paso de agua en las partes generales del bus con las dimensiones generales de la carrocería bajo la norma RTE INTEN 043:2010 en donde las fallas por filtración se da por manipulación de materiales, y no por procesos.

Se analizó mediante los ensayos destructivos (tracción) que la junta mejor unida es la remachada, prestando incluso un mayor índice del módulo de tracción y módulo de elasticidad pero no asegurando la no filtración de agua hacia el interior.

5.2 RECOMENDACIONES

Se debe controlar de forma directa la hermeticidad en los puntos anteriormente detectados como puntos de unión y puntos críticos en donde existen filtraciones de agua, mediante una ficha de registros ya que se sabe de antemano en donde se encuentran las fallas.

Se debe aumentar el índice de efectividad de hermetismo del 79,98% tomando en cuenta las fallas detectadas en cada estudio de hermeticidad, adhesividad y propiedades mecánicas de los materiales.

Para el correcto pegado de las planchas de acero galvanizado, partes de compuesto, claraboyas, ventanas, parabrisas, etc se debe hacer mediante una capacitación constante del manejo adecuado de los materiales y volumen correcto de los adhesivos al momento de pegar los sustratos a los nuevos y viejos empleados, ya que el personal varía a cada instante.

Se debe respetar las especificaciones de los proveedores (prontuarios) al momento de utilizar sus productos para evitar fallas o anomalías en el pegado.

Al momento de colocar los selladores en las partes del bus como ventanas parabrisas, etc se debe controlar el ajuste ó empaque mediante un check list de procesos para que no toda la responsabilidad recaiga sobre el adhesivo sellador sino también en el acople previo.

La velocidad de avance de la mordaza para realizar los ensayos no destructivos (tracción) debe ser la misma que sugiere la norma UNE-EN 1465, caso contrario se

obtendrán datos erróneos del módulo de tracción y módulo de elasticidad, ya que se presentará las fracturas en diferentes partes del material.

Se recomienda construir una cámara de estanqueidad cerrada en sus lados para mejorar la calidad de hermeticidad en los buses en donde se pueda controlar el paso de agua hacia el interior de los mismos antes de entregar el producto final como último proceso de control de calidad.

En caso que no se pueda llevar a cabo la construcción de dicha cámara de estanqueidad por razones internas de la empresa o por razones de fuerza mayor, se debe realizar el diseño junto a una simulación en un software en donde se sustente las fallas por concentración de agua en los puntos críticos anteriormente analizados.

CAPITULO VI

PROPUESTA

“DISEÑO DE UNA CAMARA DE ESTANQUEIDAD Y SIMULACIÓN DE ZONAS CRÍTICAS DEL BUS PARA CONTROLAR LA HERMETICIDAD”

6.1 DATOS INFORMATIVOS

El diseño de una cámara de estanqueidad se lo debe realizar específicamente para atacar los puntos críticos anteriormente detectados para de esta manera controlar la hermeticidad en los buses como un último proceso de control de calidad antes de que se entregue el bus al propietario, garantizando de esta manera el hermetismo total del bus.

Los puntos de unión y puntos críticos en donde se debe poner énfasis al momento del diseño son los obtenidos en la matriz de criticidad en el estado semi crítico mediante los puntos de unión y combinación de materiales como son las claraboyas, ventanas, parabrisas, puerta principal, cajuelas.

Al desarrollar este tipo de diseño que esta dirigido netamente al sector carroceros se pretende brindar confiabilidad y seguridad a la empresa al momento de entregar sus unidades.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Existe poca o escasa información sobre el diseño de una cámara de estanqueidad en los proyectos de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato razón por la cual me he dirigido a otras

empresas que cuentan con dicho proyecto para mirar su funcionamiento y eficiencia al momento de controlar la hermeticidad de sus buses.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Es de gran interés y parte del control de calidad de la empresa Carrocerías Varma S.A. que el producto final (bus) pase por un último proceso de detección de fallas en este caso el control de filtraciones hacia el interior del bus para de esta manera garantizar su producto de una manera confiable y segura.

De tal manera que el enfoque principal de este diseño sea cumplir eficientemente el control de adherencia y por consiguiente el hermetismo en los puntos de unión y puntos críticos que posee el bus. Además permitirá a la empresa Carrocerías Varma S.A. que siga alcanzando los objetivos y niveles de calidad óptimos, siendo un pleno ejemplo para las otras empresas a nivel local y nacional, en caso que la empresa se decida por la implementación de este proyecto.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una cámara de estanqueidad para controlar filtraciones de agua hacia el interior del bus.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros que influyen en el diseño de una cámara de estanqueidad para el control de filtraciones de agua en los buses.
- Diseñar el circuito hidráulico dentro de un sistema cerrado para que no exista desperdicio de agua y que se encuentre en circulación la misma agua expulsada por los rociadores cada vez que se ponga en marcha el sistema.

- Seleccionar una bomba con la potencia necesaria para abastecer de presión todos los rociadores del circuito hidráulico.
- Seleccionar los rociadores adecuados para generar el ángulo correcto de roció que requerirá el diseño.
- Realizar una simulación del comportamiento de la presión que ejerce el agua sobre las partes críticas del bus.
- Elaborar planos de la estructura y del circuito hidráulico.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Este tipo de análisis busca primordialmente determinar las características necesarias para la ejecución de la propuesta así como la facilidad para desarrollarla, tomando en cuenta aspectos importantes como los tecnológicos, económicos, legales entre otros para sustentar que dicha propuesta se encuentre dentro de un análisis debidamente fundamentado y documentado.

6.5.1 FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA

Se ha determinado, que el diseño de una cámara de estanqueidad para garantizar la calidad del producto contra las filtraciones de agua hacia el interior de los buses en la empresa Carrocerías Varma S.A es uno de los principales procesos que requiere dicha empresa para el control de la hermeticidad, así el producto final saldrá con la garantía de que sus buses salen totalmente herméticos en todos sus puntos.

6.5.2 FACTIBILIDAD AMBIENTAL

Siendo amigables con el medio ambiente y sobre todo responsables con el líquido más importante y vital para el hombre como es el agua este diseño propone que su fluido este dentro de un circuito cerrado, es decir que el agua sea reutilizable en cada proceso de control de hermeticidad de los buses en donde no exista el desperdicio de agua

6.5.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

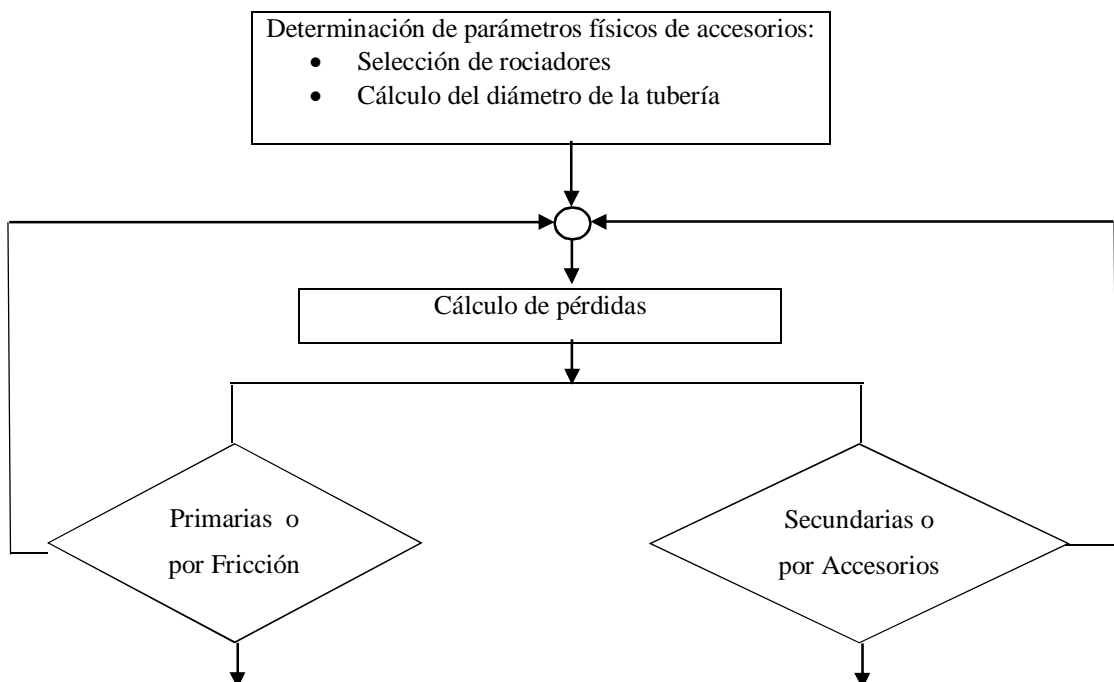
El costo es relativamente alto y representa un rubro significativo que es sustentado si se dispusiera la construcción por parte de la empresa Carrocerías Varma S.A, de antemano la empresa contará con este proyecto y podrá ser uso del mismo cuando cuenten con el presupuesto para construir la cámara de estanqueidad ya que lamentablemente y por razones de fuerza mayor la empresa no ha podido brindar el apoyo necesario para dicha construcción.

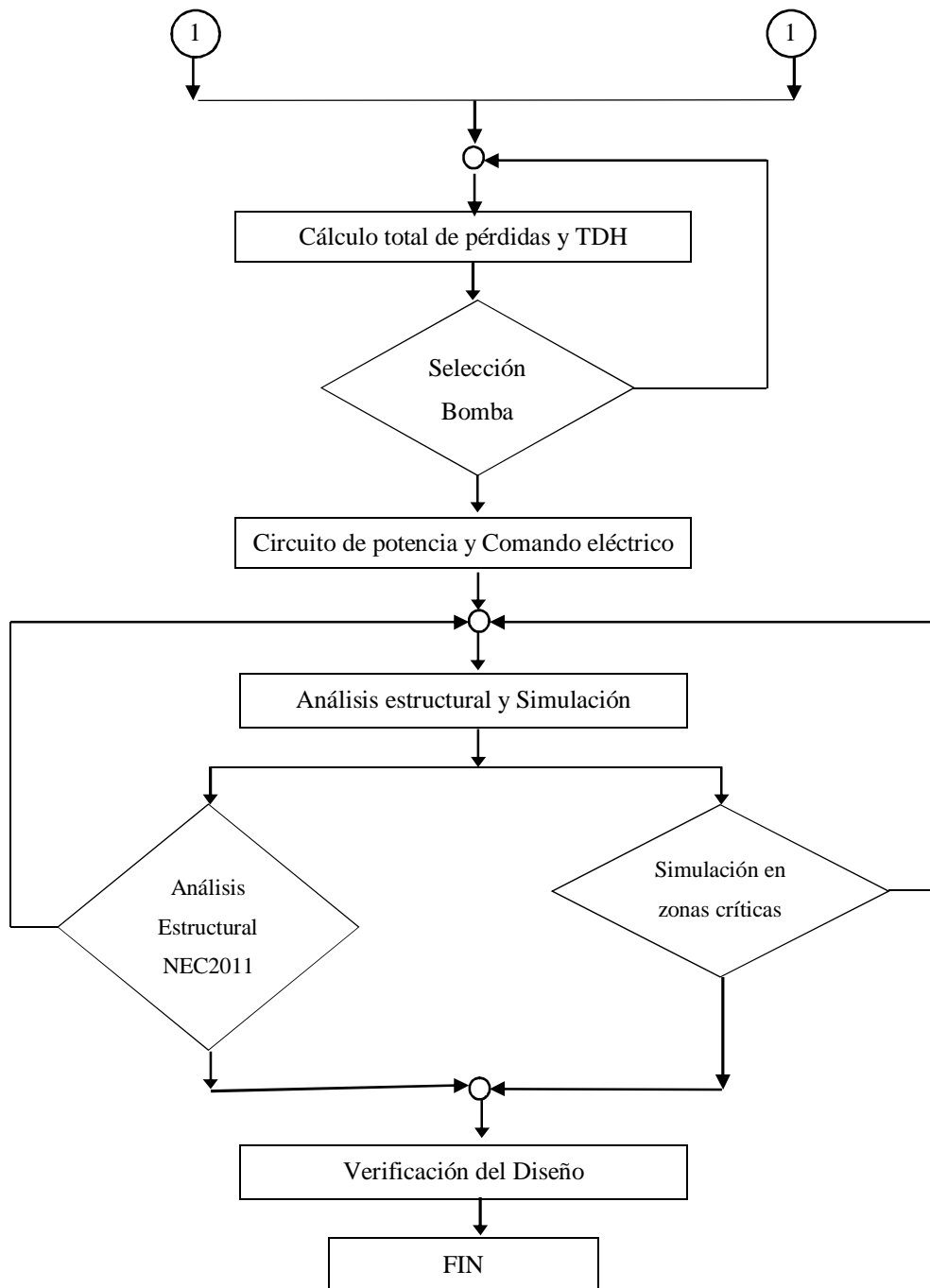
6.6 FUNDAMENTACIÓN

La presente propuesta se basa en la información recogida mediante los estudios de los ensayos ED y END así como de la matriz de criticidad realizada en el capítulo IV, en donde se manifiesta y se detecta las fallas de adherencia y los puntos en donde existen filtraciones de agua hacia el interior del bus.

La presente investigación se desarrollará bajo el siguiente diagrama de procesos

Gráfico 6.1: Diagrama de proceso.





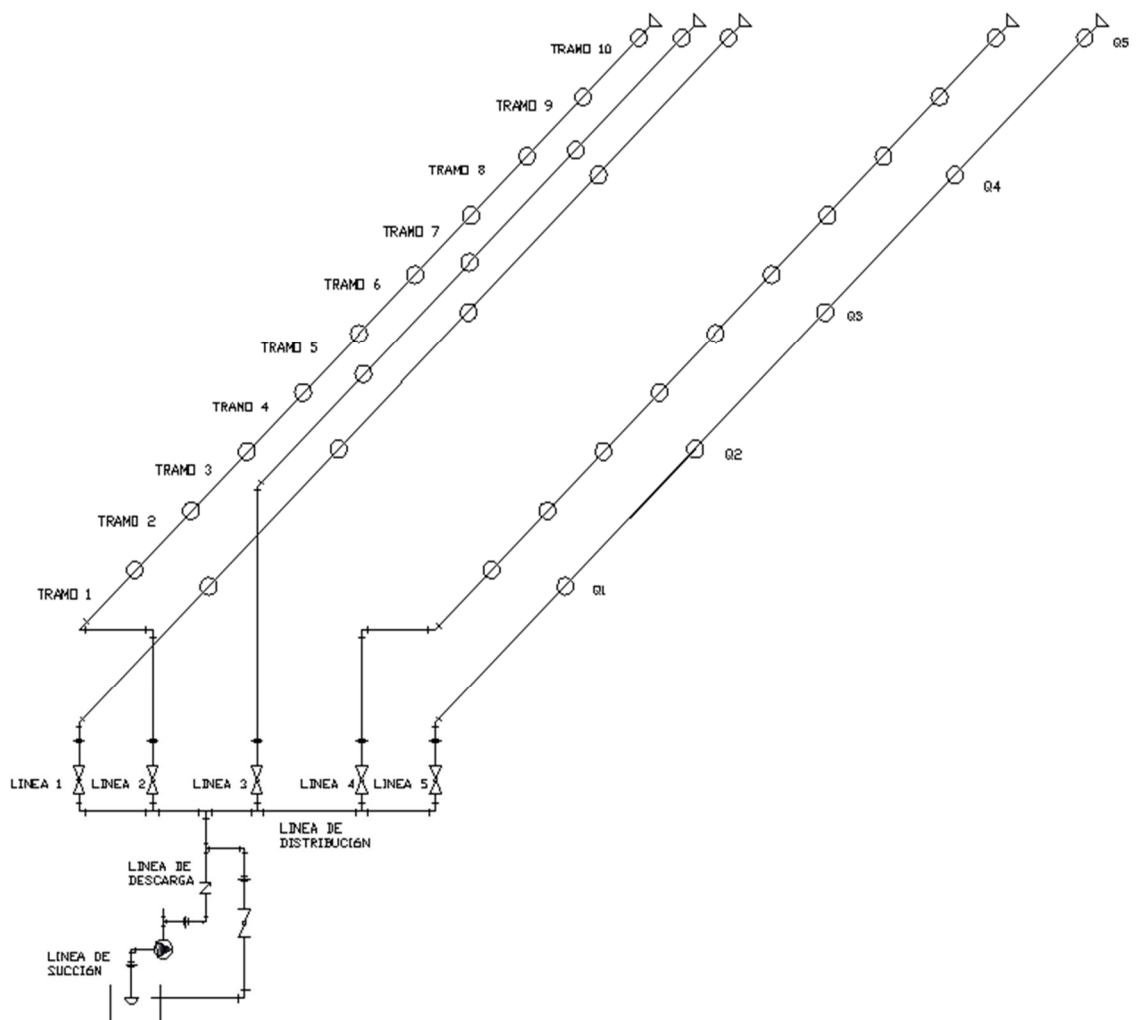
Fuente: Realizada por el Autor.

La propuesta se ha realizado según los siguientes parámetros de diseño:

El diseño del circuito hidráulico consta de 5 líneas de tubería cubriendo de esta forma la totalidad los puntos críticos y puntos de unión en donde existen filtraciones de agua, de la siguiente manera.

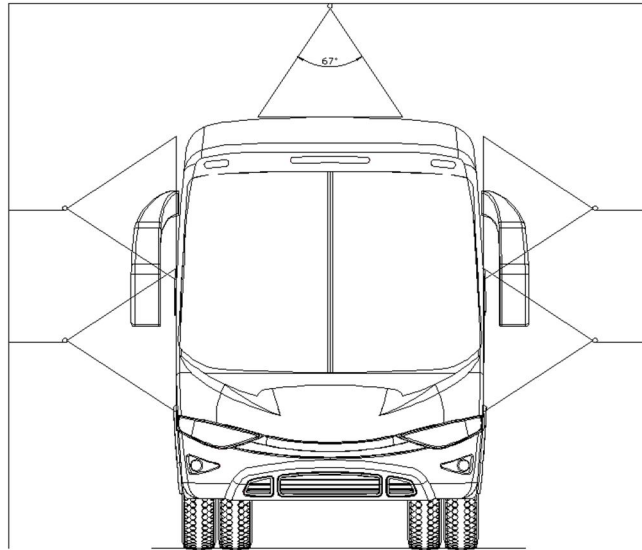
- 10 boquillas en las líneas 2,4 para cubrir las ventanas de cada lado, esto nos da un total de 20 boquillas.
- 5 boquillas en las líneas 1,5 para cubrir las cajuelas de cada lado, esto nos da un total de 10 boquillas.
- boquillas en la línea 3 para cubrir las claraboyas.
- Cantidad total de boquillas = 34

Figura 6.1: Diagrama Isométrico (Circuito Hidráulico).



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.2: Disposición de líneas (Circuito Hidráulico).



Fuente: Realizada por el Autor

6.6.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE ACCESORIOS.

6.6.1.1 Selección de Rociadores

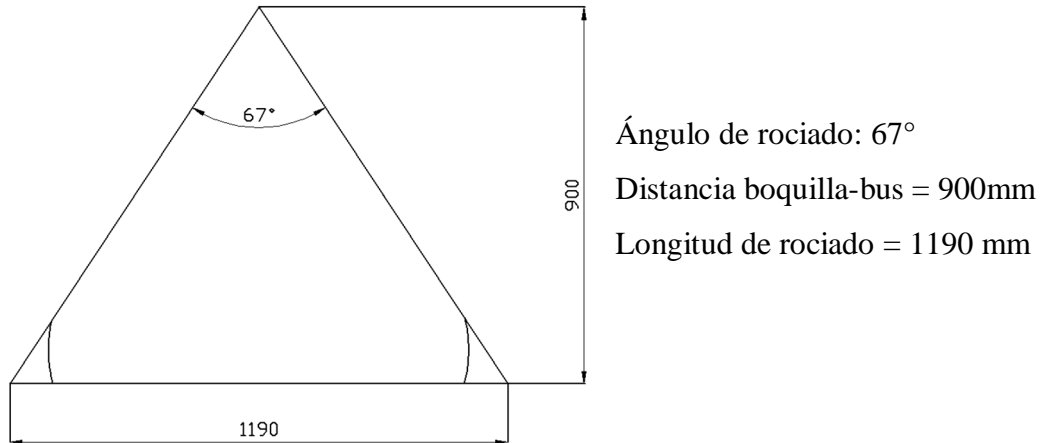
Se seleccionó el rociador ½ HH-25 del catálogo de la empresa Spray System:

Figura 6.3: Rociador seleccionado.

Inlet Conn. (in.)	Nozzle Type										Capacity Size	Orifice Dia. Nom. (in.)	Max. Free Passage Dia. (in.)	Flow Rate Capacity (gallons per minute)										Spray Angle (°)		
	Standard			Wall-Mount			Angle							5 psi	7 psi	10 psi	20 psi	40 psi	80 psi	100 psi	150 psi	7 psi	20 psi	80 psi		
	G	GG	H	HH	HF	GD	HD	GGD	GA	GGA																
1/8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	.031	.025	-	-	.10	.14	.19	.26	.29	.36	-	58	53		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.5	.044	.025	.11	.13	.15	.21	.28	.29	.43	.52	.52	67	59		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	.048	.040	.15	.17	.20	.28	.38	.52	.58	.70	.43	58	46		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	.063	.040	.22	.25	.30	.41	.57	.78	.87	1.0	.52	60	59		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3.5	.063	.050	.25	.30	.35	.48	.66	.91	1.0	1.2	.43	52	45		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3.9	.078	.040	.28	.33	.39	.54	.74	1.0	1.1	1.4	.77	84	79		
1/4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	.078	.050	.36	.42	.50	.68	.95	1.3	1.4	1.7	.52	62	59		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.1	.094	.050	.44	.52	.61	.84	1.2	1.6	1.8	2.1	.68	74	68		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.5	.094	.063	.47	.55	.65	.89	1.2	1.7	1.9	2.3	.45	58	46		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	.109	.063	.73	.85	1.0	1.4	1.9	2.6	2.9	3.5	.58	67	61		
3/8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12.5	.125	.063	.91	1.1	1.3	1.7	2.4	3.3	3.6	4.3	.68	74	68		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.5	.109	.094	.68	.81	.95	1.3	1.8	2.5	2.7	3.3	.45	58	46		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15	.141	.094	1.1	1.3	1.5	2.1	2.8	3.9	4.3	5.2	.64	67	61		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	.156	.109	1.5	1.7	2.0	2.8	3.8	5.2	5.8	7.0	.76	80	73		
1/2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	22	.188	.109	1.6	1.9	2.2	3.0	4.2	5.7	6.3	7.6	.87	91	82		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	.141	.125	1.2	1.4	1.6	2.2	3.0	4.2	4.6	5.6	.61	67	61		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	25	.188	.125	1.8	2.1	2.5	3.4	4.7	6.5	7.2	8.7	.64	67	61		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32	.203	.141	2.3	2.7	3.2	4.4	6.1	8.3	9.2	11.1	.72	75	68		
1/2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40	.250	.141	2.9	3.4	4.0	5.3	7.6	10.4	11.5	13.9	.88	91	83		
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	50	.266	.156	3.6	4.2	5.0	6.9	9.5	13.0	14.4	17.4	.91	94	86		

Fuente: Catálogo Spray System

- Diámetro nominal del orificio: 0.188"
- Diámetro máximo de paso libre: 0.125"
- Presión de trabajo: 20Psi
- Caudal $Q = 3.4 \text{ gpm} = 12.87 \text{ lts/min}$



Longitud total del bus aprox. = 12140 mm

$$\text{Cantidad máxima de boquillas} = \frac{\text{Longitud total del bus}}{\text{Longitud de rociado}} \quad \text{Ec. 6.1}$$

$$\text{Cantidad máxima de boquillas} = \frac{12140 \text{ mm}}{1190 \text{ mm}} = 10.2 \cong 10$$

$$Q_{TOTAL} = \text{Cantidad Total de boquillas} \times Q \quad \text{Ec. 6.2}$$

$$Q_{TOTAL} = 10 \times 12.87 \text{ lts/min}$$

$$Q_{TOTAL} = 128.7 \text{ lts /min} \cong 0.0073 \text{ m}^3/\text{seg}$$

6.6.1.2 Cálculo del diámetro de la Tubería

Velocidades recomendadas para conducción de diversos fluidos en tuberías.

Tabla 6.1: Velocidad máxima permisible.

Fluido a conducir	Vel. Máx. (m/s)	Vel. Máx. (pies/s)
Líquidos	4	12
Aire y otros gases de una sola tasa	5	15
Vapor húmedo a baja presión	50	150
Vapor a presión mayor de 25 Psi	65	200
Vapor sobrecalentado por arriba de los 15 °C	100	300

Fuente: Manual del ingeniero de planta tomo III

Velocidad máxima permisible = 4 m/seg

$$A = \frac{Q}{v} \quad \text{Ec. 6.3}$$
$$A = \frac{0.0073 \frac{m^3}{seg}}{4 \frac{m}{seg}} = 0.00183 m^2$$

$$\text{Área de la tubería} = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

En donde el Diámetro de la tubería de descarga es:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} \quad \text{Ec. 6.4}$$
$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.00183 m^2}{\pi}} = 0.048 m \cong 48.18 mm$$

Considerando que el cálculo se realizó con la velocidad máxima permisible se utilizará una tubería de 2 plg (50.8 mm) puesto que es la existente en el mercado y la que más se acerca.

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \times D \times v}{\mu} \quad \text{Ec 6.5}$$

Dónde:

D: Diámetro de la tubería [m]

ρ : Densidad del fluido [$\frac{Kg}{m^3}$] (Ver anexo)

μ : Viscosidad [$\frac{N.seg}{m^2}$] (Ver anexo)

v: Velocidad [$\frac{m}{seg}$]

$$Re = \frac{1000 \frac{Kg}{m^3} \times 0.0508 \text{ m} \times 4 \frac{m}{seg}}{1.30 \times 10^{-3} \frac{N.seg}{m^2}} = 156307.69$$

Re > 2000 Turbulento

Re = 156307.69 Turbulento

6.6.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS

6.6.2.1 Cálculo de Pérdidas Primarias o por Fricción

Para el cálculo de pérdidas primarias o por fricción se utilizó el método de pérdidas longitudinales, ayudándonos del catálogo Goulds Pumps para encontrar las pérdidas en cada tramo. (Ver anexo A-1)

a) Pérdida en la línea de succión

La pérdida (h) obtenida mediante la tabla goulds pumps está dada por cada 100 pies, este dato se obtiene entrando desde la izquierda con el caudal Q [gpm] y con la parte superior con el diámetro de la tubería D [plg]

El (h) obtenido es la pérdida por cada 100 pies, pero el tramo de la línea de succión es de 8 pies por consiguiente la ecuación a utilizar en todos los tramos del circuito es:

$$h = \frac{h_{\text{obtenido}} \times \text{longitud del tramo}}{100} \text{ [pies]} \quad \text{Ec. 6.6}$$

Diámetro de la tubería = $2\frac{1}{2}$ plg

$Q = Q_{\text{TOTAL}} = 115.6$ gpm

$h_{\text{obtenido}} = 9.7$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

$$h_{\text{LINEA SUCCIÓN}} = \frac{9.7 \times 8}{100} = 0.77 \text{ pies}$$

b) Pérdida en la línea de descarga

Siguiendo el mismo proceso anterior y de aquí en adelante para todos los tramos y líneas, tenemos:

Diámetro de la tubería = 2plg

$Q = Q_{\text{TOTAL}} = 115.6$ gpm

$h_{\text{obtenido}} = 23.8$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{LINEA DESCARGA}} = \frac{23.8 \times 7}{100} = 1.67 \text{ pies}$$

c) Pérdidas en la línea de distribución

Siguiendo el mismo proceso anterior y de aquí en adelante para todos los tramos y líneas, tenemos:

Diámetro de la tubería = 2plg

$Q = 115.6$ gpm

Longitud del tramo = 13pies

$h_{\text{obtenido}} = 23.8$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{LINEA DISTRIBUCIÓN}} = \frac{23.8 \times 13}{100} = 3.1 \text{ pies}$$

d) Pérdidas en la línea 1

El diámetro de la tubería de las líneas 1, 2, 3, 4 y 5 se reduce a $1\frac{1}{2}$ plg con el fin de aumentar la velocidad del fluido.

Tramo 1

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

$Q_1 = 3.4$ gpm x 5 rociadores = 17 gpm

Longitud del tramo = 13pies

$h_{\text{obtenido}} = 2.23$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_1 = \frac{2.23 \times 10}{100} = 0.22 \text{ pies}$$

Tramo 2

$Q_2 = 3.4$ gpm x 4 rociadores = 13.6 gpm

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

Longitud del tramo = 4.5 pies

$h_{\text{obtenido}} = 1.47$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_2 = \frac{1.47 \times 4.5}{100} = 0.06 \text{ pies}$$

Tramo 3

$$Q_3 = 3.4 \text{ gpm} \times 3 \text{ rociadores} = 10.2 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 11.5 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 0.86 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_3 = \frac{0.86 \times 11.5}{100} = 0.1 \text{ pies}$$

Tramo 4

$$Q_4 = 3.4 \text{ gpm} \times 2 \text{ rociadores} = 6.8 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 7.3 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 0.42 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_4 = \frac{0.42 \times 7.3}{100} = 0.03 \text{ pies}$$

Tramo 5

La pérdida en el último tramo de la línea 1 (Q_5) es despreciable puesto que para un $Q_5=3.4$ gpm que pase por una tubería de Diámetro = $1\frac{1}{2}$ plg se considera un $h_5=0$.

$$\mathbf{h_{\text{LINEA 1}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}$$

Ec. 6.7

$$h_{\text{LINEA 1}} = (0.22+0.06+0.1+0.03+0) \text{ pies}$$

$$h_{\text{LINEA 1}} = 0.41 \text{ pies}$$

e) Pérdidas en la línea 2

Tramo 1

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

$Q_1 = 3.4 \text{ gpm} \times 10 \text{ rociadores} = 34 \text{ gpm}$

Longitud del tramo = 16.35 pies

$h_{\text{obtenido}} = 7.95 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_1 = \frac{7.95 \times 16.35}{100} = 1.3 \text{ pies}$$

Tramo 2

$Q_2 = 3.4 \text{ gpm} \times 9 \text{ rociadores} = 30.6 \text{ gpm}$

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

Longitud del tramo = 3.5 pies

$h_{\text{obtenido}} = 6.5 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_2 = \frac{6.5 \times 3.5}{100} = 0.23 \text{ pies}$$

Tramo 3

$Q_3 = 3.4 \text{ gpm} \times 8 \text{ rociadores} = 27.2 \text{ gpm}$

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

Longitud del tramo = 3.6 pies

$h_{\text{obtenido}} = 5.26 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_3 = \frac{5.26 \times 3.6}{100} = 0.19 \text{ pies}$$

Tramo 4

$$Q_4 = 3.4 \text{ gpm} \times 7 \text{ rociadores} = 23.8 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.65 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 4.11 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_4 = \frac{4.11 \times 3.65}{100} = 0.15 \text{ pies}$$

Tramo 5

$$Q_5 = 3.4 \text{ gpm} \times 6 \text{ rociadores} = 20.4 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.55 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 3.1 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_5 = \frac{3.1 \times 3.55}{100} = 0.11 \text{ pies}$$

Tramo 6

$$Q_6 = 3.4 \text{ gpm} \times 5 \text{ rociadores} = 17 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.6 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 2.23 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_6 = \frac{2.23 \times 3.6}{100} = 0.08 \text{ pies}$$

Tramo 7

$$Q_7 = 3.4 \text{ gpm} \times 4 \text{ rociadores} = 13.6 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.4 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 1.47 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_7 = \frac{1.47 \times 3.4}{100} = 0.05 \text{ pies}$$

Tramo 8

$$Q_8 = 3.4 \text{ gpm} \times 3 \text{ rociadores} = 10.2 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.5 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 0.86 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_8 = \frac{0.86 \times 3.5}{100} = 0.03 \text{ pies}$$

Tramo 9

$$Q_9 = 3.4 \text{ gpm} \times 2 \text{ rociadores} = 6.8 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 4.7 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 0.42 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_9 = \frac{0.42 \times 4.7}{100} = 0.02 \text{ pies}$$

Tramo 10

La pérdida en el último tramo de la línea 2 (Q_{10}) es despreciable puesto que para un $Q_{10}=3.4$ gpm que pase por una tubería de Diámetro = $1\frac{1}{2}$ plg se considera un $h_{10}=0$.

Utilizando la Ec. 6.7

$$\mathbf{h_{LINEA 2} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 + h_{10}}$$
$$h_{LINEA 2} = (1.3+0.23+0.19+0.15+0.11+0.08+0.05+0.03+0.02) \text{ pies}$$
$$h_{LINEA 2} = 2.16 \text{ pies}$$

f) Pérdidas en la línea 3

Tramo 1

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

$Q_1 = 3.4$ gpm x 4 rociadores = 13.6 gpm

Longitud del tramo = 17.7 pies

$h_{\text{obtenido}} = 1.47$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_1 = \frac{1.47 \times 17.7}{100} = 0.26 \text{ pies}$$

Tramo 2

$Q_2 = 3.4$ gpm x 3 rociadores = 10.2 gpm

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

Longitud del tramo = 11.7pies

$h_{\text{obtenido}} = 0.86$ pies, interpolando (Ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_2 = \frac{0.86 \times 11.7}{100} = 0.1 \text{ pies}$$

Tramo 3

$$Q_3 = 3.4 \text{ gpm} \times 2 \text{ rociadores} = 6.8 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 12 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 0.42 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_3 = \frac{0.42 \times 12}{100} = 0.05 \text{ pies}$$

Tramo 4

La pérdida en el último tramo de la línea 3 (Q_4) es despreciable puesto que para un $Q_4=3.4$ gpm que pase por una tubería de Diámetro = $1\frac{1}{2}$ plg se considera un $h_4=0$.

Utilizando la Ec. 6.7

$$\mathbf{h_{\text{LINEA 3}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4}$$

$$h_{\text{LINEA 3}} = (0.26+0.1+0.05+0) \text{ pies}$$

$$h_{\text{LINEA 3}} = 0.41 \text{ pies}$$

g) Pérdidas en la línea 4

Tramo 1

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$Q_1 = 3.4 \text{ gpm} \times 10 \text{ rociadores} = 34 \text{ gpm}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 16.35 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 7.95 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_1 = \frac{7.95 \times 16.35}{100} = 1.3 \text{ pies}$$

Tramo 2

$$Q_2 = 3.4 \text{ gpm} \times 9 \text{ rociadores} = 30.6 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.5 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 6.5 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_2 = \frac{6.5 \times 3.5}{100} = 0.23 \text{ pies}$$

Tramo 3

$$Q_3 = 3.4 \text{ gpm} \times 8 \text{ rociadores} = 27.2 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.6 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 5.26 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_3 = \frac{5.26 \times 3.6}{100} = 0.19 \text{ pies}$$

Tramo 4

$$Q_4 = 3.4 \text{ gpm} \times 7 \text{ rociadores} = 23.8 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.65 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 4.11 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_4 = \frac{4.11 \times 3.65}{100} = 0.15 \text{ pies}$$

Tramo 5

$$Q_5 = 3.4 \text{ gpm} \times 6 \text{ rociadores} = 20.4 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.55 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 3.1 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_5 = \frac{3.1 \times 3.55}{100} = 0.11 \text{ pies}$$

Tramo 6

$$Q_6 = 3.4 \text{ gpm} \times 5 \text{ rociadores} = 17 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.6 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 2.23 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_6 = \frac{2.23 \times 3.6}{100} = 0.08 \text{ pies}$$

Tramo 7

$$Q_7 = 3.4 \text{ gpm} \times 4 \text{ rociadores} = 13.6 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.4 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 1.47 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_7 = \frac{1.47 \times 3.4}{100} = 0.05 \text{ pies}$$

Tramo 8

$$Q_8 = 3.4 \text{ gpm} \times 3 \text{ rociadores} = 10.2 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 3.5 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 0.86 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_8 = \frac{0.86 \times 3.5}{100} = 0.03 \text{ pies}$$

Tramo 9

$$Q_9 = 3.4 \text{ gpm} \times 2 \text{ rociadores} = 6.8 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 4.7 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 0.42 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_9 = \frac{0.42 \times 4.7}{100} = 0.02 \text{ pies}$$

Tramo 10

La pérdida en el último tramo de la línea 2 (Q_{10}) es despreciable puesto que para un $Q_{10}=3.4 \text{ gpm}$ que pase por una tubería de Diámetro = $1\frac{1}{2} \text{ plg}$ se considera un $h_{10}=0$.

Utilizando la Ec. 6.7

$$\mathbf{h_{\text{LINEA 4}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 + h_{10}}$$

$$h_{\text{LINEA 4}} = (1.3+0.23+0.19+0.15+0.11+0.08+0.05+0.03+0.02) \text{ pies}$$

$$h_{\text{LINEA 4}} = 2.16 \text{ pies}$$

h) Pérdidas en la línea 5

Tramo 1

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

$Q_1 = 3.4 \text{ gpm} \times 5 \text{ rociadores} = 17 \text{ gpm}$

Longitud del tramo = 13 pies

$h_{\text{obtenido}} = 2.23 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_1 = \frac{2.23 \times 10}{100} = 0.22 \text{ pies}$$

Tramo 2

$Q_2 = 3.4 \text{ gpm} \times 4 \text{ rociadores} = 13.6 \text{ gpm}$

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

Longitud del tramo = 4.5 pies

$h_{\text{obtenido}} = 1.47 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_2 = \frac{1.47 \times 4.5}{100} = 0.06 \text{ pies}$$

Tramo 3

$Q_3 = 3.4 \text{ gpm} \times 3 \text{ rociadores} = 10.2 \text{ gpm}$

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

Longitud del tramo = 11.5 pies

$h_{\text{obtenido}} = 0.86 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_3 = \frac{0.86 \times 11.5}{100} = 0.1 \text{ pies}$$

Tramo 4

$$Q_4 = 3.4 \text{ gpm} \times 2 \text{ rociadores} = 6.8 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$\text{Longitud del tramo} = 7.3 \text{ pies}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 0.42 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_4 = \frac{0.42 \times 7.3}{100} = 0.03 \text{ pies}$$

Tramo 5

La pérdida en el último tramo de la línea 1 (Q_5) es despreciable puesto que para un $Q_5=3.4$ gpm que pase por una tubería de Diámetro = $1\frac{1}{2}$ plg se considera un $h_5=0$.

Utilizando la Ec. 6.7

$$h_{\text{LINEA 5}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

$$h_{\text{LINEA 5}} = (0.22+0.06+0.1+0.03+0) \text{ pies}$$

$$h_{\text{LINEA 5}} = 0.41 \text{ pies}$$

i) Pérdidas primarias o por fricción en el circuito hidráulico

$$h_{\text{TOTAL FRICCIÓN}} = h_{\text{LINEA SUCCIÓN}} + h_{\text{LINEA DESCARGA}} + h_{\text{LINEA DISTRIBUCION}} + h_{\text{LINEA 1}} + h_{\text{LINEA 2}} + h_{\text{LINEA 3}} + h_{\text{LINEA 4}} + h_{\text{LINEA 5}} \quad \text{Ec. 6.8}$$

$$h_{\text{TOTAL FRICCIÓN}} = (0.77+1.67+3.1+0.41+2.16+0.41+2.16+0.41) \text{ pies}$$

$$h_{\text{TOTAL FRICCIÓN}} = 11.1 \text{ pies} = 3.38 \text{ m}$$

6.6.2.2 Cálculos de Pérdidas Secundarias o de Accesorios

Para el cálculo de pérdidas secundarias se utilizó el método de longitud de tubería equivalente utilizando el Nomograma de pérdida de carga secundaria de la firma Gould Pumps, U.S.A. en accesorios de tubería para agua. (Ver anexo A-2)

a) Pérdidas en la línea de succión

La siguiente tabla muestra los accesorios que intervienen en la línea de descarga junto con la L_e del accesorio. (Ver anexo A-2)

Tabla 6.2: Longitudes equivalentes en la línea de descarga.

ACCESORIOS	Le del Accesorio (m)	Le (m)
1 Válvula de pie con colador	6	6
1 Unión Universal	1,4	1,4
1 Codo 2.5 plg (curva brusca)	1,8	1,8
Le de accesorios		9,2

Fuente: Realizada por el Autor.

Longitud de la tubería de distribución (aprox) = 2.5 m = 8 pies

$$L_e \text{ TOTAL} = L_e \text{ de accesorios} + \text{Longitud de la tubería} \quad \text{Ec. 6.9}$$

$$L_e \text{ TOTAL} = (9.2+8) \text{ m} = 17.2 \text{ m} = 56.43 \text{ pies}$$

$Q = 115.6 \text{ gpm}$

Diámetro de la tubería = $2\frac{1}{2}$ plg

$h_{\text{obtenido}} = 9.7 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{distribución}} = \frac{9.7 \times 56.43}{100} = 5.47 \text{ pies} = 1.67 \text{ m}$$

b) Pérdidas en la línea de descarga

La siguiente tabla muestra los accesorios que intervienen en la línea de descarga junto con la L_e del accesorio. (Ver anexo A-2)

Tabla 6.3: Longitudes equivalentes en la línea de descarga.

ACCESORIOS	L_e del Accesorio (m)	L_e (m)
1 Codo 2 plg (curva brusca)	1,4	1,4
2 Tee (2 x 2 x 2) plg	3,3	6,6
1 Tee (1,5 x 1,5 x 2) plg	3,3	3,3
1 Unión Universal 2 plg	1	1
1 Válvula Check (Válvula de retención)	3,6	3,6
L_e de accesorios		15,9

Fuente: Realizada por el Autor.

Longitud de la tubería de descarga (aprox) = 2 m

Utilizando la Ec. 6.9

$$L_e \text{ TOTAL} = (15.9 + 2) \text{ m} = 17.9 \text{ m} = 58.73 \text{ pies}$$

$$Q = Q_{\text{TOTAL}} = 115.6 \text{ gpm}$$

Diámetro de la tubería = 2 plg

$h_{\text{obtenido}} = 23.8$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{descarga}} = \frac{23.8 \times 58.73}{100} = 13.97 \text{ pies} = 4.26 \text{ m}$$

c) Pérdidas en la línea de distribución

La siguiente tabla muestra los accesorios que intervienen en la línea de distribución junto con la L_e del accesorio. (Ver anexo A-2)

Tabla 6.4: Longitudes equivalentes en la línea de distribución.

ACCESORIOS	Le del Accesorio (m)	Le (m)
3 Tee (2 x 2 x 1/2) plg	3,3 m	9,9
2 Codos 2-1/2 plg (estrachamiento 3/4)	0,28 m	0,56
Le de accesorios		10,46

Fuente: Realizada por el Autor.

Longitud de la tubería de distribución (aprox) = 4 m = 13 pies

Utilizando la Ec. 6.9

$$L_e \text{ TOTAL} = (10.46 + 4) \text{ m} = 14.46 \text{ m} = 47.44 \text{ pies}$$

$$Q = 115.6 \text{ gpm}$$

Diámetro de la tubería = 2 plg

$h_{\text{obtenido}} = 23.8$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{distribución}} = \frac{23.8 \times 47.44}{100} = 11.3 \text{ pies} = 3.44 \text{ m}$$

d) Pérdidas en la línea 1

La siguiente tabla muestra los accesorios que intervienen en la línea 1 junto con la L_e del accesorio. (Ver anexo A-2)

Tabla 6.5: Longitudes equivalentes en la línea 1.

ACCESORIOS	Le del Accesorio (m)	Le (m)
1 Válvula de bola	14	14
2 Uniones Universales	0,8	1,6
1 Codo 1/2 plg (curva brusca)	1	1
Le de accesorios		16,6

Fuente: Realizada por el Autor.

Longitud de la tubería línea 1 (aprox) = 13.5 m = 44.3 pies

Utilizando la Ec. 6.9

$$L_e \text{ TOTAL} = (16.6 + 13.5) \text{ m} = 30.1 \text{ m} = 98.75 \text{ pies}$$

$Q = 17 \text{ gpm}$

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

$h_{\text{obtenido}} = 2.23 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{línea 1}} = \frac{2.23 \times 98.75}{100} = 2.20 \text{ pies} = 0.67 \text{ m}$$

e) Pérdidas en la línea 2

La siguiente tabla muestra los accesorios que intervienen en la línea 2 junto con la L_e del accesorio. (Ver anexo A-2)

Tabla 6.6: Longitudes equivalentes en la línea 2.

ACCESORIOS	Le del Accesorio (m)	Le (m)
1 Válvula de bola	14	14
2 Uniones Universales	0,8	1,6
2 Codos 1/2 plg (curva brusca)	1	2
Le de accesorios		17,6

Fuente: Realizada por el Autor.

Longitud de la tubería línea 2 (aprox) = 15 m = 49.21 pies

Utilizando la Ec. 6.9

$$L_e \text{ TOTAL} = (17.6 + 15) \text{ m} = 32.6 \text{ m} = 106.96 \text{ pies}$$

$Q = 34 \text{ gpm}$

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

$h_{\text{obtenido}} = 7.95$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{línea 2}} = \frac{7.95 \times 106.96}{100} = 8.5 \text{ pies} = 2.6 \text{ m}$$

f) Pérdidas en la línea 3

La siguiente tabla muestra los accesorios que intervienen en la línea 3 junto con la L_e del accesorio. (Ver anexo A-2)

Tabla 6.7: Longitudes equivalentes en la línea 3.

ACCESORIOS	Le del Accesorio (m)	Le (m)
1 Válvula de bola	14	14
2 Uniones Universales	0,8	1,6
1 Codo 1/2 plg (curva brusca)	1	1
Le de accesorios		16,6

Fuente: Realizada por el Autor.

Longitud de la tubería línea 3 (aprox) = 16.5 m = 54.13 pies

Utilizando la Ec. 6.9

$$L_e \text{ TOTAL} = (16.6 + 16.5) \text{ m} = 33.1 \text{ m} = 108.6 \text{ pies}$$

$Q = 13.6$ gpm

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2}$ plg

$h_{\text{obtenido}} = 1.47$ pies, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{línea 3}} = \frac{1.47 \times 108.6}{100} = 1.6 \text{ pies} = 0.49 \text{ m}$$

g) Pérdidas en la línea 4

La siguiente tabla muestra los accesorios que intervienen en la línea 4 junto con la L_e del accesorio. (Ver anexo A-2)

Tabla 6.8: Longitudes equivalentes en la línea 4.

ACCESORIOS	Le del Accesorio (m)	Le (m)
1 Válvula de bola	14	14
2 Uniones Universales	0,8	1,6
2 Codos 1/2 plg (curva brusca)	1	2
Le de accesorios		17,6

Fuente: Realizada por el Autor.

Longitud de la tubería línea 4 (aprox) = 15 m = 49.21 pies

Utilizando la Ec. 6.9

$$L_e \text{ TOTAL} = (17.6 + 15) \text{ m} = 32.6 \text{ m} = 106.96 \text{ pies}$$

$Q = 34 \text{ gpm}$

Diámetro de la tubería = $1\frac{1}{2} \text{ plg}$

$h_{\text{obtenido}} = 7.95 \text{ pies}$, interpolando (ver anexo A-1)

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{línea 4}} = \frac{7.95 \times 106.96}{100} = 8.5 \text{ pies} = 2.6 \text{ m}$$

h) Pérdidas en la línea 5

La siguiente tabla muestra los accesorios que intervienen en la línea 5 junto con la L_e del accesorio. (Ver anexo A-2)

Tabla 6.9: Longitudes equivalentes en la línea 5.

ACCESORIOS	Le del Accesorio (m)	Le (m)
1 Válvula de bola	14	14
2 Uniones Universales	0,8	1,6
1 Codo 1/2 plg (curva brusca)	1	1
Le de accesorios		16,6

Fuente: Realizada por el Autor.

Longitud de la tubería línea 5 (aprox) = 13.5 m = 44.3 pies

Utilizando la Ec. 6.9

$$L_e \text{ TOTAL} = (16.6 + 13.5) \text{ m} = 30.1 \text{ m} = 98.75 \text{ pies}$$

$$Q = 17 \text{ gpm}$$

$$\text{Diámetro de la tubería} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

$$h_{\text{obtenido}} = 2.23 \text{ pies, interpolando (ver anexo A-1)}$$

Utilizando la Ec. 6.6

$$h_{\text{línea 5}} = \frac{2.23 \times 98.75}{100} = 2.20 \text{ pies} = 0.67 \text{ m}$$

i) Pérdidas secundarias o de accesorios en el circuito hidráulico.

$$\mathbf{H_{\text{TOTAL SECUNDARIA}} = h_{\text{LINEA SUCCIÓN}} + h_{\text{LINEA DESCARGA}} + h_{\text{LINEA DISTRIBUCION}} + h_{\text{LINEA 1}} + h_{\text{LINEA 2}} + h_{\text{LINEA 3}} + h_{\text{LINEA 4}} + h_{\text{LINEA 5}} \quad \mathbf{Ec. 6.10}}$$

$$h_{\text{TOTAL SECUNDARIA}} = (1.67+13.97+11.3+2.20+8.5+1.6+8.5+2.20) \text{ pies}$$

$$h_{\text{TOTAL SECUNDARIA}} = 49.94 \text{ pies} = 15.22 \text{ m}$$

6.6.3 CÁLCULO TOTAL DE PÉRDIDAS Y TDH

6.6.3.1 Cálculo de Pérdidas en el Circuito

$$h_{\text{TOTAL}} = h_{\text{TOTAL FRICCIÓN}} + h_{\text{TOTAL SECUNDARIA}} + 10\% (h_{\text{TOTAL FRICCIÓN}} + h_{\text{TOTAL SECUNDARIA}}) \quad \text{Ec. 6.11}$$

Dónde:

$$10\% (h_{\text{TOTAL FRICCIÓN}} + h_{\text{TOTAL SECUNDARIA}}) = \text{factor de seguridad}$$

$$h_{\text{TOTAL}} = [3.38 + 15.22 + 0.1(3.38 + 15.22)] \text{ m.c.a}$$

$$h_{\text{TOTAL}} = 20.46 \text{ m.c.a}$$

6.6.3.2 Cálculo del TDH (Total Dynamic Head)

$$\text{TDH} = h_g + h_{\text{TOTAL}} \quad \text{Ec. 6.12}$$

Dónde:

h_g = altura estática

h_{TOTAL} = Pérdidas en el circuito.

$$\text{TDH} = (6 + 20.46) \text{ m.c.a}$$

$$\text{TDH} = 26.46 \text{ m.c.a}$$

6.6.4 SELECCIÓN DE LA BOMBA

Para efectos de lograr un buen ángulo de rociado se considera la presión dada por el fabricante del rociador seleccionado que es de 20 Psi en cada una.

$$\text{HP} = \frac{Q \times P \text{ (mca)}}{75 \times n \text{ (\%/100)}} \quad \text{Ec. 6.13}$$

Datos:

$$Q = 115.6 \text{ gpm} = 7.3 \text{ [lts/seg]}$$

$$P_{\text{rociador}} = 20 \text{ Psi} = 14.06 \text{ [m.c.a]}$$

$$= 67\%$$

$$HP = \frac{7.3 \frac{\text{lts}}{\text{seg}} \times [14.06(\text{mca}) + 26.46(\text{mca})]}{75 \times 0.67}$$

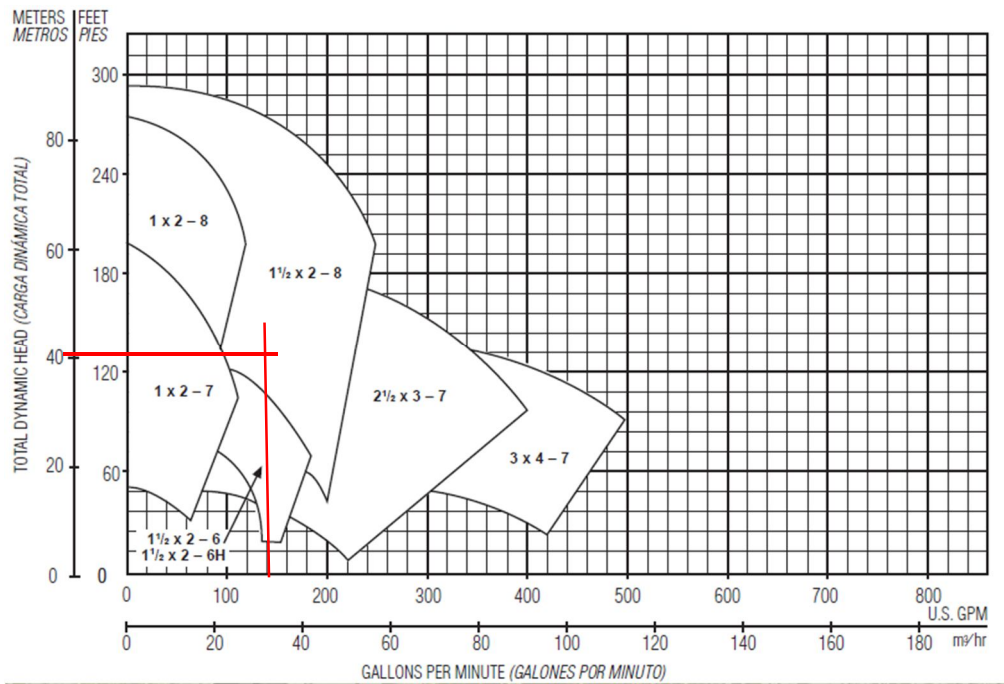
$$HP = 5.9$$

Para la selección de la bomba del catálogo Goulds Pumps se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

$$P = [14.06 + 26.46] \text{ m.c.a} = 40.52 \cong 41 \text{ m.c.a}$$

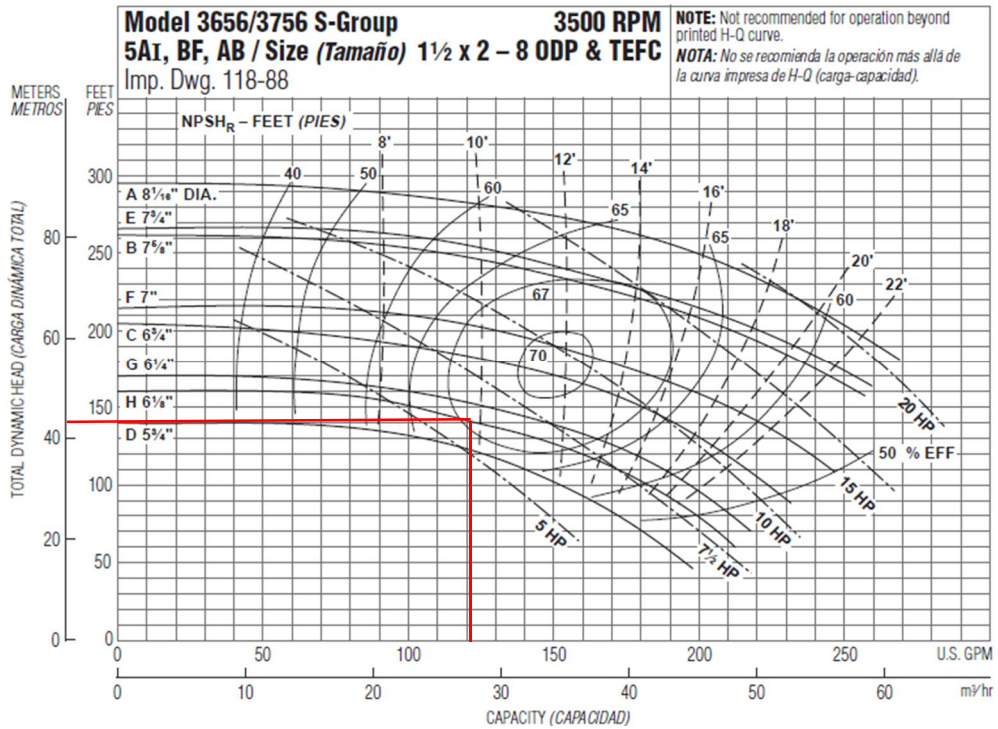
$$Q = 115.6 \text{ gpm} \cong 120 \text{ gpm}$$

Figura 6.4: Curvas de desempeño.



Fuente: Catálogo Goulds Pumps.

Figura 6.5: Curvas de desempeño.



Fuente: Catálogo Goulds Pumps.

De esta forma la bomba seleccionada será Model 3656/3756 S-Group, 1½x2-8, 3500 RPM de 7½ HP.

6.6.5 CIRCUITO DE POTENCIA Y COMANDO ELÉCTRICO.

Para la selección correcta de los diferentes componentes electromecánicos que conforman tanto el circuito de potencia como el mando eléctrico es necesario el cálculo de corriente a la cual va a trabajar dicho sistema.

Para este cálculo se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones que son proporcionadas a partir del motor de la bomba.

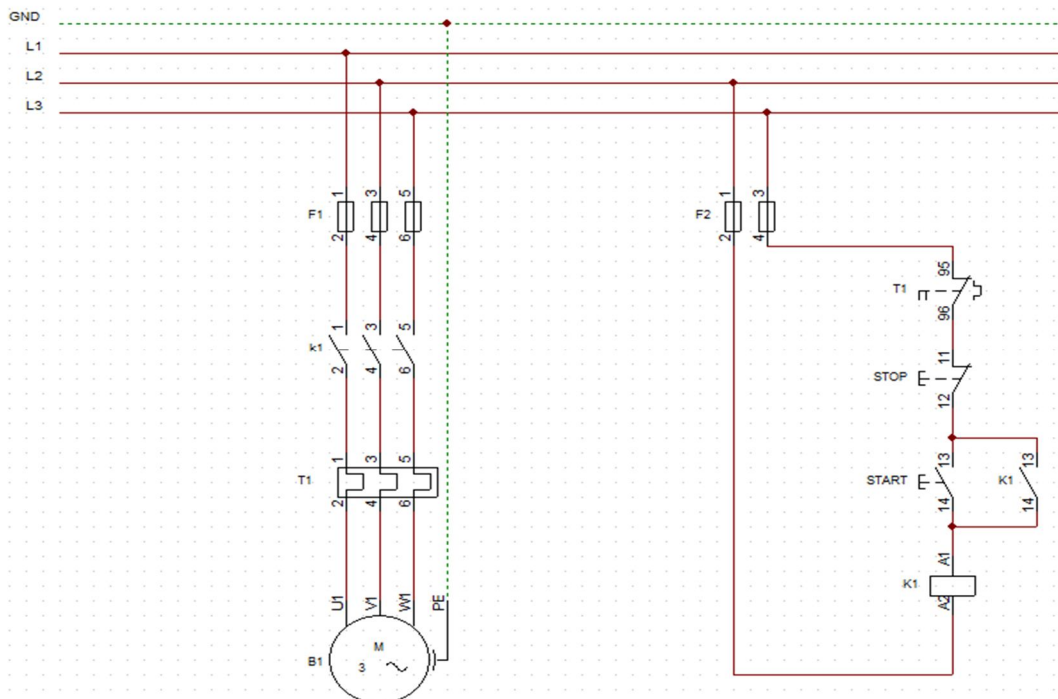
Datos:

- Potencia = 4 HP; 3KW
- Voltaje = 220 V
- Número de fases = Trifásico
- Factor de potencia ($\cos \phi$) = 0.9
- Frecuencia = 60 Hz

Por ser un motor trifásico se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P (W)}{V \times \sqrt{3} \times \cos \phi} \quad \text{Ec. 6.14}$$
$$I = \frac{4 \times 746}{220 \times \sqrt{3} \times 0.9}$$
$$I = 8.7 \text{ Amperios}$$

Figura 6.6: Esquema del circuito de potencia y comando eléctrico.



Fuente: Realizada por el Autor.

6.6.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SIMULACIÓN

6.6.6.1 Análisis Estructural mediante NEC 2011

El montaje del circuito hidráulico será sobre una estructura que ya cuenta la empresa, motivo por el cual se debe hacer un análisis estructural bajo un software de simulación de esfuerzos y desplazamientos, datos que confirmaran si la estructura presta las garantías necesarias para utilizarla como medio de montaje.

Para el análisis estructural se ha tomado como referencia la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC2011-CAP1, NEC2011-CAP2, así como el Código Ecuatoriano de la Construcción 2002 para establecer las cargas mínimas permanentes y accidentales a considerar en el cálculo y verificación del desempeño de la estructura autoportante.

El método para llevar a cabo dicho análisis es el de las combinaciones de cargas utilizando el diseño por resistencia (LRFD).

“La estructura deberá comprobar de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, de acuerdo a las siguientes combinaciones” (NEC2011-CAP1, 2002, p.13)

1. $1.4 D$
2. $1.2 D + 1.6 L + 0.5 (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
3. $1.2 D + 1.6 (L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (L \text{ o } 0.5W)$
4. $1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
5. $1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$
6. $0.9 D + 1.0 W$
7. $0.9 D + 1.0 E$

SÍMBOLOS Y NOTACIÓN

D = carga permanente o muerta

E = carga de sismo

L = sobrecarga

S = carga de granizo

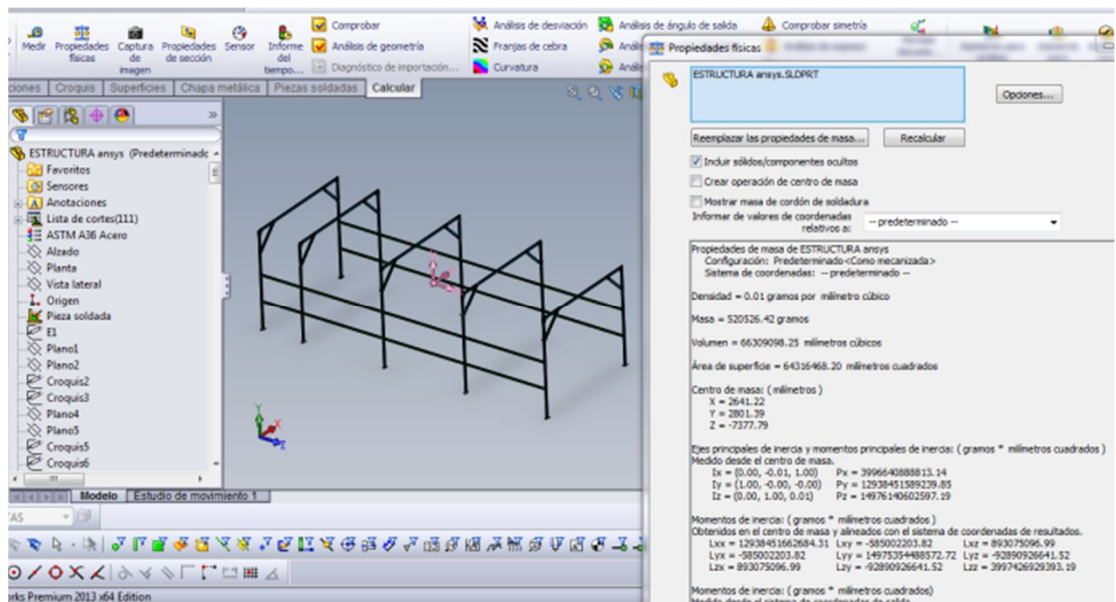
R = carga de lluvia

W = carga de viento

a) Carga Permanente o muerta (D)

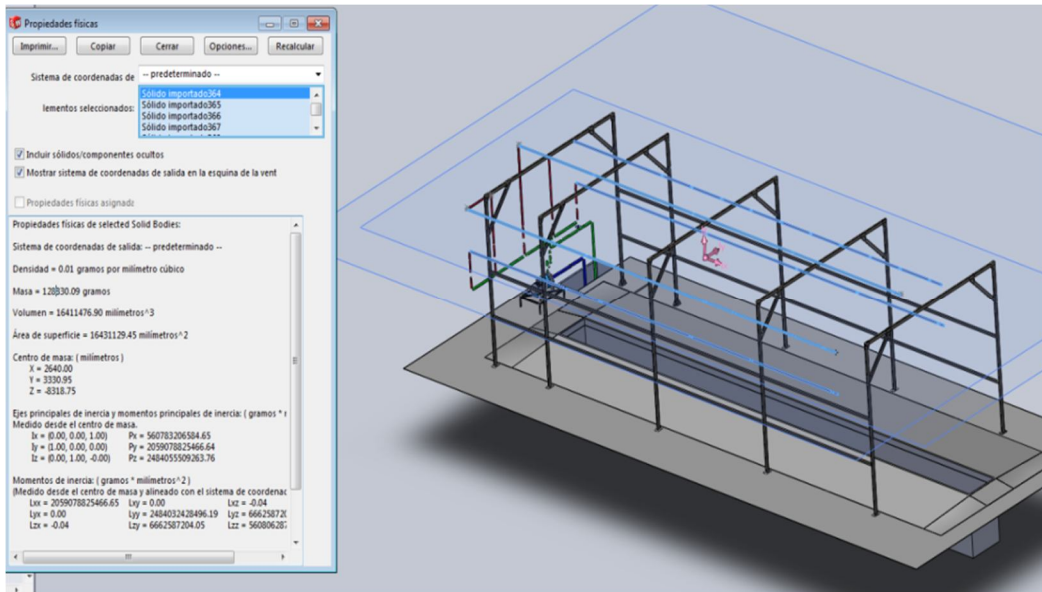
Las cargas muertas a las que va a estar sometida la estructura, es la masa propia de la estructura, la masa de la tubería, masa del agua y masa de la plancha con la que va cubierta los laterales de la estructura. Estas masas no hacen falta calcular, porque el mismo software proporciona esta información, como se muestra a continuación.

Figura 6.7: Masa de la estructura.



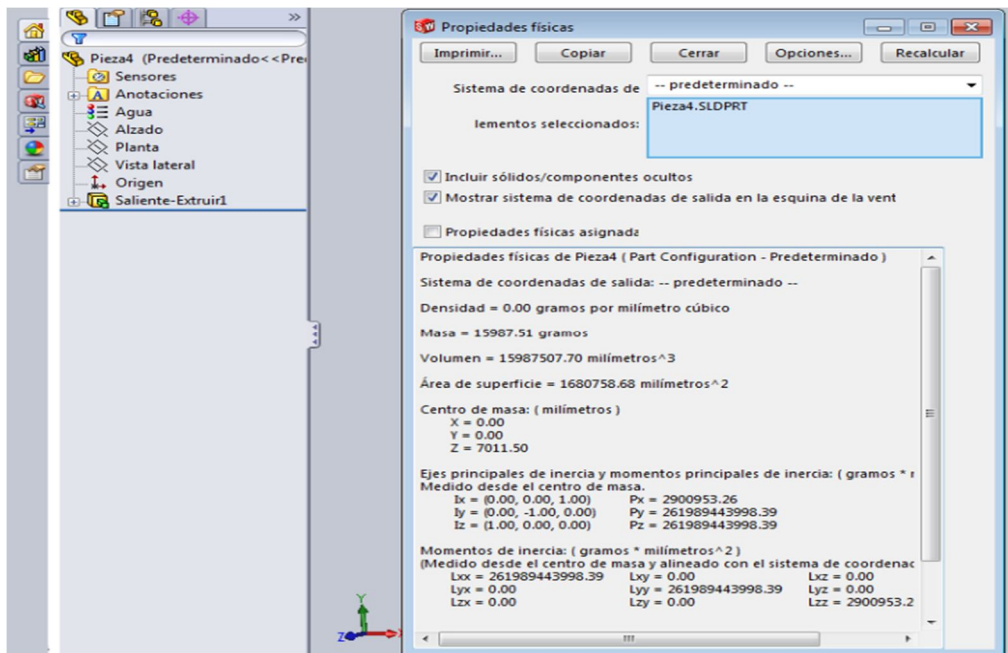
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.8: Masa de la tubería.



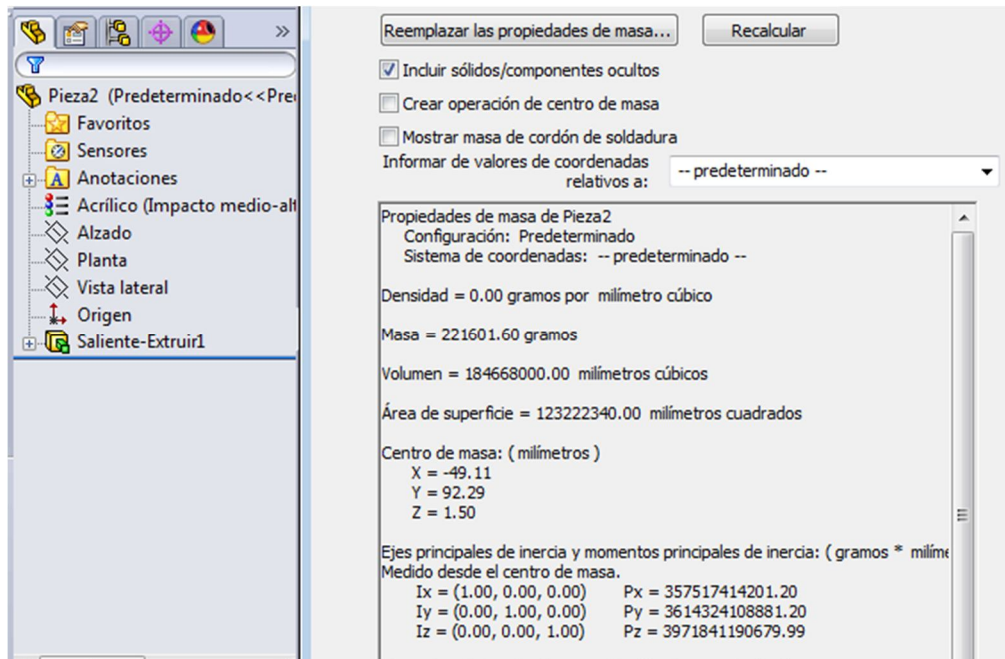
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.9: Masa del agua del interior de la tubería.



Fuente: Realizada por el Autor

Figura 6.10: Masa de la plancha. (Acrílico)



Fuente: Realizada por el Autor.

Tabla 6.10: Carga permanente o muerta (D).

Carga permanente o muerta (D)		
Nomenclatura	Tipo de masas	masa (Kg)
m_e	Estructura	520,5
m_t	Tubería	128,8
m_a	Agua	77,66
m_p	plancha acrílico	22,16
TOTAL		749,12

Fuente: Realizada por el Autor.

b) Carga de Sismo (E)

Bajo el código ecuatoriano de construcción, la carga reactiva por sismo, es igual a la carga muerta total de la estructura.

Por consiguiente:

$$E = D$$

c) Sobrecarga (L)

Dentro de las sobrecargas mínimas a considerar en la tabla 1.2 de la NEC2011-CAP.1 de sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_o y concentradas, P_o , no se encuentra ocupación o uso en donde se encuentre la estructura autoportante razón por la cual dicho valor no será tomado en cuenta.

d) Carga de Granizo (s) y Carga de Lluvia (R)

La aplicación de este tipo de cargas S y R se da cuando la estructura cuenta con cubiertas planas o cubiertas con pendiente, puesto que el encharcamiento ocurre en las mismas. Está estructura no cuenta con cubierta razón por la cual estos valores será 0.

e) Carga de Viento (W)

La presión que ejerce el viento sobre el elemento de fachada, en este caso sobre las planchas laterales debido a la acción del viento se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 \times C_e \times C_f \quad \text{Ec. 6.15}$$

Dónde:

P = Presión de cálculo expresada en Pa

ρ = densidad del aire expresada en Kg/m³

v_b = velocidad básica de viento en m/s

C_e = coeficiente de entorno/altura

C_f = coeficiente de forma

- En general, para la densidad del aire se puede adoptar un valor estimado de 1.25 Kg/m³.

- Para la velocidad básica de viento v_b se puede considerar una velocidad básica genérica de 21m/s (75km/h), este dato corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un periodo de 10 minutos a una altura de 10 metros desde el nivel del suelo y en una zona plana.
- Coeficiente de entorno/altura = 1.3

Tabla 6.11: Coeficiente de entorno/altura.

Construcción	C_e
Elementos situados en patios interiores	0,3
Elementos en fachadas protegidas en edificios alineados en calles rectas	0,8
Elementos en fachadas expuestas en edificaciones aisladas	1,3
Elementos en fachadas muy expuestas, situados al borde de la orilla de lagos o del mar, próximos a escarpaduras, laderas de fuerte inclinación, desfiladeros y otros.	1,5

Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción

- Coeficiente de forma = 0.8

Tabla 6.12: Coeficiente de forma.

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0,8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrado o rectangular	+2	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45	+0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15 o menos	+0,3-0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15 y 60	+0,7-0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60 y la vertical	+0,8	-0,6
El signo positivo(+) indica presión		
El signo negativo (-) indica succión		

Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción

Utilizando la ecuación 6.15:

$$P = \frac{1}{2} \times \left(1.25 \frac{Kg}{m^3}\right) \times \left(\frac{21m}{s}\right)^2 \times 1.3 \times 0.8$$
$$P = 286.65 Pa.$$

La fuerza que se debe considerar por efectos del viento sobre la estructura es la presión obtenida multiplicada por el área en contacto de las 5 columnas.

$$\mathbf{A = b \times h} \qquad \mathbf{Ec. 6.16}$$

Dónde:

A= Superficie en contacto con el viento

b = base de la viga

h = altura de la viga

$$A = (4480 \times 40) \text{ mm}$$

$$A = 179200 \text{ mm}^2$$

$$A_T = 179200 \text{ mm}^2 \times 5 = 896000 \text{ mm}^2$$

$$\mathbf{P = \frac{F}{A}} \qquad \mathbf{Ec. 6.17}$$

Dónde:

P = Presión de la carga de viento

F = Fuerza

A = Área de las 5 columnas en contacto con el viento

$$F = P \times A$$

$$F = 286.65 \frac{N}{m^2} \times 0.896 \text{ m}^2 = 256.84 \text{ [N]}$$

Mientras que la masa por efectos de las combinaciones será:

$$\mathbf{F = m \times a} \qquad \mathbf{Ec. 6.18}$$

Dónde:

F = Fuerza

m = Masa

a = aceleración

$$m = \frac{F}{A}$$
$$m = \frac{256.84 \text{ N}}{9.8 \text{ m/s}^2} = 26.21 \text{ Kg}$$

Combinación de Cargas 1

Utilizando la primera combinación de la norma ecuatoriana de construcción del diseño por resistencias (LRFD), la carga total que se debe utilizar es la siguiente:

1.4 D

$$1.4 (749.12\text{Kg}) = 1048.77 \text{ Kg}$$

La fuerza utilizada en el software será la aplicada junto con la aceleración proporcionada por la gravedad mediante la siguiente ecuación:

Utilizando la Ec. 6.18

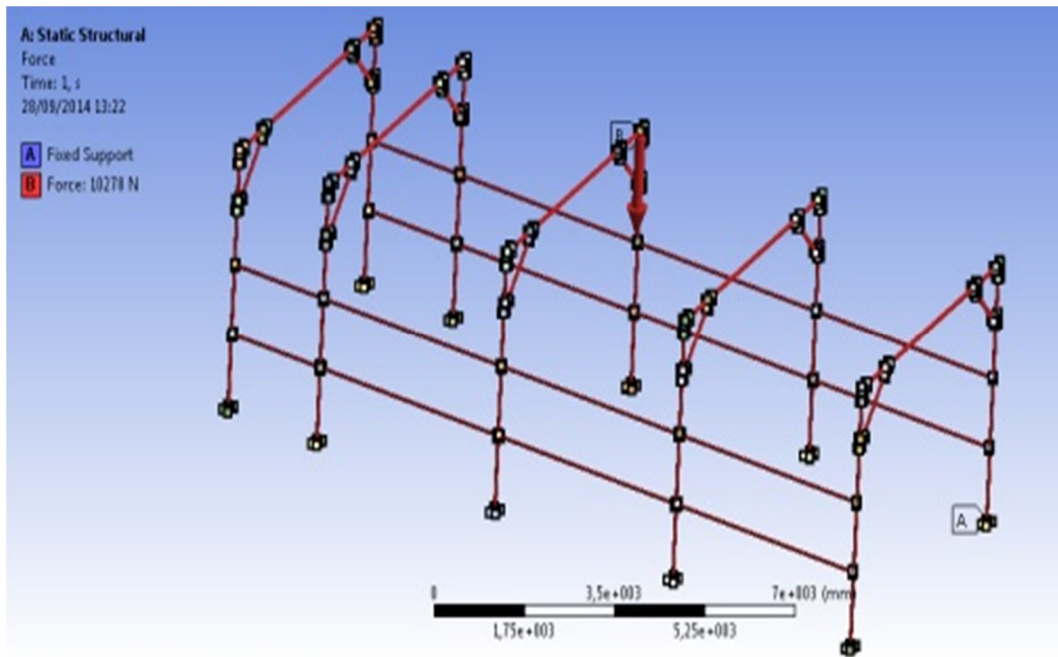
$$\mathbf{F_1 = m \times a}$$

$$F_1 = 1048.77 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_1 = 10277.95 \text{ [N]}$$

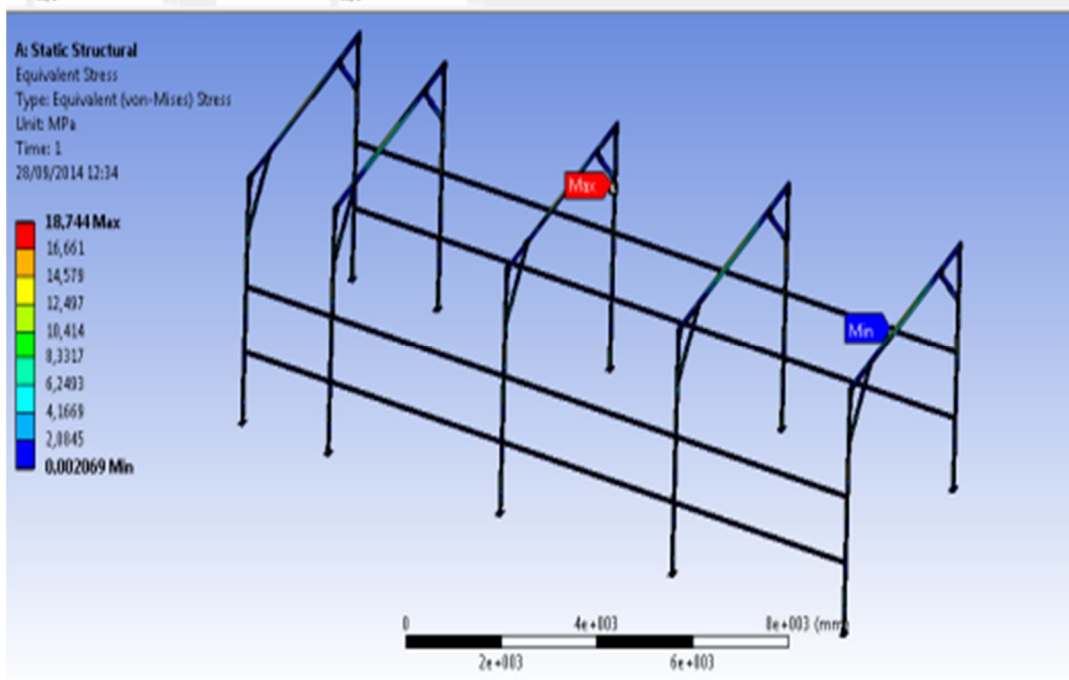
La aplicación de la carga será F_1 sobre toda la estructura.

Figura 6.11: Aplicación de fuerzas combinación 1.



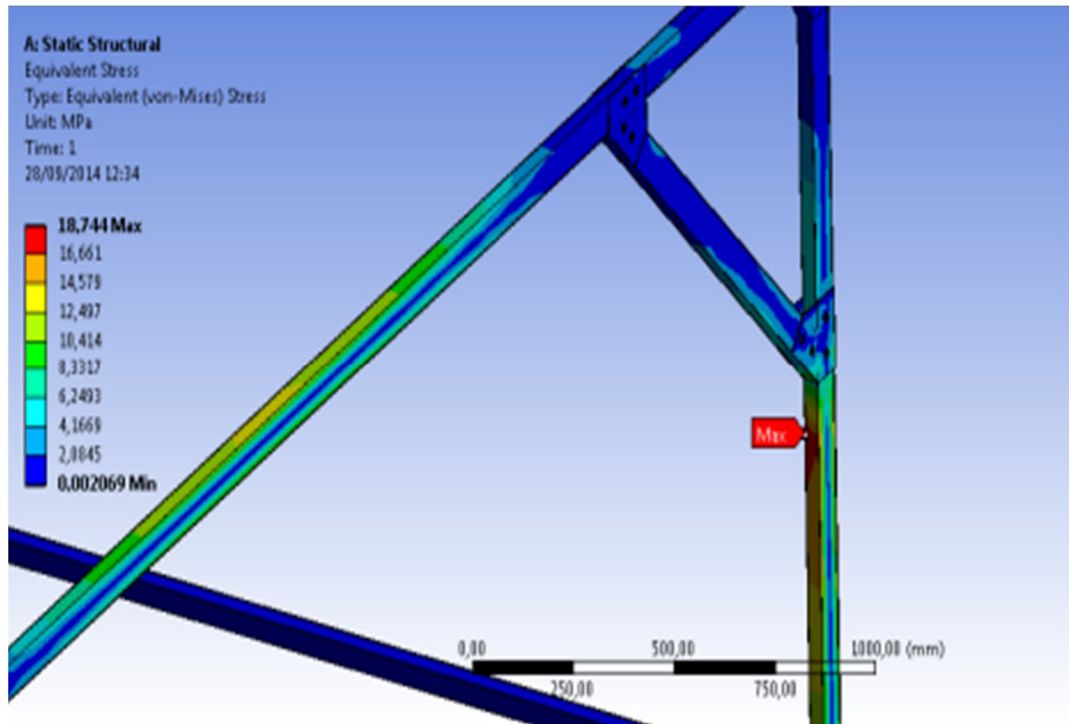
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.12: Análisis estructural combinación 1.



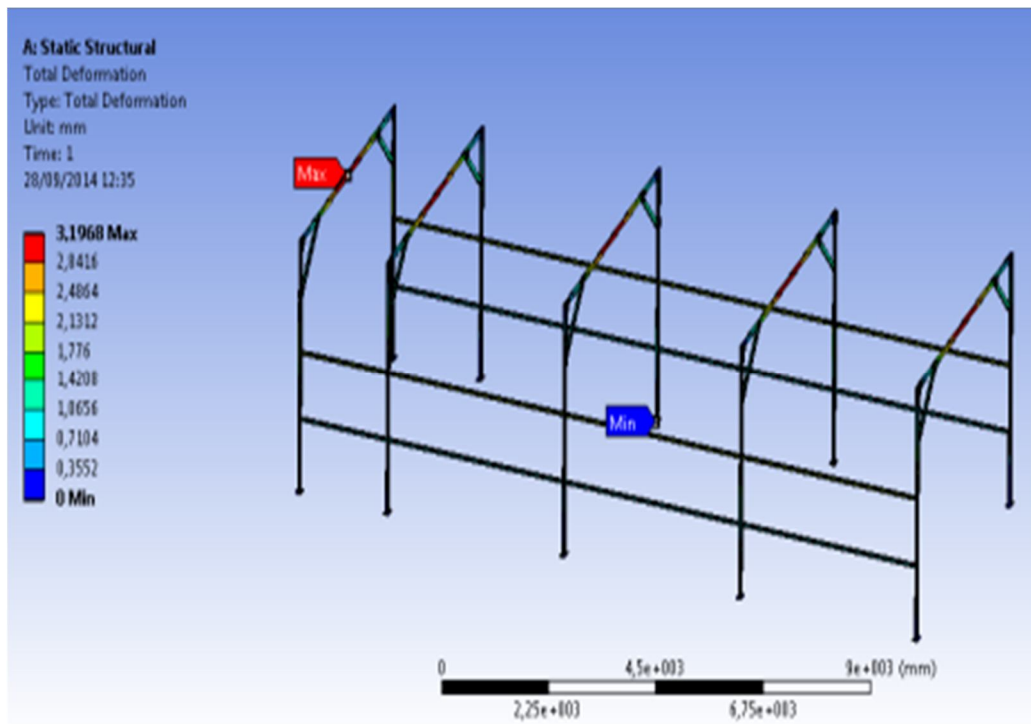
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.13: Zona crítica combinación 1.



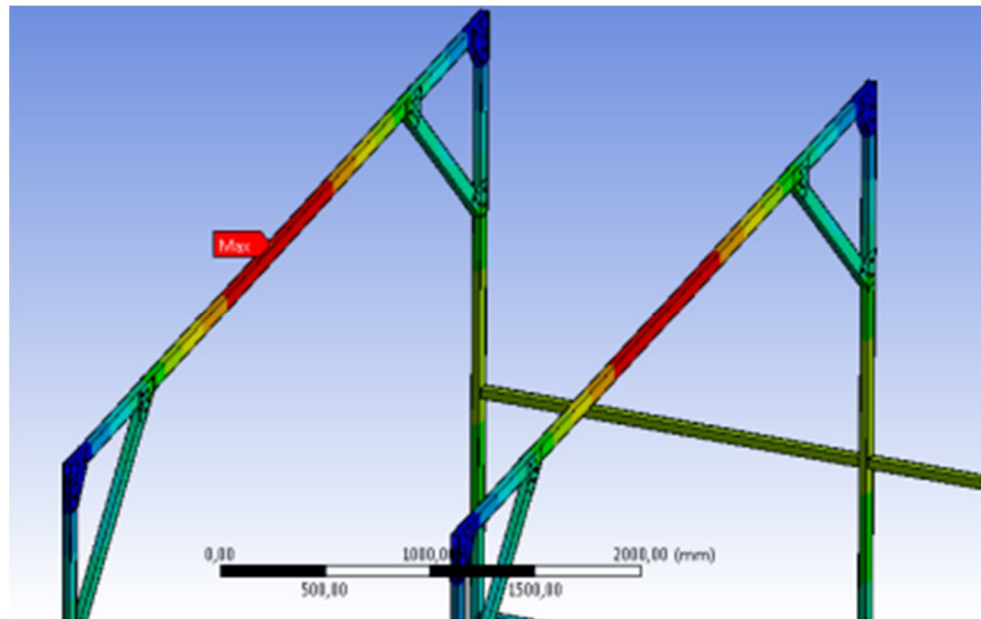
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.14: Deformación total combinación 1.



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.15: Zoom deformación combinación 1.



Fuente: Realizada por el Autor.

Combinación de Cargas 2

Para la segunda combinación de la norma ecuatoriana de construcción del diseño por resistencias (LRFD), la carga total que se debe utilizar es la siguiente:

$$\mathbf{1.3D + 1.6 L + 0.5 (L_r \text{ o } S \text{ o } R)}$$
$$1.3 (749.12 \text{ Kg}) + 1.6 (0) + 0.5 (0)$$

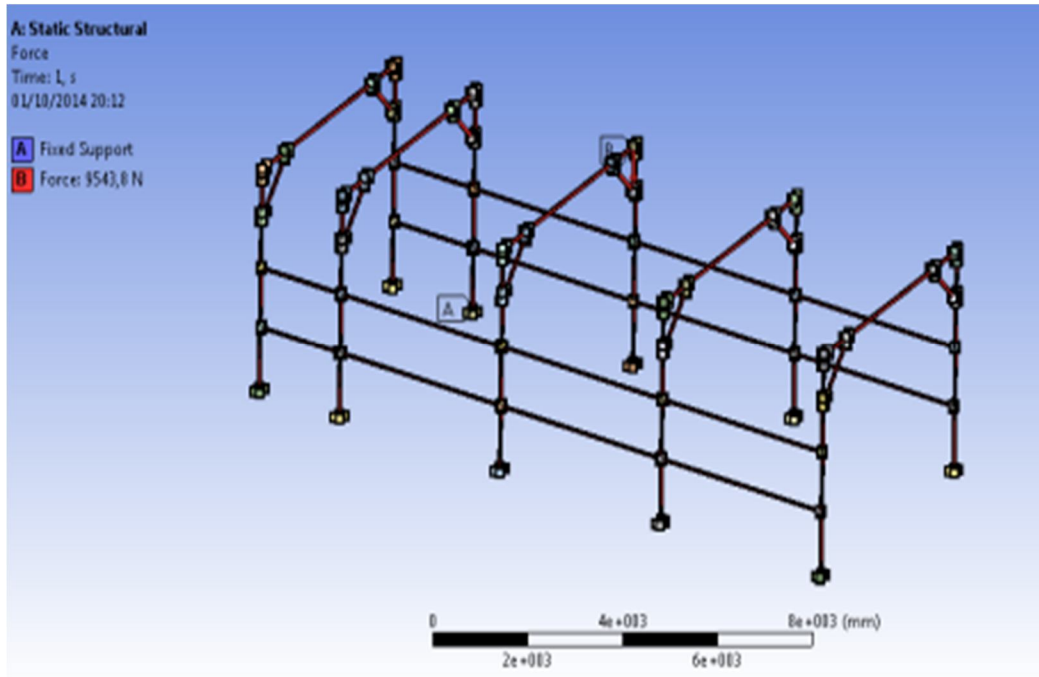
Utilizamos la ecuación de la segunda ley de Newton para aplicar en el software, puesto que los datos de carga se introducen en [N] ó MPa.

Utilizando la Ec. 6.18

$$\mathbf{F_2 = m \times a}$$
$$F_2 = 973.86 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$
$$F_2 = 9543.79 \text{ [N]}$$

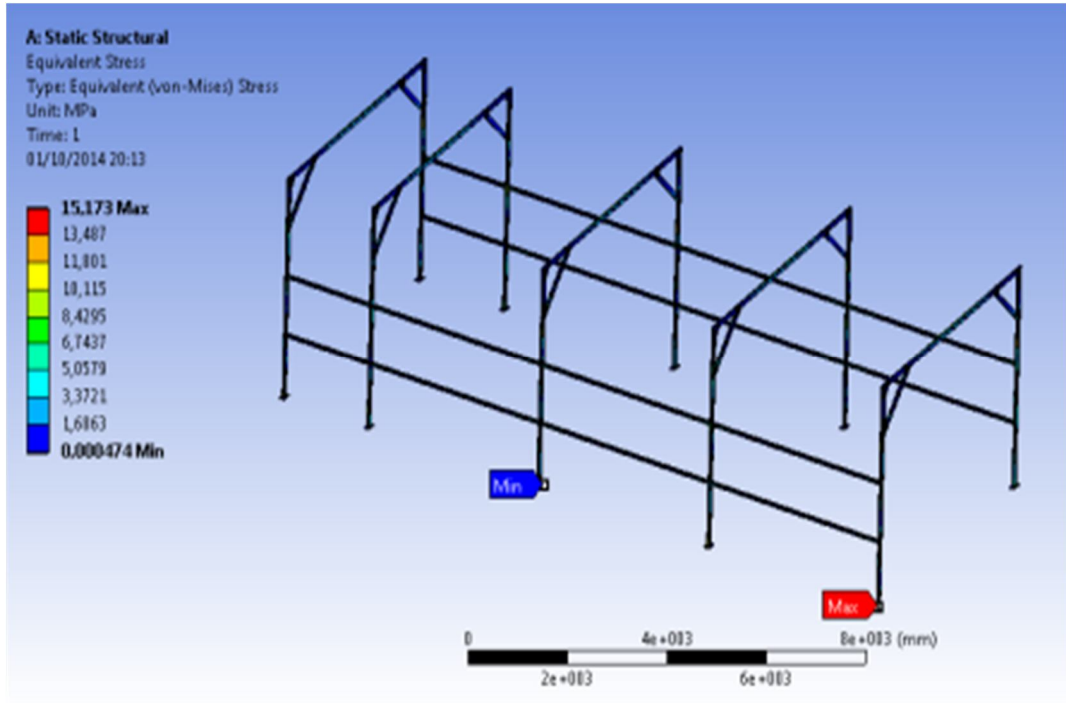
La aplicación de la carga será F_2 sobre toda la estructura.

Figura 6.16: Aplicación de fuerzas combinación 2.



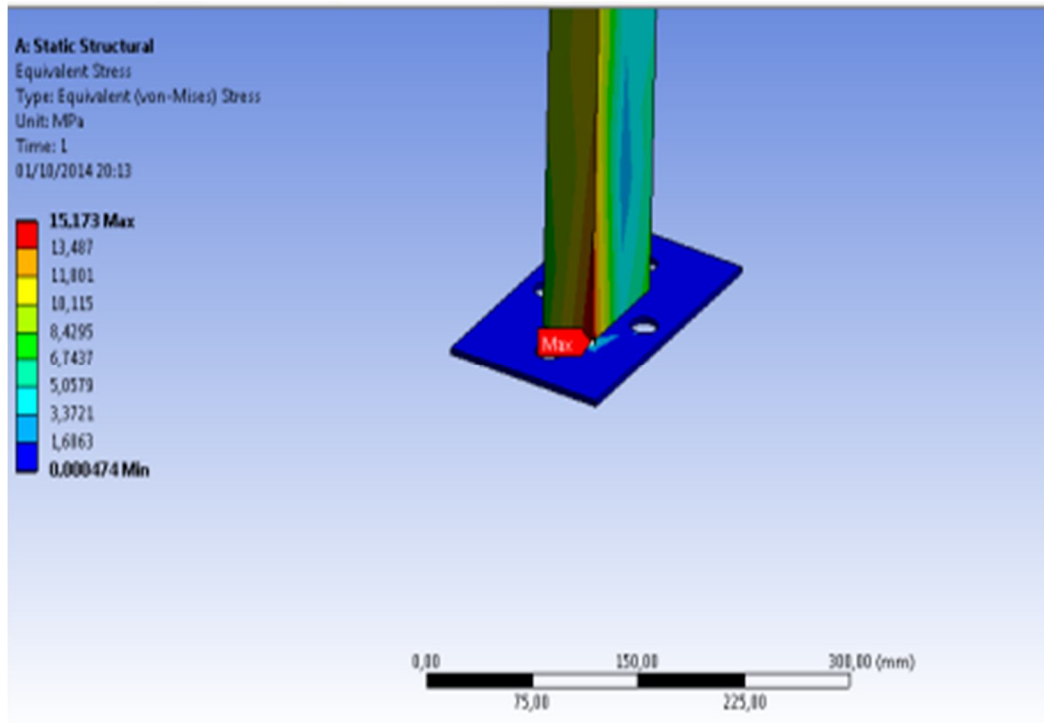
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.17: Análisis estructural combinación 2.



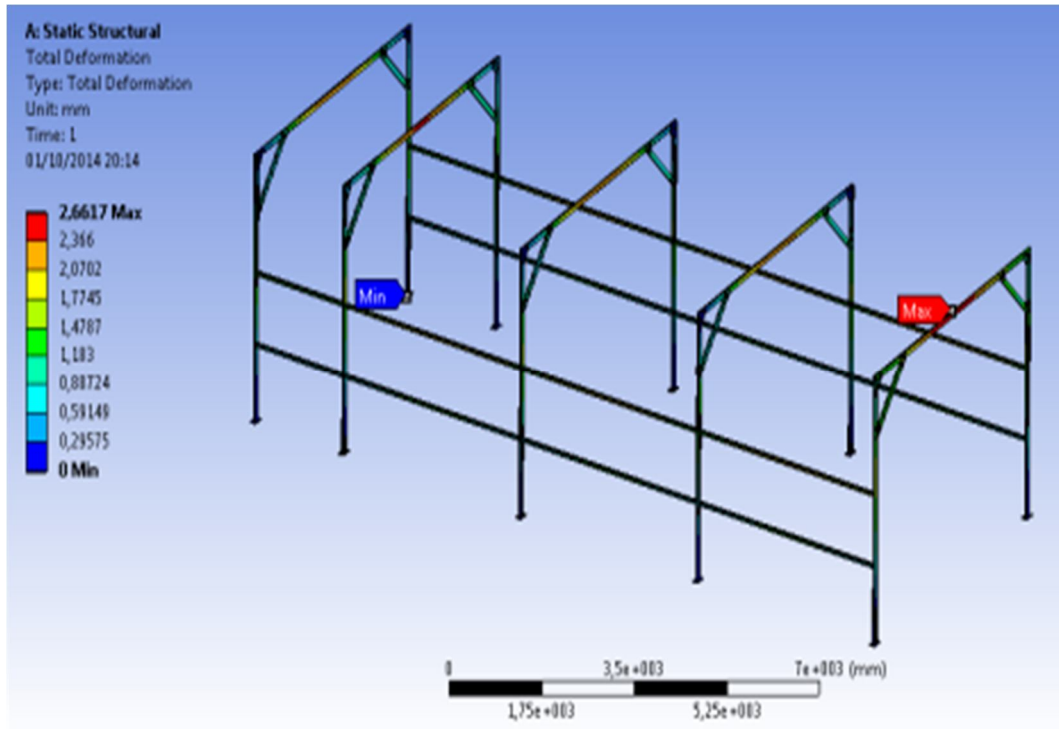
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.18: Zona crítica combinación 2.



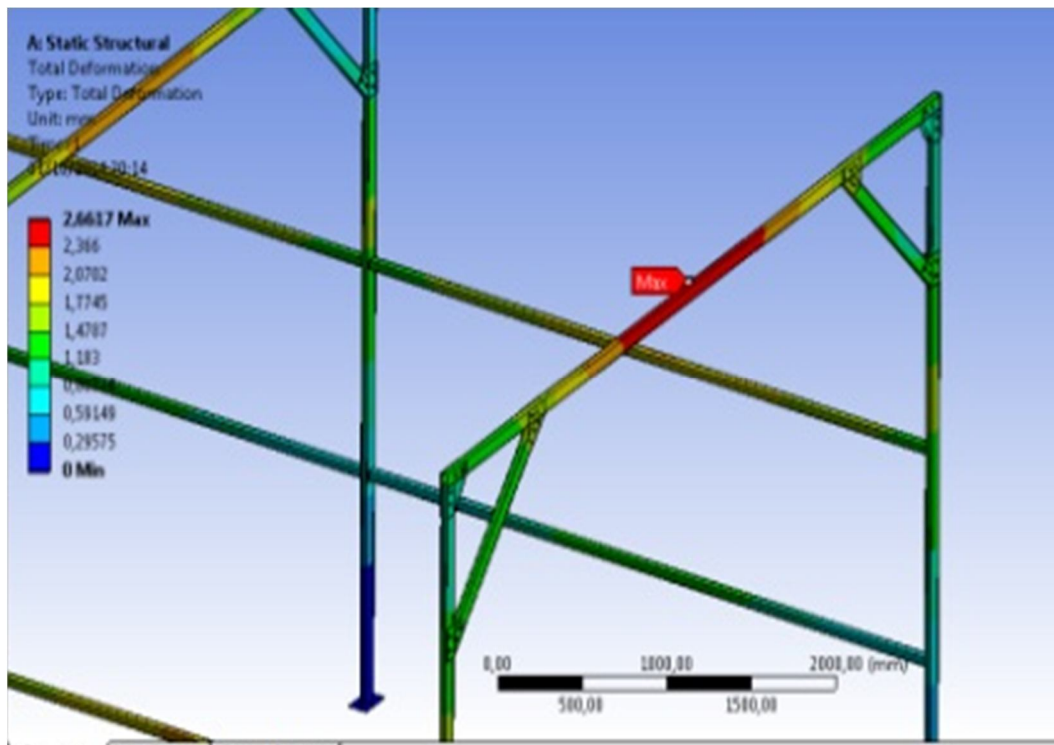
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.19: Deformación total combinación 2.



. Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.20: Zoom deformación combinación 2.



Fuente: Realizada por el Autor.

Combinación de Cargas 3

En la tercera combinación de la norma ecuatoriana de construcción del diseño por resistencias (LRFD), la carga total que se debe utilizar es la siguiente:

$$1.2 D + 1.6 (L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (L \text{ o } 0.5W)$$
$$1.2 (749.12 \text{ Kg}) + 1.6 (0) + 0.5 (26.21\text{Kg})$$

Para este tipo de combinación la forma correcta de distribución de fuerzas en la estructura por presencia de la carga de viento $0.5 W$ es lateral, es decir perpendicular a la carga D , mientras que la carga $1.2 D$ se distribuye sobre toda la estructura.

Utilizamos la ecuación de la segunda ley de Newton para aplicar en el software, puesto que los datos de carga se introducen en [N] ó MPa.

Utilizando la Ec. 6.18

Carga muerta

$$F_3 = m \times a$$

$$F_3 = 898.94 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_3 = 8809.65 \text{ [N]}$$

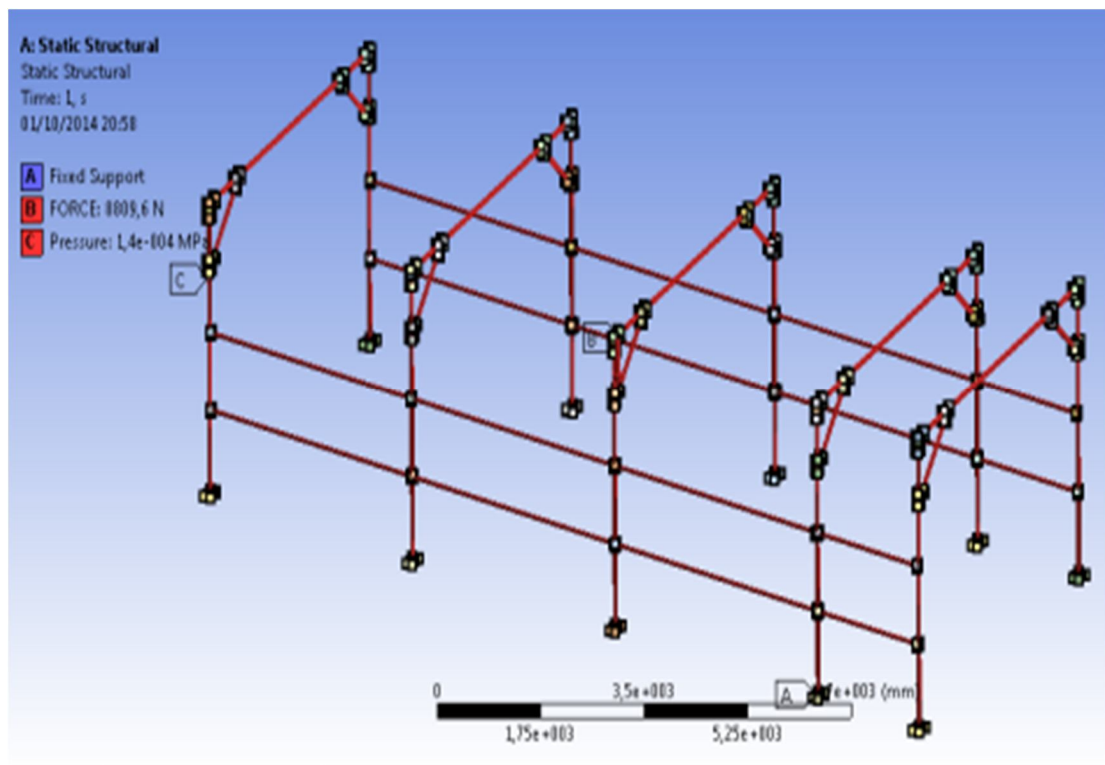
Carga de viento

$$F_{3,1} = m \times a$$

$$F_{3,1} = 13.11 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

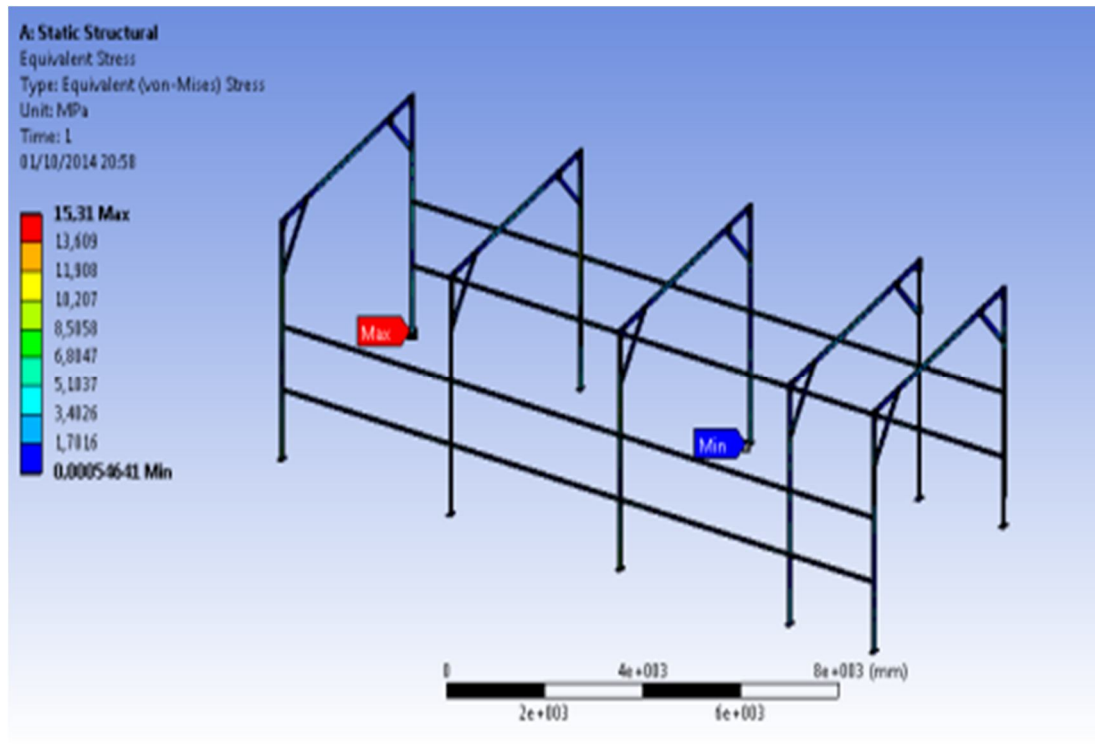
$$F_{3,1} = 128.48 \text{ [N]} = 1.4 \times 10^{-4} \text{ MPa}$$

Figura 6.21: Aplicación de fuerzas combinación 3.



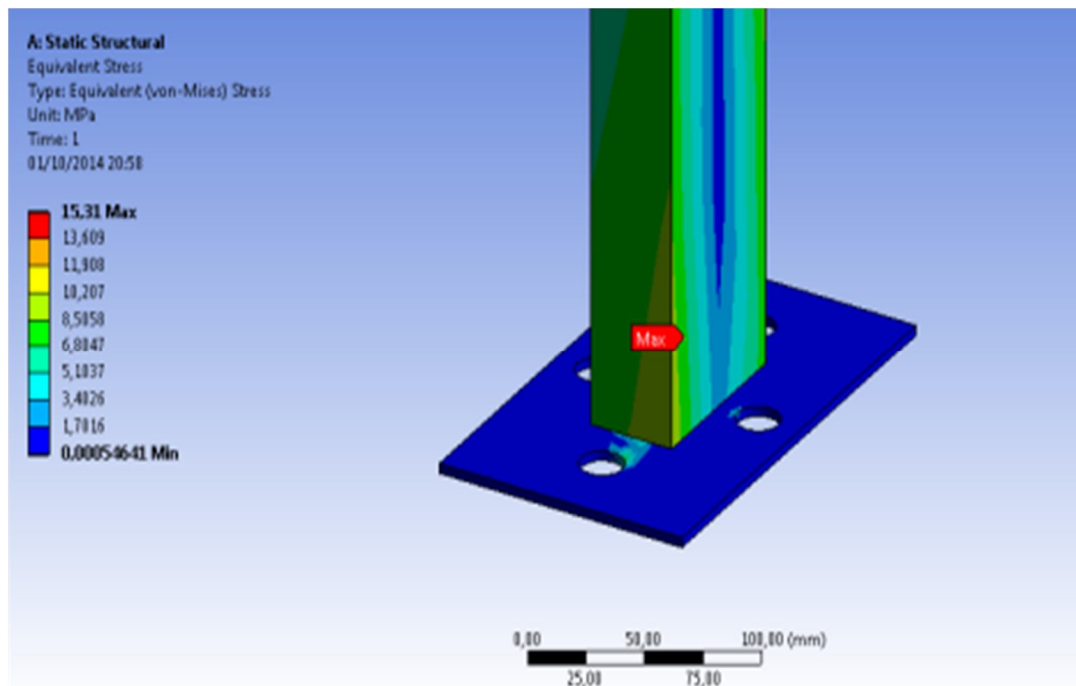
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.22: Análisis estructural combinación 3.



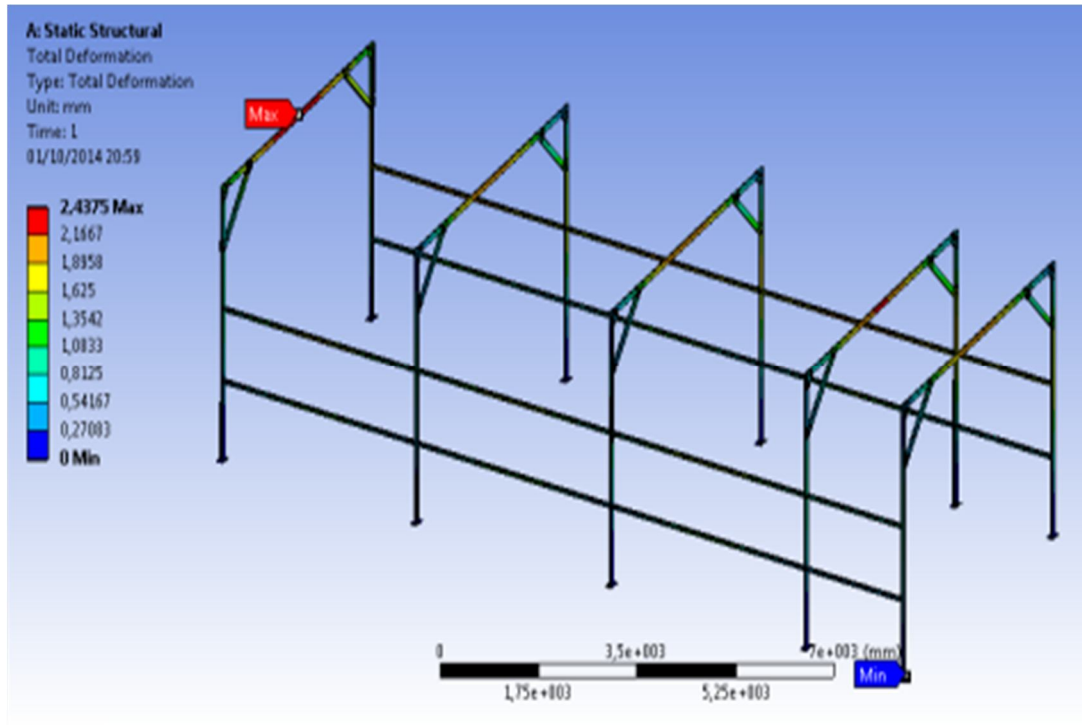
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.23: Zona crítica combinación 3.



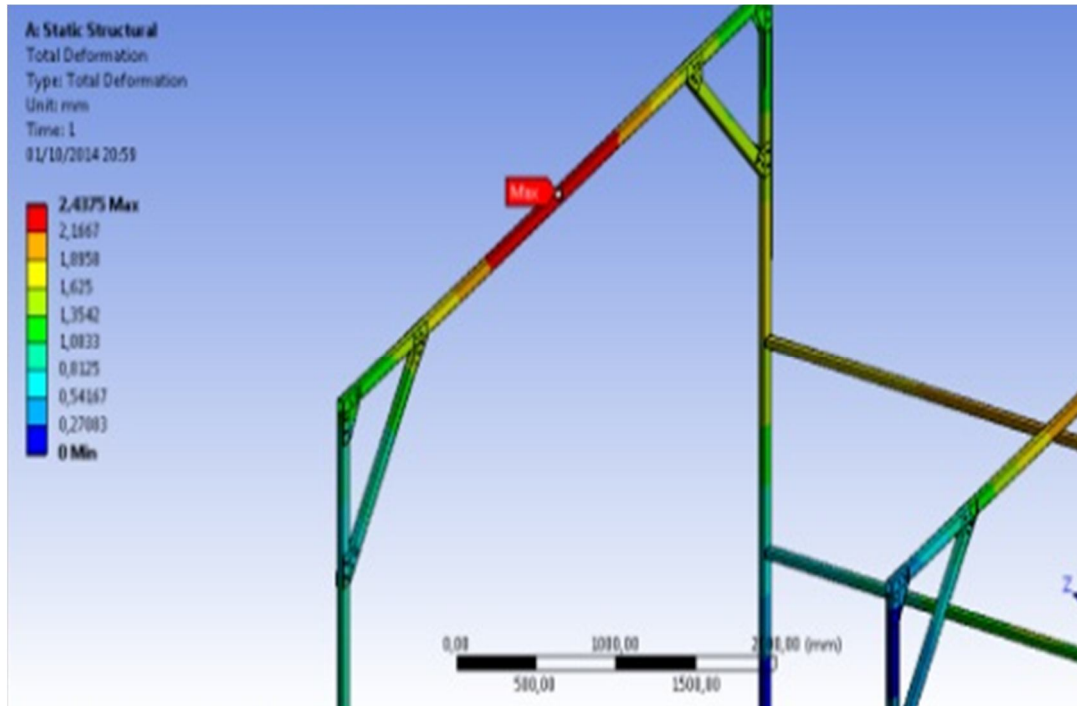
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.24: Deformación total combinación 3.



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.25: Zoom Deformación combinación 3.



Fuente: Realizada por el Autor.

Combinación de Cargas 4

Para la cuarenta combinación de la norma ecuatoriana de construcción del diseño por resistencias (LRFD), la carga total que se debe utilizar es la siguiente:

$$\mathbf{1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 (L_r \text{ o } S \text{ o } R)}$$
$$1.2 (749.12 \text{ Kg}) + 1.0 (26.21 \text{ Kg}) + 0 + 0.5 (0)$$

Para este tipo de combinación la forma correcta de distribución de fuerzas en la estructura por presencia de la carga de viento 1.0 W es lateral, es decir perpendicular a la carga D, mientras que la carga 1.2 D se distribuye sobre toda la estructura.

Utilizamos la ecuación de la segunda ley de Newton para aplicar en el software, puesto que los datos de carga se introducen en [N] ó MPa.

Utilizando la Ec. 6.18

Carga muerta

$$\mathbf{F_4 = m \times a}$$

$$F_4 = 898.94 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_4 = 8809.65 \text{ [N]}$$

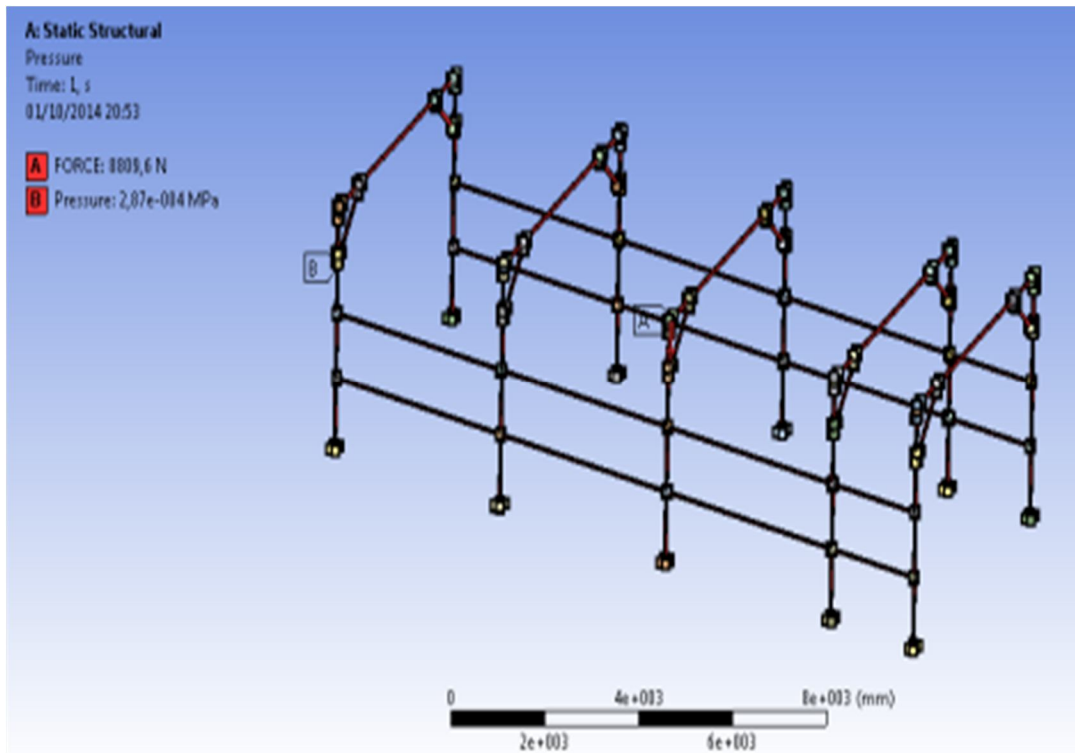
Carga de viento

$$\mathbf{F_{3,1} = m \times a}$$

$$F_{3,1} = 26.21 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

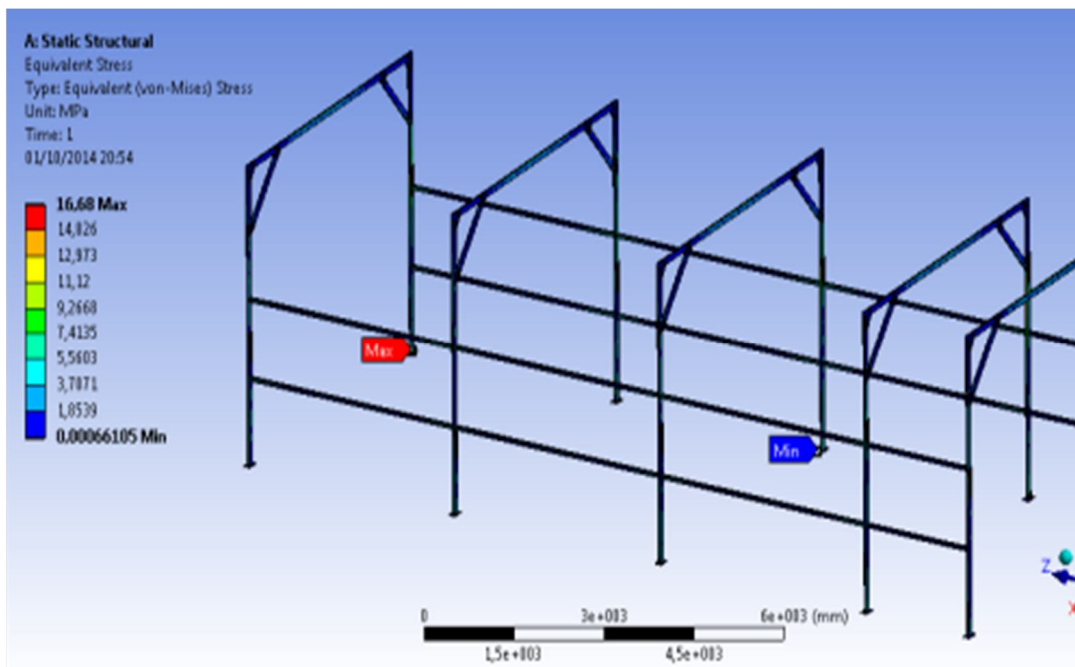
$$F_{3,1} = 256.85 \text{ [N]} = 2.86 \times 10^{-4} \text{ MPa}$$

Figura 6.26: Aplicación de fuerzas combinación 4.



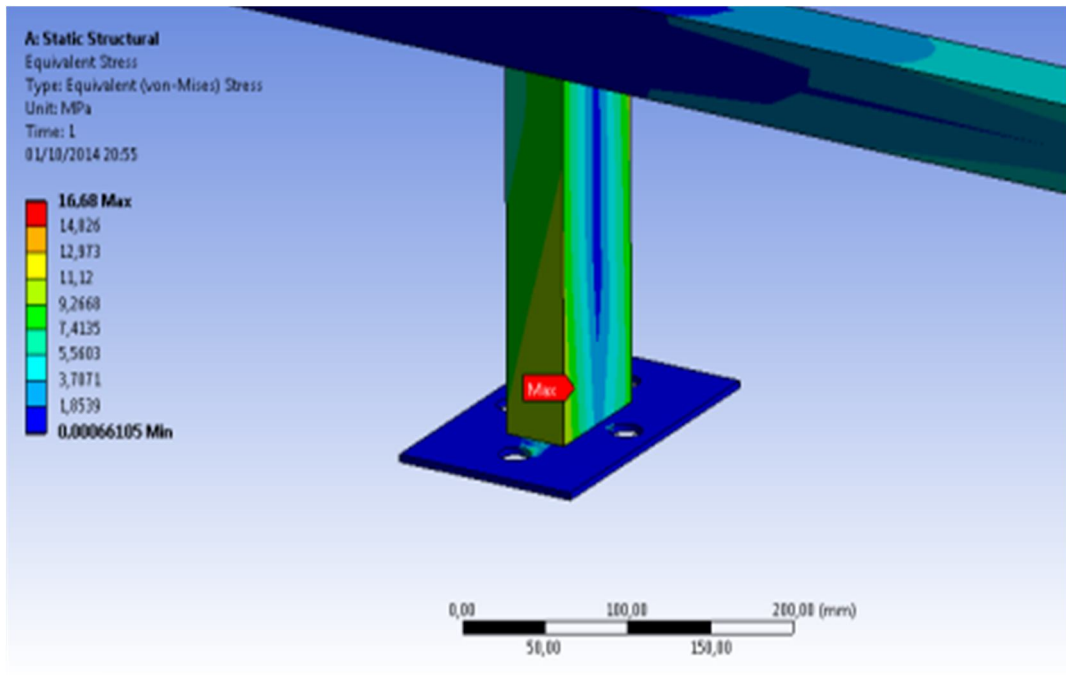
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.27: Análisis estructural combinación 4.



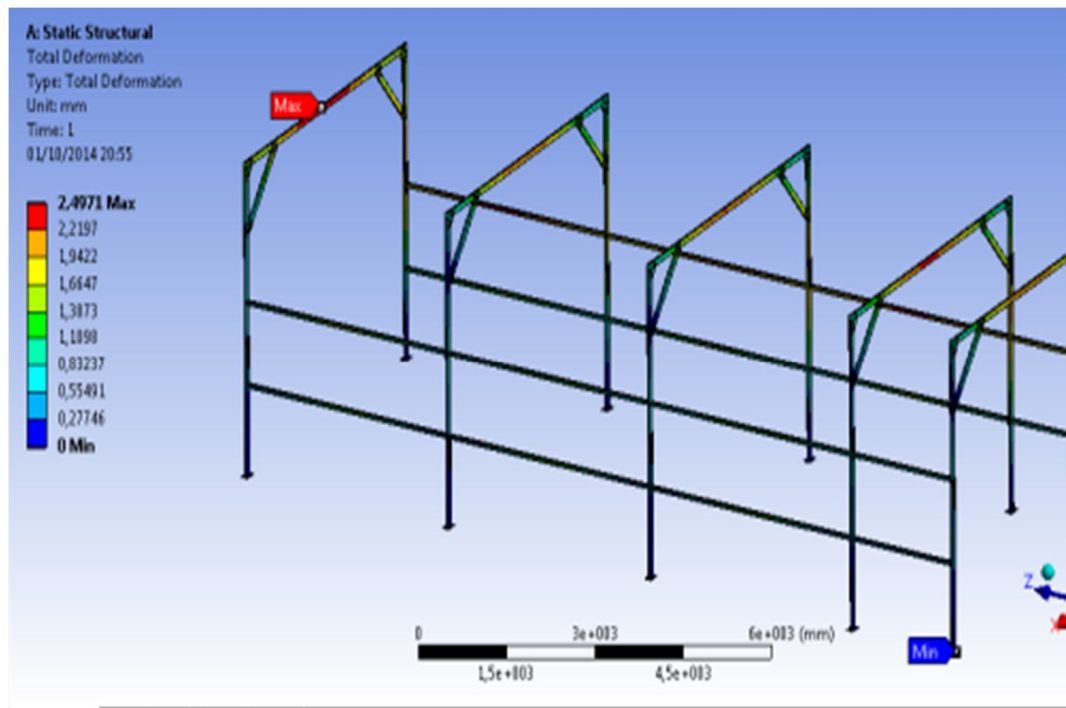
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.28: Zona crítica combinación 4.



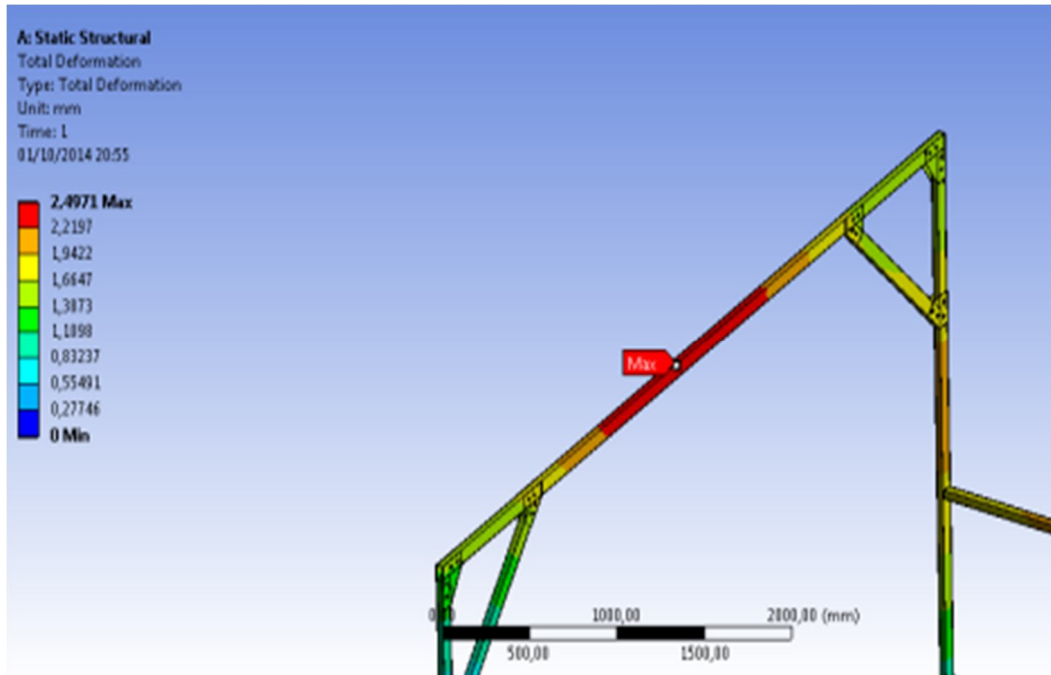
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.29: Deformación total combinación 4.



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.30: Zoom Deformación combinación 4.



Fuente: Realizada por el Autor.

Combinación de Cargas 5

Para la quinta combinación de la norma ecuatoriana de construcción del diseño por resistencias (LRFD), la carga total que se debe utilizar es la siguiente:

$$1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$$

$$1.2 (749.12 \text{ Kg}) + 1.0 (749.12 \text{ Kg}) + 0 + 0.2 (0)$$

Para este tipo de combinación la forma correcta de distribución de fuerzas en la estructura por presencia de la carga sísmica 1.0 E conforme lo dicta la norma es el 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y el 30% de las fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular, mientras que la carga muerta 1.2 D se distribuye sobre toda la estructura.

Utilizamos la ecuación de la segunda ley de Newton para aplicar en el software, puesto que los datos de carga se introducen en [N] ó MPa.

Utilizando la Ec. 6.18

Carga muerta

$$F_5 = m \times a$$

$$F_5 = 898.94 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_5 = 8809.65 \text{ [N]}$$

Carga sísmica aplicada 100%

$$F_{5.1} = m \times a$$

$$F_{5.1} = 749.12 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_{5.1} = 7341.38 \text{ [N]}$$

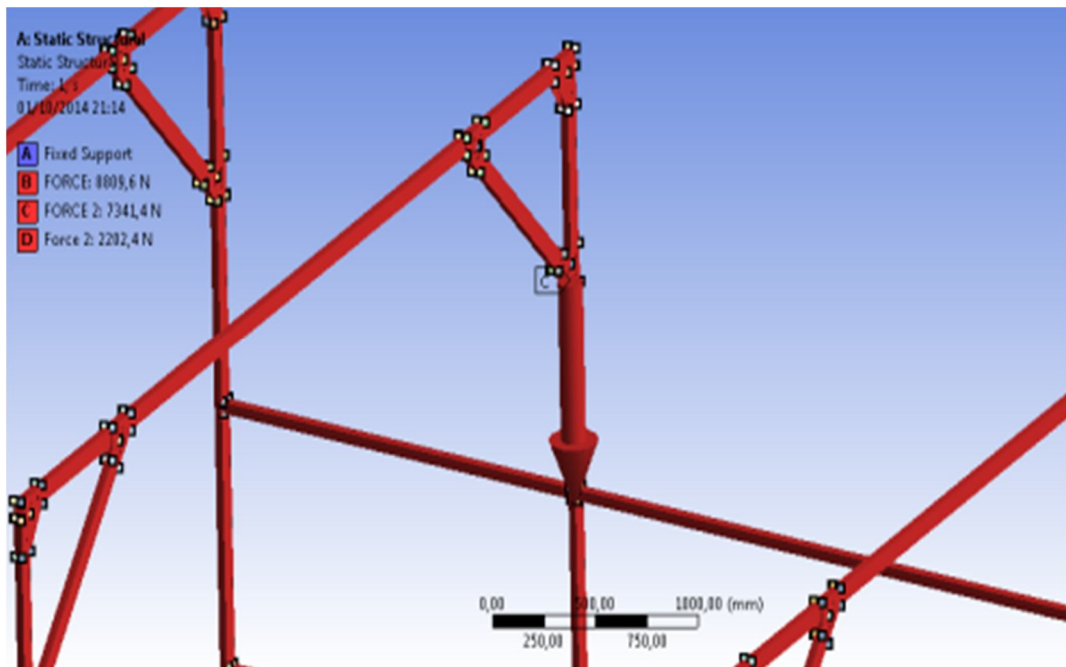
Carga sísmica aplicada 30% perpendicularmente

$$F_{5.2} = m \times a$$

$$F_{5.2} = 224.74 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

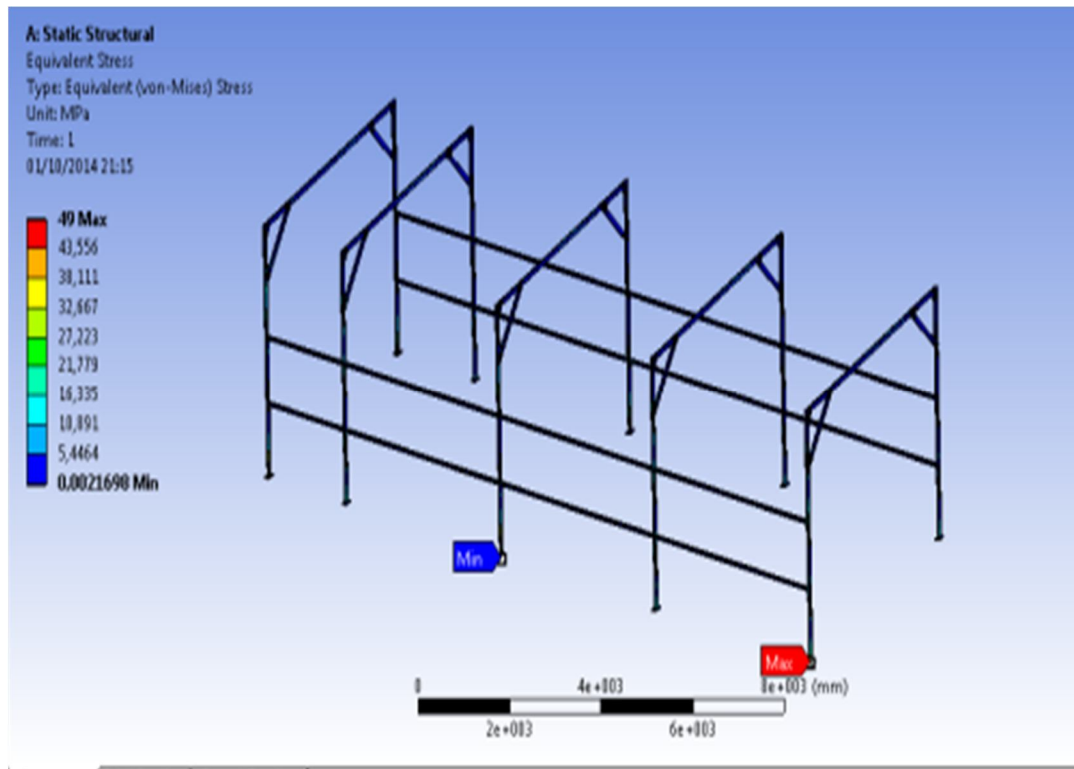
$$F_{5.2} = 2202.45 \text{ [N]}$$

Figura 6.31: Aplicación de fuerzas combinación 5.



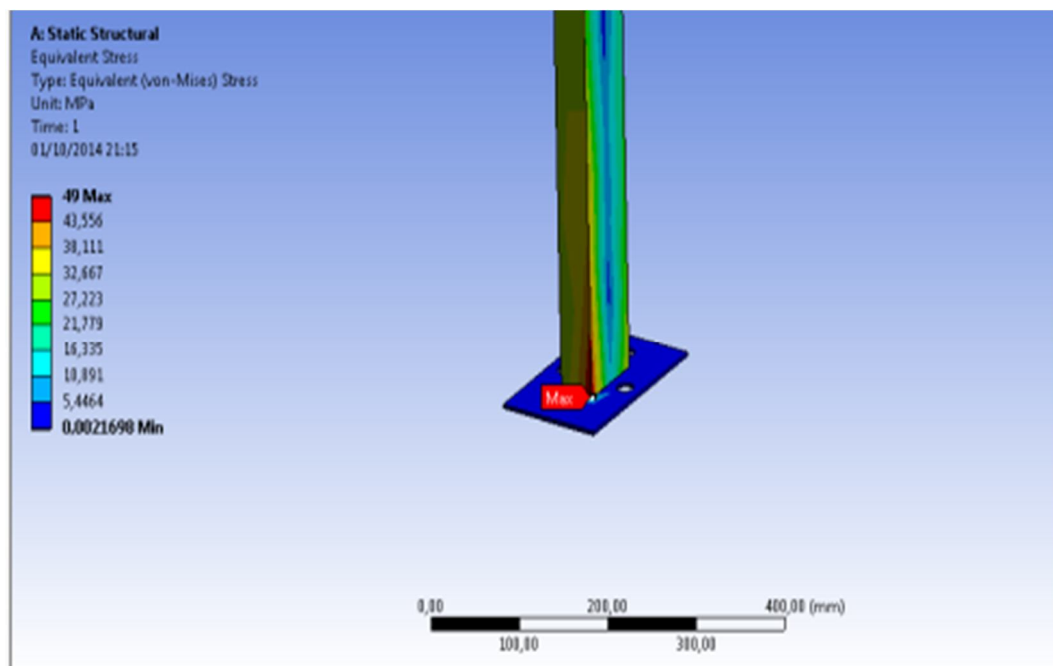
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.32: Análisis estructural combinación 5.



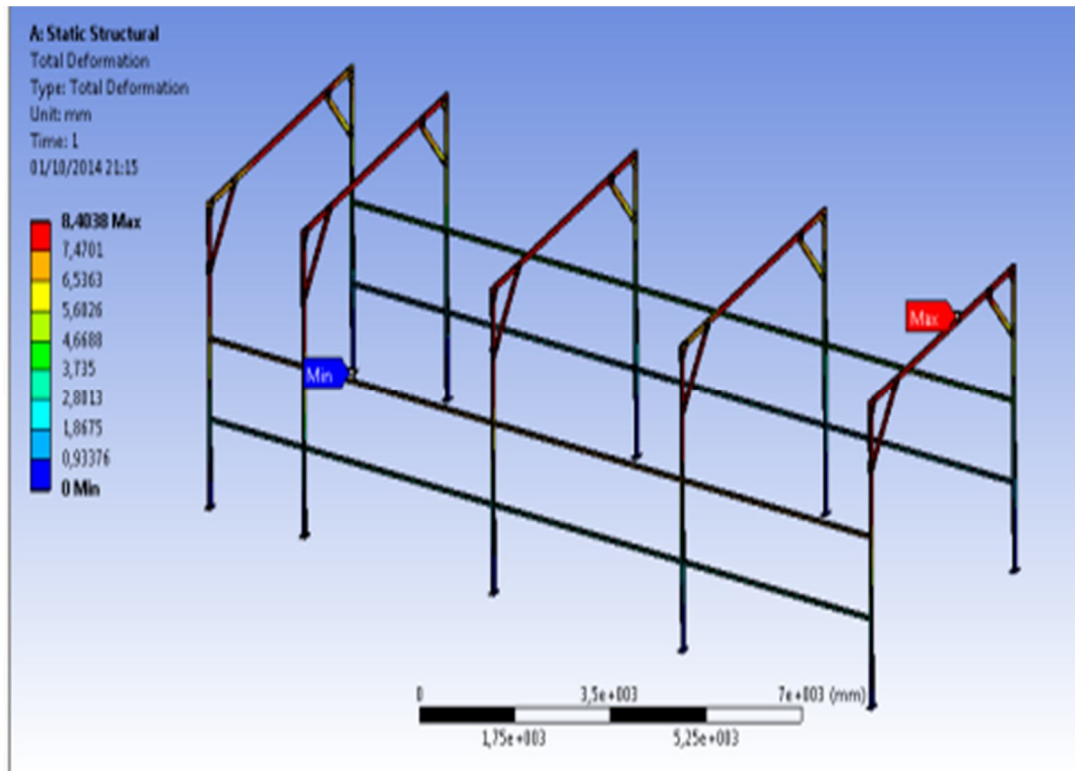
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.33: Zona crítica combinación 5.



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.34: Deformación total combinación 5.



Fuente: Realizada por el Autor.

Combinación de Cargas 6

Para la quinta combinación de la norma ecuatoriana de construcción del diseño por resistencias (LRFD), la carga total que se debe utilizar es la siguiente:

$$0.9 D + 1.0 W$$

$$0.9 (749.12 \text{ Kg}) + 1.0 (26.21 \text{ Kg})$$

Para este tipo de combinación la forma correcta de distribución de fuerzas en la estructura por presencia de la carga de viento 1.0 W es lateral, es decir perpendicular a la carga D, mientras que la carga 0.9 D se distribuye sobre toda la estructura.

Utilizamos la ecuación de la segunda ley de Newton para aplicar en el software, puesto que los datos de carga se introducen en [N] ó MPa.

Utilizando la Ec. 6.18

Carga muerta

$$F_6 = m \times a$$

$$F_6 = 674.21 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_6 = 6607.24 \text{ [N]}$$

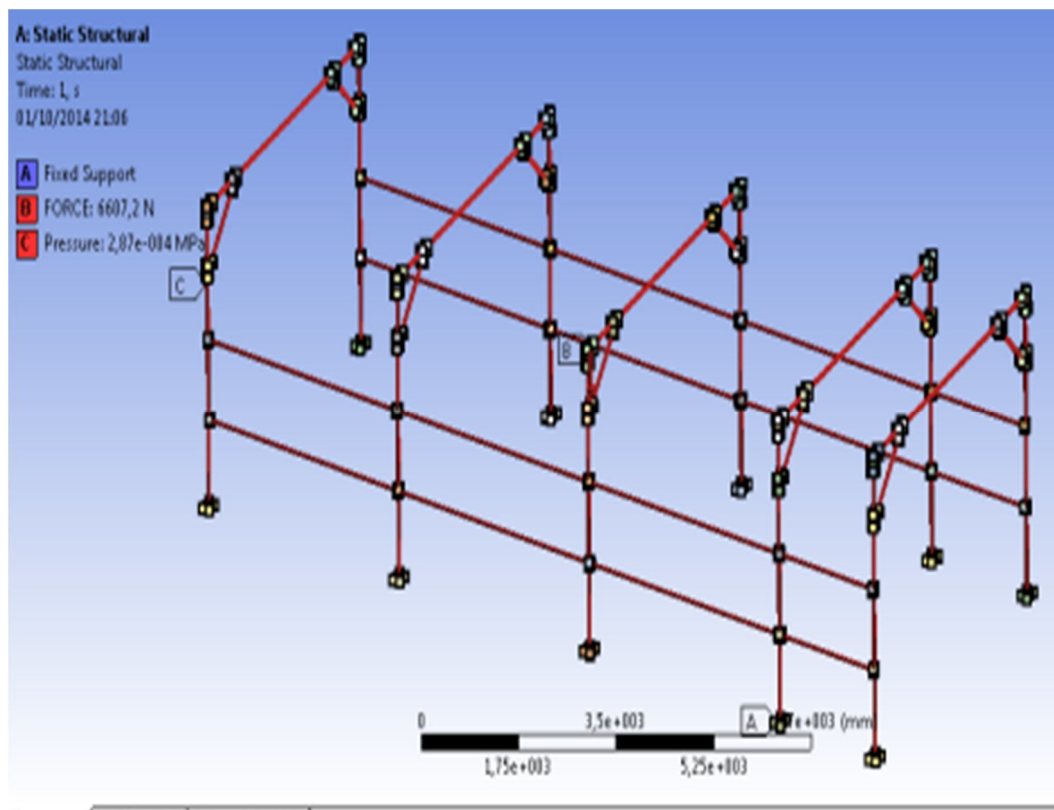
Carga de viento

$$F_{6.1} = m \times a$$

$$F_{6.1} = 26.21 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

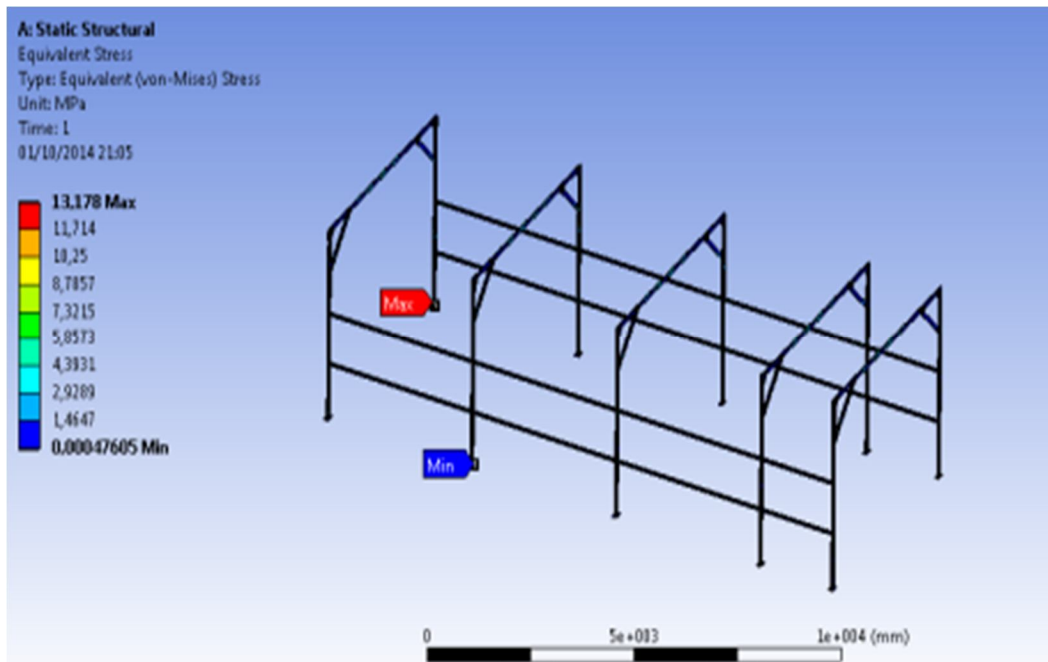
$$F_{6.1} = 256.85 \text{ [N]} = 2.86 \times 10^{-4} \text{ MPa}$$

Figura 6.35: Aplicación de fuerzas combinación 6.



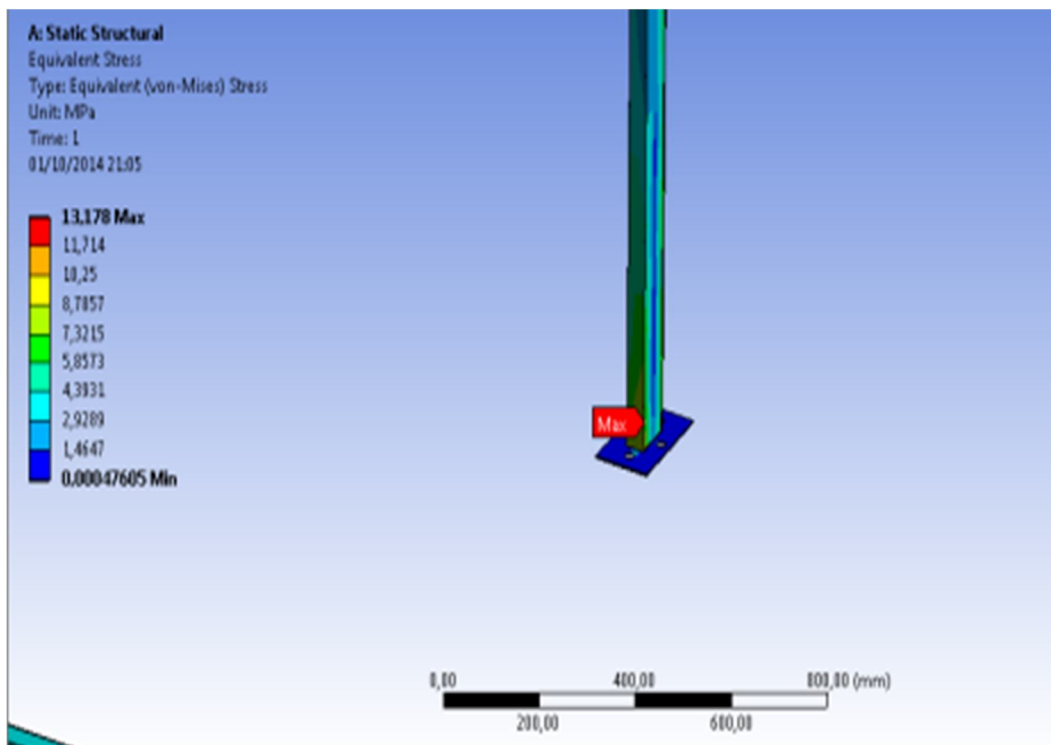
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.36: Análisis estructural combinación 6.



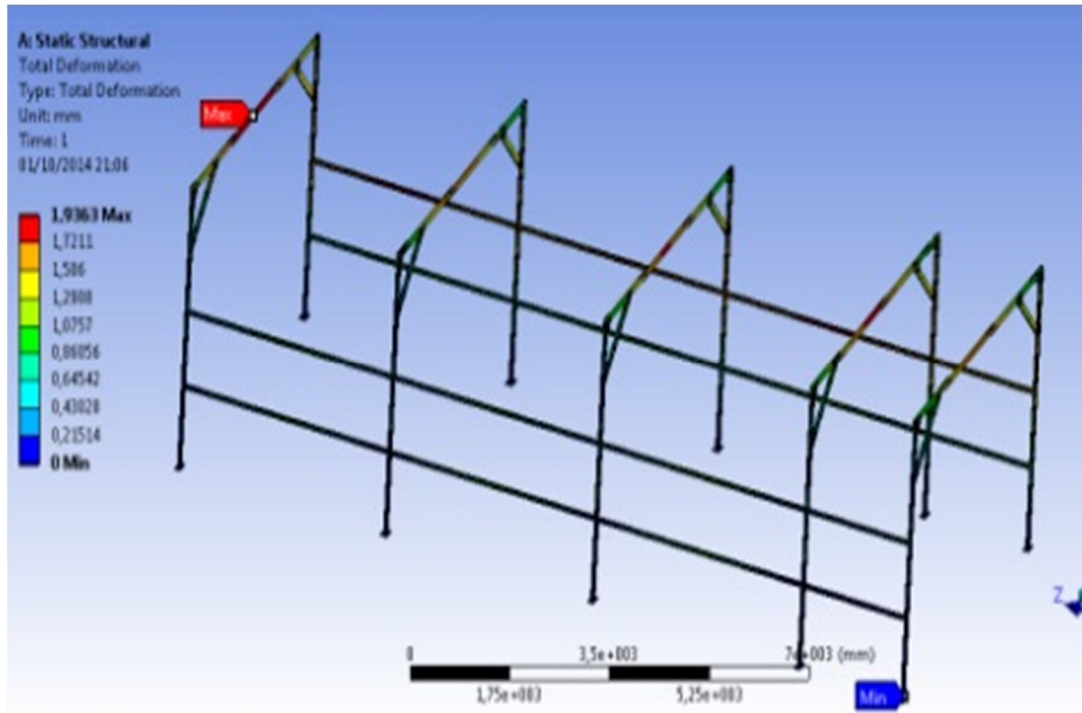
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.37: Zona crítica combinación 6.



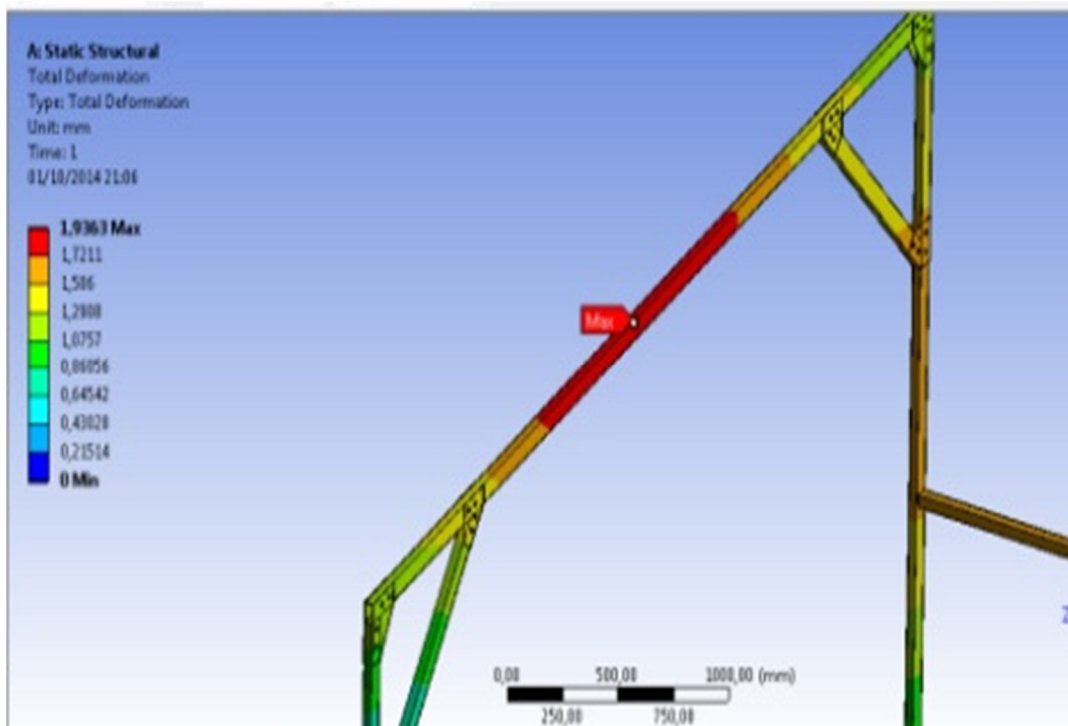
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.38: Deformación total combinación 6.



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.39: Zoom Deformación combinación 6.



Fuente: Realizada por el Autor.

Combinación de Cargas 7

Para la sexta combinación de la norma ecuatoriana de construcción del diseño por resistencias (LRFD), la carga total que se debe utilizar es la siguiente:

$$\mathbf{0.9 D + 1.0 E}$$

$$0.9 (749.12 \text{ Kg}) + 1.0 (749.12 \text{ Kg})$$

Para este tipo de combinación la forma correcta de distribución de fuerzas en la estructura por presencia de la carga sísmica 1.0 E conforme lo dicta la norma es el 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y el 30% de las fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular, mientras que la carga muerta 0.9 D se distribuye sobre toda la estructura.

Utilizamos la ecuación de la segunda ley de Newton para aplicar en el software, puesto que los datos de carga se introducen en [N] ó MPa.

Utilizando la Ec. 6.18

Carga muerta

$$\mathbf{F_7 = m \times a}$$

$$F_7 = 674.21 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_7 = 6607.24 \text{ [N]}$$

Carga sísmica aplicada 100%

$$\mathbf{F_{7,1} = m \times a}$$

$$F_{7,1} = 749.12 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_{7,1} = 7341.38 \text{ [N]}$$

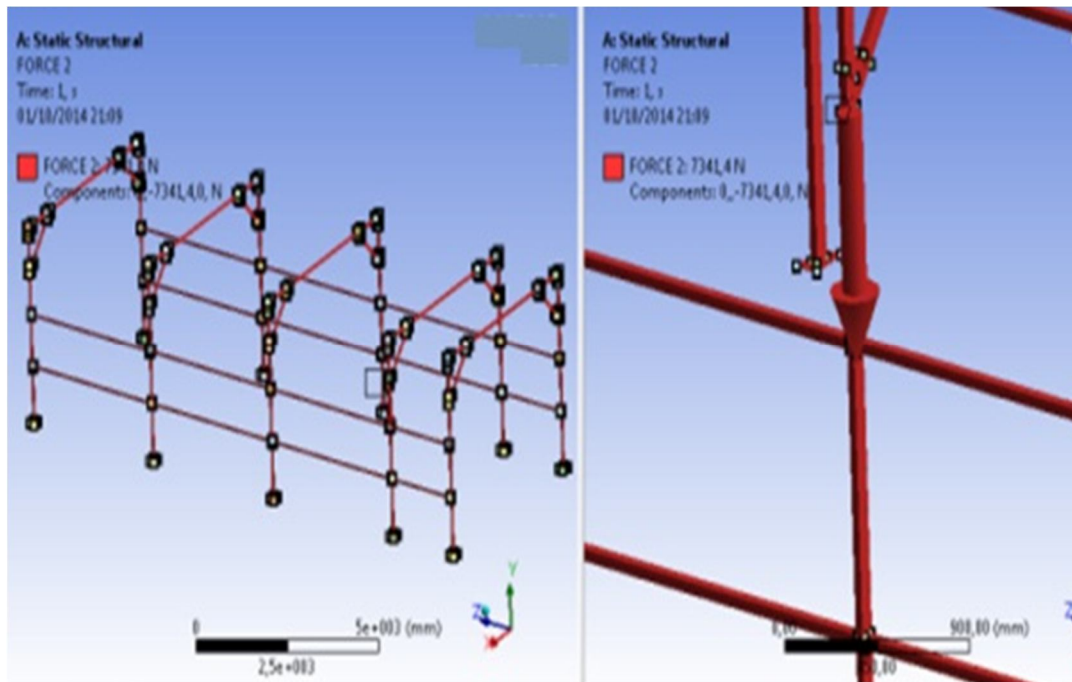
Carga sísmica aplicada 30% perpendicularmente

$$\mathbf{F_{7,2} = m \times a}$$

$$F_{7,2} = 224.74 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

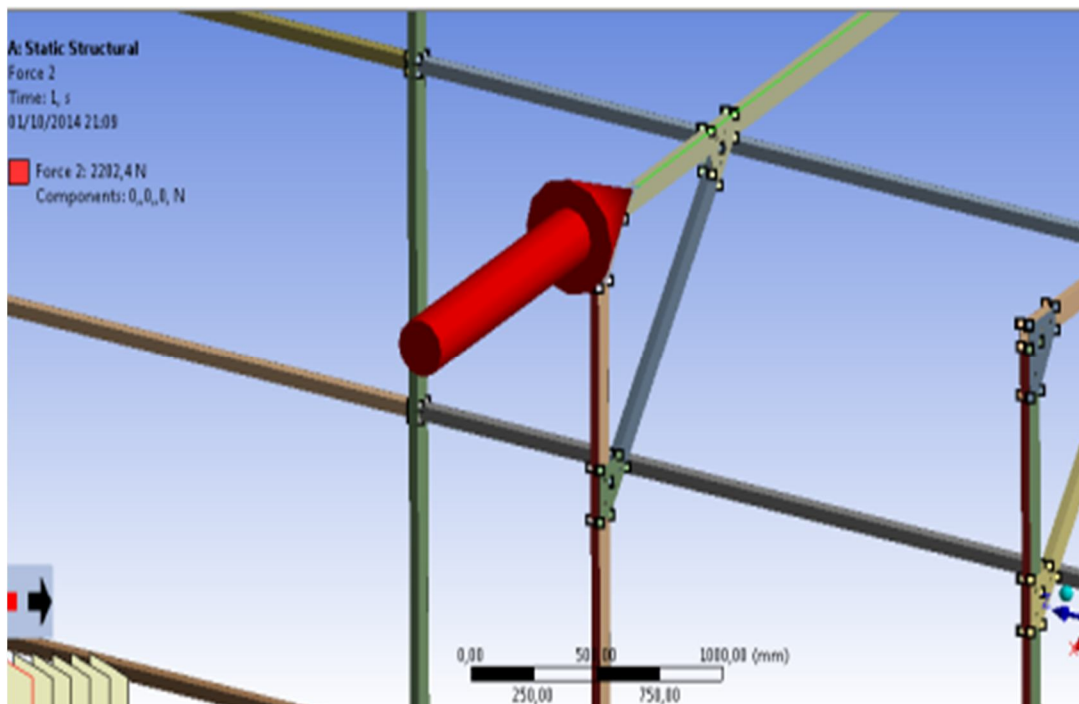
$$F_{7,2} = 2202.45 \text{ [N]}$$

Figura 6.40: Aplicación de fuerzas combinación 7.



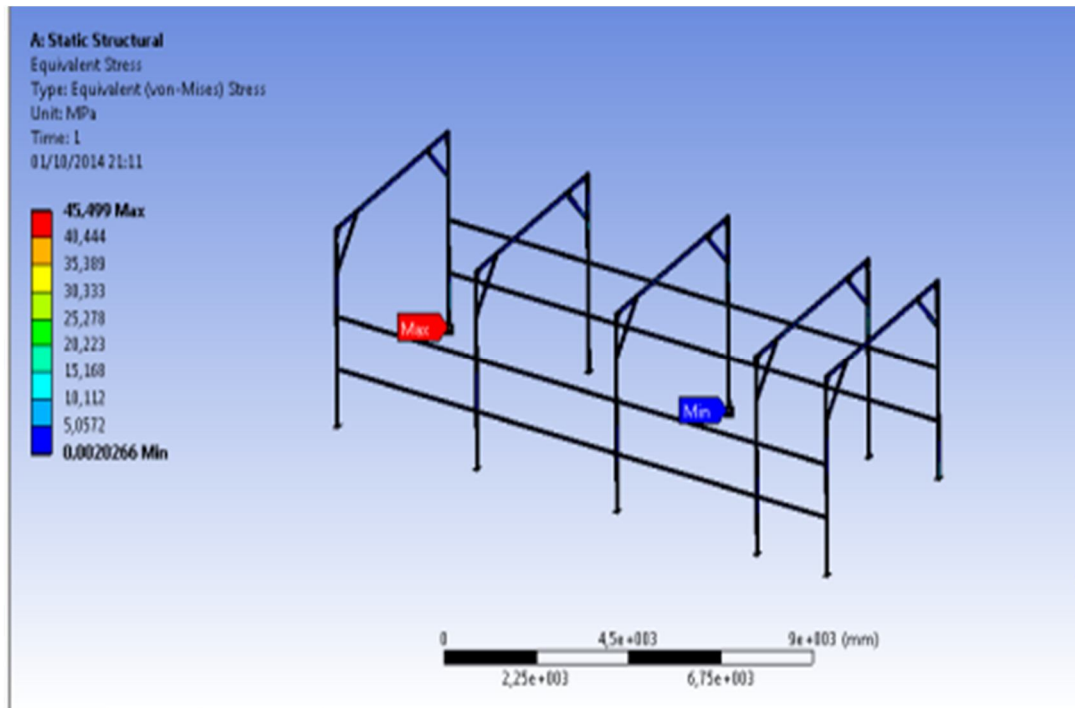
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.41: Aplicación de fuerzas combinación 7.



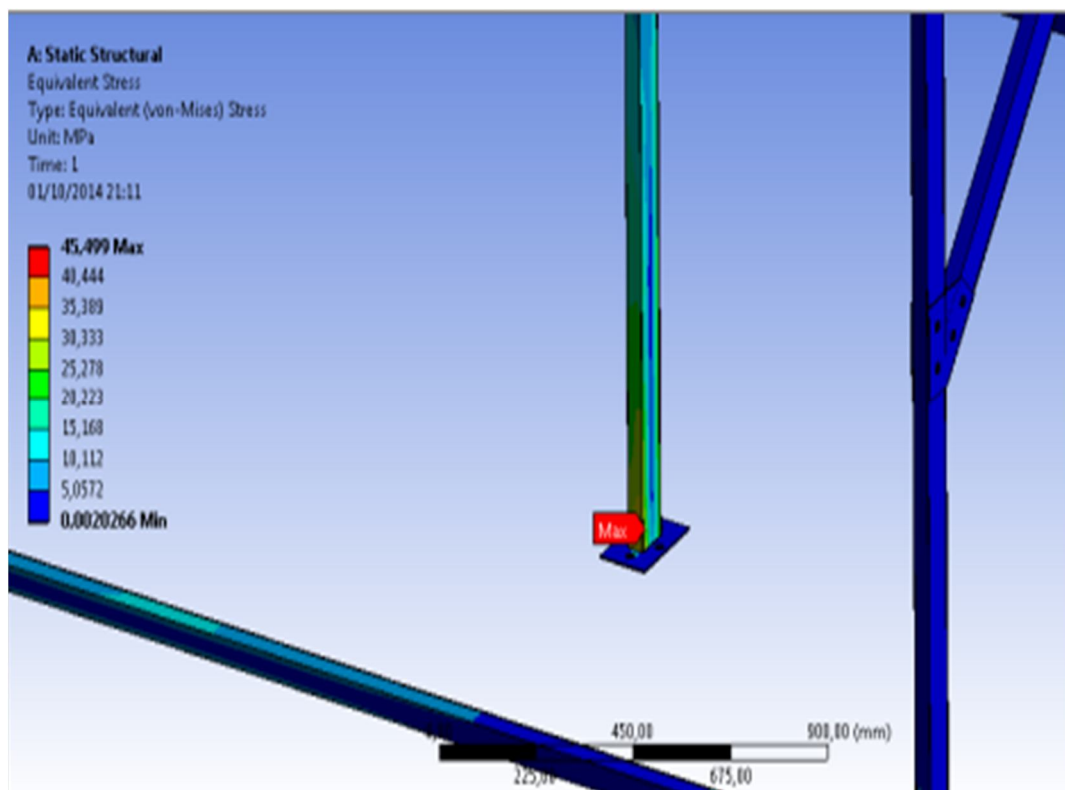
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.42: Análisis estructural combinación 7.



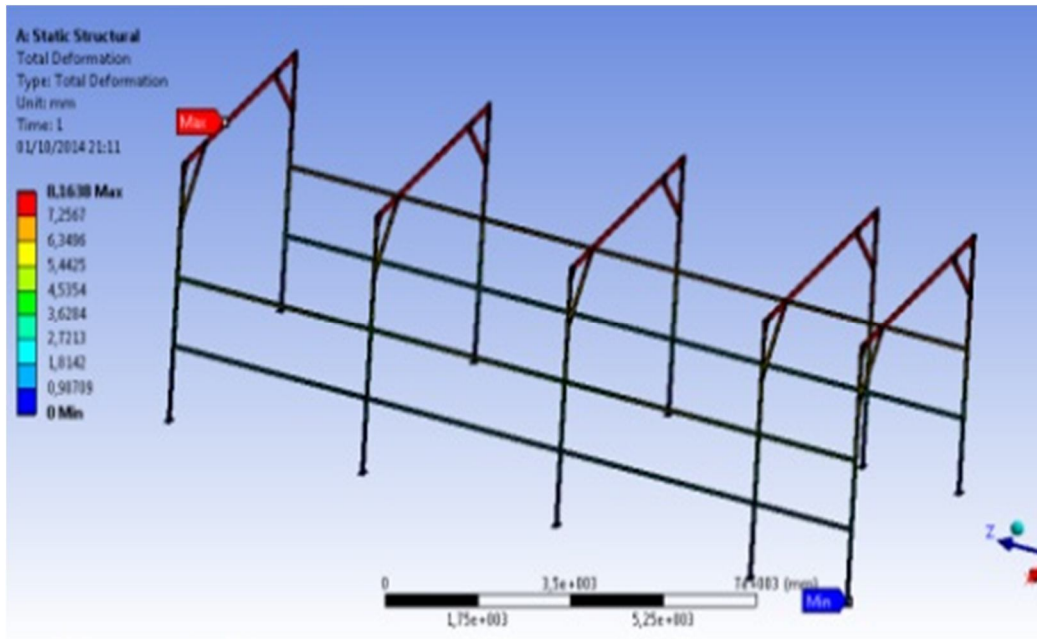
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.43: Zona crítica combinación 7.



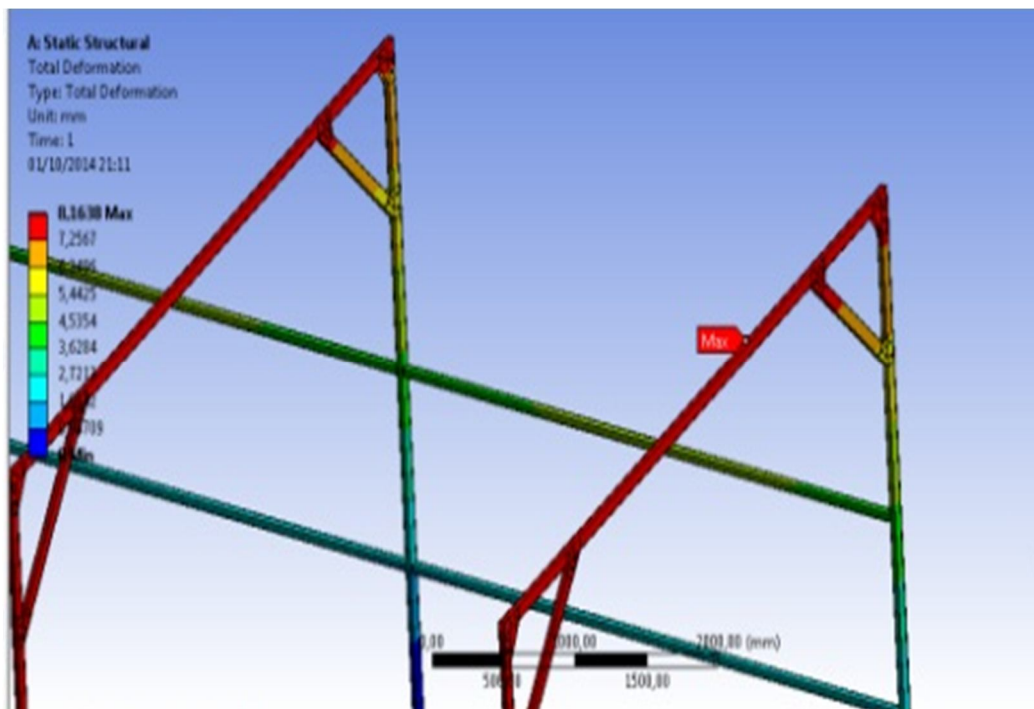
Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.44: Deformación total combinación 7.



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.45: Zoom Deformación combinación 7.



Fuente: Realizada por el Autor.

6.6.6.2 Análisis de Esfuerzos y Deflexión de la estructura portante

A continuación se detalla los esfuerzos máximos y deformaciones máximas alcanzadas en cada combinación.

Tabla 6.13: Análisis de las combinaciones.

ÁNÁLISIS DE LAS COMBINACIONES			
Ítem	Combinación	Esfuerzo (MPa)	Deformación (mm)
1	1.4 D	18,74	3,19
2	1.3D + 1.6 L + 0.5 (L _r o S o R)	15,17	2,66
3	1.2 D + 1.6 (L _r o S o R) + (L o 0.5W)	15,31	2,43
4	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 (L _r o S o R)	16,68	2,49
5	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S	49	8,4
6	0.9 D + 1.0 W	13,17	1,93
7	0.9 D + 1.0 E	45,49	8,36

Fuente: Realizada por el Autor.

De entre las combinaciones utilizadas mediante la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC 01, aquella que presentó el efecto más desfavorable en la estructura es la combinación 5, cuyos valores obtenidos de esfuerzo y deformación son los analizados a continuación para comprobar si la estructura es satisfactoria.

Análisis de Esfuerzos

Para el análisis de esfuerzos se utilizó las ecuaciones del método de diseño por esfuerzos permisibles método ASD. (McCormac, 2006, p. 260)

Especificaciones Generales: (Ver Anexo A-3)

Tubo estructural rectangular (80x40x2) mm

Norma: ASTM A-500

Recubrimiento: Negro o Galvanizado

Espesor: 2 mm

Propiedades y dimensiones del perfil:

$$A = 5.54 \text{ cm}^2 = 0.704 \text{ plg}^2$$

$$S_x = 9.33 \text{ cm}^3 = 0.57 \text{ plg}^3$$

$$r_{bx} = 2.87 \text{ cm} = 1.13 \text{ plg}$$

$$r_{by} = 1.67 \text{ cm} = 0.657 \text{ plg}$$

$$F_y = 36 \text{ KPsi}$$

$$E = 29000 \text{ KPsi}$$

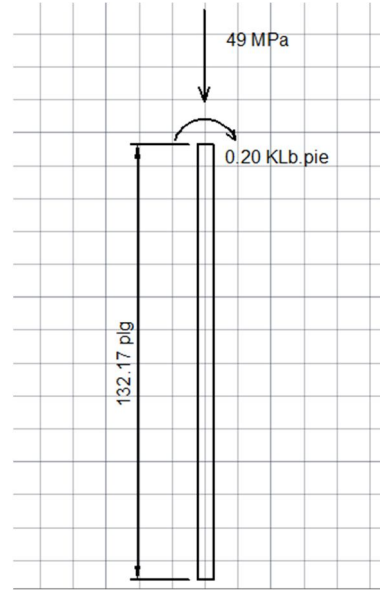
$$K = 1.0 \text{ (Ver Anexo A-4)}$$

$$C_m = 0.85$$

$$f_a = 49 \text{ MPa}$$

$$M = 0.20 \text{ Klb.pie}$$

$$L_b = 132.17 \text{ plg}$$



“Las especificaciones ASD H1 incluyen tres ecuaciones para miembros sometidos a carga axial más flexión” (McCormac, 2006, p. 260)

Para verificar la estabilidad de conjunto del miembro, utilizamos la primera ecuación.

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m f_b}{(1 - \frac{f_a}{F_e}) F_b} \leq 1.0 \quad \text{Ec. 6.19}$$

Una segunda ecuación se utiliza para verificar las condiciones de esfuerzos en los extremos de las vigas.

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0 \quad \text{Ec. 6.20}$$

Se aplicará una tercera ecuación si f_a/F_a es igual o menor que 0.15 para corroborar que no ocasiona una amplificación apreciable del momento una carga axial relativamente pequeña.

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad \text{Ec. 6.21}$$

Cálculo:

$$f_a = 49 \text{ MPa} = 7.1 \text{ KPsi.}$$

El esfuerzo permisible de compresión es:

$$F_a = 0.60F_y \quad \text{Ec. 6.22}$$

$$F_a = 0.60 (36 \text{ KPsi}) = 21.6 \text{ Kpsi}$$

$$F_{bx} = 0.66F_y \quad \text{Ec. 6.23}$$

$$F_{bx} = 0.66 (36 \text{ KPsi}) = 23.76 \text{ KPsi}$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{7.1}{21.6} = 0.33 > 0.15 \quad \text{Ec. 6.24}$$

Puesto que la relación anterior no se cumple para hacer uso de la tercera ecuación utilizamos las ecuaciones 6.19 y 6.20.

$$f_{bx} = \frac{(12)(0.20)}{0.57} = 4.2 \text{ KPsi}$$

$$F'_{ex} = \frac{12\pi^2 E}{23(K\frac{L_b}{r_{bx}})^2} \quad \text{Ec. 6.25}$$

$$F'_{ex} = \frac{12\pi^2(29000 \text{ KPsi})}{23(1\frac{132.17 \text{ plg}}{1.13 \text{ plg}})^2} = 10.92 \text{ KPsi}$$

$$F'_{ey} = \frac{12\pi^2 E}{23(K\frac{L_b}{r_{by}})^2} \quad \text{Ec. 6.26}$$

$$F'_{ey} = \frac{12\pi^2(29000 \text{ KPsi})}{23(1\frac{132.17 \text{ plg}}{0.657 \text{ plg}})^2} = 3.69 \text{ KPsi}$$

Revisión:

$$\frac{C_m}{1 - \frac{f_a}{F'_e}}$$

Ec. 6.27

$$\frac{0.85}{1 - \frac{7.1 \text{ KPsi}}{10.92 \text{ KPsi}}} = 2.43 > 1.0$$

OK

Sustituyendo en las ecuaciones 6.19 y 6.20, tenemos.

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m f_b}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_e}\right) F_b}$$

$$\frac{7.1}{21.6} + \frac{(0.85)(4.2)}{\left(1 - \frac{7.1}{10.92}\right) 23.76} = 0.76 < 1.0$$

OK

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_b}{F_b}$$

$$\frac{7.1}{0.6(36)} + \frac{4.2}{23.76} = 0.5 < 1.0$$

OK

La sección es satisfactoria.

Análisis de Deflexión

Para este tipo de estructura el análisis de la deflexión máxima se debe documentar bajo la norma AISC-Manual of Steel Construcción, Commentary to Chaper L, section L3 y lo listado en la siguiente tabla:

Tabla 6.14: Deflexiones máximas permisibles.

Caso	Máxima deflexión permisible ($d_{m\acute{a}x}$)
Vigas portantes de piso y equipos (para la carga total)	$L/240$ L=longitud viga
Vigas portantes de cielo raso enlucido (para cargas vivas)	$L/360$ L=longitud viga
Vigas de techo y correas	$L/180$ L=longitud viga
Vigas carrileras	$L/750$ L=longitud viga
Brazos de grúa	$L/225$ L=longitud viga

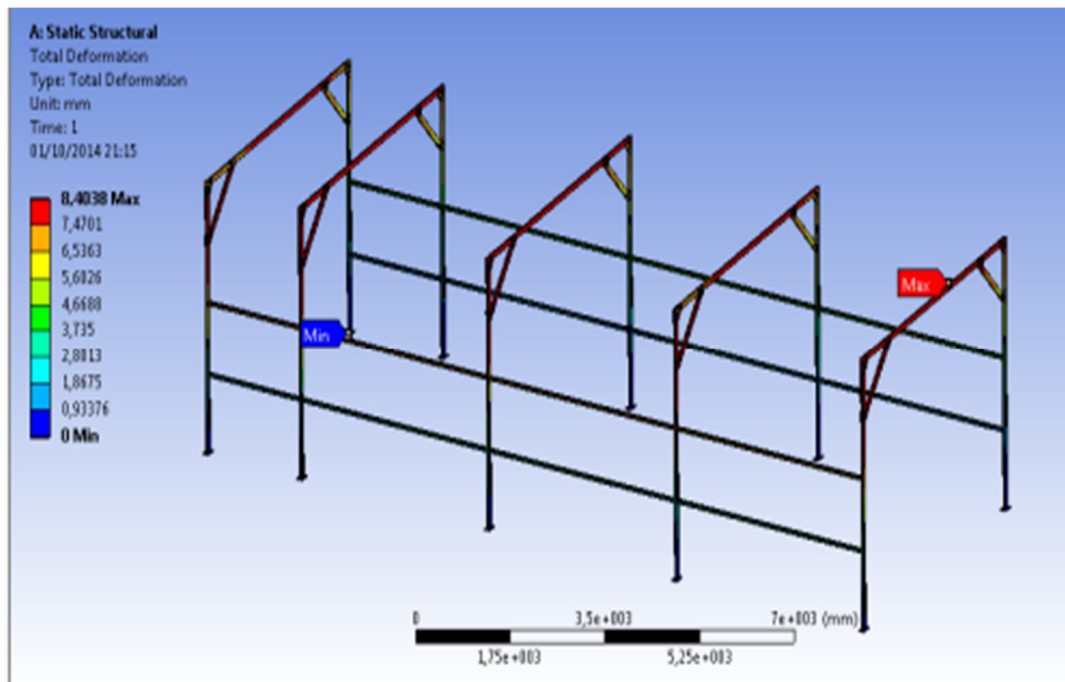
Fuente: Realizada por el Autor.

La deflexión máxima permisible utilizada es:

$$d_{m\acute{a}x} \leq \frac{L}{240} \quad \text{Ec. 6.28}$$

Mediante el software utilizado la deflexión máxima sobre la estructura es de 8.4 mm

Figura 6.46: Deformación total combinación 5.



Fuente: Realizada por el Autor.

Utilizando la Ec. 6.28

$$8.4 \text{ mm} \leq \frac{4300 \text{ mm}}{240}$$

$$8.4 \text{ mm} \leq 17.9 \text{ mm}$$

$$d_{actuante} \leq d_{permisible}$$

Por tanto pasa.

6.6.6.3 Simulación en Zonas Críticas

Para la simulación de estanqueidad en las diferentes zonas críticas como cajuelas, ventanas, claraboyas, puerta principal que posee el bus se utilizó un software apropiado en donde se ha considerado los siguientes parámetros:

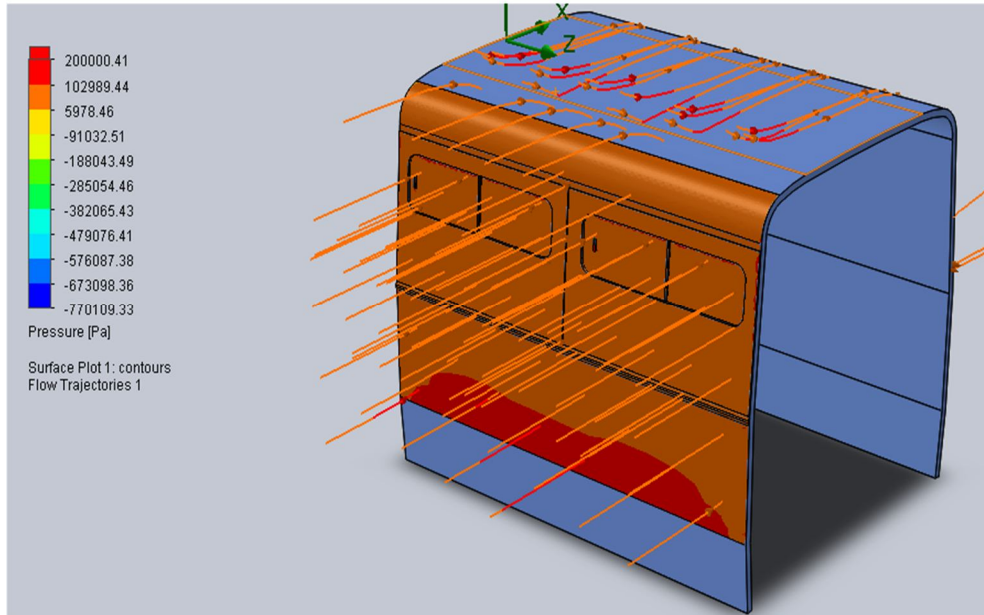
- Velocidad promedio con la que cae la lluvia 32 Km/h.
- La presión atmosférica 75 Kpa
- Tipo de flujo - Turbulento
- Material

Esta simulación nos dará un margen de presión en las zonas donde existen desniveles en la superficie por motivos de tipos de unión y combinación de materiales en donde va a existir acumulamiento de agua, por ende aumenta las posibilidades de filtrado siempre y cuando no existiera una buena unión, adherencia, compactación etc en dichas zonas.

Este parámetro revalida lo expuesto anterior en el capítulo IV en donde se hizo el estudio de las zonas críticas que posee el bus, ya que las partes seleccionadas para someterle a simulación fueron escogidas a partir de la matriz de criticidad total.

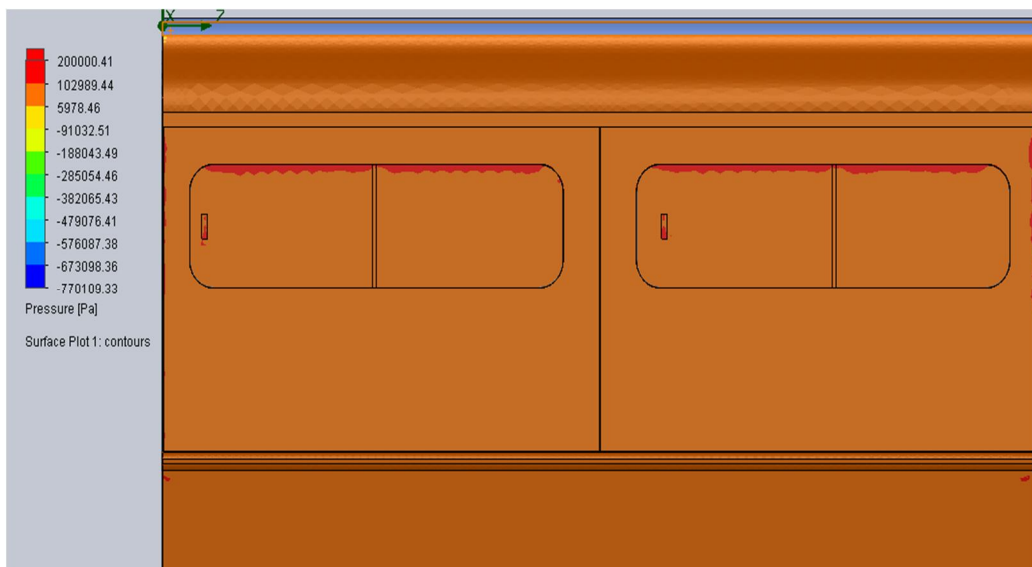
Representación de la presión que ejerce el fluido sobre las ventanas

Figura 6.47: Simulación en ventanas.



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.48: Simulación en ventanas 2.

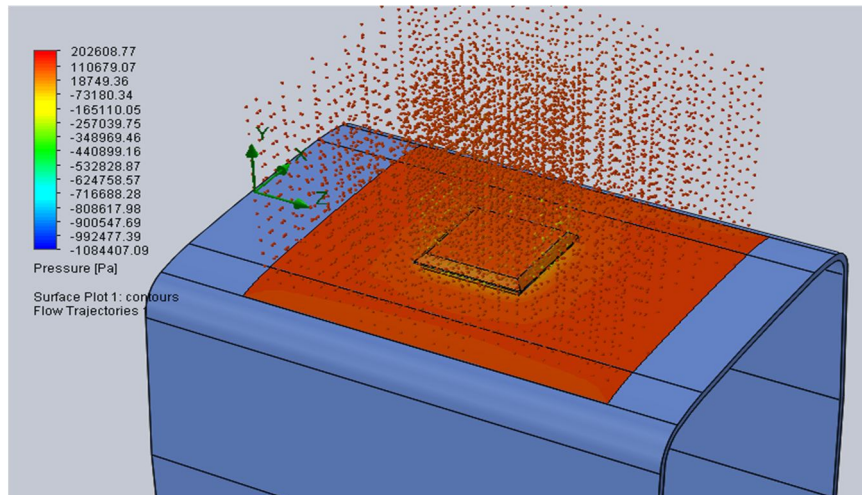


Fuente: Realizada por el Autor.

Representación de la presión que ejerce el fluido sobre las claraboyas

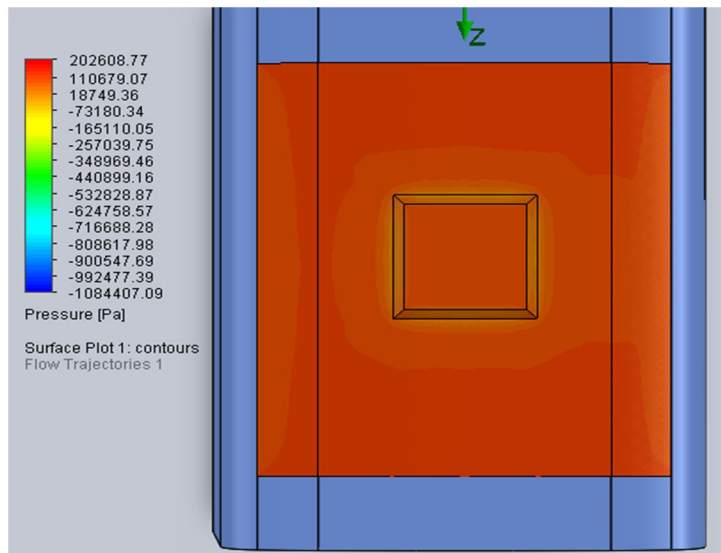
Por estar en la parte superior de la estructura y no formar parte de una sola pieza en conjunto sino más bien de un ensamblaje, tenemos a la claraboya como un potencial actor de la hermeticidad en el bus.

Figura 6.49: Simulación claraboyas.



Fuente: Realizada por el Autor.

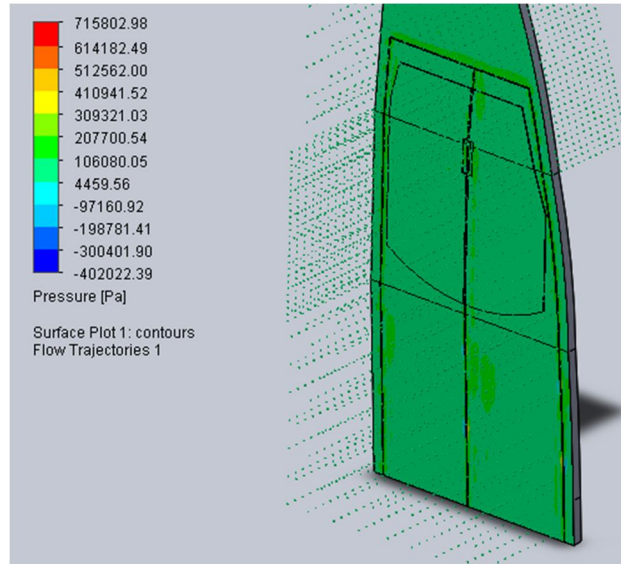
Figura 6.50: Simulación claraboyas 2.



Fuente: Realizada por el Autor.

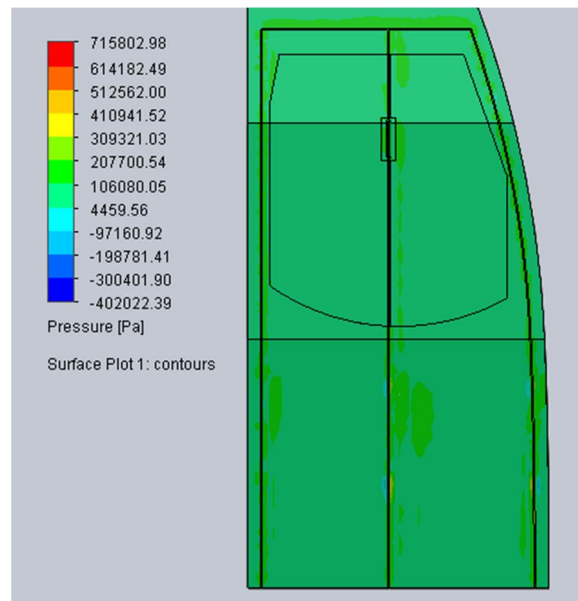
Representación de la presión que ejerce el fluido sobre la puerta

Figura 6.51: Simulación puerta.



Fuente: Realizada por el Autor.

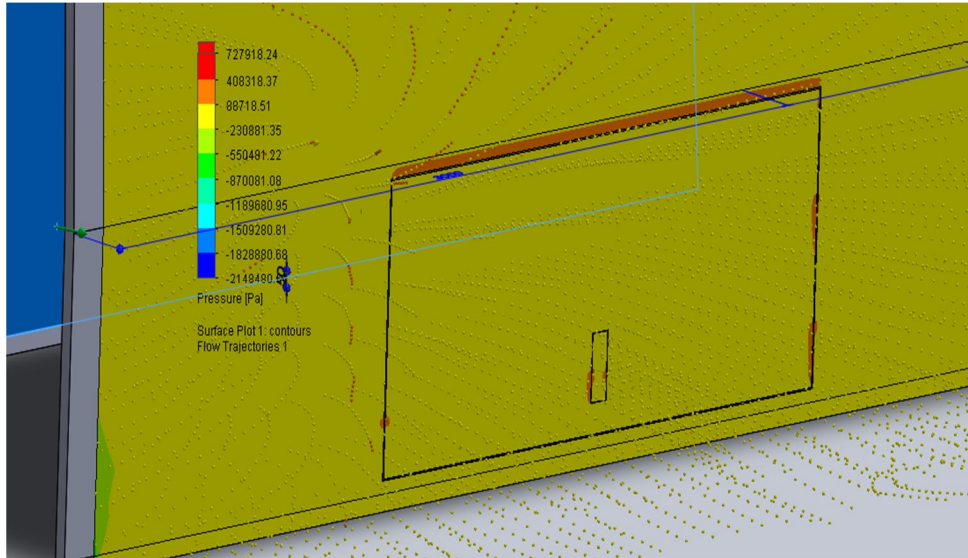
Figura 6.52: Simulación puerta 2.



Fuente: Realizada por el Autor.

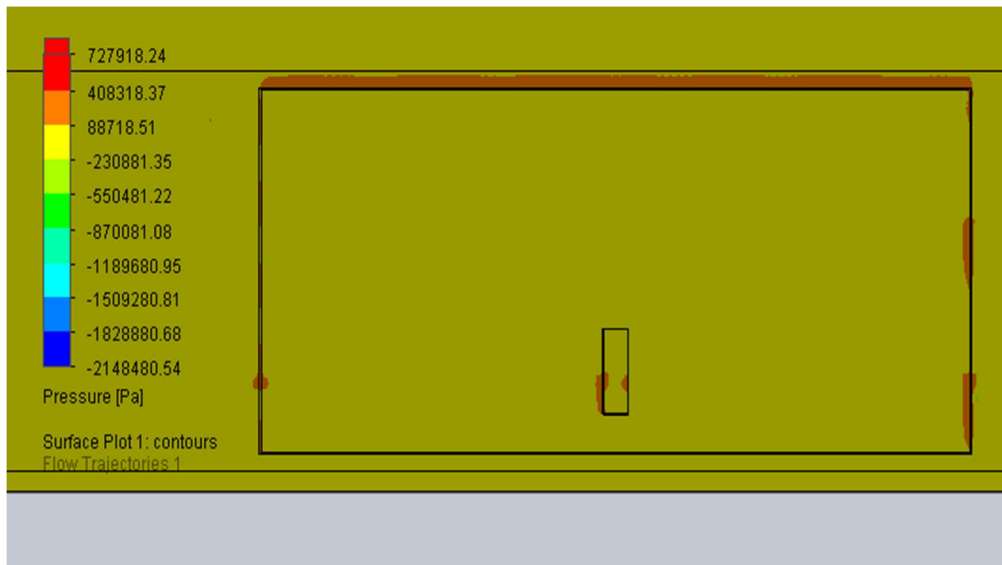
Representación de la presión que ejerce el fluido sobre las cajuelas

Figura 6.53: Simulación cajuela.



Fuente: Realizada por el Autor.

Figura 6.54: Simulación cajuela 2.



Fuente: Realizada por el Autor.

6.7 ADMINISTRACIÓN

En la parte administrativa es necesario realizar el análisis de costos para que cuando la empresa cuente con los recursos necesarios pueda llevar a cabo la construcción de dicha propuesta.

6.7.1 COSTOS DIRECTOS

Comprenden los rubros detallados en las tablas 6.14 y 6.15.

Tabla 6.15: Costos de materiales hidráulicos.

COSTOS DE MATERIALES PARA INSTALACIÓN HIDRÁULICA (CMH)					
Cantidad	Detalle	Referencia	Fuente	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
34	Boquillas de acero galvanizado	½ HH-25	Cátalogo Spraying sytems Co.	25,32	860,88
2	Tubos de acero galvanizado	2½ plg	Acero Comercial	131,9	263,8
3	Tubos de acero galvanizado	2 plg	Acero Comercial	72,27	216,81
14	Tubos de acero galvanizado	1½ plg	Acero Comercial	56,67	793,38
1	Tarraja	2 plg, 1½ plg	Acero Comercial	773,19	773,19
5	Tapones macho	1½ plg	Acero Comercial	2,37	11,85
1	Tapones macho	2 plg	Acero Comercial	3,5	3,5
1	Codo 90°	2½ x 2½ plg	Acero Comercial	8,5	8,5
3	Codos 90°	2 x 2 plg	Acero Comercial	7,53	22,59
2	Codos 90°	2 x 1½ plg	Acero Comercial	6,3	12,6
7	Codos 90°	1½ x 1½ plg	Acero Comercial	5,1	35,7
3	Tee	2 x 2 x 2 plg	Acero Comercial	9,94	29,82
3	Tee	2 x 2 x 1½ plg	Acero Comercial	8,75	26,25
1	Válvula Check	2 plg	Acero Comercial	86,5	86,5
1	Válvula Mariposa	1½ plg	Acero Comercial	50,86	50,86
4	Válvulas de bola 1/4 de vuelta	1½ plg	Acero Comercial	28,48	113,92
1	Válvula de bola	2 plg	Acero	34,66	34,66

	1/4 de vuelta		Comercial		
1	Válvula de pie con colador	2½ plg	Acero Comercial	66,11	66,11
1	Unión Universal	2½ plg	Acero Comercial	25,5	25,5
2	Uniones Universales	2 plg	Acero Comercial	20,48	40,96
10	Uniones Universales	1½ plg	Acero Comercial	13,27	132,7
20	Rollos de Teflón	—	Acero Comercial	0,58	11,6
5	Neplos	2 plg x 30 cm	Acero Comercial	1,82	9,1
5	Neplos	2 plg x 20 cm	Acero Comercial	1,37	6,85
4	Láminas de acrílico transparente	700x350x1 cm	Distribuidora Boston S.A	150	600,0
1	Bomba centrífuga Goulds 5BF 1K2HO,	TDH=50 m.c.a; Q=120 gpm	Maquinarias Enrique C.A	1644,36	1644,36
TOTAL					5881,99

Fuente: Realizada por el Autor.

Tabla 6.16: Costos de materiales eléctricos.

COSTOS DE MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN DEL CIRCUITO DE POTENCIA Y COMANDO ELÉCTRICO (CMP)					
Cantidad	Detalle	Referencia	Fuente	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
1	Breaker para montaje en Riel Din / 16 Amp/ 3 polos	BKN-3-16	Catálogo LG Industrial Systems	18,43	18,43
1	Breaker de 2 Amp / 2 polos	—	Catálogo LG Industrial Systems	8	8
1	Caja de arranque con botonera	Contactador de 9-13 Amp; Relé térmico de 9-13 Amp; Pulsador verde normalmente abierto; Pulsador rojo normalmente cerrado	Catálogo LG Industrial Systems	73,52	73,52
1	Cable flexible #14 AWG	TW-F	Catálogo Electro cables C.A	4,32	4,32
1	Cable flexible #18 AWG	TFF	Catálogo Electro cables C.A	6,52	6,52
1	Cable sucre #3x14 AWG	STHHN	Catálogo Electro cables C.A	8,15	8,15
TOTAL					118,94

Fuente: Realizada por el Autor.

Para la obtención de los costos directos sumamos los subtotales:

$$CD = CMH + CMP$$

Ec. 6.29

Tabla 6.17: Costo Directos.

COSTOS DIRECTOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR (USD)
CMH	5881,99
CMP	118,94
TOTAL	6000,93

Fuente: Realizada por el Autor.

6.7.2 COSTOS INDIRECTOS

Dentro de los costos indirectos consta la mano de obra necesaria para el montaje del circuito hidráulico, costo que se detalla a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 6.18: Costo mano de obra.

COSTO MANO DE OBRA				
Cantidad	Cargo	Horas de trabajo	Costo Hora	Valor (USD)
1	Soldador	40	2,60	104,0
1	Pintor	24	2,60	62,40
3	Ayudantes	120	2,13	255,6
1	Supervisor	120	3,13	375,6
TOTAL				797,60

Fuente: Realizada por el Autor.

Presupuesto final para la construcción de la cámara de estanqueidad.

Tabla 6.19: Presupuesto final.

ÍTEM	DETALLE	COSTO (USD)
1	Costos mano de obra	797,60
2	Costos directos	6000,93
Subtotal		6798.53
Imprevistos (10%)		679.85
TOTAL		7478.38

Fuente: Realizada por el Autor.

6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

El plan de operación y de mantenimiento se encuentra incluido en este ítem para la empresa Carrocerías Varma S.A.

6.8.1 PLAN DE OPERACIÓN

El bus terminado pasará por un sistema de filtración de agua (cámara de estanqueidad) por un tiempo de 15 min con todos sus sistemas funcionando es decir luces guías o media luz, direccionales y emergencia, freno, retro, laterales, neblineros o luces adicionales prendidos, de esta manera se controlará eficientemente la hermeticidad de cada unidad para que en lo posterior sea entregada.

6.8.2 PLAN DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento que se realizará en la cámara de estanqueidad es de tipo preventivo:

- Se realizará la inspección del estado del agua antes de que el sistema empiece a funcionar.
- Se revisará que la bomba se encuentre cebada antes del inicio del sistema.
- Se verificará que los rociadores estén dispuestos en la dirección y ángulo de roció.
- Se revisará periódicamente el estado de las mallas de filtrado.

Una vez culminado el presente estudio, el mismo que fue realizado tanto en la empresa Carrocerías Varma S.A en la preparación de las diversas probetas y en los laboratorios de materiales de la Escuela Politécnica Nacional (Quito – Ecuador), se sugiere tomar en cuenta todas las conclusiones y todas las recomendaciones antes mencionadas en este trabajo, con el fin de mejorar la calidad de los buses contra las filtraciones de agua.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFIA

Libros Impresos

1. Anderson, J.C. (2002). *Ciencia de los materiales* (2^a Ed.). Limusa.
2. Hollaway, L. (1994). *Handbook of polymer composites for engineers*. Woodhead Publishing Limited.
3. Mataix, C. (1986). *Máquina de fluidos y maquinas hidráulicas* (2^a Ed.). Madrid: Ediciones del Castillo. S.A.
4. McCormac, J. (2006). *Diseño de estructuras metálicas-Método ASD* (4^a Ed.). Colombia: Alfaomega grupo editor S.A.
5. Shachelford, J. & Guemes, A. (1998). *Introducción a la Ciencia de materiales para Ingenieros* (4^a Ed.). Lavel.
6. William, S. & Javad, H. (2004). *Fundamentos de la ciencia e Ingeniería de materiales* (4^a Ed.). Mc Graw Hill.

TESIS

1. Anaguano, D. & Loachamin, C. (2008). *Análisis de uniones por adhesión para materiales metálicos*. Proyecto previo a la obtención del título de tecnólogo en procesos de producción mecánica, Escuela de formación de tecnólogos, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

2. Hidalgo, D. (2011). *Estudio estructural del bus urbano entrada baja de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana Inen 1323 para incrementar la competitividad de la empresa picosa*. Previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
3. Jaque, D. & Morales, A. (2010). *Propuesta de reorganización técnico-económica de los procesos de producción para las carrocerías: interprovincial y bus-tipo en la empresa Varma s.a. de la ciudad de Ambato*. Previa a la obtención del título de Ingeniero Industrial, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
4. Llamuca, L. (2005). *Control de Calidad en la producción de plantas de caucho para calzado de la empresa Calzamatriz*. Previa a la obtención del título de Ingeniero en Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
5. Paredes, J. (2012). *Estudio de polímeros híbridos estratificados de matriz poliéster reforzada con fibra de vidrio y cabuya como material alternativo y su incidencia en las propiedades mecánicas en guardachoques para buses*. Previa a la obtención del Grado Académico de Magister en Diseño Mecánico, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
6. Paucar, A. (2010). *Diseño y simulación de una máquina para desenrollar bobinas de acero hasta cuatro toneladas de peso*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4793/1/kt-160757.pdf>
7. Villacís, H. (2011). *Obtención de materiales compuestos híbridos de matriz poliéster reforzados con fibra de vidrio y abacá mediante estratificación*.

Previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Normas

1. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010a). *RTE INEN 043. Bus Interprovincial e Intraprovincial*. Quito: INEN.
2. Comité Europeo de Normalización. (1994). *UNE-EN 1465. Adhesivos. Determinación de la resistencia a la cizalla por tracción de montajes pegados solapados*. Madrid: AENOR.
3. AISC; Manual of Steel Construction; 8va Ed.
4. Código Ecuatoriano de la Construcción. (2002). *Peligro Sísmico, Espectros de diseño y requisitos mínimos de cálculo para Diseño Sismo-Resistente*. Quito: NEC
5. Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *NEC-11. Cargas y materiales*. Quito: NEC.
6. Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *NEC-11. Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente*. Quito: NEC.
7. Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *NEC-11. Riesgo sísmico, evaluación y rehabilitación de estructuras*. Quito: NEC.
8. Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *NEC-11. Estructuras de Acero*. Quito: NEC.

Documentos Electrónicos

1. Anónimo, (2013, 17 de abril). EAF del Automóvil [Web log post]. Recuperado de <http://eafdelautomovil.blogspot.com/2013/04/uniones-pegadas-tipo-de-pegadamentos.html>
2. [1] Borreguero, D. & Jimenez, F. (2001). Sistemas de métodos de uniones de elementos de la carrocería sin empleo de equipos de soldadura. 2^a *Carroceria, I.E.S. La Campiña*, Arahal Sevilla, pp 1-25. Recuperado de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.comforp.net%2Findex.php%2Fcomponent%2Frsfiles%2Fdescargar-archivo%2Farchivos.html%3Fpath%3Deditex%252Fcarroceria%252FEA%252F2007-065-01-C.pdf&ei=kb-AVKrCF4SDNqmdgMAE&usg=AFQjCNE7-Oia0E4Tu4uZL4BF78DKvb9V-w&sig2=f4gKwuPy1V03MDbEBrh_cg&bvm=bv.80642063,d.eXY
3. Casajus, L. (2009). Reparabilidad de las carrocerías: Métodos de unión. *Carrocera y pintura, Octubre/Noviembre*, pp 1-4. Recuperado de http://www.centrozaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R42_A1.pdf
4. Castillo, M. (2004). Ensayo de Cortante sobre uniones adhesivas. *Carrocera y pintura, Octubre/Diciembre*, Recuperado de http://www.centrozaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R22_A3.pdf
5. [3] Coello, A. (2007). La gestión de la calidad. *La organización orientada a la calidad, Facultad de Ciencias de la Documentación, Julio/Septiembre*, Recuperado de

<http://pendientedemigracion.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10123.pdf>

6. Gonzales, F. (2009). Control de Calidad en las reparaciones de carrocería y pintura. *Departamento de Ingeniería, Cesvimap Enero*, Recuperado de http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/consulta/resultados_navegacion.cmd?forma=ficha&posicion=2&id=10104
7. Leal, H. (2011). Ingeniería en materiales industriales. *Universidad de Puerto Cabello, Junio, pp 10-25*. Recuperado de http://acontecimientosactuales.bligoo.es/media/users/16/829236/files/149678/LIBRO_DE_SELECCION_DE_MATERIALES_.pdf
8. [2] Madrid, M. (2007). Tecnología de la adhesión. *Departamento técnico de Loctite, España, pp 13-16*. Recuperado de http://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/7071/7071377/curso_de_adhesivos.pdf
9. Rodriguez, N. (2011). Alternativas de unión. *Departamento de Ingeniería, Cesvimap Marzo*, Recuperado de http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1064397

Catálogos

1. INDUMECA, (2013). Industria metálica Caribe SRL: República Dominicana. Recuperado de <http://indumeca.com.do/productos/aluzinc>
2. 3M CENTER, (2010). División de adhesivos y cintas industriales. Recuperado de http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_EC/Adhesives_LA/Cintas-y-Adhesivos-Industriales/

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A-1: Pérdida por fricción - Catálogo Goulds Pumps.



Friction Loss

TECHNICAL DATA

STEEL PIPE: FRICTION LOSS (IN FEET OF HEAD) PER 100 FT.

GPM	GPH	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
		ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.
1	60	4.30	1.86	.26										
2	120	15.00	4.78	1.21	.38									
3	180	31.80	10.00	2.50	.77									
4	240	54.90	17.10	4.21	1.30	.34								
5	300	83.50	25.80	6.32	1.93	.51	.24							
6	360		36.50	8.87	2.68	.70	.33	.10						
7	420		48.70	11.80	3.56	.93	.44	.13						
8	480		62.70	15.00	4.54	1.18	.56	.17						
9	540			18.80	5.65	1.46	.69	.21						
10	600			23.00	6.86	1.77	.83	.25	.11	.04				
12	720			32.60	9.62	2.48	1.16	.34	.15	.05				
15	900			49.70	14.70	3.74	1.75	.52	.22	.08				
20	1,200			86.10	25.10	6.34	2.94	.87	.36	.13				
25	1,500				38.60	9.65	4.48	1.30	.54	.19				
30	1,800				54.60	13.60	6.26	1.82	.75	.26				
35	2,100				73.40	18.20	8.37	2.42	1.00	.35				
40	2,400				95.00	23.50	10.79	3.10	1.28	.44				
45	2,700					30.70	13.45	3.85	1.60	.55				
70	4,200					68.80	31.30	8.86	3.63	1.22	.35			
100	6,000						62.20	17.40	7.11	2.39	.63			
150	9,000							38.00	15.40	5.14	1.32			
200	12,000							66.30	26.70	8.90	2.27	.736	.30	.08
250	15,000							90.70	42.80	14.10	3.60	1.20	.49	.13
300	18,000								58.50	19.20	4.89	1.58	.64	.16
350	21,000								79.20	26.90	6.72	2.18	.88	.23
400	24,000								103.00	33.90	8.47	2.72	1.09	.279
450	27,000								130.00	42.75	10.65	3.47	1.36	.348
500	30,000								160.00	52.50	13.00	4.16	1.66	.424
550	33,000								193.00	63.20	15.70	4.98	1.99	.507
600	36,000								230.00	74.80	18.60	5.88	2.34	.597
650	39,000									87.50	21.70	6.87	2.73	.694
700	42,000									101.00	25.00	7.93	3.13	.797
750	45,000									116.00	28.60	9.05	3.57	.907
800	48,000									131.00	32.40	10.22	4.03	1.02
850	51,000									148.00	36.50	11.50	4.53	1.147
900	54,000									165.00	40.80	12.90	5.05	1.27
950	57,000									184.00	45.30	14.30	5.60	1.41
1000	60,000									204.00	50.20	15.80	6.17	1.56

Goulds Pumps



ANEXO A-2: "Nomograma de pérdida de carga secundaria de la firma Gould Pumps, U.S.A. en accesorios de tubería para agua" (Mataix, 1986, p.248)

248

MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS

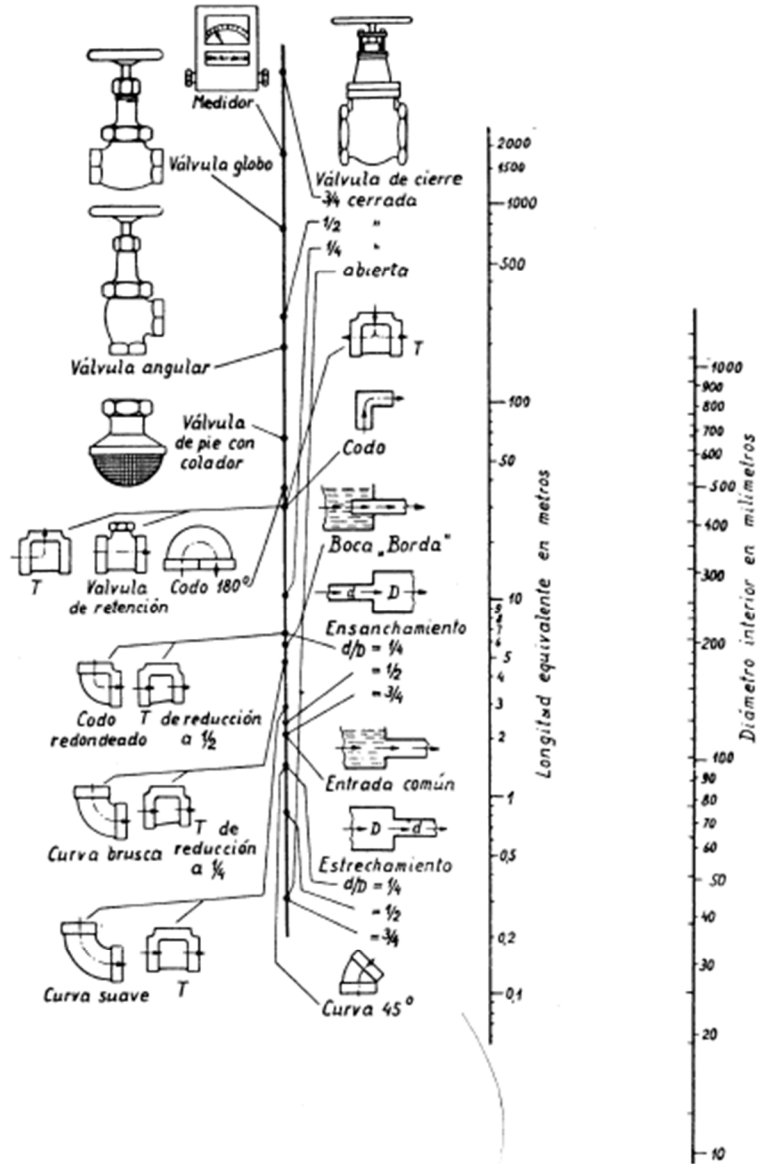



FIG. 11-15. Nomograma de pérdida de carga secundaria de la firma Gould Pumps, U.S.A. en accesorios de tubería para agua.

ANEXO A-3: Tubo estructural rectangular (40x80x20); dimensiones y propiedades.
DIPAC.


RECTANGULAR



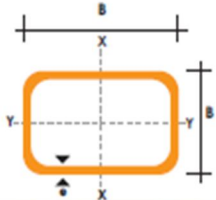
TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 12mm x 25mm a 40mm x 80mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm









DIMENSIONES			AREA		EJES X-X		EJES Y-Y			
A	B	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	I	I	W	I
mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,65
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70
40	80	2,0	3,66	4,54	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
50	150	3,0	9,17	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15



ANEXO A-4: Factores K. (McCormac, 2006, p.118).

Tabla 5-1 LONGITUDES EFECTIVAS DE COLUMNAS

Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son parecidas a las ideales	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Símbolos para las condiciones de extremo						
	Rotación y traslación impedidas	Rotación libre y traslación impedida	Rotación impedida y traslación libre	Rotación impedida y traslación libre	Rotación y traslación libres	Rotación y traslación libres

Fuente: *Manual of Steel Construction Allowable Stress Design*, del American Institute of Steel Construction, novena edición (Chicago: AISC, 1989), tabla C-C2.1, "Commentary on the Specification for Structural Steel Buildings Allowable Stress Design and Plastic Design", pág. 5-135. Reimpreso con autorización del AISC.

ANEXO B

ANEXO B-1: Tipo de rociador ½ HH-25 – Catálogo Spray Systems.



PERFORMANCE DATA: STANDARD ANGLE SPRAY

Inlet Conn. (in.)	Nozzle Type										Capacity Size	Orifice Dia. Nom. (in.)	Max. Free Passage Dia. (in.)	Flow Rate Capacity (gallons per minute)										Spray Angle (°)		
	Standard					Wall-Mount			Angle					5 psi	7 psi	10 psi	20 psi	40 psi	60 psi	100 psi	150 psi	7 psi	20 psi	90 psi		
	G	GG	H	HH	HF	GD	HD	GGD	GA	GGA																
1/8	•	•									1	.031	.025	—	—	.10	.14	.19	.26	.29	.35	—	58	53		
	•	•		•							1.5	.044	.025	.11	.13	.15	.21	.28	.29	.43	.52	.52	65	59		
	•	•		•					•	•	2	.048	.040	.15	.17	.20	.28	.38	.52	.58	.70	.43	50	46		
	•	•		•					•	•	•	3	.063	.040	.22	.25	.30	.41	.57	.78	.87	1.0	52	65	59	
	•	•		•					•	•	•	3.5	.063	.060	.25	.30	.35	.48	.66	.91	1.0	1.2	43	50	46	
										•	•	3.9	.078	.040	.28	.33	.39	.54	.74	1.0	1.1	1.4	77	84	79	
	•	•		•					•	•	•	5	.078	.060	.36	.42	.50	.69	.95	1.3	1.4	1.7	52	65	59	
										•	•	6.1	.094	.060	.44	.52	.61	.84	1.2	1.6	1.8	2.1	69	74	68	
1/4	•	•		•					•	•	•	6.5	.094	.063	.47	.55	.65	.89	1.2	1.7	1.9	2.3	45	50	46	
	•	•		•					•	•	•	10	.109	.063	.73	.85	1.0	1.4	1.9	2.6	2.9	3.5	58	67	61	
				•						•	•	12.5	.125	.063	.91	1.1	1.3	1.7	2.4	3.3	3.6	4.3	69	74	68	
3/8	•	•		•					•	•	•	9.5	.109	.094	.69	.81	.95	1.3	1.8	2.5	2.7	3.3	45	50	46	
	•	•		•					•	•	•	15	.141	.094	1.1	1.3	1.5	2.1	2.8	3.9	4.3	5.2	64	67	61	
										•	•	20	.156	.109	1.5	1.7	2.0	2.8	3.8	5.2	5.8	7.0	76	80	73	
	•	•		•					•	•	•	22	.188	.109	1.6	1.9	2.2	3.0	4.2	5.7	6.3	7.6	87	90	82	
1/2	•	•				•			•	•	•	16	.141	.125	1.2	1.4	1.6	2.2	3.0	4.2	4.6	5.6	48	50	46	
	•	•		•					•	•	•	25	.188	.125	1.8	2.1	2.5	3.4	4.7	6.5	7.2	8.7	64	67	61	
	•	•							•	•	•	32	.203	.141	2.3	2.7	3.2	4.4	6.1	8.3	9.2	11.1	72	75	68	
	•	•		•					•	•	•	40	.250	.141	2.9	3.4	4.0	5.5	7.6	10.4	11.5	13.9	88	91	83	
3/4				•						•	•	50	.266	.156	3.6	4.2	5.0	6.9	9.5	13.0	14.4	17.4	91	94	86	
			•	•							•	2.5	.188	.172	2.1	2.5	2.9	4.1	5.6	7.7	8.5	10.2	48	50	46	
			•	•			•					4.0	.250	.172	3.4	4.0	4.7	6.5	8.9	12.3	13.6	16.4	67	70	63	
			•	•			•					7.0	.328	.203	6.0	7.0	8.2	11.3	15.6	21	24	29	89	92	84	
1			•	•			•					4.2	.234	.219	3.6	4.2	4.9	6.8	9.4	12.9	14.3	17.2	48	50	46	
			•	•			•					7.0	.328	.219	6.0	7.0	8.2	11.3	15.6	21	24	29	67	68	62	
			•	•								8.0	.375	.219	6.9	8.0	9.4	13.0	17.8	25	27	33	72	81	82	
			•	•								10	.469	.219	8.6	10.0	11.8	16.2	22	31	34	41	78	90	84	
			•	•								12	.469	.250	10.3	12.0	14.1	19.4	27	37	41	49	89	92	84	
1-1/4			•	•								6	.297	.250	5.1	6.0	7.1	9.7	13.4	18.4	20	25	48	50	44	
			•	•			•					10	.375	.250	8.6	10.0	11.8	16.2	22	31	34	41	64	67	58	
			•	•			•					12	.422	.250	10.3	12.0	14.1	19.4	27	37	41	49	66	70	60	
			•	•								14	.484	.250	12.0	14.0	16.5	23	31	43	48	57	77	80	70	
			•	•								16	.500	.313	13.7	16.0	18.9	26	36	49	54	66	73	76	66	
		•	•								20	.594	.313	17.1	20	24	32	45	61	68	82	90	93	81		

Maximum Free Passage Diameter is the maximum diameter as listed of foreign matter that can pass through the nozzle without clogging.
 Highlighted column shows the rated pressure.





ANEXO B-2: Características básicas de la boquilla – Catálogo Spray Systems.

TECHNICAL
REFERENCE

BASIC NOZZLE CHARACTERISTICS

Spray nozzles are precision components designed to yield very specific performance under specific conditions. To help you determine the best nozzle type for your application, the following chart summarizes the performance that each nozzle type is designed to deliver. Visit [youtube.com/sprayingystems](https://www.youtube.com/sprayingystems) for video demonstrations of spray patterns.

The spray pattern images on the right were taken in our spray laboratories using laser sheet imaging. A laser beam is passed through the spray pattern in a horizontal sheet to illuminate a cross section of the spray. A high-speed camera photographs the illuminated cross section. The light intensity in the spray is directly proportional to the volume of liquid. Red indicates the highest light intensity, which corresponds to the heaviest volume in the spray. Black is the lowest or no light intensity.

		LASER SHEET IMAGE
	<p>FULL CONE NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uses a unique internal vane design to produce a solid cone-shaped spray pattern • Spray pattern consists of medium- to large-sized drops 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemical injection • Dust suppression • Fire protection • Metal cooling • Washing/rinsing <p>Spray Angle Range: 15° to 125°</p>
	<p>FULL CONE (SPIRAL-TYPE) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produces a solid cone-shaped spray pattern when the fluid exits the voids in the spiral • Spray pattern is not as uniform as full cone nozzles with an internal vane • Spray pattern consists of relatively coarse drops 	<ul style="list-style-type: none"> • Dust suppression • Fire protection • Flue gas desulfurization (FGD) • Quenching <p>Spray Angle Range: 50° to 170°</p>
	<p>FULL CONE (OVAL SPRAY) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uses a unique internal vane to produce a solid cone-shaped spray pattern with oval impact area with a width approximately one-half its length • Spray pattern consists of medium- to large-sized drops 	<ul style="list-style-type: none"> • Air/gas washing • Cooling and quenching • Dust control • Fire suppression <p>Spray Angle Range: 60° to 105°</p>
	<p>FULL CONE (SQUARE SPRAY) NOZZLES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uses a unique internal vane to produce a solid cone-shaped spray with square impact area • Spray pattern is uniform across entire spray area • Spray pattern consists of medium- to large-sized drops 	<ul style="list-style-type: none"> • Air/gas washing • Cooling and quenching • Dust control • Fire suppression <p>Spray Angle Range: 52° to 105°</p>

A2



Spraying Systems Co.®

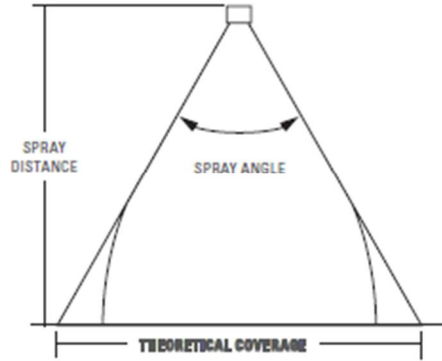
spray.com | 1.800.95.SPRAY

ANEXO B-3: Cobertura del ángulo de roció – Catálogo Spray Systems.

TECHNICAL REFERENCE | **SPRAY PERFORMANCE CONSIDERATIONS**

SPRAY ANGLE AND COVERAGE

Tabulated spray angles indicate approximate spray coverage based on spray or distribution of water. In actual spraying, the effective spray angle varies with spray distance. Liquids more viscous than water form relatively smaller spray angles (or even a solid stream), depending upon viscosity, nozzle capacity and spraying pressure. Liquids with surface tensions lower than water will produce relatively wider spray angles than those listed for water. This table lists the theoretical coverage of spray patterns as calculated from the included spray angle of the spray and the distance from the nozzle orifice. Values are based on the assumption that the spray angle remains the same throughout the entire spray distance. In actual practice, the tabulated spray angle does not hold for long spray distances. If the spray coverage requirement is critical, request data sheets for specific spray coverage data.



Example: A spray nozzle with an angle of 65° spraying 15" (39 cm) from the target provides 19.2' (48.8 cm) of coverage

THEORETICAL SPRAY COVERAGE AT VARIOUS DISTANCES IN INCHES (CM) FROM NOZZLE ORIFICE

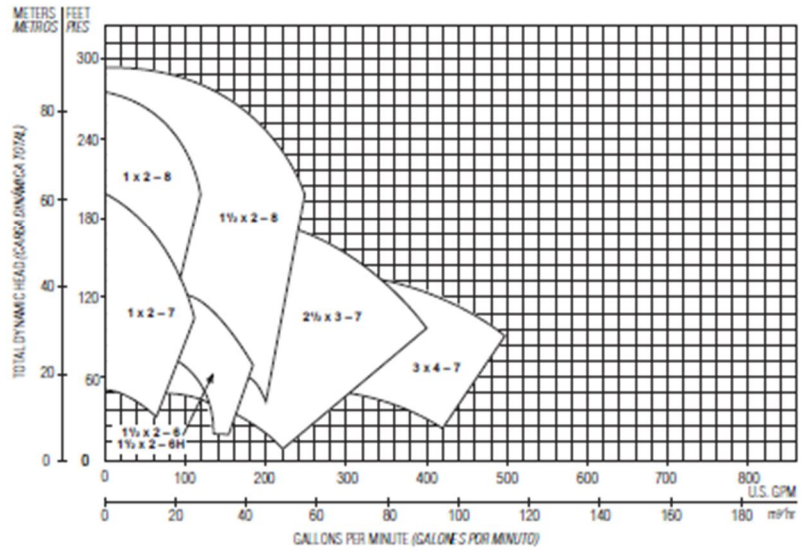
Spray Angle	2 in.	5 cm	4 in.	10 cm	6 in.	15 cm	8 in.	20 cm	10 in.	25 cm	12 in.	30 cm	15 in.	40 cm	18 in.	50 cm	24 in.	60 cm	30 in.	70 cm	36 in.	90 cm	48 in.	100 cm
5°	2	4	4	9	5	13	7	18	9	22	11	26	13	35	16	44	21	52	26	61	31	70	42	87
10°	4	9	7	18	11	26	14	35	18	44	21	53	26	70	31	88	42	105	52	123	63	140	84	175
15°	5	13	11	26	16	40	21	53	26	66	32	79	39	105	47	132	63	158	79	164	95	211	126	263
20°	7	18	14	35	21	53	28	71	35	88	42	106	53	141	64	176	85	212	106	247	127	282	169	353
25°	9	22	18	44	27	67	35	89	44	111	53	133	66	177	80	222	106	266	133	310	159	365	212	443
30°	11	27	21	54	32	80	43	107	54	134	64	161	81	214	97	268	128	322	161	375	193	429	257	536
35°	13	32	25	63	38	95	50	126	63	158	76	189	95	252	113	315	155	378	189	441	227	505	303	631
40°	15	36	29	73	44	109	58	146	73	182	87	218	109	291	131	364	175	437	218	510	262	582	349	728
45°	17	41	33	83	50	124	66	166	83	207	99	249	124	331	149	414	199	497	248	580	298	663	397	828
50°	19	47	37	93	56	140	75	187	93	233	112	280	140	373	168	466	224	560	280	653	336	746	448	933
55°	21	52	42	104	63	156	83	208	103	260	125	312	156	417	187	521	250	625	312	729	375	833	500	104
60°	23	58	46	116	69	173	92	231	115	289	138	346	173	462	206	577	277	693	346	808	416	924	554	115
65°	25	64	51	127	76	191	102	255	127	319	153	382	192	510	229	637	305	765	382	892	456	102	612	127
70°	28	70	56	140	84	210	112	280	140	350	168	420	210	560	252	700	336	840	420	980	504	112	672	140
75°	31	77	61	154	92	230	123	307	153	384	184	460	230	614	276	767	368	921	460	107	552	123	736	153
80°	34	84	67	168	101	252	134	336	168	420	202	504	252	671	303	839	403	101	504	118	604	134	806	168
85°	37	92	73	183	110	275	147	367	183	458	220	550	275	733	330	916	440	110	550	126	660	147	880	183
90°	40	100	80	200	120	300	160	400	200	500	240	600	300	800	360	1000	480	120	600	140	720	160	960	200
95°	44	109	87	218	131	327	175	437	218	546	262	655	328	873	393	109	524	131	655	153	786	175	105	218
100°	48	119	95	238	143	358	191	477	238	596	286	715	358	953	430	119	572	143	716	167	859	191	114	238
110°	57	143	114	286	171	429	228	571	285	714	343	857	428	114	514	143	685	171	856	200	103	229	—	286
120°	69	173	139	346	208	520	277	693	346	866	416	104	520	139	624	173	832	208	104	243	—	—	—	—
130°	86	215	172	429	257	643	343	858	429	107	515	129	644	172	773	215	103	257	—	—	—	—	—	—
140°	109	275	219	550	329	824	438	110	548	137	657	165	822	220	986	275	—	—	—	—	—	—	—	—
150°	149	373	298	746	447	112	586	149	745	167	895	224	112	299	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160°	227	567	454	113	680	—	906	—	227	113	284	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
170°	458	114	91.6	229	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Visit spray.com/sprayware for online flow rate and spray coverage calculators.

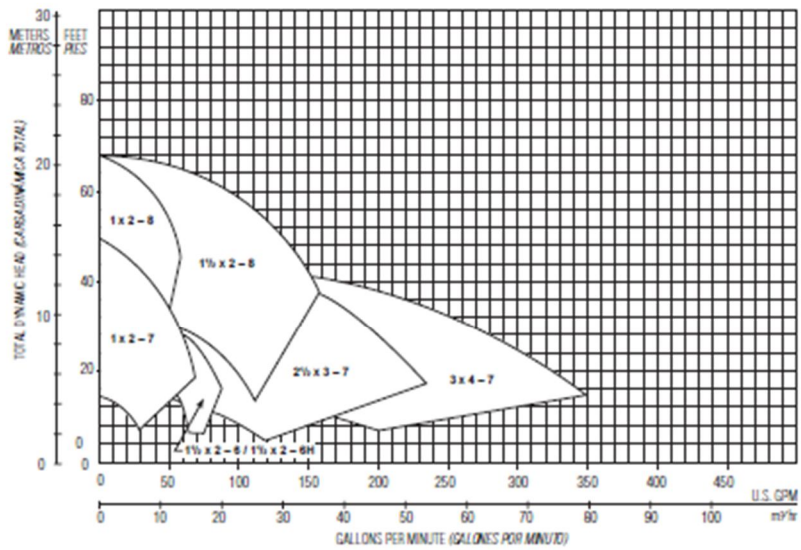
ANEXO B-4: Curvas de desempeño, bomba 7½ HP – Catálogo Goulds Pumps.

Performance Coverage
Curvas de desempeño

3500 Coverage Curve, Curva de alcance 3500

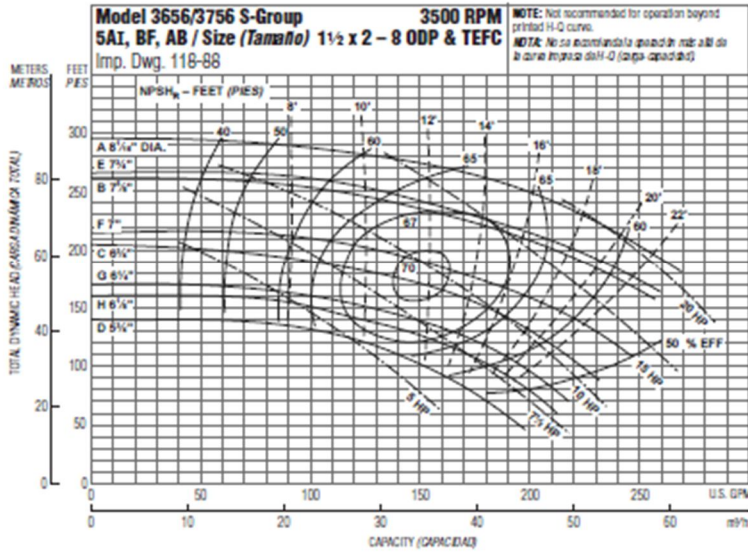


1750 Coverage Curve, Curva de alcance 1750



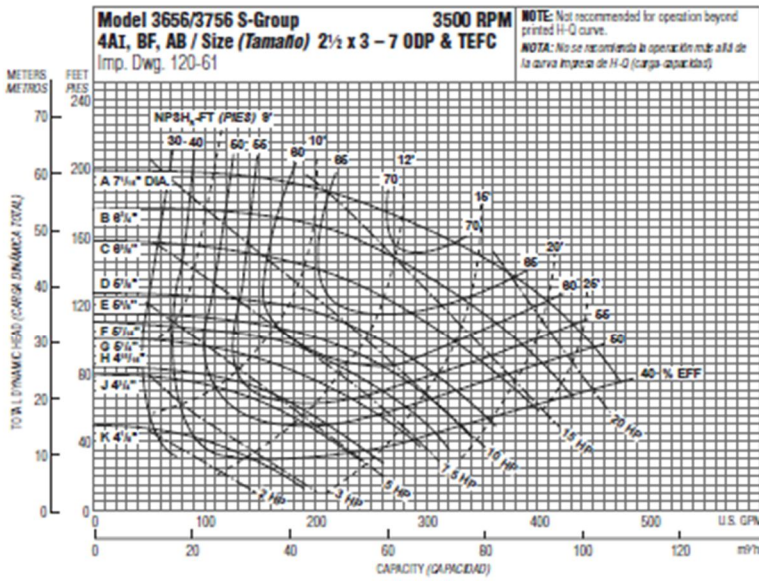
ANEXO B-5: Curvas de desempeño, bomba 7½ HP – Catálogo Goulds Pumps.

Performance Curves – 60 Hz, 3500 RPM
Curvas de desempeño – 60 Hz, 3500 RPM



Optional Impeller Impulsor optativo	
Ordering Code Código de pedido	Dia. Día.
A	8 1/4"
E	7 3/4"
B	7 1/2"
F	7"
C	6 3/4"
G	6 1/4"
H	6 1/8"
D	5 3/4"

NOTE: Pump will pass a sphere to 3/4" diameter.
 NOTA: La bomba dejará pasar una esfera de hasta 3/4" de pulgada de diámetro.



Optional Impeller Impulsor optativo	
Ordering Code Código de pedido	Dia. Día.
A	7 1/4"
B	6 3/4"
C	6 1/8"
D	5 3/8"
E	5 1/8"
F	5 1/16"
G	5 1/4"
H	4 1/2"
J	4"
K	4 1/8"

NOTE: Pump will pass a sphere to 3/4" diameter.
 NOTA: La bomba dejará pasar una esfera de hasta 3/4" de pulgada de diámetro.

ANEXO B-6: Breakers – Catálogo Ingel – Pro.



DISYUNTORES PARA MONTAJE EN RIEL DIN



DISYUNTORES 1 POLO				
Descripción	Referencia	Capacidad	Valor (\$)	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-02	2 A.	5.25	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-04	4 A.	5.25	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-06	6 A.	5.25	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-10	10 A.	5.25	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-16	16 A.	5.25	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-20	20 A.	5.25	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-25	25 A.	5.25	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-32	32 A.	5.25	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-40	40 A.	12.11	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-50	50 A.	12.11	
Disyuntor, 1P.	BKN-1-63	63 A.	12.11	

DISYUNTORES 2 POLOS				
Descripción	Referencia	Capacidad	Valor (\$)	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-02	2 A.	12.11	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-04	4 A.	12.11	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-06	6 A.	12.11	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-10	10 A.	12.11	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-16	16 A.	12.11	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-20	20 A.	12.11	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-25	25 A.	12.11	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-32	32 A.	12.11	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-40	40 A.	13.01	
Disyuntor, 2P.	BKN-2-50	50 A.	13.01	

DISYUNTORES 3 POLOS				
Descripción	Referencia	Capacidad	Valor (\$)	
Disyuntor, 3P.	BKN-3-06	6 A.	18.43	
Disyuntor, 3P.	BKN-3-10	10 A.	18.43	
Disyuntor, 3P.	BKN-3-16	16 A.	18.43	
Disyuntor, 3P.	BKN-3-20	20 A.	18.43	
Disyuntor, 3P.	BKN-3-25	25 A.	18.43	

4 Precios sujetos a cambios sin previo aviso

Los precios no incluyen I.V.A.

ANEXO B-7: Caja de arranque – Catálogo Ingel – Pro.



ACCESORIOS	
Descripción	Valor (\$)
Contactos auxiliares para alarma LA	12.55
Contactos auxiliares montaje frontal FX 1NA 1NC	8.35
Contactos auxiliares montaje lateral LX 1NA 1NC	8.35
Contactos auxiliares montaje frontal FX 2NA	12.55

CAJAS DE ARRANQUE



ARRANQUES SIN BOTONERA, POTENCIA A 220VAC	
Descripción	Valor (\$)
Arranque 7-10 A., 2.5 KW, (AC3 11 A.)	62.65
Arranque 9-13 A., 3.5 KW, (AC3 13 A.)	64.94
Arranque 9-13 A., 4.5 KW, (AC3 18 A.)	68.54
Arranque 16-22 A., 5.5 KW, (AC3 22 A.)	73.67
Arranque 24-36 A., 7.5 KW, (AC3 32 A.)	93.90

ARRANQUES CONZ BOTONERA, POTENCIA A 220VAC	
Descripción	Valor (\$)
Arranque 7-10 A., 2.5 KW, (AC3 11 A.)	71.23
Arranque 9-13 A., 3.5 KW, (AC3 13 A.)	73.52
Arranque 9-13 A., 4.5 KW, (AC3 18 A.)	77.12
Arranque 16-22 A., 5.5 KW, (AC3 22 A.)	82.25
Arranque 24-36 A., 7.5 KW, (AC3 32 A.)	99.34

Cables



CONDUCTORES FLEXIBLES DE COBRE TIPO "FXT, TFF, TW-F"

DESCRIPCION

Los conductores tipo FXT, TFF y TW -F. son cableados y están contruidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Cloruro de Polivinilo (PVC). Pueden ser suministrados en colores variados según su calibre y con distintas formas de embalaje.



USOS Y APLICACIONES

Los conductores flexibles de cobre tipo FXT, TFF y TW-F son utilizados para alambrado de aparatos, cableados de tableros eléctricos de control, baterías de vehículos, instalaciones generales industriales y comerciales, donde se requiera de gran flexibilidad debido a las dificultades de trabajo y en general como cables sometidos a continuo movimiento, tal como se especifica en el National Electrical Code. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es 60 °C y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es 600 V.

PRESENTACION

Colores disponibles:

Cables (calibres del 24 al 10 AWG): Negro, blanco, azul, rojo, amarillo y verde.

Cables (calibres 8 AWG al 100 MCM): Negro y rojo.

Formas de embalaje:

A: Rollo de 100 m.

B: Carrete de 1500 m.

C: Carrete de 1000 m.

D: Carrete de 500 m.

E: Carrete múltiplo de 1000 m.

Z: Long. a requerimiento cliente.

ANEXO B-9: Cable flexible #14,18 TWF, TFF – Catálogo Electro Cables C.A.

Cables



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los conductores fabricados por ELECTROCABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V. - 60 °C (*)

(*) También disponible aislamientos de PVC de 75, 90 y 105 °C

Calibre AWG ó MCM	Sección mm ²	FORMACION		ESPESOR AISLAMIENTO mm	DIAMETRO EXTERIOR mm	PESO TOTAL Kg/Km	Cap. de Corriente Para 1 conductor Al aire libre Amp.	TIPO CABLE	Altern. de embal.
		No. de Hilos por diámetro en mm.							
24	0.205	7 x 0,20		0.51	1.63	5.14	---	FXT	A,E
22	0.324	11 x 0,20		0.51	1.78	7.62	---	FXT	A,E
20	0.519	17 x 0,20		0.76	2.47	9.98	5	FXT	A,E
18	0.823	12 x 0,30		0.76	2.72	13.43	7	TFF	A,E
16	1.310	19 x 0,30		0.76	3.02	18.93	10	TFF	A,B
14	2.08	30 x 0,30		1.14	4.17	32.30	25	TW-F	A,B
12	3.31	27 x 0,40		1.14	4.67	46.50	30	TW-F	A,C
10	5.26	42 x 0,40		1.14	5.26	67.90	40	TW-F	A,D
8	8.37	7 x (17x0,30)		1.52	7.31	119.70	60	TW-F	A,B,E
6	13.30	7 x (15x0,40)		1.52	8.38	174.50	80	TW-F	A,E
4	21.15	7 x (24x0,40)		1.52	9.80	269.90	105	TW-F	A,E
2	33.62	7 x (38x0,40)		1.52	11.55	402.90	140	TW-F	A,E
1	42.36	7 x (48x0,40)		2.03	13.62	521.30	165	TW-F	A,D,E
1/0	53.49	19 x (23x0,40)		2.03	15.09	648.90	195	TW-F	D,E,Z
2/0	67.43	19 x (28x0,40)		2.03	16.23	830.20	225	TW-F	D,E,Z
3/0	85.01	19 x (36x0,40)		2.03	17.86	1003.40	260	TW-F	D,E,Z
4/0	107.20	19 x (45x0,40)		2.03	19.49	1251.20	300	TW-F	D,E,Z
250	127.00	37 x (13x0,60)		2.41	22.23	1498.00	350	TW-F	Z
300	152.00	37 x (15x0,60)		2.41	23.53	1826.00	375	TW-F	Z
350	177.00	37 x (17x0,60)		2.41	24.73	2031.00	420	TW-F	Z
400	203.00	37 x (20x0,60)		2.41	26.42	2325.00	455	TW-F	Z
500	253.00	37 x (25x0,60)		2.41	28.97	2746.00	515	TW-F	Z
600	304.00	37 x (30x0,60)		2.79	32.03	3287.00	575	TW-F	Z
700	355.00	37 x (34x0,60)		2.79	33.74	3804.00	630	TW-F	Z
750	380.00	37 x (37x0,60)		2.79	34.96	4110.00	655	TW-F	Z
800	405.00	37 x (39x0,60)		2.79	35.74	4326.00	680	TW-F	Z
900	456.00	37 x (44x0,60)		2.79	37.62	4812.00	730	TW-F	Z
1000	507.00	37 x (49x0,60)		2.79	39.39	5298.00	780	TW-F	Z

Conductor elaborado bajo normas:

NEMA WC -5, ICEA S -61-402, ASTM B172, B174, UL STANDARD 83, INEN

Cables



CONDUCTORES FLEXIBLES MULTIPOLARES DE COBRE TIPO STHHN- 600 V. 60 °C



CONDUCTORES FLEXIBLES MULTIPOLARES DE COBRE TIPO STHHN - 600 V. 60 °C

DESCRIPCION

Los conductores multipolares tipo ST-THHN son cableados y están contruidos con cobre[□] de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico[□] Cloruro de Polivinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor, sobre el cual se aplica[□] una cubierta protectora de Nylon o poliamida, posteriormente los conductores son[□] trenzados entre si y sobre ellos se aplican, primero un relleno de PVC y luego una chaqueta[□] también de Cloruro de Polivinilo (PVC) color negro. Su forma de embalaje es rollos de [□] 100 metros o en carretes de acuerdo a las necesidades del cliente.



USOS Y APLICACIONES

Los conductores multipolares de cobre tipo ST-THHN son utilizados para circuitos de [□] fuerza y alumbrado, alimentación de motores, tableros y acometidas eléctricas en [□] general, conexión de electrodomésticos, conexiones portátiles, cables de control,[□] señal y comunicación, interconexión de equipos en los que se prevea transmisión[□] de ruido o vibración o que por su trabajo tengan reubicación frecuente, tal como [□] se especifica en el National Electrical Code. Este tipo de conductor puede ser usado[□] en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es 90 °C y [□] su tensión de servicio para todas las aplicaciones es 600 V.

PRESENTACION

Colores disponibles:

Para todos los calibres (conductores internos): Blanco, azul, rojo y verde

Para la chaqueta exterior: Negro

Formas de embalaje:

A: Rollo de 100 m.

Z: Long. A requerimiento cliente

ANEXO B-11: Cable flexible #3x14 STHHN– Catálogo Electro Cables C.A.

Cables



ESPECIFICACIONES TECNICAS


Todos los conductores fabricados por ELECTROCABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V. - 60 °C
 Relleno de material termoplástico, PVC
 Chaqueta de material termoplástico, PVC

Calibre AWG ó MCM	Sección mm ²	FORMACION		ESPESORo AISLAM. mm	ESPESORo NYLON mm	DIAMETRO CHAQUETA mm	DIAMETRO EXTERNO mm	PESOO TOTALo Kg/Km	Cap. de Corriente	embal.
		No. de Hilos por diámetro en mm.							Para un cable al aire libre Amp.	
2 x 14	2.08	19 x 0,38		0.38	0.10	1.14	10.80 ^o	94.11	20	A,Z
2 x 12	3.31	19 x 0,47		0.38	0.10 ^o	1.14 ^o	12.30	129.17	25 ^o	A,Z
2 x 10	5.26	19 x 0,60		0.51	0.10	1.14	13.80	191.73	35 ^o	A,Z
2 x 8	8.37	7 x 1,23		0.76	0.13	1.52	18.50	322.44	55 ^o	A,Z
2 x 6	13.30	7 x 1,55		0.76	0.13	1.52	21.50	472.54	70 ^o	A,Z
2 x 4	21.15	7 x 1,96		1.02	0.15	2.03	25.60	720.45	95 ^o	A,Z
2 x 2	33.62	7 x 2,47		1.02	0.15	2.03	25.60	1090.83	130 ^o	A,Z
2 x 1/0	53.49	19 x 1,89		1.27	0.18	2.03	29.80	1651.78	170 ^o	A,Z
3 x 14	2.08	19 x 0,38		0.38	0.10	1.14	11.80	116.71	15 ^o	A,Z
3 x 12	3.31	19 x 0,47		0.38	0.10	1.14	12.80	163.38	20 ^o	A,Z
3 x 10	5.26	19 x 0,60		0.51	0.10	1.52	15.60	245.45	30 ^o	A,Z
3 x 8	8.37	7 x 1,23		0.76	0.13	1.52	20.00	411.08	50	A,Z
3 x 6	13.30	7 x 1,55		0.76	0.13	2.03	23.60	607.09	65	A,Z
3 x 4	21.15	7 x 1,96		1.02	0.15	2.03	27.60	933.18	85	A,Z
3 x 2	33.62	7 x 2,47		1.02	0.15	2.03	27.60	1421.00	115	A,Z
3 x 1/0	53.49	19 x 1,89		1.27	0.18	2.03	31.50	2172.00	150	A,Z ^o
4 x 14	2.08	19 x 0,38		0.38	0.10	1.14	12.80	142.19	12	A,Z
4 x 12	3.31	19 x 0,47		0.38	0.10	1.52	15.10	201.20	16	A,Z
4 x 10	5.26	19 x 0,60		0.51	0.10	1.52	17.10	303.93	25	A,Z
4 x 8	8.37	7 x 1,23		0.76	0.13	1.52	21.70	533.13	40	A,Z
4 x 6	13.30	7 x 1,55		0.76	0.13	2.03	25.50	752.70	55	A,Z
4 x 4	21.15	7 x 1,96		1.02	0.15	2.03	29.60	1162.30	70	A,Z
4 x 2	33.62	7 x 2,47		1.02	0.15	2.03	29.50	1773.00	95	A,Z
4 x 1/0	53.49	19 x 1,89		1.27	0.18	2.03	33.70	2724.00	125	A,Z

Conductor elaborado bajo normas:
 NEMA WC-5, ICEA S-61-402, ASTM B172, B174, UL STANDARD 62, INEN

ANEXO B-12: Proforma de accesorios 1 – Acero Comercial Ecuatoriano S.A.




PROFORMA #: 395071

CLIENTE	VARMA S.A.	FECHA:	16-05-2014
CEDULA/RUC	1890142296001	ALMACEN	MATRIZ UIO
DIRECCION	PISACHA S/N/LUNGUA/IZAMBA/AMBATO	RUC	1790008959001
TELEFONO:	032854422	DIRECCION:	AV. DE LA PRENSA N45-14 Y TELEGRAF
FAX:	032450496	TELEFONO:	022454333
OBSERVACION		FAX:	022454455
ENTREGA EN	VENTA SUJETA A STOCK	VENDEDOR	JUAN CARLOS CARRERA
FORMA DE PAGO	30 DIAS		

CODIGO	DESCRIPCION	MEDIDA	MARCA	CANT.	PRECIO	%DSCTO	TOTAL
13658	LLAVE DE TUBO RECTA NO. 24 (31030)	UNIDAD	RIDGID	1.00	71.24	10.00	64.12
13016	CORTATUBO 2-A DE 1/8" A 2" (32820)	UNIDAD	RIDGID	1.00	198.95	10.00	179.05
TOTAL BRUTO:							270.19
DESCUENTO:							27.02
SUBTOTAL							243.17
I.V.A.:							29.18
TRANSPORTE							0.00
VALOR A PAGAR							272.35

SOMOS CONTRIBUYENTES ESPECIALES D.G.R. # 39
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO

ANEXO B-13: Proforma de accesorios 2 – Acero Comercial Ecuatoriano S.A.




PROFORMA #: 394988

CLIENTE	VARMA S.A.	FECHA:	16-05-2014
CEDULA/RUC	1890142296001	ALMACEN	MATRIZ UIO
DIRECCION	PISACHA S/N/LUNGUA/IZAMBA/AMBATO	RUC	1790008959001
TELEFONO:	032854422	DIRECCION:	AV. DE LA PRENSA N45-14 Y TELEGRAF
FAX:	032450496	TELEFONO:	022454333
OBSERVACION		FAX:	022454455
ENTREGA EN	VENTA SUJETA A STOCK	VENDEDOR	JUAN CARLOS CARRERA
FORMA DE PAGO	30 DIAS		

CODIGO	DESCRIPCION	MEDIDA	MARCA	CANT.	PRECIO	%DSCTO	TOTAL
14270	TERRAJA 12R CABEZAL CON TRINQUETE Y DADOS DE 1/2" A 2" (36475)	UNIDAD	RIDGID	1.00	859.10	10.00	773.19
4158	TAPON GALV. MACHO CLASE 150 DE 1-1/2"	UNIDAD	HITACHI	6.00	2.37	12.00	12.51
4160	TAPON GALV. MACHO CLASE 150 DE 2"	UNIDAD	HITACHI	2.00	3.50	12.00	6.16
2096	CODO GALV. CLASE 150 90° DE 2"	UNIDAD	HITACHI	10.00	7.53	12.00	66.26
2094	CODO GALV. CLASE 150 90° DE 1-1/2"	UNIDAD	HITACHI	10.00	5.10	12.00	44.88
4612	TEE GALV. CLASE 150 DE 2"	UNIDAD	HITACHI	10.00	9.94	12.00	87.47
1664	BUSHING GALV. CLASE 150 DE 2" x 1-1/2"	UNIDAD	HITACHI	5.00	4.43	12.00	19.49
93576	GRIFO ESFERICO BRONCE CROMADO FUTURGAS DE 2" (AGUA,GAS Y AIRE)	UNIDAD	FIV	2.00	45.50	15.00	77.35
TOTAL BRUTO:							1,219.17
DESCUENTO:							131.86
SUBTOTAL							1,087.31
I.V.A.:							130.48
TRANSPORTE							0.00
VALOR A PAGAR							1,217.79

SOMOS CONTRIBUYENTES ESPECIALES D.G.R. # 39
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO

ANEXO B-14: Proforma de accesorios 3 – Acero Comercial Ecuatoriano S.A.



ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A.

PROFORMA #: 395070

CLIENTE	VARMA S.A.	FECHA	16-05-2014
CEDULA/RUC	1890142296001	ALMACEN	MATRIZ UIO
DIRECCION	PISACHA S/N/LUNGUA/IZAMBA/AMBATO	RUC	1790008959001
TELEFONO	032854422	DIRECCION:	AV. DE LA PRENSA N45-14 Y TELEGRAF
FAX	032450496	TELEFONO	022454333
OBSERVACION		FAX	022454455
ENTREGA EN	VENTA SUJETA A STOCK	VENDEDOR	JUAN CARLOS CARRERA
FORMA DE PAGO	30 DIAS		

CODIGO	DESCRIPCION	MEDIDA	MARCA	CANT.	PRECIO	% DSCTO	TOTAL
93575	GRIFO ESFERICO BRONCE CROMADO FUTURGAS DE 1-1/2" (AGUA,GAS Y AIRE)	UNIDAD	FIV	6,00	28,48	15,00	145,25
6322	UNIVERSAL CONICA GALV. CLASE 150 DE 2"	UNIDAD	HITACHI	5,00	20,48	12,00	90,11
6320	UNIVERSAL CONICA GALV. CLASE 150 DE 1-1/2"	UNIDAD	HITACHI	7,00	13,27	12,00	81,74
6028	UNION GALV. CLASE 150 DE 1-1/2"	UNIDAD	HITACHI	7,00	3,43	12,00	21,13
1664	BUSHING GALV. CLASE 150 DE 2" x 1-1/2"	UNIDAD	HITACHI	8,00	4,43	12,00	31,19
97467	TEFLON EN ROLLO 0.07 x 12 mm. x 10 m.	UNIDAD	PLASTIGAMA	20,00	0,58	10,00	10,44
3252	NEPLO GALVANIZADO DE 2" x 2"	UNIDAD	NACIONAL	5,00	1,82	10,00	8,19
3234	NEPLO GALVANIZADO DE 1-1/2" x 2"	UNIDAD	NACIONAL	6,00	1,37	10,00	7,40

	TOTAL BRUTO:	454,54
	DESCUENTO:	- 59,09
	SUBTOTAL	395,45
	I.V.A.:	47,45
	TRANSPORTE	0,00
	VALOR A PAGAR	442,90

SOMOS CONTRIBUYENTES ESPECIALES D.G.R. # 39
PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO

ANEXO B-15: Proforma Bomba Goulds 7 $\frac{1}{2}$ HP – Maquinarias Enriquez C.A.



MAQUINARIAS HENRIQUES CA

Somos Contribuyentes Especiales
Resolucion No. 6925

QUITO, 9 DE OCTUBRE DE 2014

Cotizacion No.: COT-00079966-2
Condiciones de pago ...: CONTADO

Estimados Señores:

CORROCERIAS VARMA


Atencion:

Tenemos el agrado de presentar a ustedes nuestra cotización de mercaderías de acuerdo a sus requerimientos:


CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNIT.	% DESC.	TOTAL	
BOGOU060	BOMBA GOULDS 5BF 1M2BO 15HP	1,00	UND	2.944,700	20,00	2.355,76
BOGOU058	BOMBA GOULDS 5BF 1L2CO 10HP	1,00	UND	2.579,840	20,00	2.063,87
BOGOU057	BOMBA GOULDS 5BF 1K2HO, 7.1/2HP,3F	1,00	UND	2.055,450	20,00	1.644,36

ANEXOS C

ANEXO C-1: Informe Técnico - ensayo a tracción EPN.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE ESFUERZOS Y VIBRACIONES

INFORME TÉCNICO

LAEV – MAR.40

Quito, 28 de marzo de 2014

TRABAJO SOLICITADO POR: Sr. Santiago Álvarez

ORDEN DE TRABAJO N° 0001748

Los resultados contenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en juntas con remache y adhesivo para el desarrollo del proyecto de tesis: "ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA HERMETICIDAD DE UN BUS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA CARROCERÍA VARMA S.A.". Las muestras fueron entregadas en el Laboratorio de Análisis de Esfuerzos y Vibraciones de la Escuela Politécnica Nacional.


RESULTADOS

- MUESTRA:** Catorce (14) juntas con remache y catorce (14) juntas con adhesivo para ensayo de tracción.
- ENSAYO DE TRACCIÓN**

En la tabla 1 se muestran los resultados de los ensayos de tracción realizados en las juntas metal – metal con remache.


Tabla 1. Resultados del ensayo de tracción realizado en las juntas metal – metal con remache.

Id.	Ancho de la placa metálica	Espesor de la placa metálica	Díámetro del remache	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Obs.*
	mm	mm	mm	lbf	N	ksi	MPa	
T1	19,64	0,72	5,25	330	1.468	20,7	142,7	FR
T2	19,63	0,74	5,20	330	1.468	20,1	138,5	FR



LAEV-EPN
Orden N°: 0001748

Facultad de Ingeniería Mecánica
Página 1 de 3



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

Tabla 1. Continuación.

Id.	Ancho de la placa metálica	Espesor de la placa metálica	Diámetro del remache	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Obs.**
	mm	mm	mm	lbf	N	ksi	MPa	
T3	19,55	0,72	5,29	372	1.655	23,4	161,1	FR
T4	19,52	0,80	5,00	325	1.446	18,0	124,4	FR
T5	19,59	0,81	5,19	317	1.410	17,5	120,9	FR
T6	19,64	0,81	5,04	392	1.744	21,4	147,5	FR
T7	19,28	0,82	5,04	321	1.428	17,7	122,3	FR

*FR = Falla remache

En la tabla 2 se muestran los resultados de los ensayos de tracción realizados en las juntas metal – fibra de vidrio con remache.

Tabla 2. Resultados del ensayo de tracción realizado en las juntas metal – fibra de vidrio con remache.

Id.	Ancho de la placa metálica	Espesor de la placa metálica	Diámetro del remache	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Obs.*
	mm	mm	mm	lbf	N	ksi	MPa	
T1	19,44	3,19	5,20	284	1.263	4,0	27,8	FFV
T2	19,92	3,59	5,15	327	1.455	4,0	27,4	FFV
T3	19,87	3,59	5,25	292	1.299	3,6	24,7	FFV
T4	20,07	3,67	5,10	231	1.028	2,7	18,7	FFV
T5	19,63	3,33	5,16	252	1.121	3,4	23,3	FFV
T6	19,85	3,48	5,10	280	1.246	3,5	24,3	FFV
T7	19,53	3,22	5,05	263	1.170	3,6	25,1	FFV

*FFV = Falla fibra de vidrio

En la tabla 3 se muestran los resultados de los ensayos de tracción realizados en las juntas metal – metal con adhesivo.

Tabla 3. Resultados del ensayo de tracción realizado en las juntas metal – metal con adhesivo.

Id.	Ancho adhesivo	Largo adhesivo	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Obs.*
	mm	mm	lbf	N	ksi	MPa	
T1	13,46	19,57	76	339	0,19	1,3	FA
T2	13,54	19,32	74	329	0,18	1,3	FA
T3	13,40	19,66	61	273	0,15	1,0	FA



LAEV-EPM
Orden N°: 0001748

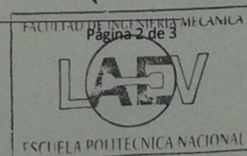


Tabla 3. Continuación.

Id.	Ancho adhesivo	Largo adhesivo	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Obs.*
	mm	mm	lbf	N	ksi	MPa	
T4	14,48	19,67	75	334	0,17	1,2	FA
T5	13,75	19,88	49	220	0,12	0,8	FA
T6	12,76	19,92	67	296	0,17	1,2	FA
T7	12,90	19,17	68	302	0,18	1,2	FA


*FA = Falla adhesivo

En la tabla 4 se muestran los resultados de los ensayos de tracción realizados en las juntas metal – fibra de vidrio con adhesivo.

Tabla 4. Resultados del ensayo de tracción realizado en las juntas metal – fibra de vidrio con adhesivo.

Id.	Ancho adhesivo	Largo adhesivo	Carga máxima registrada		Resistencia a la tracción		Obs.*
	mm	mm	lbf	N	ksi	MPa	
T1	12,16	20,27	47	207	0,12	0,8	FA
T2	12,51	19,92	48	215	0,13	0,9	FA
T3	12,49	19,47	48	214	0,13	0,9	FA
T4	12,31	19,19	44	198	0,12	0,8	FA
T5	12,79	19,51	48	212	0,12	0,8	FA
T6	12,87	19,78	44	195	0,11	0,8	FA
T7	12,75	19,67	45	199	0,12	0,8	FA

*FA = Falla adhesivo


 Víctor Hugo Guerrero, Ph.D.
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y VIBRACIONES
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 LAEV
 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ANEXO C-2: Informe técnico - Norma UNE-EN 1465:1994

Anexo I. Informes de ensayos.

1. Informe del ensayo de la resistencia a la cizalladura por tracción de juntas pegadas de sustratos rígidos.

a) Norma UNE-EN 1465:1994.

Adhesivos. Determinación de la resistencia a la cizalladura por tracción de juntas pegadas de sustratos rígidos.

Campo de aplicación.

Esta Norma Europea especifica un método para determinar la resistencia a la cizalladura por tracción en juntas pegadas resultantes del solapamiento de sustrato rígido-rígido, cuando se ensayan probetas normalizadas y bajo condiciones específicas de preparación y ensayo.

b) Identificación de los adhesivos.

Tipo de adhesivo	Designación	Marca
Adhesivos de Metacrilato	XD 4662 A/B	VANTICO
	XD 4665 A/B	VANTICO
Adhesivos de Epoxi	Spabond 345	SP
	AV 4076 / HV 5309-1	VANTICO
	RESTERPOX ADH11	RESTER

Proporción de mezcla	Partes en peso	Partes en volumen
Araldite 4662- 2022/A	100	100
Araldite 4662- 2022/B	94	100
Araldite 4665/A	100	100
Araldite 4665/B	18.5	10
Spabond 345 Resina.	100	100
Spabond 345 Endurecedor.	48	50
Araldite AV 4076-1	100	100
Endurecedor HV5309-1	116	100

Uso en cartuchos.

Todos los adhesivos excepto REETERPOX ADH11, se presentan en cartuchos.

Se presenta el producto en cartuchos, con boquillas dispensadoras, se debe desechar la primera longitud de mezcla resina-endurecedor, antes de aplicar el adhesivo al trabajo, para asegurar la correcta mezcla del producto. Se recomienda usar una boquilla nueva para cada aplicación, particularmente cuando el tiempo entre cada aplicación supere el tiempo de trabajo del adhesivo.

RESTERPOX ADH11

Este adhesivo bicomponente se encuentra a granel luego las proporciones de mezcla se realizan con relación al peso de cada uno de los componentes.

La ficha técnica del adhesivo proporciona el valor de la proporción en peso de la mezcla, siendo esta proporción 1:1

Recordamos que antes de realizar la mezcla adhesiva, se deben preparar las herramientas necesarias y los sustratos deben estar también adecuadamente preparados para no sobrepasar el tiempo de trabajo de la mezcla adhesiva.

Se ha estimado una cantidad de 10 gramos de cada componente.

c) Sustratos.

El material de los sustratos es un material compuesto de fibra de vidrio y resina de epoxi.

El espesor del sustrato es de 1.6 mm

Las dimensiones de los sustratos a pegar son 1.6 x 20 x 100 mm.

Preparación superficial.

El sustrato fue laminado con tejido peel plies, esto significa que la superficie mientras no se desmolde del peel plies esta sin contaminar, libre de impurezas. Este tejido peel play también hace que la superficie no sea lisa presentando rugosidad superficial.

Aun así, para conseguir una mayor rugosidad superficial se realiza un lijado de las superficies con papel de lija de tamaño de grano 80.

Después del lijado se soplan las superficies con aire a presión y se limpian con disolvente, acetona. Una vez realizada la limpieza se colocan las placas en bolsas de plástico sin usar para evitar que se contaminen de polvo.

Para conseguir un espesor determinado, de la capa de adhesivo, se han fabricado galgas del mismo material del sustrato, y longitud la recomendada por la norma para el solape.

Las dimensiones de las galgas son 1.0 x 5.0 x 12.5 mm.

El espesor de la galga es 1 mm, tras haber retirado las dos capas de peel plies y haber lijado con papel de lija de tamaño de grano 240, para asegurar el pegado, con el adhesivo instantáneo.

Estas galgas se pegan al sustrato con un adhesivo instantáneo Loctite 406 para pegado de plásticos. La colocación de estas galgas nos proporciona un espesor de la capa de adhesivo determinado de 1.6 mm.

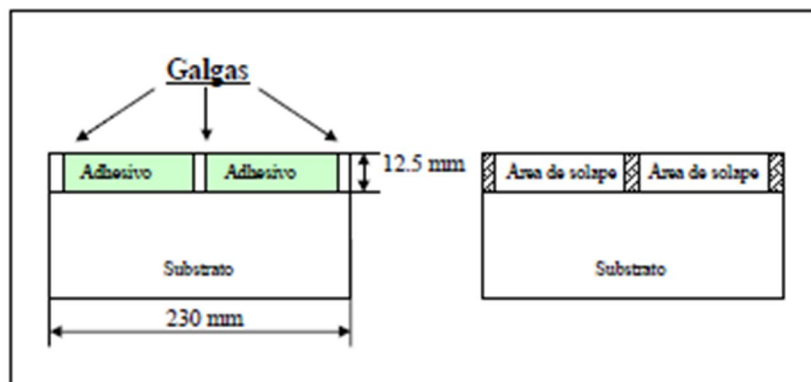


Figura 1: Substratos para ensayos de cizalla.

Una vez son colocadas las galgas se comprueba visualmente que la calidad de la superficie a pegar es la adecuada y se vuelve a limpiar con acetona, para asegurar que durante la manipulación de las planchas, la superficie no se haya contaminado.

Una vez la superficie libre de disolvente se protege con plástico nuevo, para evitar su contaminación (es muy importante que el plástico este totalmente limpio y sin usar, para asegurarlo se ha usado plástico doble por su cara interior, y así evitamos cualquier suciedad que pueda haberle caído en la superficie exterior del mismo).

d) Descripción del proceso de pegado. Aplicación del adhesivo.

Herramientas:

Para la aplicación del adhesivo y realización de la unión se precisa de:

- Espátulas para el mezclado y aplicación.
- Boquillas mezcladoras.
- Peso electrónico "Gram" MM-5000 de sensibilidad de 2 gr y máximo 5000 gr.
- Gatos de sujeción.
- Regles.

Proceso de aplicación del adhesivo:

Con ayuda de dos espátulas se realiza la mezcla, hay que asegurarse de que la mezcla es correcta y que no queda material sin mezclar en las espátulas o superficie sobre la que se realiza la mezcla.

Se aplica adhesivo sobre la superficie del sustrato sin poner sobre las galgas y no rebasando la línea que delimita el área de solape.

En la otra parte del sustrato a pegar también se aplica adhesivo igualmente respetando la línea de solape y las marcas de la posición de las galgas en el sustrato, para no aumentar en espesor de la línea de adhesivo.

Hay que aplicar adhesivo suficiente para cuando se realice la unión y se ejerza presión, sobre la misma, el adhesivo que expulse sea sobrante y no deje huecos en el interior de la unión.

Realización de la unión:

Una vez aplicado el adhesivo se realiza la unión con cuidado de posicionarla correctamente. Seguidamente con dos reglas encintadas (para que no se peguen al adhesivo sobrante) se colocan en las dos caras de la unión y con dos gatos de sujeción se realiza el apriete y así se ejerce también la presión necesaria, mientras el adhesivo esta curando.

Se dejan transcurrir 10 minutos y se retira el sobrante de la unión, con ayuda de una espátula y con mucha cuidado de no crear discontinuidades en el adhesivo. El retirar ahora el adhesivo sobrante, evita posteriores operaciones para retirar el adhesivo ya curado, que pueden dar lugar a fallos en el sustrato y con ello a debilitar la resistencia del conjunto.

Se colocan unos calzos, como se muestra en la figura, para evitar que la pieza vuelque.

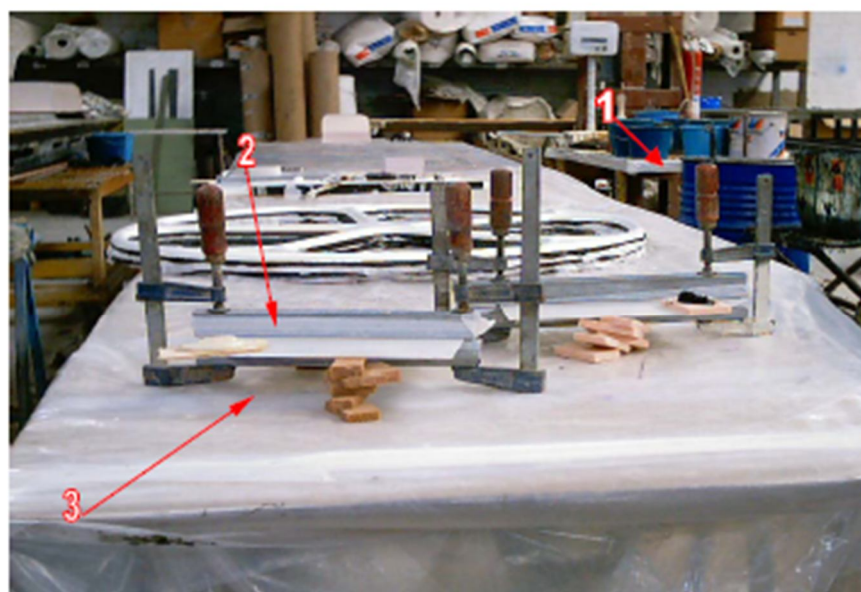


Figura 2: Elementos de posicionamiento y sujeción, una vez realizada la unión de sustratos para las probetas del ensayo de cizalladura. 1- Gatos de sujeción. 2-Reglas. 3-Apoyos.

Curado del adhesivo.

Los adhesivos de ensayo son de diferente composición química y por ello requieren de diferentes tiempos y temperaturas de curado.

Para uniformar las propiedades de curado de los cinco adhesivos, todos han sido curados a temperatura ambiente (25°C), durante 24 horas, sin retirar los elementos de sujeción y presión.

Una vez curado el adhesivo a temperatura ambiente, se retiran los gatos y reglas de la unión.

Se realiza una inspección visual de la unión para ver si es aceptable para continuar o tiene algún fallo derivado del proceso de pegado.

Post-curado del adhesivo.

Para estar seguros de que los adhesivos están totalmente curados y en similares condiciones, se dejan transcurrir 3 días a temperatura ambiente antes de proceder al corte de las probetas de ensayo. Una vez cortadas las probetas se introducen durante 5 horas a 50°C , en un horno.

Durante el corte de las probetas debido a la herramienta utilizada se calientan los materiales y esto hipotéticamente puede generar tensiones internas en el adhesivo debido a los diferentes coeficientes de expansión térmica entre adhesivo y sustrato.

e) Proceso de corte de probetas.

Para cortar las probetas se probaron varios métodos, hasta que lo más idóneo fue la fabricación de una mesa de corte adaptada a las dimensiones de las probetas, ya que debido a las pequeñas dimensiones resultaba inadecuado cortarlas con una mesa de carpintero.

Para marcar las líneas de corte se realiza con un rotulador grueso de medio centímetro aproximadamente, que permita obtener una línea de dos o tres milímetros, que se compensaran con los milímetros que se pierden debido al corte con disco de diamante.

Se realiza el marcado con una plantilla de dimensiones iguales a las de la probeta final, figura siguiente.

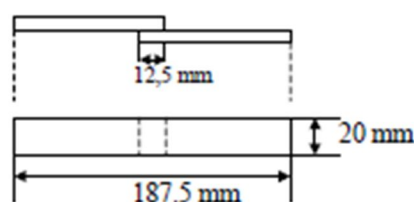


Figura 3: Dimensiones de las probetas unidas a solape.

Una vez cortadas las probetas se desechan las tres probetas que tienen la galga de espesor.

Nos restan 8 probetas para ensayo, estas se lijan hasta conseguir las dimensiones ajustadas.

Para conseguir la línea recta durante el lijado manual se realiza con tacos de lija rectos que permiten adaptar papel de lija del tamaño de grano adecuado y tras una pequeña práctica son muy útiles.

Una vez cortadas y repasadas las probetas se comprueban las dimensiones y se mide el espesor del adhesivo.

f) Espesor medio de la película de adhesivo.

El espesor medio de la capa de adhesivo, una vez curado es de 1,2 mm.

g) Resultados de ensayos.

A continuación se muestran los resultados elegidos como válidos, para cada adhesivo ensayado, Fuerza de rotura en Newtons, tabla 1. ΔL en mm, y ϵ en %, tabla 2.

Fuerza de rotura (N)				
4076/5309-Epoxi	Sp345-Epoxi	Resterpox ADH11 Epoxi	4662 A/B Metacrilato	4665 A/B Metacrilato
3143,33	3343,33	2263,33	3083,33	2697,00
3123,33	3140,83	2027,50	3037,50	2691,67
2995,50	3328,33	2387,50	2997,17	2806,67
3002,50	3215,83	2031,67	2999,17	2798,33
3159,17	3174,00	2042,50	3124,17	2810,00
3049,17	3294,17	2233,30	2986,67	2753,33

Tabla 1: Fuerzas de rotura en N.

4076/5309 Epoxi		Sp345 Epoxi		ResterpoxADH11 Epoxi		4662 A/B Metacrilato		4665 A/B Metacrilato	
ΔL mm	ϵ (%)	ΔL mm	ϵ (%)	ΔL mm	ϵ (%)	ΔL mm	ϵ (%)	ΔL mm	ϵ (%)
2,19	2,04	3,62	2,59	2,24	1,54	2,57	1,81	4,13	2,99
3,30	1,88	3,20	2,32	1,49	1,74	2,58	1,84	3,97	2,86
2,92	2,29	2,59	1,85	1,82	1,61	2,59	1,85	4,20	3,05
2,61	2,10	3,54	2,56	2,24	1,07	2,49	1,75	6,03	6,56
3,21	1,58	3,41	2,47	2,11	1,61	2,36	1,69	4,43	3,05
2,86	2,35	3,40	2,41	2,39	1,31	2,48	1,76	4,20	3,19

Tabla 2: Deformación nominal en tracción.

Resultados y discusión

En esta discusión se expondrán y discutirán todos aquellos resultados obtenidos en los ensayos mecánicos de uniones adhesivas que se han realizado en el presente trabajo. Se dividirá en tres apartados, correspondiéndose con los ensayos de cizalladura por tracción, ensayos de tracción de uniones a tope y ensayos de pelado.

Se realizaron los ensayos para los cinco adhesivos objeto del estudio, los cuales están detallados en el apartado 1.3, del capítulo de Procedimiento Experimental. El proceso de fabricación de los sustratos de las probetas de ensayo, así como los materiales, son descritos en el apartado 2, del capítulo Procedimiento Experimental, del presente trabajo.

1.1 Ensayos de cizalladura. ⁽¹⁰⁾ ⁽¹¹⁾

Estos ensayos se realizaron siguiendo el método especificado en la Norma Europea *UNE-EN 1465:1994. Adhesivos. Determinación de la resistencia a la cizalladura por tracción de juntas pegadas de sustratos rígidos.*

Esta norma especifica un método para determinar la resistencia a la cizalladura por tracción en juntas pegadas, resultantes del solapamiento de sustratos rígido-rígido, cuando se ensayan probetas normalizadas y bajo condiciones específicas de preparación y ensayo.

Se realizaron ensayos con cinco adhesivos, siendo tres de ellos, adhesivos de epoxi y dos, adhesivos de metacrilato. Los sustratos de material compuesto de fibra de vidrio y resina de epoxi, fueron los mismos para todos los adhesivos, y las probetas fueron pegadas, cortadas y curadas en condiciones similares.

Los datos más relevantes de estos ensayos, son la obtención de la fuerza de rotura en newtons, a partir de la cual y de la sección del área pegada, se obtuvo la tensión de rotura en megapascuales, para las probetas válidas. Y por otra parte, se obtuvo para cada ensayo, la deformación nominal en tracción del adhesivo de unión, hasta el punto de rotura, para cada probeta ensayada.

Procedimiento de ensayo.

La norma bajo la que se realizan los ensayos, especifica que la fuerza aplicada sobre la junta de ensayo, ha de aumentar a una velocidad constante, es decir, uniforme. Esta velocidad será tal que la media de las juntas rompan en un periodo de 65 ± 20 segundos. Para conseguir asegurar que las probetas rompen en este periodo de tiempo, se realizan varios ensayos previos hasta conseguir la velocidad, que aseguren la rotura en este periodo de tiempo. Finalmente la velocidad estimada para los ensayos de cizalladura, fue de 5 mm / min.

Hay que tener precaución de alinear las probetas, de tal forma que estén lo más alineadas posibles, para evitar la desalineación de la aplicación de la carga, lo que da lugar a la aparición de momentos flectores en la unión. La distancia inicial entre las mordazas de ensayo se mide, para así poder calcular posteriormente, la deformación nominal en tracción (ϵ).

De todos los ensayos realizados, se descartan inicialmente, los ensayos de mayor y menor valor de fuerza de rotura, así como todos los que no rompen dentro del periodo de tiempo establecido por la norma seguida para el procedimiento de ensayo. De los restantes ensayos, se realizó la desviación estándar (valor estadístico), y el criterio de repetibilidad, es decir, la diferencia entre dos fuerzas de rotura cualesquiera, para aceptar como válido el resultado del ensayo, ha de ser menor que 2,5 la desviación estándar.

Antes de estudiar los valores reflejados en los ensayos, definiremos los términos que vamos a utilizar:

1-Esfuerzo de tracción (σ).

$$\sigma = F / A$$

σ , es el esfuerzo de tracción, expresado en megapascales (MPa) o en (N / mm^2).

F, es la fuerza medida en newtons (N).

A, es el área de la sección transversal de la zona de solape, en milímetros cuadrados (mm^2).

2-Deformación (ϵ).

$$\epsilon (\%) = 100 * \Delta L / L_0$$

$$\Delta L = L_f - L_0$$

ϵ , es el incremento de longitud por unidad de longitud inicial, de la longitud de referencia, expresada como una relación sin dimensiones o en porcentaje.

ΔL , es el incremento de longitud, en mm.

L_0 , es la distancia inicial de la probeta entre las mordazas, en mm.

L_f , es el desplazamiento de las mordazas durante el ensayo.

Veamos una curva típica de los ensayos de cizalladura de uniones adhesivas:

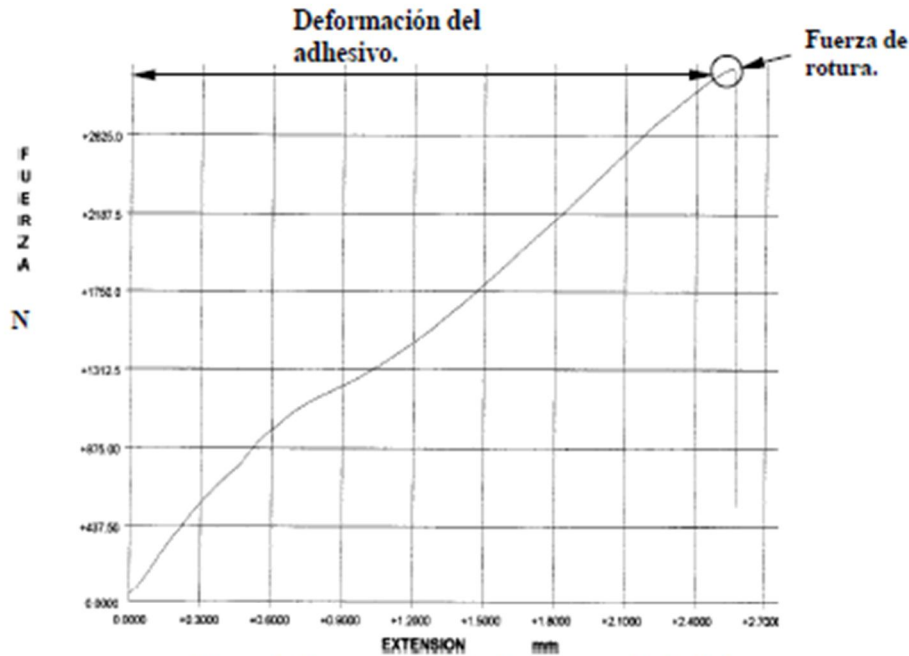


Figura 1: Curva característica de un ensayo de cizalladura.

Expresión de resultados.

Se expresan los resultados de los ensayos como la media aritmética y el coeficiente de variación de la fuerza de rotura en newtons (fuerza a la que rompe la probeta), y la tensión de rotura en megapascales, para las probetas válidas. El número de ensayos válidos no debe de ser menor de seis.

A continuación se muestra una tabla con las medias aritméticas de los resultados obtenidos (tabla 1), y en el Anexo I, adjunto al final del presente trabajo, se pueden observar los resultados obtenidos de los ensayos individuales.

Los datos que se detallan en la tabla siguiente, son:

- Valor de la fuerza de rotura media para cada adhesivo en newtons (F_{media}).
- y la desviación estándar (s), de las fuerzas de rotura, de las muestras estudiadas.
- Criterio de repetitibilidad ($2,5*s$).
- Valor medio de la tensión de rotura en megapascales (σ_{media}).

-Incremento de longitud medio, (ΔL_{medio}) en mm.

-Deformación nominal en tracción media ($\varepsilon_{\text{media}}$) en %, y la desviación estandar (s), de la deformación nominal.

	AV4076/HV5 309 VANTICO Epoxi-1	Sp345 Epoxi-2	Resterpox ADH11 Epoxi-3	XD 4662A/B VANTICO Metacrilato1	XD 4665A/B VANTICO Metacrilato2
Fmedia [N] ($\pm s$)	3078,8 ($\pm 72,4$)	3249,4 ($\pm 84,5$)	2164,3 ($\pm 152,0$)	3038 ($\pm 55,3$)	2759,5 ($\pm 54,5$)
2,5 * (s)	181,1	211,1	380,0	138,2	136,1
σ [MPa]	205,3	236,3	151,9	199,2	169,8
ΔL [mm]	2,9	3,3	2,0	2,5	4,5
s_{media} [%]	2,0($\pm 0,283$)	2,4($\pm 0,272$)	1,5($\pm 0,246$)	1,8($\pm 0,061$)	3,6($\pm 1,446$)

Tabla 1: Resultados del ensayo de cizalladura.

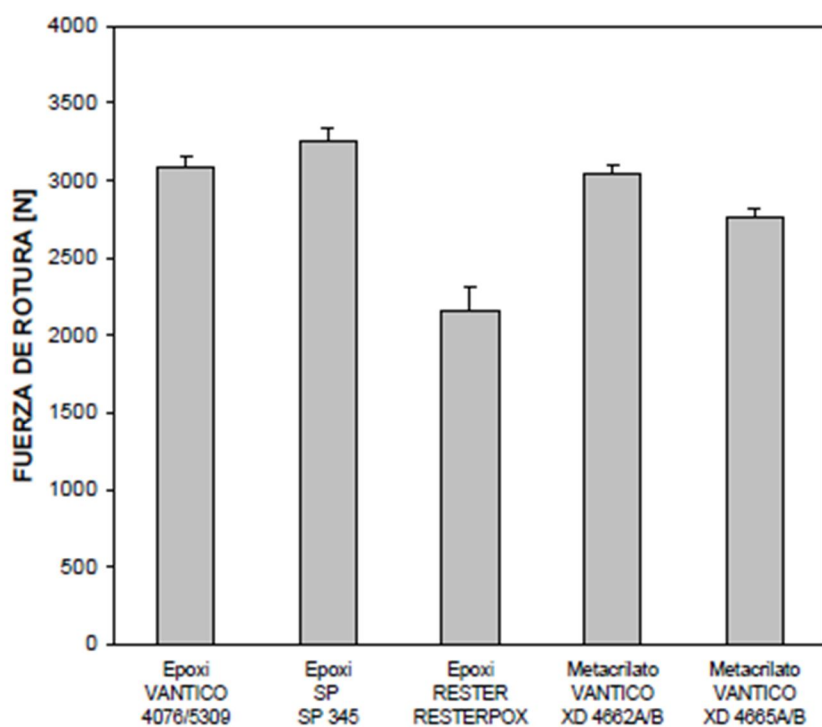
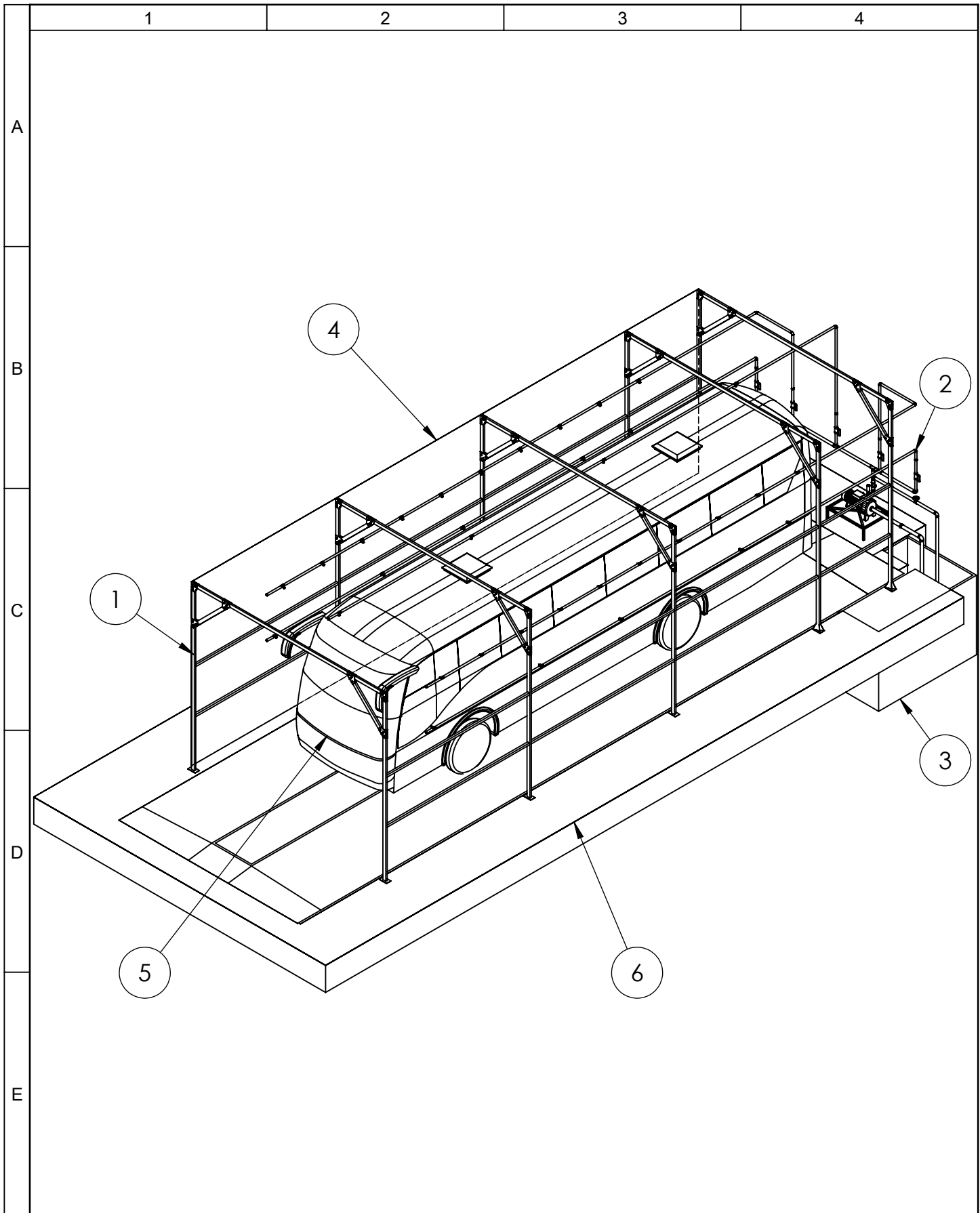
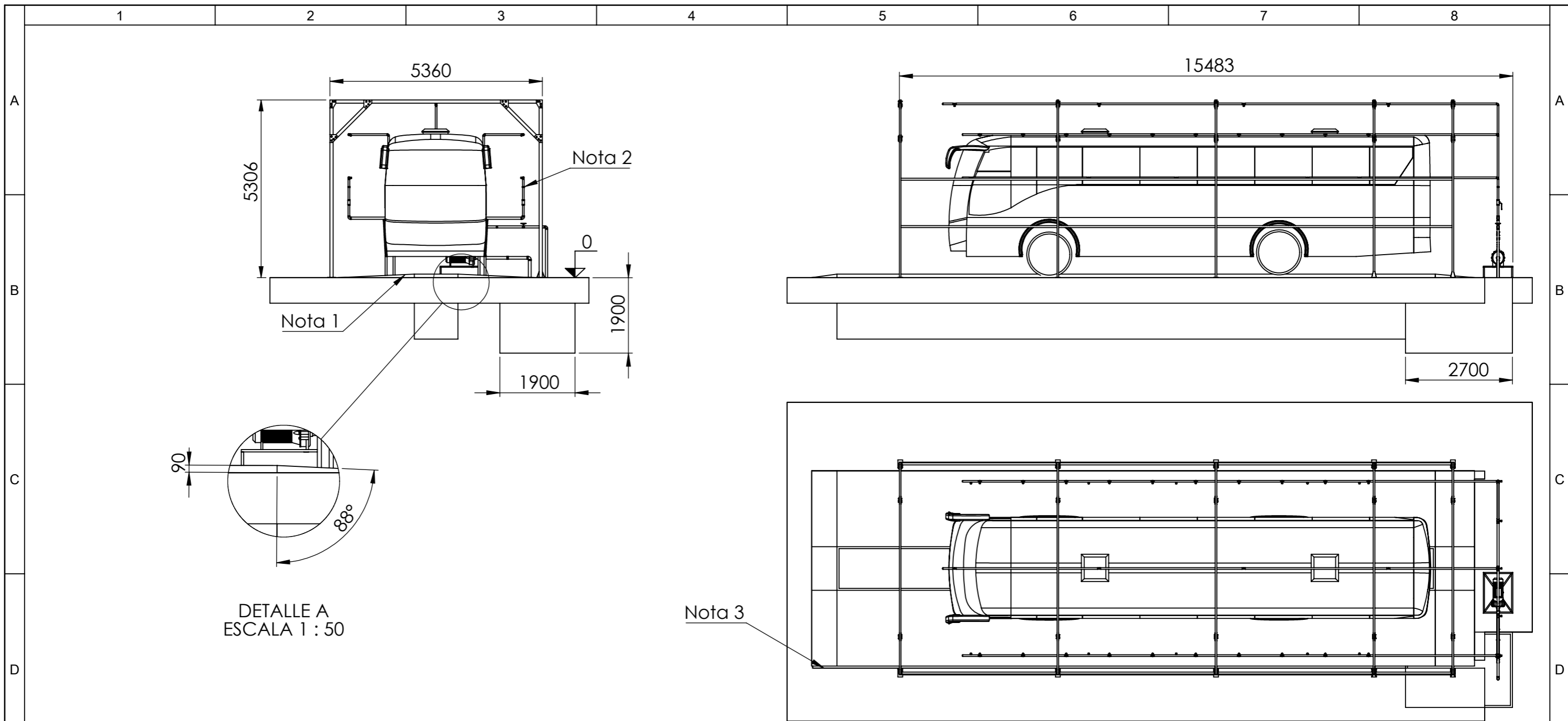


Gráfico 1: Fuerzas de rotura medias. Ensayo de cizalladura.



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	750 Kg	Acero ASTM A36			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	31/10/14	Alvarez S.			Camara de estanqueidad	1:100
			Revisó:	31/10/14	Ing. Paredes J.				
				Aprobó:	31/10/14	Ing. Paredes J.			
				UTA		Número del dibujo: 01 de 07			
				Ing. Mecánica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

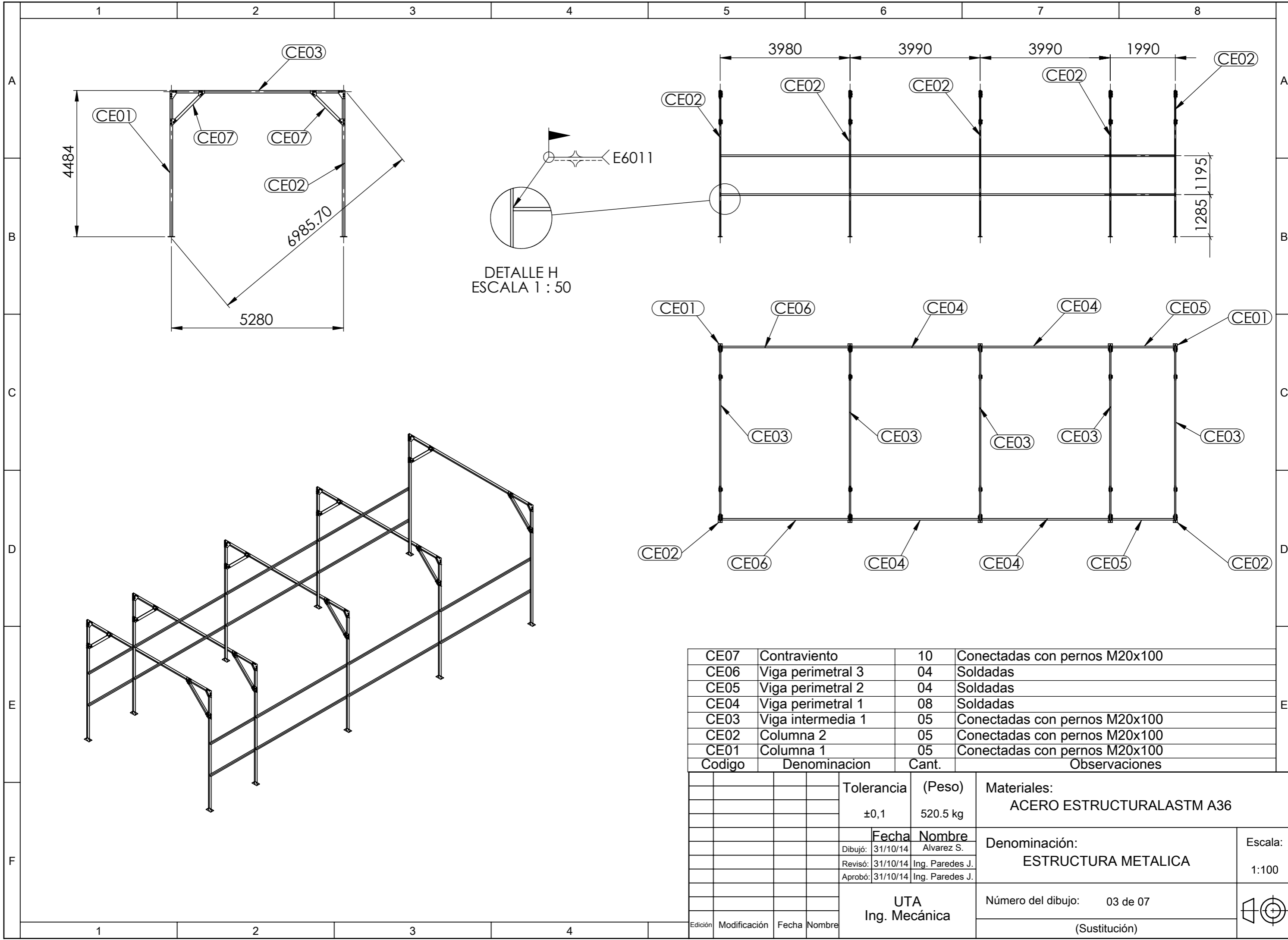


DETALLE A
ESCALA 1 : 50

TABLA DE NOTAS	
NOTAS	DESCRIPCION
1	Rampa para recoleccion de agua
2	Unir tuberia a estructura con soportes metalicos
3	Canales de recoleccion de agua para reutilizacion

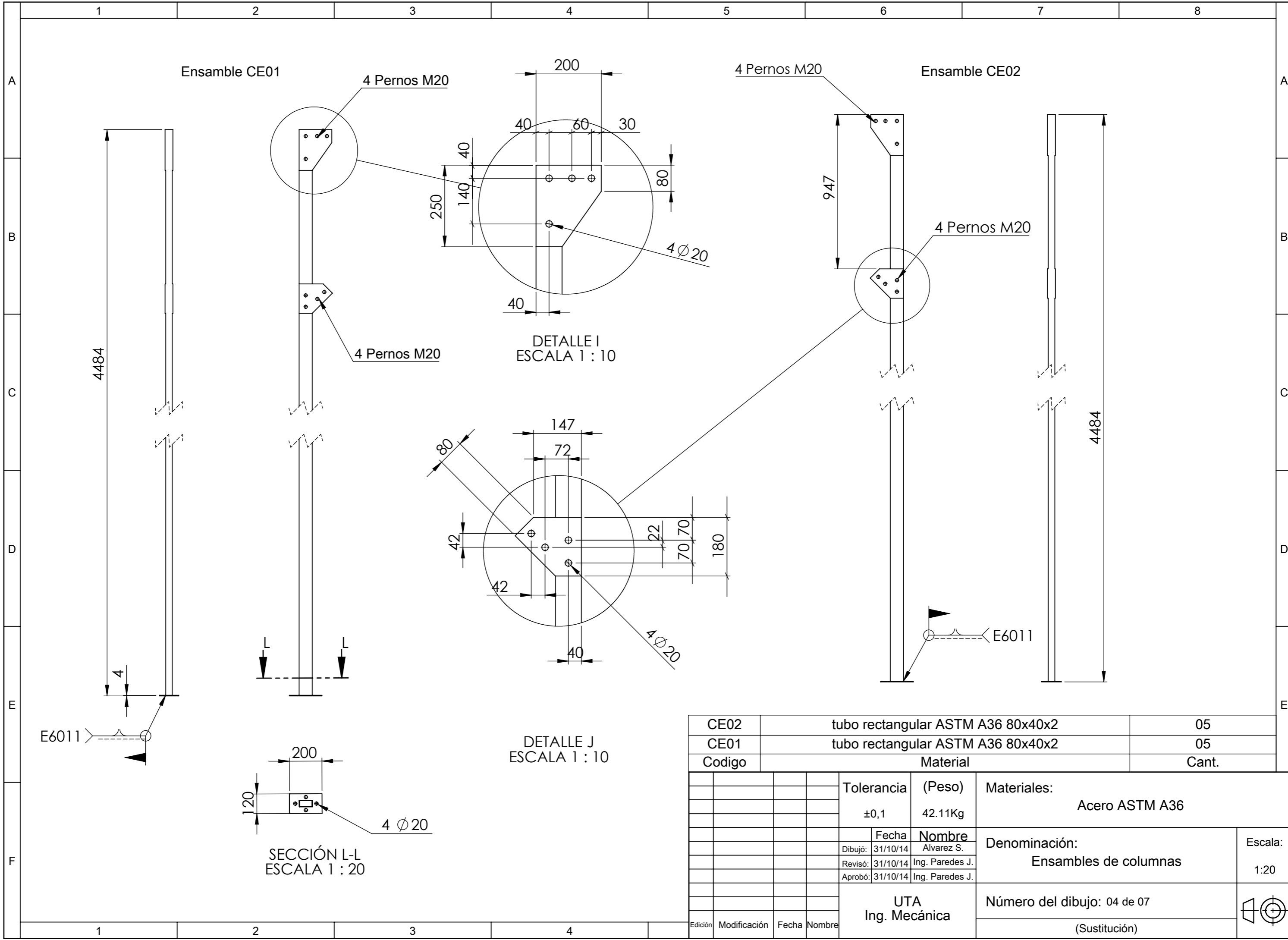
06	Cimentacion	1	
05	Bus tipo	1	
04	Cubierta lateral	2	Cubierta Remachada
03	Tanque de Almacenamiento	1	Capacidad= 7.22 m3
02	Sistema Hidraulico	1	
01	Estructura Metalica	1	
N°	Denominacion	Cant.	Observaciones

Tolerancia		(Peso)	Materiales:		
±0,1			Acero ASTM A36		
Fecha		Nombre	Denominación:		
Dibujó: 31/10/14		Alvarez S.	Camara de Estanqueidad		
Revisó: 31/10/14		Ing. Paredes J.	Escala:		
Aprobó: 31/10/14		Ing. Paredes J.	1:100		
UTA			Número del dibujo: 02 de 07		
Ing. Mecánica			(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		



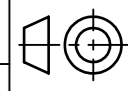
Codigo	Denominacion	Cant.	Observaciones
CE07	Contraviento	10	Conectadas con pernos M20x100
CE06	Viga perimetral 3	04	Soldadas
CE05	Viga perimetral 2	04	Soldadas
CE04	Viga perimetral 1	08	Soldadas
CE03	Viga intermedia 1	05	Conectadas con pernos M20x100
CE02	Columna 2	05	Conectadas con pernos M20x100
CE01	Columna 1	05	Conectadas con pernos M20x100

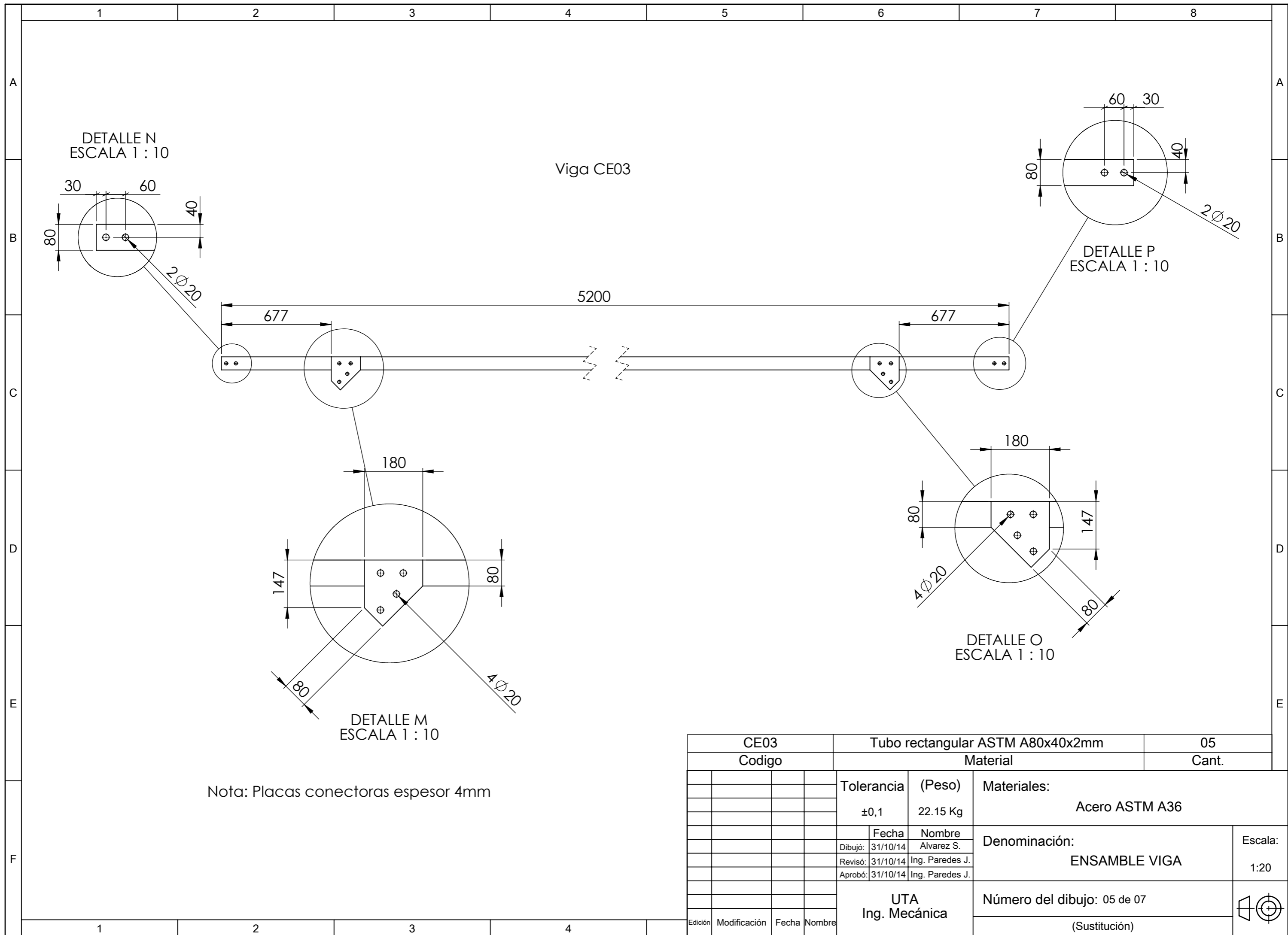
Tolerancia		(Peso)	Materiales:	
±0,1		520.5 kg	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36	
Fecha		Nombre	Denominación:	
Dibujó:	31/10/14	Alvarez S.	ESTRUCTURA METALICA	
Revisó:	31/10/14	Ing. Paredes J.	Escala:	
Aprobó:	31/10/14	Ing. Paredes J.	1:100	
UTA			Número del dibujo: 03 de 07	
Ing. Mecánica			(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	



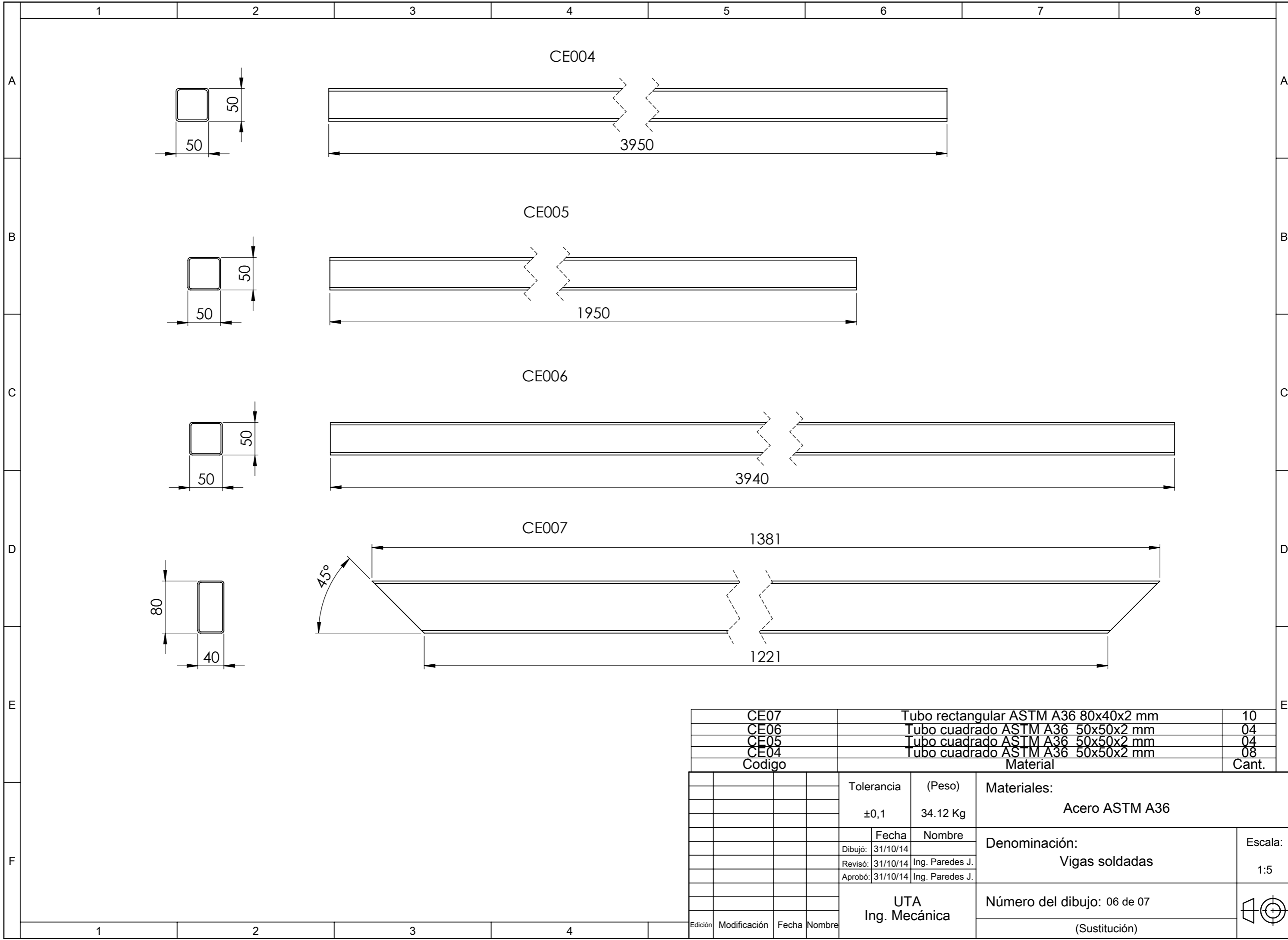
CE02	tubo rectangular ASTM A36 80x40x2	05
CE01	tubo rectangular ASTM A36 80x40x2	05
Codigo	Material	Cant.
	Tolerancia	(Peso)
	±0,1	42.11Kg
	Fecha	Nombre
	Dibujó: 31/10/14	Alvarez S.
	Revisó: 31/10/14	Ing. Paredes J.
	Aprobó: 31/10/14	Ing. Paredes J.
	Materiales: Acero ASTM A36	
	Denominación: Ensamblados de columnas	
	Escala: 1:20	
	Número del dibujo: 04 de 07	
	(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha
		Nombre

UTA
Ing. Mecánica



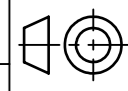


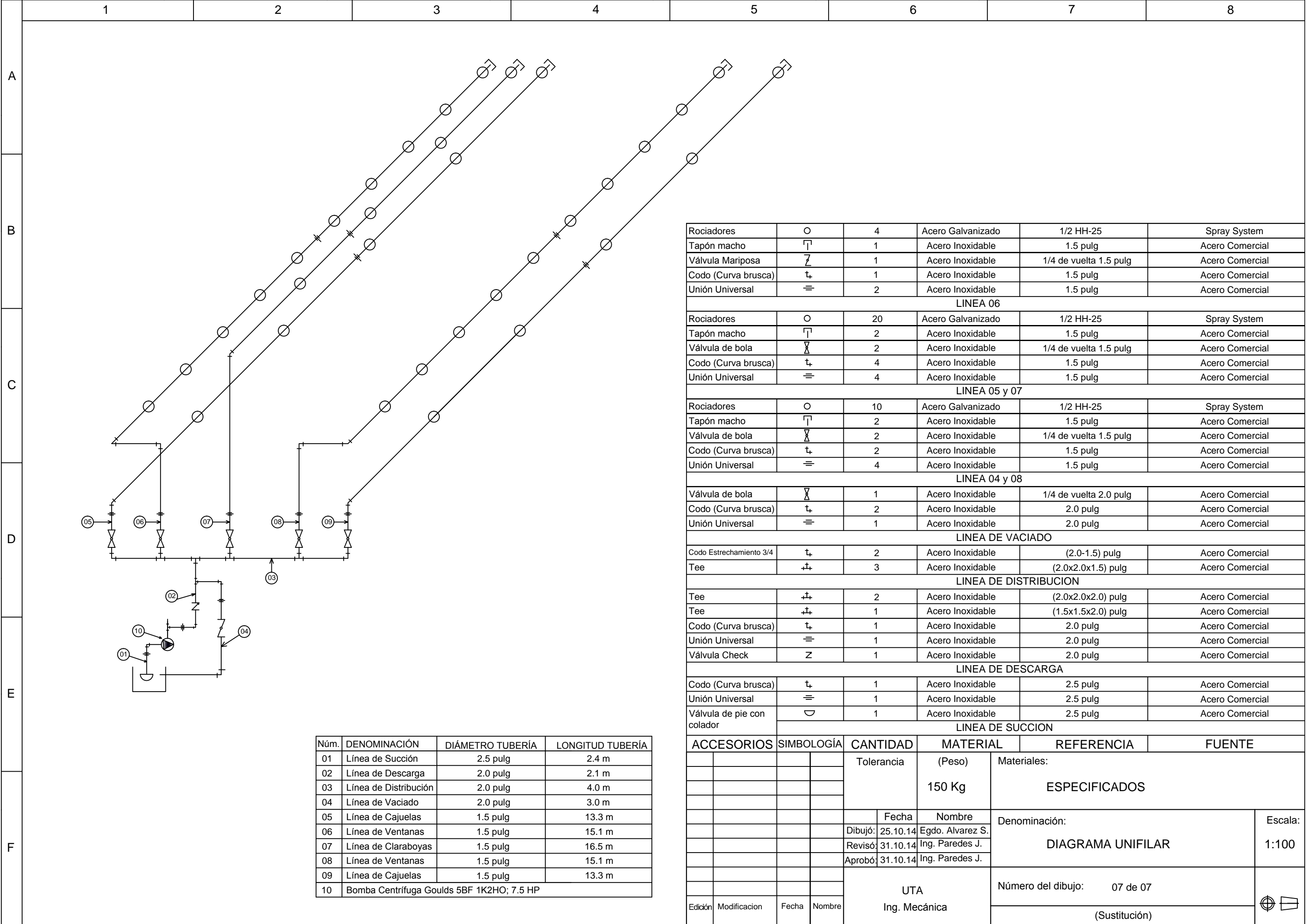
CE03				Tubo rectangular ASTM A80x40x2mm		05	
Codigo				Material		Cant.	
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	22.15 Kg	Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 31/10/14	Alvarez S.	ENSAMBLE VIGA	
				Revisó: 31/10/14	Ing. Paredes J.	Escala:	
				Aprobó: 31/10/14	Ing. Paredes J.	1:20	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 05 de 07	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



CE07	Tubo rectangular ASTM A36 80x40x2 mm	10
CE06	Tubo cuadrado ASTM A36 50x50x2 mm	04
CE05	Tubo cuadrado ASTM A36 50x50x2 mm	04
CE04	Tubo cuadrado ASTM A36 50x50x2 mm	08
Codigo	Material	Cant.

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	34.12 Kg	Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 31/10/14		Vigas soldadas	
				Revisó: 31/10/14	Ing. Paredes J.	Escala:	
				Aprobó: 31/10/14	Ing. Paredes J.	1:5	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 06 de 07	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				





A

B

C

D

E

F

1

2

3

4

5

6

7

8

Núm.	DENOMINACIÓN	DIÁMETRO TUBERÍA	LONGITUD TUBERÍA
01	Línea de Succión	2.5 pulg	2.4 m
02	Línea de Descarga	2.0 pulg	2.1 m
03	Línea de Distribución	2.0 pulg	4.0 m
04	Línea de Vaciado	2.0 pulg	3.0 m
05	Línea de Cajuelas	1.5 pulg	13.3 m
06	Línea de Ventanas	1.5 pulg	15.1 m
07	Línea de Claraboyas	1.5 pulg	16.5 m
08	Línea de Ventanas	1.5 pulg	15.1 m
09	Línea de Cajuelas	1.5 pulg	13.3 m
10	Bomba Centrífuga Goulds 5BF 1K2HO; 7.5 HP		

Rociadores	○	4	Acero Galvanizado	1/2 HH-25	Spray System
Tapón macho	⊥	1	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial
Válvula Mariposa	∩	1	Acero Inoxidable	1/4 de vuelta 1.5 pulg	Acero Comercial
Codo (Curva brusca)	⊥	1	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial
Unión Universal	≡	2	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial

LINEA 06					
Rociadores	○	20	Acero Galvanizado	1/2 HH-25	Spray System
Tapón macho	⊥	2	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial
Válvula de bola	⊗	2	Acero Inoxidable	1/4 de vuelta 1.5 pulg	Acero Comercial
Codo (Curva brusca)	⊥	4	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial
Unión Universal	≡	4	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial

LINEA 05 y 07					
Rociadores	○	10	Acero Galvanizado	1/2 HH-25	Spray System
Tapón macho	⊥	2	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial
Válvula de bola	⊗	2	Acero Inoxidable	1/4 de vuelta 1.5 pulg	Acero Comercial
Codo (Curva brusca)	⊥	2	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial
Unión Universal	≡	4	Acero Inoxidable	1.5 pulg	Acero Comercial

LINEA 04 y 08					
Válvula de bola	⊗	1	Acero Inoxidable	1/4 de vuelta 2.0 pulg	Acero Comercial
Codo (Curva brusca)	⊥	2	Acero Inoxidable	2.0 pulg	Acero Comercial
Unión Universal	≡	1	Acero Inoxidable	2.0 pulg	Acero Comercial

LINEA DE VACIADO					
Codo Estrechamiento 3/4	⊥	2	Acero Inoxidable	(2.0-1.5) pulg	Acero Comercial
Tee	⊥	3	Acero Inoxidable	(2.0x2.0x1.5) pulg	Acero Comercial

LINEA DE DISTRIBUCION					
Tee	⊥	2	Acero Inoxidable	(2.0x2.0x2.0) pulg	Acero Comercial
Tee	⊥	1	Acero Inoxidable	(1.5x1.5x2.0) pulg	Acero Comercial
Codo (Curva brusca)	⊥	1	Acero Inoxidable	2.0 pulg	Acero Comercial
Unión Universal	≡	1	Acero Inoxidable	2.0 pulg	Acero Comercial
Válvula Check	∩	1	Acero Inoxidable	2.0 pulg	Acero Comercial

LINEA DE DESCARGA					
Codo (Curva brusca)	⊥	1	Acero Inoxidable	2.5 pulg	Acero Comercial
Unión Universal	≡	1	Acero Inoxidable	2.5 pulg	Acero Comercial
Válvula de pie con colador	∩	1	Acero Inoxidable	2.5 pulg	Acero Comercial

LINEA DE SUCCION					
------------------	--	--	--	--	--

ACCESORIOS	SIMBOLOGÍA	CANTIDAD	MATERIAL	REFERENCIA	FUENTE
		Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
			150 Kg	ESPECIFICADOS	
		Fecha	Nombre	Denominación:	
		Dibujó: 25.10.14	Egdo. Alvarez S.	DIAGRAMA UNIFILAR	
		Revisó: 31.10.14	Ing. Paredes J.	Escala: 1:100	
		Aprobó: 31.10.14	Ing. Paredes J.	Número del dibujo: 07 de 07	
			UTA		
			Ing. Mecánica	(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		